BauBuche Lamibois de hêtre

Moyens d’assemblage et raccords

Pollmeier

Feuille **SOMMAIRE**

2 5.1 Généralités

3 5.2 Assemblage métalliques
5.2.1 Généralités
4 5.2.2 Clous
5.2.3 Agrafes
5.2.4 Vis
11 5.2.5 Broches/boulons calibrés/boulons
13 5.2.6 Raccords à insérer
14 5.2.7 Étrier à âme intérieur
5.2.8 Pièces découpées en tôle d'acier
15 5.2.9 Montage sur chantier / équipement d'arrimage
5.2.10 Fixation des éléments de toiture et de murs de grand format

16 5.3 Assemblages de menuisier
5.3.1 Généralités
5.3.2 Embrèvements
19 5.3.3 Assemblage à queue d'aronde

20 5.4 Assemblages collés
5.4.1 Généralités
21 5.4.2 Éléments de panneaux collés
5.4.3 Collage par pression à vis
5.4.4 Renforts collés
5.4.5 Barres en acier pré-encollées

© Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG

Pferdsdorfer Weg 6
99831 Amt Creuzburg, Allemagne

Conseil BauBuche pour architectes, ingénieurs en construction, maîtres d'ouvrage et entreprises de construction en bois
T +49 (0)36926 945 560
baubuche@pollmeier.com

Conseil en bois de sciage, BauBuche et lamibois Pollmeier, interlocuteur pour le commerce
T +49 (0) 36926 945 163
sales@pollmeier.com

Photo : SWG, Chris Kister, Rensteph Thompson, Eckhart Matthäus, ZÜBLIN Timber, Christian Grass

5.1 Généralités

L'image d'une construction en bois est essentiellement marquée par les assemblages. La nature des moyens d'assemblage et les raccords choisis doivent donc être déterminés et harmonisés le plus tôt possible. Outre la résistance mécanique nécessaire et esthétique, les exigences de protection incendie doivent aussi être prises en compte. Cette brochure doit simplifier le choix de moyens d'assemblage et de raccords appropriés pour des constructions à base de produits BauBuche. Les déclarations de performances des fabricants de systèmes d'assemblage doivent toujours être pris en compte. Vous trouverez davantage de détails sur les dimensions dans le manuel « Lamibois de hêtre BauBuche, aide au dimensionnement pour la conception et le calcul conformément à la norme Eurocode 5 » disponible pour le téléchargement sur **www.pollmeier.com.**

Le BauBuche est livré avec une teneur en humidité du bois de 6 % (± 2 %) et présente une valeur de retrait et de gonflement élevée jusqu'à 0,45 % perpendiculairement au sens des fibres. BauBuche est livré avec une humidité du bois de 6 % (± 2 %) et le matériau présente une valeur de gonflement et de retrait élevée. Afin d'éviter les variations de teneur en humidité (TH) du bois, notamment pendant le de montage, et donc d'éventuels dégâts occasionnés par cette humidité, une protection suffisante contre les intempéries et contre l'humidité doit être prévue pour les éléments de construction et la zone d'assemblage. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet dans la brochure 09 « Protection du bois et traitement de surface ».

Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG n'endosse aucune responsabilité pour les valeurs dimensionnelles détaillées dans cette brochure.

5.2 Moyens d'assemblage métalliques

5.2.1 Généralités

De manière générale, les moyens d'assemblage métalliques doivent être dimensionnés conformément au chapitre 8, selon la norme sur les constructions en bois EN 1995-1-1, associée à l'annexe nationale, selon les équations s'appliquant au bois massif Bois dur. Les surfaces de contact sont toutes les surfaces latérales avec une proportion majoritaire de bois de bout. Les surfaces latérales restantes sont définies ici comme surface étroite (aspect et comme surface supérieure. Les règlementations du tableau suivant s'appliquent pour les moyens d'assemblage règlementés par la norme relative à la construction en bois.

	Calcul selon[1]	Surface supérieure	Surface étroite	Surface de contact
Compression latérale				
Clous, vis (pré-percé)[1]	Éq. 8.16, DIN EN 1995-1-1	100 %	Variante A : 100 % Variante B : 60 %	Pas autorisé[1]
Cheville métallique et boulon	Éq. 8.32, éq. 8.31, DIN EN 1995-1-1 avec k_{90} = 0,9 + 0,015*d	100 %	Sollicitation par rapport au niveau du panneau Parallèle : 70 %[2] Perpendiculaire : 80 %	Pas autorisé[1]
Capacité de charge d'une unité d'assemblage Cheville ronde, cheville plate	NCI NA 8.1, DIN EN 1995-1-1/NA	100 %	100 %	100 %
Résistance à l'arrachement				
Vis à bois (45° ≤ α ≤ 90°)[1]	Éq. 8.38 (k_d = 1), DIN EN 1995-1-1	100 %	100 %	100 %

Exemplaire:
BauBuche S

La variante A est applicable au BauBuche S et à la poutre BauBuche GL75 (lamibois à plis parallèles).

La variante B est applicable au BauBuche Q (lamibois à plis croisés)

1) Des règles différentes peuvent s'appliquer dans le cas de moyens d'assemblage dans du BauBuche règlementés par un agrément (AbZ ou ETA). Par ex. des vis placées dans la surface de contact peuvent être autorisées et des règles de dimensionnement divergeant de la norme NF EN 1995-1-1 peuvent être valables.
2) Pour les poutres BauBuche GL75, le facteur de minoration de résistance à la contrainte de pression latérale pour les moyens d'assemblage en forme de tige ayant un diamètre d > 8 mm en cas d'utilisation dans les surfaces étroites est de 80 % selon ETA-14/0354.

Les calculs doivent être effectués avec la densité brute de 730 kg/m^3 pour les panneaux Q et S et les poutres GL75. Des sollicitations combinées doivent être calculées selon la section 8.3.3 de la norme EN 1995-1-1. Pour la réalisation d'assemblages bois avec des produits BauBuche, seuls des broches et des boulons (ou des bouchons calibrés), des clous, des vis à bois, des chevilles rondes ou plates doivent être employés, en respectant les dispositions mentionnées ci-après. Les domaines d'application doivent être respectés, selon le tableau présenté plus haut. Les distances minimales pour les moyens d'assemblage en cas de sollicitation sur cisaillement et arrachement correspondent à celles du bois massif ou du contreplaqué. En cas de sollicitation sur cisaillement dans les surfaces étroites de panneaux BauBuche S ou de poutres BauBuche GL75, les clous doivent avoir un diamètre minimal de 3,1 mm et les vis un diamètre minimal de 6 mm. En cas de sollicitation sur arrachement dans les surfaces de contact et les surfaces étroites de panneaux BauBuche Q, seules des vis d'un diamètre minimal de 6 mm doivent être utilisées.

En raison de la résistance nettement supérieure des moyens d'assemblage en BauBuche par rapport à des moyens d'assemblage en bois de résineux, le nombre de moyens d'assemblage par liaison peut être fortement réduit pour une sollicitation identique et des moyens d'assemblage plus courts peuvent être utilisés. Une exploitation optimale du matériau est obtenue en introduisant les moyens d'assemblage dans la surface supérieure et en prévoyant suffisamment de joints de cisaillement. Le cas échéant, des couches transversales peuvent influencer fortement la portance, réduire les distances minimales et maximiser le nombre de moyens d'assemblage effectif. Si de nombreux moyens d'assemblage doivent être mis en place, il est préférable d'utiliser des moyens d'assemblage magasinés. Par exemple : www.adunox.com.

5.2.2 Clous

Du fait de la densité brute élevée (ρ_k > 500 kg/m³), les assemblages cloués dans du BauBuche doivent généralement être pré-percés en tenant compte de la norme relative aux constructions en bois NF EN 1995-1-1. Ce faisant, le diamètre du trou de perçage 0,8 · devait correspondre au diamètre du clou. Habituellement, des clous ronds avec une tige lisse ou profilée (clous spéciaux ou épingles) sont utilisés. Le cas échéant, des règlementations divergentes peuvent s'appliquer, si elles sont détaillées de manière explicite dans un agrément pour le moyen d'assemblage. Des clous rainurés (ETA 13/0523 : GH Baubeschläge – clou rainuré 4,0 mm) peuvent donc être introduits sans pré-perçage dans du BauBuche pour un assemblage de bois et de tôle d'acier, si la longueur de liaison maximale dans le BauBuche de 34 mm est respectée. De plus amples informations sont détaillées au chapitre 5.2.8 ou sur **www.holzverbinder.de.**
Une alternative aux moyens d'assemblage pour fixer les pièces façonnées en tôle d'acier ou les panneaux sans pré-perçage consiste à utiliser par exemple des vis de sabot de solives homologuées de 5 mm, voir également le chapitre 5.2.8.

5.2.3 Agrafes

La norme relative aux constructions en bois actuellement en vigueur pour les constructions en bois porteuses prescrit un pré-perçage des bois utilisés pour des moyens d'assemblage en forme de tige dans le cas de densités brutes élevées (ρ_k > 500 kg/m³). Jusqu'à présent, il n'existe aucun agrément pour des agrafes qui peuvent être introduites dans le BauBuche sans pré-perçage.
La recherche actuelle sur la construction en bois porte sur des attaches en BauBuche et montre des résultats prometteurs. Il est ainsi possible de poser des attaches qui ne sont pas trop minces, mais sur le plan légal en matière de construction conjointement à la norme EN 1995-1-1, ce n'est pas encore clairement réglementé. Les vis à filetage partiel homologuées de 5 mm (Wurth, HECO, Fischer, etc.) peuvent par exemple être utilisées comme autre moyen pour fixer les planches sans effectuer de pré-perçage.

5.2.4 Vis

Pour le dimensionnement de vis dans du BauBuche, les agréments techniques des fabricants de vis doivent généralement être prises en compte. La limite supérieure de la densité brute caractéristique du matériau est définie dans les homologations, et doit être utilisée au maximum dans le calcul.

Nous recommandons expressément des vis homologués pour le BauBuche / le bois de feuillus :
_ ETA 12/0197 : SWG Timtec – Vis à filetage intégral et partiel
_ ETA 12/0373 : Schmid Schrauben RAPID – Vis à filetage intégral et vis pour bois durs
_ ETA 11/0027 : fischerwerke Power-Fast – Vis à filetage intégral et partiel
_ ETA 11/0190 : Würth ASSY – Vis à filetage intégral et partiel
_ ETA 11/0030 : Rothoblaas – Vis à filetage intégral et partiel
_ ETA 12/0062 : SFS intec WR – Vis à filetage intégral
_ ETA 12/0063 : SFS intec WT – Vis à double filetage
_ ETA 19/0175 : fischerwerke Power-Fast II – Vis à filetage partiel jusqu'à 6 mm
_ ETA 19/0553 : HECO – Vis à filetage intégral et partiel
_ ETA 20/0558 : SIHGA GoFix SH – Vis à filetage partiel

Vous pouvez volontiers nous communiquer des informations sur d'autres vis explicitement homologuées pour le BauBuche : baubuche@pollmeier.com.

En principe, les vis doivent être pré-percées pour une utilisation dans du BauBuche. Des vis avec pointe perforante ne remplacent pas le pré-perçage. En général, BauBuche, comme tous les produits en bois de feuillus, doit être pré-percé avec un foret de diamètre supérieur au diamètre de la vis à fond de filet.
Les homologations des vis contiennent des indications précises.

Vous trouverez des instructions pour la pose des vis dans les pages suivantes ou dans les indications du fabricant de vis. Les démultiplicateurs de couples et les outils d'aide au montage seront très utiles pour les couples de vissage élevés. Par exemple : Le démultiplicateur de couple Metabo, Mafell et les outils d'aide au montage de **SIHGA**, **Rothoblaas** ou **HECO**.

MAFELL AG

SIHGA GmbH

Par exemple, les valeurs pour du hêtre ou du chêne s'appliquent généralement pour le pré-perçage du BauBuche. Des études approfondies ont montré que les diamètres de pré-perçage jusqu'à environ 0,8 · D (voir dernière colonne du tableau ci-contre) n'ont pas d'incidence significative sur la résistance axiale d'un filetage de vis à bois courant dans du BauBuche. La rigidité diminue au maximum de 22 % et doit ensuite être prise en compte si elle a une incidence sur la résistance à la charge de la construction. Sur le plan légal en matière de construction, ces diamètres plus importants de pré-perçage sont également réglementés dans l'homologation SWG TA-12/0197 :

Extrait de la norme ETA 11/0190, vis Würth : Diamètre des trous à pré-percer dans du bois résineux, du hêtre ou du chêne			**Extrait ETA 12/0197, vis SWG technique de Graz**
Diamètre extérieur du filet [mm]	**Diamètre des trous à pré-percer avec une tolérance de ± 0,1 mm**		**Diamètre max. du trou [mm]**
	Éléments en bois de résineux	Éléments en bois de chêne ou de hêtre	BauBuche
4,0	2,5	3,0	3,0
4,5	2,5	3,5	3,5
5,0	3,0	3,5	4,0
6,0	4,0	4,0	4,5
7,0	4,0	5,0	5,5
8,0	5,0	6,0	6,5
10,0	6,0	7,0	8,0
12,0	7,0	8,0	9,0

Vis sans pré-perçage
Les vis à filetage partiel suivantes peuvent être utilisées dans le BauBuche sans pré-perçage conformément à leurs homologations. Un limiteur de couple peut être utile pour éviter une rupture de torsion de la vis.

_ ETA-11/0190 Wurth ASSY, ETA 12/0197 SWG Timtec 3.0, ETA 19/0175 fischerwerke Power-Fast II et ETA 19/0553 HECO-TOPIX-plus – Vis à filetage partiel d'un diamètre D de 5 à 10 mm et d'une longueur de filetage dans le BauBuche $L_{ef} \leq 10 \cdot D$ en acier au carbone

_ Les vis jusqu'à un diamètre de 6 mm doivent être correctement positionnées, sans pré-perçage, tout en s'assurant qu'aucun risque de torsion n'existe. Même si, sur le plan légal en matière de construction, les vis longues et minces, par exemple 6 x 300 mm, sans pré-perçage semblent tout à fait autorisées dans le BauBuche, nous les déconseillons.

_ Les vis avec un diamètre plus important doivent être positionnées avec des machines puissantes sans pré-perçage. Les boulonneuses à chocs ne doivent pas être utilisées et tout risque de torsion (par ex. occasionné par une tête noyée de force) doit être exclu. Ce qui peut être évité notamment par le fraisage au niveau de la tête de la vis avant sa pose. Le pré-perçage facilite significativement la pose de la vis et est indispensable dans les cas d'application habituels à partir de D = 8 mm environ.

_ ETA 12/0063 : **SFS intec WT** – La vis à double filet permet les petites longueurs d'assemblage dans le BauBuche sans pré-perçage conformément au tableau présentant la combinaison avec le bois résineux.

Les vis suivantes ont été spécifiquement développées pour une utilisation dans le bois de feuillus également sans pré-perçage et elles sont très performantes :

_ ETA 12/0373 : **Schmid Schrauben RAPID – Vis pour bois dur** (vis à filetage partiel) avec D = 8 mm

_ Pour la pose des vis, des machines à couple élevé sont toutefois nécessaires.
Informations complémentaires, cf. page 10.

_ ETA 11/0030 : Vis à filetage partiel **Rothoblaas HBS Hardwood** avec D = 6 mm et 8 mm et vis à filetage intégral **Rothoblaas VGZ HARDWOOD** avec D = 6 mm et 8 mm

_ Selon la réglementation ETA actuelle, la vis à filetage intégral nécessite encore un perçage pilote entre 27 et 47 % de la longueur totale de la vis pour permettre une pose fiable dans le BauBuche. La vis à filetage partiel peut être posée sans pré-perçage.

_ ETA 20/0558 : **SIHGA GoFix SH – Vis à filetage partiel** avec D = 8 mm

Les points suivants impliquent généralement un pré-perçage pour les assemblages vissés :

_ Les contraintes pour le personnel et le matériel lors de la pose des vis sont considérablement réduites.
_ il est possible d'envisager des espacements minimums plus faibles.
_ Le risque de fissure diminue.
_ Une résistance diamétrale plus élevée peut être appliquée si nécessaire.

Vis à filetage intégral

L'utilisation de vis à filetage intégral a nettement progressé dans la construction en bois. Souvent, les vis à filetage intégral sont utilisées pour des modes de construction traditionnels, mais aussi pour des moyens d'assemblage soumis à des sollicitations par cisaillement, en raison de leur manipulation aisée. Leur véritable force réside cependant dans la résistance axiale à la traction et à la pression. Ces propriétés peuvent être exploitées efficacement grâce à des vis inclinées homologuées. Dans ce contexte, de grandes longueurs de filet sont utilisées dans les deux éléments à assembler. La résistance est uniquement limitée par la rupture en traction potentielle de la vis. Les vis à filetage intégral peuvent être utilisées de manière économique à titre de renfort de tirant transversal et pour les assemblages des poutres de rive. En outre, la disposition dissimulée des moyens d'assemblage est avantageuse d'un point de vue ergonomique et en termes de protection contre le feu. Le raccordement vissé doit être intégralement pré-percé dans les deux éléments en bois (exception, cf. page 6). De nombreux fabricants de vis proposent des dispositifs d'aide permettant de faciliter le montage et d'obtenir l'angle de vissage optimal.

Renforcement de la résistance au cisaillement pur

Renforcement de la résistance au cisaillement pur en présence d'évidements carrés

Atelier de production de SWG – 12 mm vis à filetage intégral

Raccordement poutre principale-poutre de rive

Raccordement poteau-solive

Projet euregon AG, **Holzbau** Gumpp & Maier GmbH, **montage des poutres de rive** L'assemblage est réalisé avec des vis à filetage intégral (Würth Assy plus filetage intégral 8 · 330). Pour ce projet, des poches ont été fraisées dans la poutre principale et les extrémités ont été travaillées en conséquence dans les poutres de rive. Cela simplifie le montage, car les poutres de rive peuvent être déposées dans les poches et cela crée un aspect visuel impeccable du raccordement avec des moyens d'assemblage non visibles.

Raccordement de contrefort
Solution simple et bon marché : les vis sont positionnées en biais par rapport à l'axe de la poutre afin d'obtenir une contrainte principalement axiale des vis.

Les recommandations suivantes doivent être respectées pour l'utilisation de vis à filetage intégral dans du BauBuche :

_ Des perçages courts peuvent être réalisés par exemple avec le foret hélicoïdal à bois 013C de FISCH-TOOLS, HSS de FAMAG Bohrer ou avec le foret polyvalent de KANNE. Ce faisant, une évacuation suffisante des copeaux doit être assurée pour éviter une surchauffe. Un passage à travers le trou de perçage, habituel avec des mèches à bois, complique fortement la pose des moyens d'assemblage et peut occasionner une défaillance précoce du foret et/ou des vis. Il est déconseillé d'utiliser des mèches à bois.

_ Des systèmes de perçage avec l'utilisation d'air comprimé sont recommandés car le flux d'air assure l'évacuation des copeaux ainsi que le refroidissement, et fournit d'excellents résultats. Les temps de perçage plus courts, la longue durée de vie et le procédé nettement réduit dans le cas des perçages particulièrement plus longs justifient les tarifs plus élevés comparativement au foret hélicoïdal à bois.
Le système de perçage de trous profonds de l'entreprise ZÜBLIN Timber Aichach GmbH est recommandé pour des forets d'un diamètre de 3,5 à 12 mm et d'une longueur jusqu'à 1 000 mm.

_ Avec de grandes longueurs d'ancrage dans du BauBuche (à partir de env. 30 · D), le positionnement de vis à filetage intégral peut s'avérer difficile malgré un pré-perçage. De manière générale, les points suivants doivent être respectés :

_ Éviter de passer à travers le perçage.
_ Des machines puissantes ou un convertisseur de couple sont nécessaires. (démultiplicateur de couple)
_ Éviter de noyer la tête des vis à tête fraisée car le couple de serrage se trouve ainsi nettement accru. Autrement, un perçage fraisé peut être réalisé pour la tête de vis.
_ Une tête cylindrique peut être fraisée, le cas échéant, mais cela requiert des machines puissantes.
_ Exclure tout risque de torsion de la vis lors de la pose.
Le cas échéant, utiliser un limiteur de couple.
_ Les vis doivent être positionnées en une seule opération. Un positionnement répété peut occasionner une défaillance par torsion des vis.
_ Ne pas utiliser de boulonneuses à chocs.
_ Les solutions conceptuelles peuvent réduire la longueur de l'ancrage et la résistance au vissage qui en découle. Par exemple, pré-percer avec un plus grand diamètre dans la partie avant de la vis d'un renfort de tirant transversal, voir page suivante.
_ Les plus grands diamètres de pré-perçage autorisés (par ex. selon ETA-12/0197 pour les vis SWG, voir page 5) réduisent le couple de vissage.
_ Les outils d'aide au montage facilitent la pose car, pendant l'ensemble du processus de vissage, il n'est pas nécessaire d'exercer une pression sur l'embout : par ex. de **SIHGA**, **Rothoblaas** ou **HECO**
_ Les vis à filetage intégral **Rothoblaas VGZ HARDWOOD** avec D = 6 mm et 8 mm nécessitent uniquement un trou pilote court, entre 27 et 47 % de la longueur totale de la vis, ce qui évite les perçages profonds pour la vis à filetage intégral.

Vis à filetage partiel

Les vis à filetage partiel représentent une alternative à de nombreux assemblages avec des vis à filetage intégral. La performance pleine et entière du BauBuche peut être exploitée grâce à des règles de dimensionnement formulées explicitement pour le BauBuche (par ex. ETA 12/0197). Il est ainsi possible de dimensionner un assemblage avec des vis à filetage partiel (longueur de filet env. 10 · D) avec une tête plate de manière à ce que la résistance de calcul déterminante se trouve dans la plage de la capacité portante de l'acier des vis.

Le diagramme ci-après doit illustrer la thématique précédente, mais elle ne remplace aucun certificat statique.

$F_{tens,Rd}$ Valeur de dimensionnement de la résistance à la traction de l'acier des vis

$F_{head,Rd}$ Valeur de dimensionnement de la résistance au tirage de la tête

$F_{ax,Rd}$ Valeur de dimensionnement de la résistance axiale (défaillance du bois)

De nombreux fabricants de vis proposent des aides au dimensionnement sous forme de logiciels ou de tableaux sur les capacités portantes.

La vis pour bois dur de la société Schmid Schrauben Hainfeld (ETA 12/0373), qui peut être utilisée dans du BauBuche sans pré-perçage, atteint la résistance axiale de l'acier de la vis de 8 mm à partir d'une longueur de filet de 100 mm. Ainsi, des résistances caractéristiques élevées allant jusqu'à $F_{ax,Rk}$ = 32,8 kN sont atteintes en présence d'une sollicitation dans l'axe de la vis. Grâce à la résistance élevée au matage et au moment d'écoulement plastique élevé, des valeurs élevées obtenues par le calcul peuvent également être utilisées en présence de sollicitations par cisaillement. Le fabricant met à disposition de plus amples détails et des tableaux de pré-dimensionnement :
par ex. **www.schrauben.at/schraubenwelten/rapid/rapid-hardwood**

De même, vous trouverez de plus amples informations sur la vis à filetage partiel Rothoblaas HBS Hardwood de diamètre 6 mm et 8 mm sur le lien suivant : **Lien**
Les recommandations figurant pages 5 et 9 s'appliquent aux vis à filetage partiel et doivent être respectées.
Pour augmenter la capacité portante de tirage de la tête, il est possible d'utiliser des rondelles plates ou des rondelles d'angles spécialement conçues pour les applications à 45° dans le BauBuche, voir **Würth ETA-11/0190** ou **Knapp ETA-19/0628**.

5.2.5 Broches/boulons calibrés/boulons

Assemblages plaque perforée-cheville métallique

Dans l'ingénierie de la construction en bois, les assemblages acier-bois à section multiple avec des languettes en acier dans des bois à entailles multiples et avec des chevilles métalliques traversantes ont particulièrement fait leurs preuves. Les pièces en acier doivent alors être intégralement introduites dans le bois. Cela crée des assemblages esthétiques, d'une part, et offre des avantages non négligeables pour la protection contre le feu, d'autre part, les pièces en acier situées à l'extérieur perdant très rapidement de leur résistance en cas d'incendie. Le défi à relever lors de l'assemblage de bois et d'acier réside dans la fabrication au millimètre près des alésages, qui est uniquement possible avec un assemblage sur machine à commande numérique avec la précision requise.

Le diamètre de pré-perçage dans le BauBuche doit être choisi un peu plus grand pour faciliter la pose des moyens d'assemblage (par exemple D + 0,1 mm).
Des diamètres de pré-perçage plus petits que le diamètre de la cheville d'assemblage, comme c'est souvent le cas avec le bois de résineux, ne sont pas recommandés.
Vous trouverez de plus amples informations sur l'assemblage du BauBuche dans la brochure Assemblage.
Afin d'assurer l'évacuation de l'eau pendant la construction et d'éviter que de l'eau stagne au niveau des raccords, des perçages d'évacuation de l'eau ou des fentes continues doivent être prévus.

Détail de raccordement avec un assemblage cheville métallique-plaque perforée
Projet Zukunftspavillon de Francfort-sur-le-Main
Construction bois Hess Timber GmbH
Photos Rensteph Thompson, Chris Kister

Pied de poteau avec assemblage broche-plaque perforée

Raccords pour entretoisements avec assemblage broche-plaque perforée

Les assemblages bois-tôle d'acier sont dimensionnés selon la norme courante concernant les constructions en bois (Eurocode 5, chapitre 8). Les broches, les boulons, les boulons calibrés et les moyens d'assemblage appropriés selon l'agrément sont pris en considération comme moyens d'assemblage en forme de tiges. En règle générale, les moyens d'assemblage disposés dans la surface supérieure présentent également une capacité portante mathématiquement plus élevée et permettent ainsi de mettre un moins grand nombre de moyens d'assemblage. Des exemples de dimensionnement et des informations complémentaires sont fournis dans **le manuel de dimensionnement**.

5.2.6 Raccords à insérer

Les raccords à insérer sont des connecteurs de système homologués en deux parties. Les éléments de raccordement sont fixés aux éléments de construction en bois avec des vis à filetage total ou d'autres vis. Les éléments de raccordement peuvent être vissés à plat ou être disposés en biais dans des poches fraisées. La seconde variante permet des raccordements avec des moyens d'assemblage non visible et offre des avantages en termes de protection contre le feu. Les éléments de raccordement sont réunis de manière à être solidaires, à l'instar d'assemblages à queue d'aronde classiques, et partiellement sécurisés par des vis en complément. Le système est idéal, outre pour des assemblages bois-bois purs, pour le raccordement de composants en bois avec des éléments en acier ou en béton. Les agréments des fabricants doivent être pris en compte. Le BauBuche doit être pré-percé pour tous les moyens d'assemblage en forme de tiges, sauf si l'agrément du moyen d'assemblage autorise explicitement une utilisation sans pré-perçage pour le BauBuche.

Exemples de raccords à insérer spécifiquement homologués pour le BauBuche/le bois de feuillus :
_ ETA 11/0036 : GH Baubeschläge TOP UV Connector
_ ETA 15/0667 : Knapp Megant
_ ETA 10/0189: Knapp Ricon et Ricon S
_ ETA 12/0067 : connecteur SHERPA

Les capacités de portance caractéristiques dans le sens de l'insertion des connecteurs Sherpa XXL sont détaillées à titre d'exemple dans le tableau ci-après.

Résistance caractéristique $R_{2,k}$ en kN

Connecteur SHERPA	Vis SHERPA	Vis pour bois dur Schmid
Diamètre de vis en mm	8,0	8,0
Longueur de vis en mm	120	120
XXL 100	154,5	167,9
XXL 120	200,2	217,6
XXL 140	244,7	266,0
XXL 170	288,3	313,4
XXL 190	331,2	360,0
XXL 220	373,5	406,0
XXL 250	415,3	451,4
XXL 280	456,5	496,2
XXL 300	540,8	540,8

Consignes générales relatives à l'utilisation du connecteur SHERPA :
_ Les vis en biais peuvent être posées sans pré-perçage, sachant qu'il est recommandé d'effectuer au moins des perçages de positionnement pour simplifier la pose des raccords.
_ Pour les vis à couple disposées perpendiculairement à la surface « vis » un pré-perçage est nécessaire.
_ Les connecteurs SHERPA combinés au BauBuche peuvent être dimensionnés avec le module de dimensionnement « connecteurs SHERPA » du logiciel de dimensionnement **ingtools**.
_ L'homologation actuellement en vigueur (ETA-12/0067 du 17.09.2019) du fabricant doit être respectée.

5.2.7 Étier à âme intérieure

Les connecteurs en une seule partie sont adaptés aux assemblages bois-bois porteurs non visibles, comme par exemple des liaisons de poutres de rive sur une poutre principale ou un poteau. Les étriers sont vissés d'un côté et reliés au second élément de construction par le biais d'un assemblage cheville métallique-plaque perforée. Les raccordements réalisés dans une zone visible peuvent également être inclinés. Une fente d'accrochage formée dans le renfort du sommier, dans laquelle est accrochée une broche de la poutre de rive préalablement enfoncée, permet un montage facile. Les agréments des fabricants doivent être pris en compte. Le BauBuche doit être pré-percé pour tous les moyens d'assemblage en forme de tiges, sauf si l'agrément du moyen d'assemblage autorise explicitement une utilisation sans pré-perçage pour le BauBuche.

5.2.8 Pièces découpées en tôle d'acier

Ces pièces métalliques en tôle d'acier sont des connecteurs pour la fixation d'éléments de construction en bois sur du bois, de l'acier et des composants en béton.
La fixation sur un élément de construction en bois est majoritairement effectuée à l'aide de clous rainurés, mais il est également possible de le visser. Dans du BauBuche, des vis et des clous doivent généralement être pré-percés, sauf si l'agrément correspondant du moyen d'assemblage autorise des exceptions, cf. chapitre 5.2.2 et 5.2.4.

Les agréments et les indications des fabricants doivent être pris en compte.
Les connecteurs en acier en acier sont principalement utilisés dans des zones non visibles.

Les moyens d'assemblage suivants peuvent actuellement être utilisés pour la fixation de pièces moulées en tôle d'acier (sabot de solive, contreventement, tirant d'ancrage ...) sans pré-perçage.
Les possibilités de montage (marteau, chargeur, appareil de tir, etc.) doivent éventuellement être convenues avec le fabricant des moyens d'assemblage.

ETA 12/0197 : SWG Timtec 3.0 ou ETA 11/0190 : Wurth ASSY 4.0 – Vis de sabot de solive par ex. Timtec 3.0 ou ASSY 4.0 avec un diamètre de 5 mm et une longueur de 35 mm (longueur du filetage 30 mm)

$F_{ax,Rk}$ = 5,25 kN

$F_{v,Rk} = \begin{cases} 3{,}0\,\text{kN bei } t < 1{,}5\,\text{mm} \\ 3{,}7\,\text{kN bei } t \geq 1{,}5\,\text{mm} \end{cases}$ (Schraube in die Deckfläche eingebracht; Beanspruchung in Faserrichtung)

$F_{v,Rk} = \begin{cases} 3{,}1\,\text{kN bei } t < 1{,}5\,\text{mm} \\ 4{,}0\,\text{kN bei } t \geq 1{,}5\,\text{mm} \end{cases}$ (Schraube in die Deckfläche eingebracht; Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung)

ETA 13/0523: GH Baubeschläge – Rillennagel 4,0 · 35 mm
Es empfiehlt sich, das Einbringen der Nägel ohne Vorbohren im Vorfeld zu testen.

$F_{ax,Rk}$ = 2,5 kN
$F_{v,Rk}$ = 3,5 kN (tôle d'acier fine et clou positionnés dans la surface supérieure ; sollicitation dans le sens des fibres)
$F_{v,Rk}$ = 4,4 kN (tôle d'acier fine et clou positionnés dans la surface supérieure ; sollicitation perpendiculaire au sens des fibres)

5.2.9 Montage sur chantier / équipement d'arrimage

Les pièces en BauBuche peuvent être transportées à l'aide de systèmes homologués à cet effet.
Il existe à cet effet par exemple des vis d'ancrage pour le **transport conjointement aux ancrages** de **transport ou des systèmes spéciaux** tels que le **raccord Pick**.

5.2.10 Fixation des éléments de toiture et de murs de grand format

Il existe déjà des expertises pour les vis même sans pré-perçage pour la fixation de tôles trapézoïdales ou d'éléments sandwichs sur du BauBuche. Les processus d'homologation des vis appropriées n'étaient pas encore terminés au moment de la révision de cette brochure. Pour les projets en cours, n'hésitez pas à nous contacter. **baubuche@pollmeier.com**

5.3 Assemblages de menuisier

5.3.1 Généralités

Depuis que des machines d'assemblage assistées par ordinateur permettent le traitement d'éléments de construction et qu'un résultat précis peut être obtenu, les assemblages de menuisier représentent à nouveau une alternative aux assemblages mécaniques dans la construction en bois professionnelle aujourd'hui.
La résistance élevée au cisaillement et à la pression transversale du matériau BauBuche favorisent un assemblage par contact efficace.

5.3.2 Embrèvements

Pour les assemblages par compression, comme des étaiements, l'embrèvement est l'assemblage le plus employé. Ces raccordements sont particulièrement efficaces avec des produits BauBuche en raison de leur grande résistance au cisaillement et à la compression transversale. La condition préalable à une transmission de force associée à de faibles déformations est un usinage précis. La position des embrèvements doit être sécurisée par des boulons ou des vis.

Embrèvement simple en about

Embrèvement simple à gorge

Embrèvement double

Embrèvement en escalier

BauBuche GL75, assemblage d'étaiement avec embrèvement simple en about
Projet Menuiserie Mohr **Construction bois** charpentier Kaufmann

L'embrèvement en about, l'embrèvement double et l'embrèvement à gorge peuvent être dimensionnés pour le BauBuche à l'aide du module de dimensionnement « Embrèvements » du logiciel de dimensionnement sur **www.ing-tools.de**.

Les propriétés particulières des produits BauBuche permettent le développement d'assemblages traditionnels pour former des raccordements plus performants et totalement inédits. L'embrèvement en escalier est un assemblage par contact optimisé aux performances particulièrement élevées, qui n'est pas encore normalisé, mais qui doit être dimensionné à titre à l'aide d'un certificat de résistance au cisaillement et à la pression transversale.

Vous trouverez les règles de dimensionnement ici :
_ Enders-Comberg, M., Blaß, H.J.; Treppenversatz – Leistungsfähiger Kontaktanschluss für Druckstäbe; Bauingenieur Band 89, 04/2014, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf

L'embrèvement en escalier mentionné précédemment est observé plus spécifiquement et le rapport est établi avec la publication mentionnée et le dimensionnement qui en découle.

Certificat de résistance à la pression transversale $R_{c,90,k}$

Résistance dans le sens longitudinal des poutres	$R_{c,90,k} = \frac{A_c \cdot f_{c,90,k}}{\sin \alpha}$
Longueur de la surface d'appui	$L_c = \frac{h_S}{\sin \alpha}$
Surface d'appui	$A_c = b \cdot (L_c + 2 \cdot 30\,\text{mm})$

Certificat de la résistance au cisaillement $R_{v,k}$

Résistance dans le sens longitudinal des poutres	$R_{v,k} = \frac{A_v \cdot f_{v,k}}{\cos \alpha}$
Longueur de la surface de cisaillement	$L_v = \frac{h_S}{\sin \alpha}$
Surface de cisaillement	$A_v = b \cdot L_v$

La résistance déterminante dans le sens de la poutre peut être déterminée comme suit :

$R_d = k_{mod} / \gamma_M \cdot \min\{R_{c,90,k}; R_{v,k}\}$

Les lamelles verticales dans la membrure peuvent augmenter la résistance jusqu'à 100 %, car une résistance au cisaillement et à la pression transversale plus élevée peut, le cas échéant, être admise dans ce contexte. L'orientation des lamelles dans la poutre n'a aucune influence sur la résistance et sur la rigidité de l'assemblage.

La résistance de l'embrèvement en escalier dans du BauBuche peut être déterminée à l'aide du diagramme suivant : Valeur de dimensionnement de la résistance dans le sens longitudinal des poutres :

$R_d = k_{mod} / \gamma_M \cdot R_k^{(Diagramme)} \cdot b/100\,mm$ (avec une largeur b en mm)

La résistance de l'embrèvement en escalier est indépendante de la profondeur de découpe t_v.
Elle doit toutefois être de 10 mm au minimum.

Résistance déterminante de l'embrèvement en escalier pour une largeur de 100 mm
Couches de placage horizontales dans le composant de membrure

Résistance déterminante de l'embrèvement en escalier pour une largeur de 100 mm
Couches de placage verticales dans le composant de membrure

Pour expliciter la performance du BauBuche et l'embrèvement en escalier, le potentiel d'optimisation est présenté ci-après, en partant d'un embrèvement en about dans GL 24h :

Exemple : poutre 200 · 200 mm avec α = 55° dans la classe d'utilisation 1

a) Embrèvement en about dans GL 24h avec une profondeur de découpe de 25 mm :

R_k = 82 kN

+ 44 %

b) Embrèvement en about dans une poutre BauBuche GL75 avec une profondeur de découpe de 25 mm : R_k = 118 kN

+ 239 %

c) Embrèvement en escalier dans une poutre BauBuche GL75 avec une profondeur de découpe de 10 mm et des lamelles positionnées à l'horizontale dans la membrure :

R_k = 400 kN

(cf. diagramme ci-dessus : $R_k = R_k^{(Diagramme)} \cdot b/100\,mm$
= 200 · 200 mm/100 mm
= 400 kN)

+ 70 %

c) Embrèvement en escalier dans une poutre BauBuche GL75 avec une profondeur de découpe de 10 mmet des lamelles positionnées à la verticale dans la membrure : R_k = 680 kN

(cf. diagramme ci-dessus : $R_k = R_k^{(Diagramme)} \cdot b/100\,mm$
= 340 · 200 mm/100 mm
= 680 kN)

En raison de la performance élevée du BauBuche associée à l'embrèvement en escalier, le certificat de stabilité de l'étai est généralement déterminant.

5.3.3 Assemblage à queue d'aronde

Avec la propagation des machines d'assemblage modernes, il est aujourd'hui encore possible de créer des assemblages à queue d'aronde de manière économique, ce qui leur permet également de se répandre de plus en plus en raison de leur aspect esthétique. Les assemblages à queue d'aronde utilisés à des fins de portance statique requièrent un agrément technique général.

L'association High-Tech-Abbund **www.lohn-abbund.de** détient l'agrément technique général Z-9.1-649 du DIBt pour les assemblages à queue d'aronde, qui comporte également le BauBuche depuis juin 2018, et le met à disposition de ses entreprises membres.

Conformément à cet agrément, les assemblages à queue d'aronde doivent être sollicités dans le sens d'insertion et perpendiculairement à cet effet. Les assemblages à queue d'aronde en BauBuche atteignent une résistance et une rigidité environ trois fois plus importantes par rapport à du bois massif ou à du lamellé en bois de résineux, pour des dimensions identiques de l'élément de construction.

La détermination de la résistance de l'assemblage à queue d'aronde en BauBuche doit être effectuée conformément à l'agrément avec les caractéristiques de rigidité $f_{t,90,k} = 1{,}5\,N/mm^2$ et $f_{v,k} = 8{,}0\,N/mm^2$. D'autres particularités sont détaillées dans l'agrément Z-9.1-649 (version 06/2018).

Les assemblages à queue d'aronde en BauBuche peuvent être dimensionnés à l'aide du programme gratuit « Assemblage à queue d'aronde » sur **www.ing-tools.de.**

En raison du phénomène de retrait et de gonflement marqué du BauBuche, l'équilibre hygroscopique potentiel doit être pris en compte lors de l'assemblage. Le cas échéant, la mortaise doit être fraisée un peu plus largement afin de faciliter le montage.

5.4 Assemblages collés

5.4.1 Généralités

En Allemagne, l'annexe nationale à la norme Eurocode 5 renvoie à la norme NF EN 1052-10 et à un certificat d'utilisation délivré par les autorités de surveillance du bâtiment pour les éléments de construction collés, ce qui la limite également. Il existe pour les produits de construction collés

_ une norme harmonisée (par ex. NF EN 14080 pour le bois lamellé en bois de résineux massif)
_ une ETA (par ex. pour du lamellé en lamibois de hêtre)
_ un agrément technique général (par ex. Z-9.1-838)
_ ou un collage décrit dans la norme DIN 1052-10.

Tous les autres collages porteurs (par ex. assemblage à entures multiples) ou de nouveaux produits de construction qui résultent du collage à partir d'autres produits de construction, nécessitent une autorisation au cas par cas. Pour les collages porteurs selon l'AbZ et/ou la norme DIN 1052-10, un certificat de qualification (« autorisation de collage ») est également nécessaire. Pour la délivrance du certificat de qualification, des collages de consolidation réalisés à titre d'exemple sont relevés et vérifiés, outre un contrôle en usine, une vérification du contrôle de production en usine à mettre en place et la nécessité de la qualification (par ex. par un cours de collage).

Les informations complémentaires doivent être demandées auprès des organismes de surveillance et de certification européens agréés ou reconnus à l'échelle nationale, par ex.
https://www.mpa.uni-stuttgart.de/organisation_new/bereich_bauwesen/holzkonstruktionen

L'agrément technique général du panneau BauBuche Z-9.1-838 règlemente ce qui suit concernant les autres collages :
En outre, les bois lamellés doivent être collés avec d'autres matériaux de construction dans les cas suivants, conformément à la norme DIN 1052-10, dans la mesure où les dispositions qu'elle contient en matière de collage sont respectées :
_ Lamibois à plis croisés comme habillage d'éléments de tableaux en bois collés
_ Lamibois sans plis croisés comme charpente d'éléments de tableaux en bois collés
_ Pour des collages conformément à la norme DIN 1052-10, qui n'exigent aucune prescription spéciale dans le certificat d'utilisation conformément à la norme (par ex. renforts collés)
Les collages structurels sans transfert de charge grâce au joint collé sont généralement possibles. Le cas échéant, d'autres collages avec d'autres matériaux de construction ou les bois lamellés entre eux doivent être règlementés dans d'autres agréments techniques généraux.

5.4.2 Éléments de tableaux collés

La fabrication d'éléments de tableaux collés est règlementée dans la norme DIN 1052-10, chapitre 6.7. Tant que les prescriptions qui y sont détaillées et les conditions-cadres définies dans l'homologation des plaques BauBuche Z-9.1-838 sont respectées, il est possible de réaliser et d'utiliser de tels éléments. L'entreprise qui réalise ce collage nécessite un certificat de qualification C2 pour lequel un premier contrôle du collage des éléments de tableau est généralement effectué.
En présence de déviations importantes par rapport aux prescriptions, un ZiE est formellement nécessaire.

5.4.3 Collage par pression à vis

Le collage par pression à vis est également règlementé dans la norme DIN 1052-10, chapitre 6.2. Tant que les prescriptions qui y sont détaillées (entre autres un habillage jusqu'à 50 mm d'épaisseur, utilisation d'une colle pour joints) sont respectées, de tels assemblages peuvent être réalisés et utilisés. L'entreprise qui réalise ce collage nécessite un certificat de qualification B ou C2 pour lequel un premier contrôle du collage par pression à vis est aussi généralement effectué avec du BauBuche.
En présence de déviations importantes par rapport aux prescriptions, un ZiE est formellement nécessaire.

5.4.4 Renforts collés

Les renforts collés sont règlementés dans la norme DIN 1052-10, chapitre 6.3. Tant que les prescriptions qui y sont détaillées sont respectées, de tels assemblages peuvent être réalisés et utilisés, également à l'aide d'un collage par pression à vis. L'entreprise qui réalise ce collage nécessite un certificat de qualification B pour lequel un premier contrôle du collage est aussi généralement effectué avec du BauBuche.
En présence de déviations importantes par rapport aux prescriptions, un ZiE est formellement nécessaire.

5.4.5 Barres en acier pré-encollées

Conformément à l'agrément Z-9.1-705 (colle EP bicomposant WEVO EP32), il est possible de coller des barres en acier (ronds crénelés à béton et goujons filetés) dans du BauBuche. Dans ce contexte, l'agrément Z-9.1-705 et l'annexe nationale de la norme Eurocode 5 doivent être respectés. Les variations importantes de la teneur en humidité du bois doivent être évitées après le collage de sorte que l'utilisation de tiges d'acier collées n'est pas recommandée, au moins dans la classe d'utilisation 2.
L'entreprise qui réalise ce collage nécessite un certificat de qualification B pour lequel un premier contrôle du collage est aussi généralement effectué avec du BauBuche.