

Blatt **INHALT**

2	5.1	Allgemeines
3	5.2	Mechanische Verbindungsmittel
	5.2.1	Allgemeines
4	5.2.2	Nägel
	5.2.3	Klammern
	5.2.4	Schrauben
11	5.2.5	Stabdübel / Passbolzen / Bolzen
13	5.2.6	Einschubverbinder
14	5.2.7	Balkenträger
	5.2.8	Stahlblechformteile
15	5.2.9	Baustellenmontage / Anschlagmittel
	5.2.10	Befestigung großformatiger Dach- und Wandelemente
16	5.3	Zimmermannsmäßige Verbindungen
	5.3.1	Allgemeines
	5.3.2	Versätze
19	5.3.3	Schwalbenschwanz-Verbindung (SSV)
20	5.4	Geklebte Verbindungen
	5.4.1	Allgemeines
21	5.4.2	Geklebte Tafелеlemente
	5.4.3	Schraubenpressklebung
	5.4.4	Aufgeklebte Verstärkungen
	5.4.5	Eingeklebte Stahlstäbe

© Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG

Pferdsdorfer Weg 6
99831 Amt Creuzburg

Beratung BauBuche für Architekten,
Bauingenieure, Bauherren und
Holzbauunternehmen
T +49 (0)36926 945 560
baubuche@pollmeier.com

Beratung zu Schnittholz, BauBuche,
Pollmeier LVL,
Ansprechpartner für den Handel:
T +49 (0) 36926 945 163
sales@pollmeier.com

5.1 Allgemeines

Das Erscheinungsbild einer Holzkonstruktion wird entschieden von den Verbindungen geprägt. Die Art der Verbindungsmittel und die gewählten Anschlüsse sollten deshalb so früh wie möglich festgelegt und abgestimmt werden. Neben der erforderlichen Tragfähigkeit und den optischen Aspekten sind auch die Anforderungen des Brandschutzes zu berücksichtigen. Diese Broschüre soll die Wahl geeigneter Verbindungsmittel und Anschlüsse für Konstruktionen aus BauBuche erleichtern. Die Zulassungen der Verbindungsmittelhersteller sind stets zu beachten. Weitere Details zur Bemessung finden Sie in dem Handbuch »BauBuche Buchen-Furnierschichtholz, Bemessungshilfe für Entwurf und Berechnung nach Eurocode 5« das auf www.pollmeier.com zum Download bereitsteht.

Generell sind Einwirkungen, die durch Feuchtewechsel im Holz ausgelöst werden, zu berücksichtigen. BauBuche wird mit einer Holzfeuchte von 6% ($\pm 2\%$) ausgeliefert und weist ein hohes Schwind- und Quellmaß von bis zu 0,45 %/% rechtwinklig zur Faserrichtung auf. Um insbesondere im Montagezustand Holzfeuchteänderungen und damit ggf. verbundene Feuchteschäden zu vermeiden, ist ein ausreichender Witterungs-/Feuchteschutz für die Bauteile und den Verbindungsbereich vorzusehen. Nähere Informationen hierzu finden Sie in der **Broschüre 09 »Holzschutz & Oberflächenbehandlung«**.

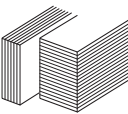
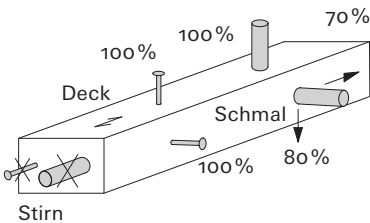
Für die in dieser Broschüre aufgeführten Bemessungswerte wird keine Haftung durch die Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG übernommen.

5.2 Mechanische Verbindungsmittel

5.2.1 Allgemeines

Mechanische Verbindungsmittel sind im Allgemeinen unter Beachtung des Kapitels 8 nach der Holzbaunorm EN 1995-1-1 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang mit den Gleichungen für Vollholz (Laubholz) zu bemessen. Stirnflächen sind alle Seitenflächen mit überwiegendem Hirnholzanteil. Die übrigen Seitenflächen sind hier als Schmalfläche (»Fineline«-Optik) und als Deckfläche definiert. Für die nach der Holzbaunorm geregelten Verbindungsmittel gelten die Regelungen der nachfolgenden Tabelle.

	Berechnung nach ¹⁾	Deckfläche	Schmalfläche	Stirnfläche
Lochleibung				
Nägels, Schrauben (vorgebohrt) ¹⁾	Gl. 8.16, DIN EN 1995-1-1	100 %	Variante A: 100 %	Nicht zulässig ¹⁾
Exemplarisch: BauBuche S	Stabdübel und Bolzen Gl. 8.32, Gl. 8.31, DIN EN 1995-1-1 mit $k_{90} = 0,9 + 0,015 \cdot d$	100 %	Beanspruchung zur Plattenebene parallel: 70 % ²⁾ rechtwinklig: 80 %	Nicht zulässig ¹⁾
Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit				
Ringdübel, Scheibendübel	NCI NA 8.1, DIN EN 1995-1-1/NA	100 %	100 %	100 %
Ausziehtragfähigkeit				
Holzschrauben ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) ¹⁾	Gl. 8.38 ($k_d=1$), DIN EN 1995-1-1	100 %	100 %	100 %



Variante A gilt für BauBuche S
und Träger BauBuche GL75
(längslagiges Furnierschichtholz).

1) Für nach einer Zulassung (AbZ oder ETA) geregelte Verbindungsmittel in BauBuche können abweichende Regelungen gelten. Z.B. sind ggf. in die Stirnfläche eingebrachte Schrauben zulässig und von DIN EN 1995-1-1 abweichende Bemessungsregeln gültig.
2) Für Träger BauBuche GL75 beträgt der Abminderungsfaktor der Lochleibungsfestigkeit für stiftförmige Verbindungsmittel mit einem Durchmesser $d > 8\text{ mm}$ bei Verwendung in den Schmalflächen 80 % nach ETA-14/0354.

Die Berechnungen sind mit der Rohdichte für Platte S und für Träger BauBuche GL75 mit 730 kg/m^3 durchzuführen. Kombinierte Beanspruchungen sind nach Abschnitt 8.3.3 der EN 1995-1-1 zu berechnen. Zur Herstellung von Holzverbindungen mit BauBuche dürfen nur Stabdübel und Bolzen (auch Passbolzen), Nägel, Holzschrauben, Ringdübel und Scheibendübel unter Beachtung der nachfolgend genannten Bestimmungen verwendet werden. Die Anwendungsbereiche nach obenstehender Tabelle sind zu beachten. Die Mindestabstände für Verbindungsmittel bei Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen entsprechen denen für Vollholz bzw. Sperrholz. Bei Beanspruchung auf Abscheren in den Schmalflächen von Platte BauBuche S oder Träger BauBuche GL75 müssen Nägel einen Mindestdurchmesser von 3,1 mm und Schrauben einen Mindestdurchmesser von 6 mm haben.

Aufgrund der deutlich höheren Tragfähigkeit der Verbindungsmittel in BauBuche gegenüber Verbindungsmittel in Nadelholz, kann die Verbindungsmittelanzahl pro Verbindung bei gleichbleibender Belastung deutlich reduziert und kürzere Verbindungsmittel verwendet werden.

Die beste Ausnutzung des Materials wird erzielt, indem die Verbindungsmittel in die Deckfläche eingebracht und ausreichend Scherfugen vorgesehen werden. Ggf. können Querlagen das Tragverhalten signifikant beeinflussen, die Mindestabstände reduzieren und die effektive Verbindungsmittelanzahl maximieren.

Bei einer hohen einzubringenden Verbindungsmittelanzahl bieten sich magazinierte Verbindungsmittel an. Beispielsweise: www.adunox.com

5.2.2 Nägel

Aufgrund der hohen Rohdichte ($\rho_k > 500 \text{ kg/m}^3$) sind Nagelverbindungen in BauBuche generell in Anlehnung an die Holzbaunorm EN 1995-1-1 vorzubohren. Dabei sollte der Bohrlochdurchmesser $0,8 \cdot$ Nageldurchmesser betragen. Üblicherweise werden runde Nägel mit glattem oder profiliertem Schaft (Sonder- oder Ankernägel) verwendet. Gegebenenfalls sind davon abweichende Regelungen gültig, wenn diese in einer Verbindungsmittelzulassung explizit aufgeführt sind. Demnach dürfen Rillennägel (ETA 13/0523: GH Baubeschläge – Rillennagel 4,0 mm) für eine Stahlblechholzverbindung ohne ein Vorbohren in BauBuche eingebracht werden, wenn die maximale Einbindelänge in BauBuche von 34 mm eingehalten wird. Weitere Informationen sind in Kapitel 5.2.8 oder auf www.holzverbinder.de aufgeführt.

Als alternative Verbindungsmittel zur Befestigung von Stahlblechformteilen oder Beplankungen ohne ein Vorbohren sind bspw. zugelassene 5 mm Balkenschuhschrauben zu verwenden, s. auch Kapitel 5.2.8.

5.2.3 Klammern

Die aktuell gültige Holzbaunorm für tragende Holzkonstruktionen schreibt vor, bei hohen Rohdichten ($\rho_k > 500 \text{ kg/m}^3$) die verwendeten Hölzer für stiftförmige Verbindungsmittel vorzubohren. Zulassungen für Klammern, die ohne Vorbohren in die BauBuche eingebracht werden dürfen, liegen bisher nicht vor.

Die aktuelle Holzbauforschung beschäftigt sich mit Klammern in BauBuche und zeigt vielversprechende Ergebnisse. So ist das Einbringen von nicht zu schlanken Klammern möglich, baurechtlich aber in Verbindung mit EN 1995-1-1 noch nicht eindeutig geregelt.

Als alternative Verbindungsmittel zur Befestigung von Beplankungen ohne ein Vorbohren können bspw. zugelassene 5 mm Teilgewindeschrauben (Würth, HECO, Fischer etc.) verwendet werden.

5.2.4 Schrauben

Für die Bemessung von Schrauben in BauBuche sind generell die aktuell gültigen Zulassungen der Schraubenhersteller zu beachten. In den Zulassungen sind für die Bemessungen meist Obergrenzen der charakteristischen Rohdichte des Werkstoffs definiert, die maximal rechnerisch angesetzt werden dürfen.

Wir empfehlen explizit für BauBuche/Laubholz zugelassene Schrauben:

- _ ETA 12/0197: SWG Timtec – Voll- und Teilgewindeschrauben
- _ ETA 12/0373: Schmid Schrauben RAPID – Vollgewindeschraube und Hartholzschraube
- _ ETA 11/0027: fischerwerke Power-Fast – Voll- und Teilgewindeschrauben
- _ ETA 11/0190: Würth ASSY – Voll- und Teilgewindeschrauben
- _ ETA 11/0030: Rothoblaas – Voll- und Teilgewindeschraube
- _ ETA 12/0062: SFS intec WR – Vollgewindeschraube
- _ ETA 12/0063: SFS intec WT – Doppelgewindeschraube
- _ ETA 19/0175: fischerwerke Power-Fast II – Teilgewindeschraube bis 6 mm
- _ ETA 19/0553: HECO – Voll- und Teilgewindeschraube
- _ ETA 20/0558: SIHGA GoFix SH – Teilgewindeschraube

Hinweise zu weiteren, explizit für die BauBuche zugelassenen Schrauben dürfen Sie uns gerne mitteilen: baubuche@pollmeier.com.

Schrauben sind bei der Verwendung in BauBuche grundsätzlich vorzubohren. Schrauben mit Bohrspitze ersetzen das Vorbohren nicht. Generell ist BauBuche, wie alle Laubholzprodukte, mit einem Bohrer vorzubohren, der größer als der Kerndurchmesser der Schraube ist. Genaue Angaben enthalten die Zulassungen der Schrauben.

Hinweise zum Einbringen der Schrauben können den nächsten Seiten oder den Angaben der Schraubenhersteller entnommen werden. Bei hohen Eindrehmomenten bieten sich Drehmomentvorsätze und Montagehilfen an. Beispielsweise: Drehmomentvorsatz von Metabo, Mafell und Montagehilfen von SIHGA, Rothoblaas oder HECO.



MAFELL AG



SIHGA GmbH

Zum Beispiel gelten üblicherweise für das Vorbohren der BauBuche die Werte für Buchen- oder Eichenholz. Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass Vorbohrdurchmesser bis ca. 0,8 · D (vgl. letzte Spalte der dargestellten Tabelle) keinen signifikanten Einfluss auf die axiale Tragfähigkeit eines gängigen Holzschraubengewindes in BauBuche haben. Die Steifigkeit nimmt maximal um 22 % ab und ist dann zu berücksichtigen, wenn dies einen Einfluss auf die Tragfähigkeit der Konstruktion hat. Diese vergrößerten Vorbohrdurchmesser sind in der SWG-Zulassung (ETA-12/0197) auch baurechtlich geregelt:

Auszug aus ETA 11/0190, Würth Schrauben:			Auszug aus ETA 12/0197, SWG Schrauben
Durchmesser der in Nadel-,Buchen-,oder Eichenholz vorzubohrenden Löcher			
Gewindeaußen- durchmesser [mm]	Durchmesser der vorzubohrenden Löcher mit einer Toleranz von ± 0.1 mm		max. Lochdurch- messer [mm]
	Holzbauteile aus Nadelholz	Holzbauteile aus Buchen- oder Eichenholz	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
14,0	8,0	9,0	11,0

Schrauben ohne Vorbohren

Die folgenden Teilgewindeschrauben dürfen entsprechend ihrer Zulassungen ohne Vorbohren in die BauBuche eingebracht werden. Ein Drehmomentbegrenzer kann hilfreich sein, um ein Torsionsversagen der Schraube zu vermeiden.

_ ETA-11/0190 Würth ASSY, ETA 12/0197 SWG Timtec 3.0, ETA 19/0175 fischerwerke Power-Fast II und ETA 19/0553 HECO-TOPIX-plus – Teilgewindeschrauben mit einem Durchmesser D von 5 bis 10 mm und einer in BauBuche befindlichen Gewindelänge $L_{ef} \leq 10 \cdot D$ aus Kohlenstoffstahl

- _ Schrauben bis zu einem Durchmesser von 6 mm sind ohne ein Vorbohren gut einzubringen, wobei darauf zu achten ist, dass kein Torsionsversagen auftritt. Auch wenn baurechtlich das Einbringen langer, schlanker Schrauben z. B. 6x300 mm ohne Vorbohren komplett in BauBuche zulässig erscheint, wird davon abgeraten.
- _ Schrauben mit einem größeren Durchmesser sind mit leistungsstarken Maschinen einzubringen, falls auf ein Vorbohren verzichtet wird. Schlagschrauber sollten nicht verwendet werden und ein Torsionsversagen (z. B. verursacht durch ein gewaltsames Kopfversenken) muss ausgeschlossen werden. Dieses kann insbesondere durch ein Senken im Bereich des Schraubenkopfes vor dem Einbringen verhindert werden. Ein Vorbohren erleichtert signifikant das Einbringen der Schraube und ist bei üblichen Anwendungssituationen ab ca. $D = 8$ mm unerlässlich.

_ ETA 12/0063: **SFS intec WT** – Doppelgewindeschraube erlaubt kleine Einbindelängen in BauBuche ohne Vorbohren und bietet eine tabellarische Darstellung der Kombination mit Nadelholz.

Folgende Schrauben sind explizit für den Einsatz in Laubholz auch ohne ein Vorbohren entwickelt worden und sind sehr leistungsfähig:

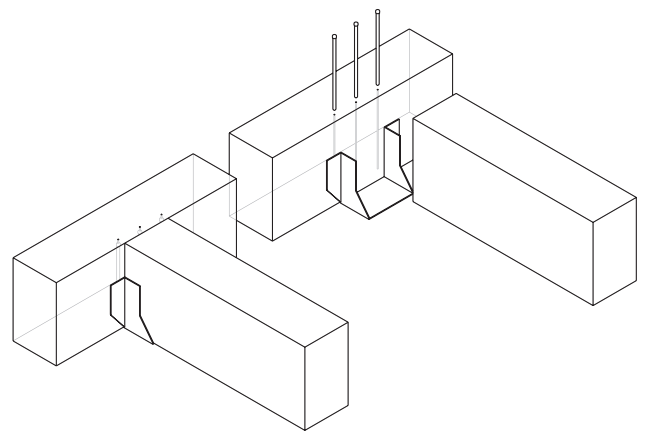
- _ ETA 12/0373: **Schmid Schrauben RAPID – Hartholzschraube** (Teilgewindeschraube) mit $D = 8$ mm
 - _ Für das Einbringen werden jedoch drehmomentstarke Maschinen benötigt. Weitere Informationen siehe Seite 10.
- _ ETA 11/0030: **Rothoblaas HBS Hardwood Teilgewindeschraube** mit $D = 6$ mm und 8 mm und **Rothoblaas VGZ HARDWOOD Vollgewindeschraube** mit $D = 6$ mm und 8 mm
 - _ Die Vollgewindeschraube erfordert nach aktueller ETA noch eine Pilotbohrung zwischen 27 und 47% der Gesamtschraubenlänge, um ein zuverlässiges Einbringen in BauBuche zu realisieren. Die Teilgewindeschraube kann ohne Vorbohren eingebracht werden.
- _ ETA 20/0558: **SIHGA GoFix SH – Teilgewindeschraube** mit $D = 8$ mm

Folgende Punkte sprechen generell für ein Vorbohren von Schraubverbindungen:

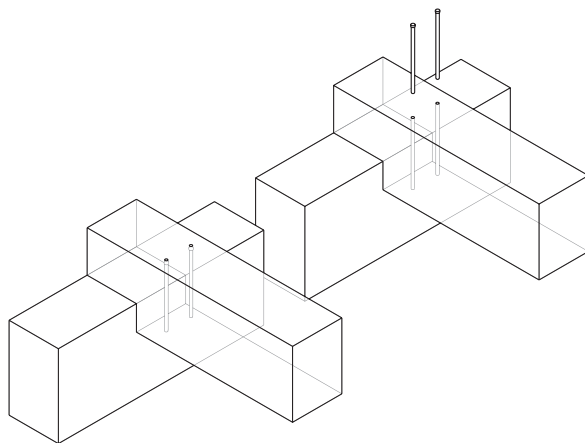
- _ Die Belastungen auf Mensch und Material beim Einbringen werden deutlich reduziert.
- _ Es können geringere Mindestabstände angenommen werden.
- _ Die Spaltgefahr sinkt.
- _ Es darf ggf. eine höhere Lochleibungsfestigkeit angesetzt werden.

Vollgewindeschrauben

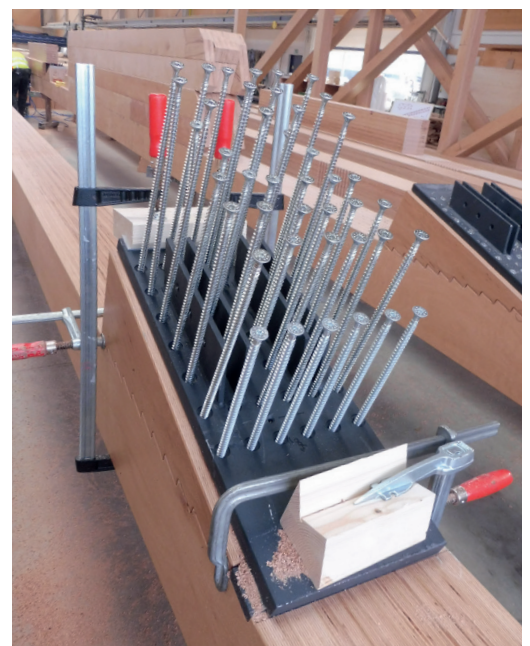
Der Einsatz von Vollgewindeschrauben (VG-Schrauben) hat im Holzbau erheblich zugenommen. Oft werden VG-Schrauben aufgrund ihrer einfachen Handhabung in herkömmlicher Bauart, als auf Abscheren beanspruchte Verbindungsmittel eingesetzt. Ihre eigentliche Stärke ist jedoch die axiale Tragfähigkeit auf Zug und Druck. Diese Eigenschaften lassen sich durch die zulässige Schrägverschraubung wirksam ausnutzen. Dabei werden große Gewindelängen in beiden zu verbindenden Bauteilen genutzt. Die Tragfähigkeit wird lediglich durch das mögliche Zugversagen der Schraube begrenzt. Vollgewindeschrauben lassen sich wirtschaftlich zur Querkzugverstärkung und für Nebenträgeranschlüsse nutzen. Außerdem ist die verdeckte Anordnung der Verbindungsmittel aus gestalterischen Gesichtspunkten und hinsichtlich des Brandschutzes von Vorteil. Die Schraubverbindung muss in beiden Holzbauteilen komplett vorgebohrt werden (Ausnahme siehe Seite 6). Viele Schraubenhersteller bieten einfache Hilfsvorrichtungen, um die Montage zu erleichtern und den optimalen Einschraubwinkel zu erzielen.



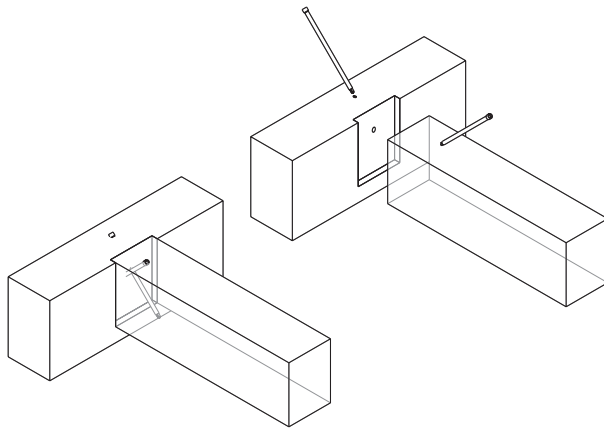
Querkzugverstärkung



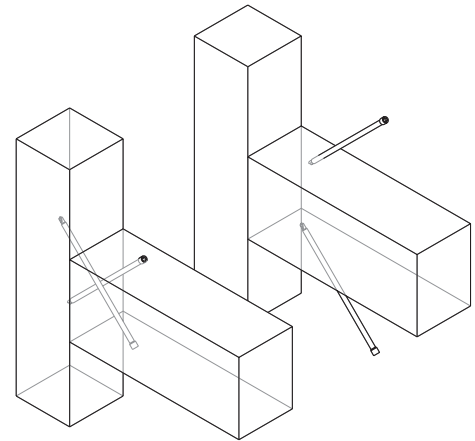
Querkzugverstärkung bei Ausklinkungen



SWG Halle – Fachwerk-
knoten mit 12 mm
Vollgewindeschrauben



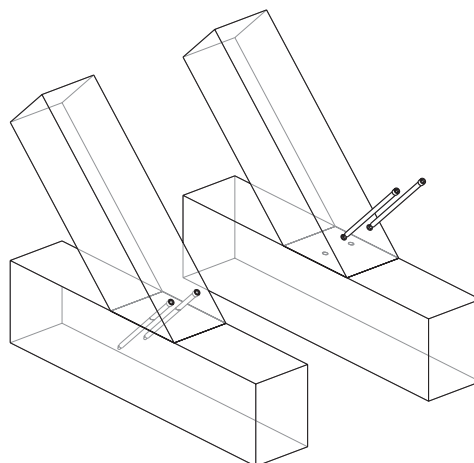
Anschluss Hauptträger-Nebenträger



Anschluss Pfosten-Balken



Projekt euregon AG, Holzbau Gump & Maier GmbH, Montage der Nebenträger Die Verbindung erfolgt mit Vollgewindeschrauben (Würth Assy plus VG 8 · 330). Bei diesem Projekt wurden in die Hauptträger Taschen eingefräst und bei den Nebenträger die Enden entsprechend bearbeitet. Das erleichtert die Montage, da die Nebenträger in den Taschen aufgelegt werden können und führt zu einem optisch einwandfreien Erscheinungsbild des Anschlusses mit nicht sichtbaren Verbindungsmitteln.

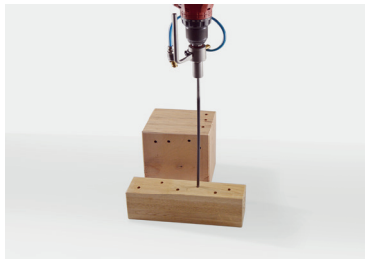


Strebenanschluss

Einfache, kostengünstige Lösung: Schrauben werden schräg zur Trägerachse eingebracht um, eine vorwiegend axiale Belastung der Schrauben zu erreichen.

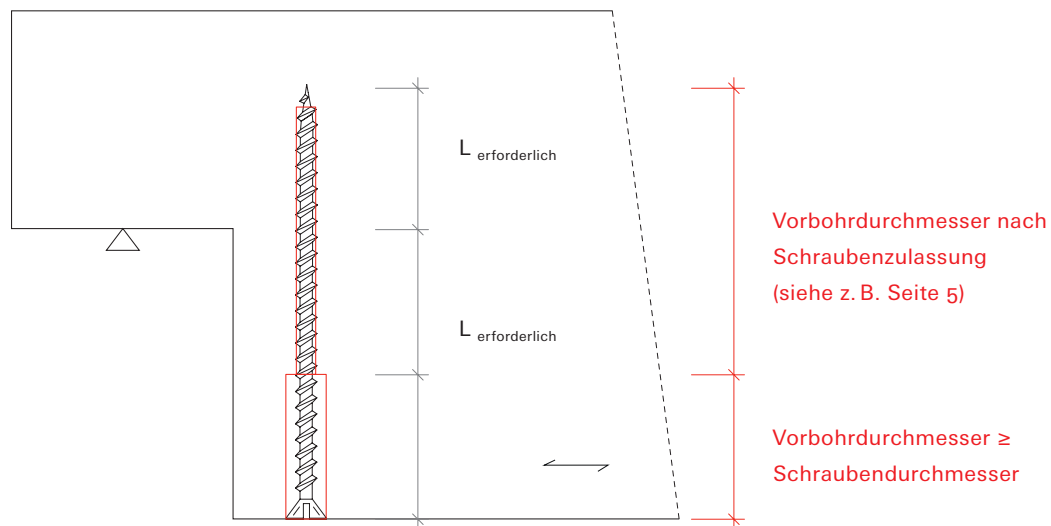
Folgende Empfehlungen für die Verwendung von Vollgewindeschrauben in BauBuche sind zu beachten:

- _ Kurze Bohrungen können beispielsweise mit dem Holzspiralbohrer o13C der Fa. FISCH-TOOLS, HSS der Fa. FAMAG Bohrer oder mit dem Mehrzweckbohrer der Fa. Kanne realisiert werden. Hierbei ist auf einen ausreichenden Spanabtransport zu achten, um ein Überhitzen zu vermeiden. Ein Verlaufen des Bohrlochs, wie z. B. bei Schlangenbohrern üblich, erschwert deutlich das Einbringen der Verbindungsmittel und kann zu einem vorzeitigen Versagen der Bohrer und/oder Schrauben führen. Von der Verwendung von Schlangenbohrern wird abgeraten.



- _ Bohrsysteme mit Druckluftnutzung sind zu empfehlen, da durch den Luftstrom sowohl der Spanabtransport als auch die Kühlung erfolgt und sehr gute Ergebnisse liefert. Kürzere Bohrzeiten, lange Standzeit und deutlich reduziertes Verlaufen bei insbesondere längeren Bohrungen rechtfertigen die höheren Anschaffungskosten gegenüber der Holzspiralbohrer. Zu empfehlen ist das Tieflochbohrsystem der ZÜBLIN Timber Aichach GmbH für Bohrer mit 3,5 bis 12 mm Durchmesser und einer Länge bis 1000 mm.

- _ Bei großen Verankerungslängen in BauBuche (ab ca. $30 \cdot D$) kann trotz eines Vorbohrens das Einbringen von Vollgewindeschrauben schwierig werden. Generell sind folgende Punkte zu beachten:
 - _ Ein Verlaufen der Bohrung ist zu vermeiden.
 - _ Leistungsstarke Maschinen oder ein Drehmomentwandler (Drehmomentvorsatz) sind notwendig.
 - _ Kopfversenken von Schrauben mit Senkkopf ist zu vermeiden, da dadurch das Einschraubdrehmoment deutlich ansteigt. Alternativ kann eine Senkbohrung für den Schraubenkopf vorgenommen werden.
 - _ Zylinderkopf kann ggf. versenkt werden, erfordert aber leistungsstarke Maschinen.
 - _ Torsionsversagen der Schraube beim Einbringen ist auszuschließen.
Ggf. Drehmomentbegrenzer verwenden.
 - _ Schrauben sind in einem Arbeitsschritt einzubringen. Erneutes Ansetzen kann zum Torsionsversagen der Schrauben führen.
 - _ Schlagschrauber sind nicht zu verwenden.
 - _ Konstruktive Lösungen können die Verankerungslänge und den damit verbundenen Eindrehwiderstand reduzieren. Z. B. Vorbohren mit größerem Durchmesser im vorderen Bereich der Schraube einer Querkzugverstärkung, s. nächste Seite.
 - _ Größere zulässige Vorbohrdurchmesser (z. B. nach ETA-12/0197 für SWG-Schrauben, s. S. 5) reduzieren das Einschraubdrehmoment.
 - _ Montagehilfen erleichtern das Einbringen, da nicht während des gesamten Einschraubvorgangs Druck auf den Bit ausgeübt werden muss:
z. B. von SIHGA, Rothoblaas oder HECO
- _ **Rothoblaas VGZ HARDWOOD**
Vollgewindeschrauben mit $D = 6 \text{ mm}$ und 8 mm erfordern lediglich eine kurze Pilotbohrung zwischen 27 und 47% der Gesamtschraubenlänge, sodass tiefe Bohrungen für die Vollgewindeschraube vermieden werden können.



Teilgewindeschrauben

Eine Alternative zu vielen Verbindungen mit Vollgewindeschrauben stellen Teilgewindeschrauben dar. Durch explizit für die BauBuche angegebene Bemessungsregeln (z. B. ETA 12/0197) kann die volle Leistungsfähigkeit der BauBuche genutzt werden. Dadurch ist es möglich, eine Verbindung mit Teilgewindeschrauben (Gewindelänge ca. $10 \cdot D$) mit Scheibenkopf so zu dimensionieren, dass sich die maßgebende Bemessungstragfähigkeit im Bereich der Stahltragfähigkeit der Schrauben befindet.

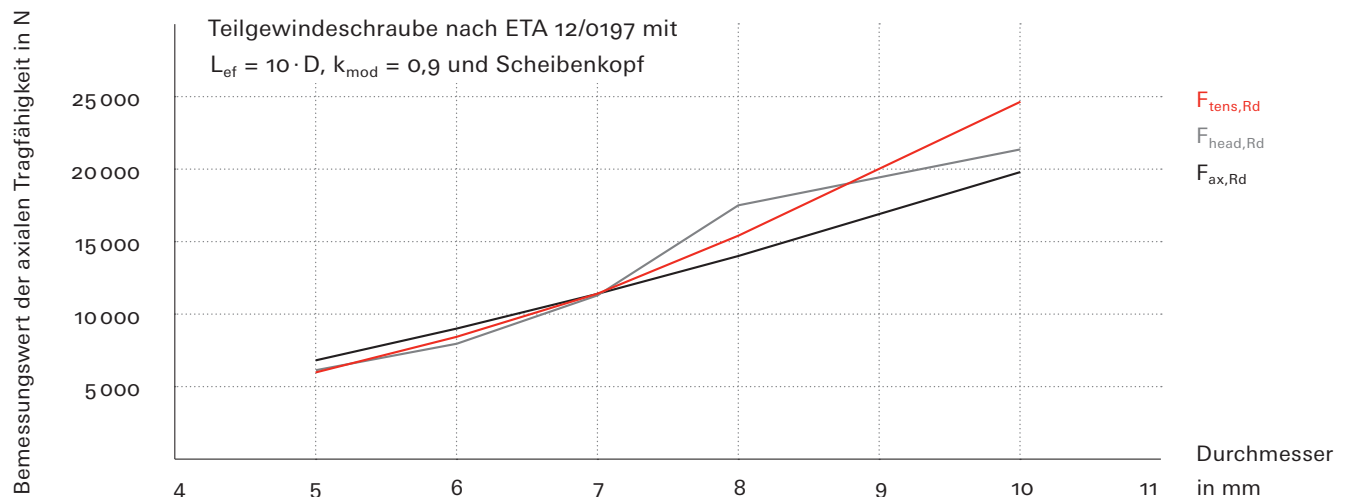
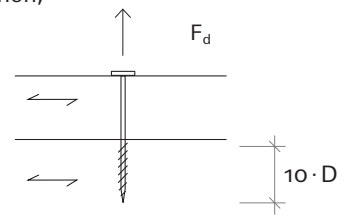
Das nachfolgende Diagramm soll die vorangehende Thematik veranschaulichen, ersetzt jedoch keine statischen Nachweise.

$F_{tens,Rd}$ Bemessungswert der Stahlzugtragfähigkeit der Schrauben

$F_{head,Rd}$ Bemessungswert der axialen Kopfdurchziehtragfähigkeit

$F_{ax,Rd}$ Bemessungswert der axialen Tragfähigkeit (Holzversagen)

Bemessungshilfen in Form von Software oder Tragfähigkeitstabellen werden von vielen Schraubenherstellern zur Verfügung gestellt.



Die Hartholzschraube der Fa. Schmid Schrauben Hainfeld (ETA 12/0373), welche ohne ein Vorbohren in BauBuche eingebracht werden kann, erreicht die axiale Stahltragfähigkeit der 8mm Schraube ab 100mm Gewindelänge. Dadurch werden hohe charakteristische Tragfähigkeiten von bis zu $F_{ax,Rk} = 32,8 \text{ kN}$ bei Beanspruchung in Schraubenachse erzielt. Durch die hohe Lochleibungsfestigkeit und das hohe Fließmoment sind auch bei Abscherbeanspruchungen rechnerisch hohe Werte ansetzbar. Weitere Details und Vorbemessungstabellen stellt der Hersteller zur Verfügung: [Link](#)

Analog dazu sind weitere Informationen zur Rothoblaas HBS Hardwood Teilgewindeschraube der Durchmesser 6mm und 8mm unter folgendem Link erhältlich: [Link](#)

Die Empfehlungen von Seite 5 und 9 gelten für Teilgewindeschrauben sinngemäß und sind zu beachten.

Um die Kopfdurchziehtragfähigkeit zu erhöhen, können auch Unterlegscheiben oder speziell für 45°-Anwendungen in BauBuche entwickelte Winkelscheiben verwendet werden, s. **Würth ETA-11/0190** oder **Knapp ETA-19/0628**.

5.2.5 Stabdübel / Passbolzen / Bolzen

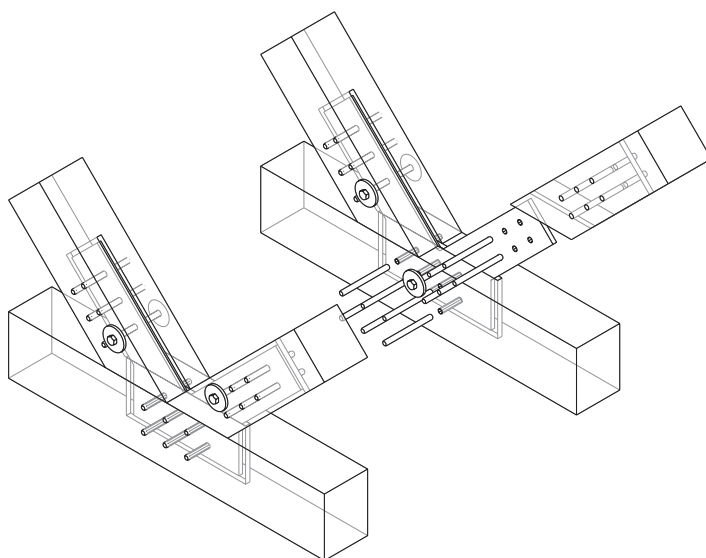
Stabdübel-Schlitzblech-Anschlüsse

Im Ingenieurholzbau haben sich mehrschnittige Stahl-Holz-Verbindungen mit Stahllaschen in mehrfach eingeschlitzten Hölzern und durchlaufenden Stabdübeln besonders bewährt. Die Stahlteile sind dabei vollständig in das Holz eingelassen. Das ergibt einerseits ästhetisch ansprechende Verbindungen und andererseits große Vorteile für den Brandschutz, da außenliegende Stahlteile im Falle eines Brandes sehr rasch an Festigkeit verlieren. Die Herausforderung beim Zusammenbringen von Holz und Stahl liegt in der millimetergenauen Fertigung der Bohrungen, die nur durch CNC-Abbund in der notwendigen Präzision möglich ist. Der Vorbohrdurchmesser ist in der BauBuche etwas größer zu wählen, um das Einbringen der Verbindungsmittel zu erleichtern (z. B. $D + 0,1\text{ mm}$).

Kleinere Vorbohrdurchmesser als der Stabdübeldurchmesser, wie beim Nadelholz üblich, sind nicht zu empfehlen.

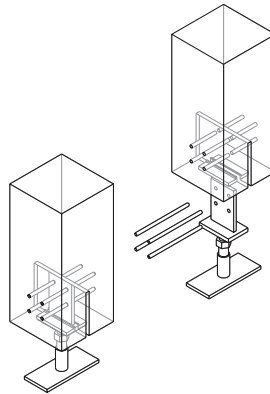
Weiterführende Informationen zum BauBuche-Abbund können der Abbundbroschüre entnommen werden.

Um eine Entwässerung im Bauzustand zu gewährleisten und aufstauendes Wasser im Bereich der Verbindungen zu vermeiden, sind Entwässerungsbohrungen oder durchgängige Schlitzse vorzusehen.

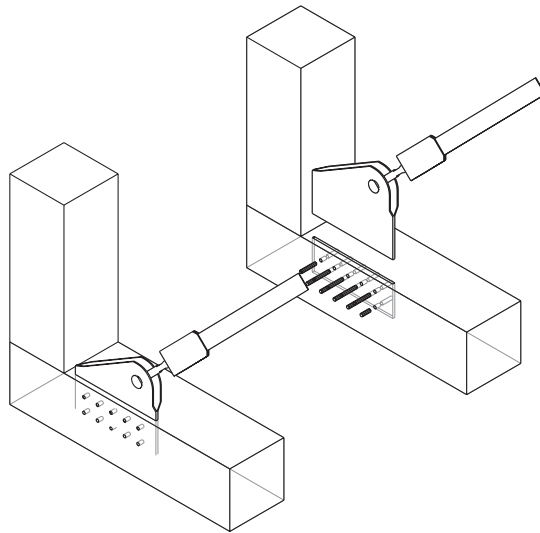


Anschlussdetail mit Stabdübel-Schlitzblechverbindung
 Projekt Zukunftspavillon Frankfurt
 Holzbau Hess Timber GmbH
 Fotos Rensteph Thompson, Chris Kister

Stützenfuß mit
Stabdübel-Schlitzblech-
Verbindung



Anschlüsse für Verbände
mit Stabdübel-Schlitzblech-
Verbindung



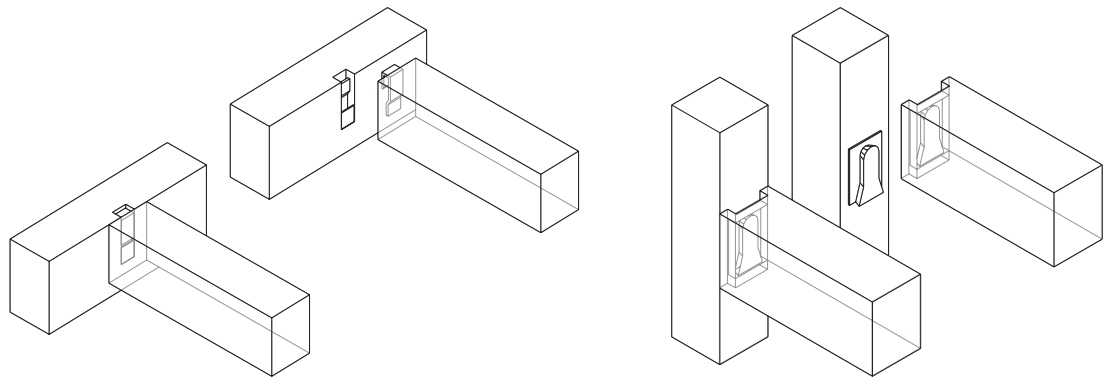
Die Stahlblech-Holz-Verbindungen werden nach gängiger Holzbaunorm (Eurocode 5, Kapitel 8) bemessen. Als stiftförmige Verbindungsmittel kommen Stabdübel, Bolzen, Passbolzen und geeignete Verbindungsmittel nach Zulassung in Betracht. Generell gilt, dass in die Deckfläche eingebrachte Verbindungsmittel auch eine rechnerisch höhere Tragfähigkeit aufweisen und so eine geringere Verbindungsmittelanzahl ermöglichen. Bemessungsbeispiele und weitere Informationen sind dem **Bemessungshandbuch** zu entnehmen.

5.2.6 Einschubverbinder

Bei Einschubverbindern handelt es sich um zugelassene zweiteilige Systemverbinder. An den Holzbauteilen werden die metallischen Verbindungselemente mit Vollgewindeschrauben oder sonstigen Schrauben befestigt. Die Verbindungselemente können entweder plan aufgeschraubt oder in ausgefrästen Taschen versenkt angeordnet werden. Die zweite Variante ermöglicht Verbindungen mit nicht sichtbaren Verbindungsmitteln und bietet Vorteile beim Brandschutz. Die Verbindungselemente werden ähnlich klassischer Schwalbenschwanzverbindungen kraftschlüssig zusammengefügt und zum Teil zusätzlich durch Schrauben gesichert. Das System eignet sich neben reinen Holz-Holz-Verbindungen auch für den Anschluss von Holzbauteilen an Stahl- und Betonelemente. Die Zulassungen der Hersteller sind zu beachten. Die BauBuche ist für alle stiftförmigen Verbindungsmittel vorzubohren, außer die Verbindungsmittelzulassung erlaubt explizit für die BauBuche eine Verwendung ohne Vorbohren.

Beispiele für explizit für BauBuche/Laubholz zugelassene Einschubverbinder:

- _ ETA 11/0036: GH Baubeschläge TOP UV Connector
- _ ETA 15/0667: Knapp Megant
- _ ETA 10/0189: Knapp Ricon und Ricon S
- _ ETA 12/0067: SHERPA-Verbinder



Die charakteristischen Tragfähigkeiten in Einschubrichtung der XXL-SHERPA-Verbinder sind beispielhaft in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Charakteristische Tragfähigkeit $R_{2,k}$ in kN

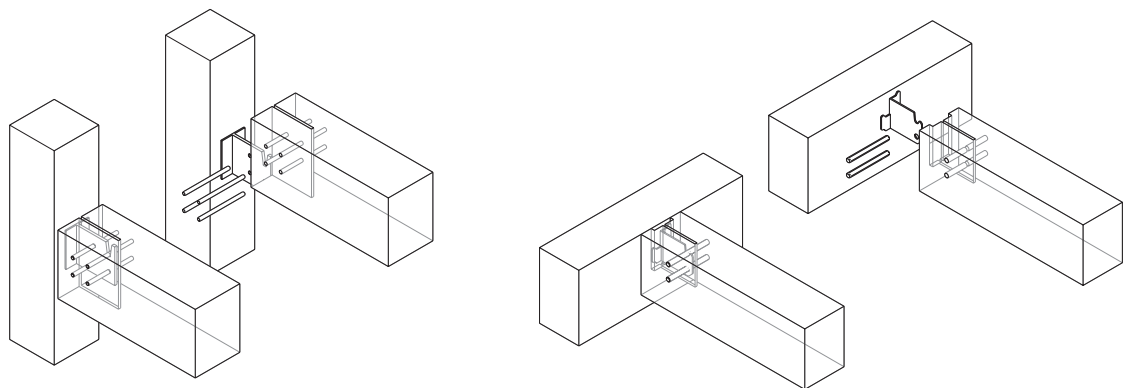
SHERPA- Verbinder	SHERPA Schraube	Schmid Hartholzschraube
Schraubendurchmesser in mm	8,0	8,0
Schraubenlänge in mm	120	120
XXL 100	154,5	167,9
XXL 120	200,2	217,6
XXL 140	244,7	266,0
XXL 170	288,3	313,4
XXL 190	331,2	360,0
XXL 220	373,5	406,0
XXL 250	415,3	451,4
XXL 280	456,5	496,2
XXL 300	540,8	540,8

Allgemeine Hinweise zur Verwendung der SHERPA-Verbinder:

- _ Die schrägen Schrauben können ohne Vorbohren eingebracht werden, wobei zumindest Positionierungsbohrungen empfohlen werden, die die Montage der Verbinder vereinfachen.
- _ Für die rechtwinklig zur Oberfläche angeordneten »Momentenschrauben« ist ein Vorbohren notwendig.
- _ SHERPA-Verbinder in Kombination mit der BauBuche lassen sich mit dem Bemessungsmodul »SHERPA-Verbinder« der Bemessungssoftware **ingtools** bemessen.
- _ Die aktuell gültige Zulassung (ETA-12/0067 vom 17.09.2019) des Herstellers ist zu beachten.

5.2.7 Balkenträger

Die einteiligen Verbinder eignen sich für tragende, nicht sichtbare Holz-Holz Verbindungen wie beispielsweise Anschlüsse von Nebenträgern an Hauptträger oder an Stützen. Balkenträger werden einseitig geschraubt und durch eine Stabdübel-Schlitzblech Verbindung mit dem zweiten Bauteil verbunden. Die im Sichtbereich hergestellten Anschlüsse können auch mit Neigungen ausgeführt werden. Ein im Balkenträgerschwert ausgebildeter Einhängeschlitz, in den ein vorab eingetriebener Stabdübel des Nebenträgers eingehängt wird, ermöglicht eine leichte Montage. Die Zulassungen der Hersteller sind zu beachten. Die BauBuche ist für alle stiftförmigen Verbindungsmittel vorzubohren, außer die Verbindungsmittelzulassung erlaubt explizit für die BauBuche eine Verwendung ohne Vorbohren.

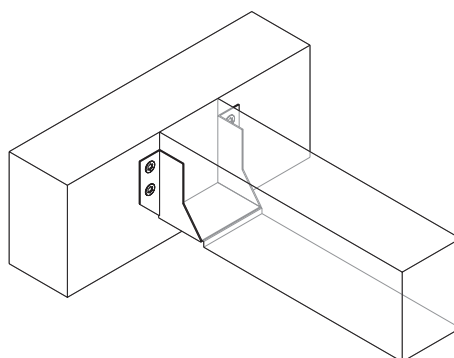


5.2.8 Stahlblechformteile

Stahlblechformteile sind Verbinder zur Befestigung von Holzbauteilen an Holz, Stahl und Betonbauteilen. Die Befestigung am Holzbauteil erfolgt vorwiegend durch Rillennägel, kann aber auch mit Schrauben ausgeführt werden. In BauBuche sind Schrauben und Nägel generell vorzubohren, außer die jeweilige Verbindungsmittelzulassung lässt Ausnahmen zu, vgl. Kapitel 5.2.2 und 5.2.4.

Die Zulassungen und Angaben der Hersteller sind zu beachten.

Stahlblechformteile werden hauptsächlich im nicht sichtbaren Bereich eingesetzt.



Zurzeit können beispielsweise folgende Verbindungsmittel für die Befestigung von Stahlblechformteilen (Balkenschuh, Windrispenband, Zuganker, ...) ohne ein Vorbohren verwendet werden. Die Einbringmöglichkeiten (Hammer, Magazinierung, Schussapparat o. Ä.) sind ggf. mit dem Verbindungsmittelhersteller abzustimmen.

ETA 12/0197: SWG Timtec 3.0 oder ETA 11/0190: Würth ASSY 4.0 – Balkenschuhschraube
z. B. Timtec 3.0 oder ASSY 4.0 mit Durchmesser 5 mm und Länge 35 mm (30 mm Gewindelänge)



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

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

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

ETA 13/0523: GH Baubeschläge – Rillennagel 4,0 · 35 mm

Es empfiehlt sich, das Einbringen der Nägel ohne Vorbohren im Vorfeld zu testen.



$$F_{ax,Rk} = 2,5 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 3,5 \text{ kN} \quad \text{(Dünnes Stahlblech und Nagel in die Deckfläche eingebracht; Beanspruchung in Faserrichtung)}$$

$$F_{v,Rk} = 4,4 \text{ kN} \quad \text{(Dünnes Stahlblech und Nagel in die Deckfläche eingebracht; Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung)}$$

5.2.9 Baustellenmontage / Anschlagmittel

Zum Transport von BauBuche-Bauteilen können dafür zugelassene Systeme verwendet werden. Hierfür bieten sich z. B. **Transportankerschrauben** in Verbindung mit **Transportanker** oder spezielle Systeme wie beispielsweise der **Pick-Verbinder** an.

5.2.10 Befestigung großformatiger Dach- und Wandelemente

Für Schrauben auch ohne ein Vorbohren zur Befestigung von Trapezblechen oder Sandwichelementen auf BauBuche liegen bereits Gutachten vor. Die Zulassungsprozesse geeigneter Schrauben sind zum Zeitpunkt der Broschürenüberarbeitung noch nicht abgeschlossen. Bei aktuellen Projekten dürfen Sie uns diesbezüglich gerne kontaktieren. baubuche@pollmeier.com

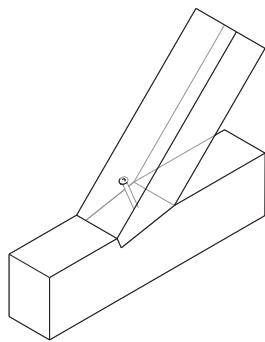
5.3 Zimmermannsmäßige Verbindungen

5.3.1 Allgemeines

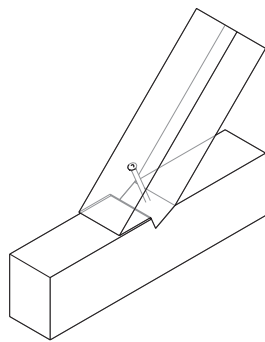
Seitdem computergestützte Abbundanlagen die Bearbeitung von Bauteile ermöglichen und ein präzises Ergebnis realisiert werden kann, stellen zimmermannsmäßige Verbindungen im heutigen Ingenieurholzbau wieder eine Alternative zu mechanischen Verbindungen dar. Die hohe Querdruck- und Schubfestigkeit des Materials BauBuche begünstigen eine effiziente Kontaktverbindung.

5.3.2 Versätze

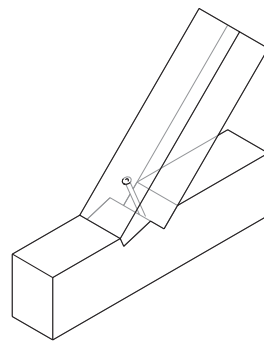
Für Druckanschlüsse, wie Streben, ist der Versatz die meist verwendete Verbindung. Diese Anschlüsse sind bei der BauBuche aufgrund ihrer hohen Querdruck- und Schubfestigkeit besonders effizient. Die Grundvoraussetzung für eine Kraftübertragung mit geringen Verformungen ist eine genaue Verarbeitung. Die Lage der Versätze ist mit Bolzen oder Schrauben zu sichern.



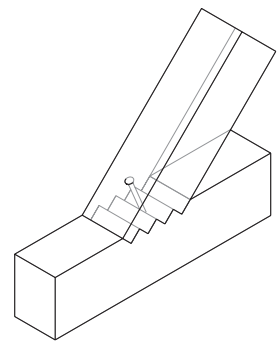
Einfacher Stirnversatz



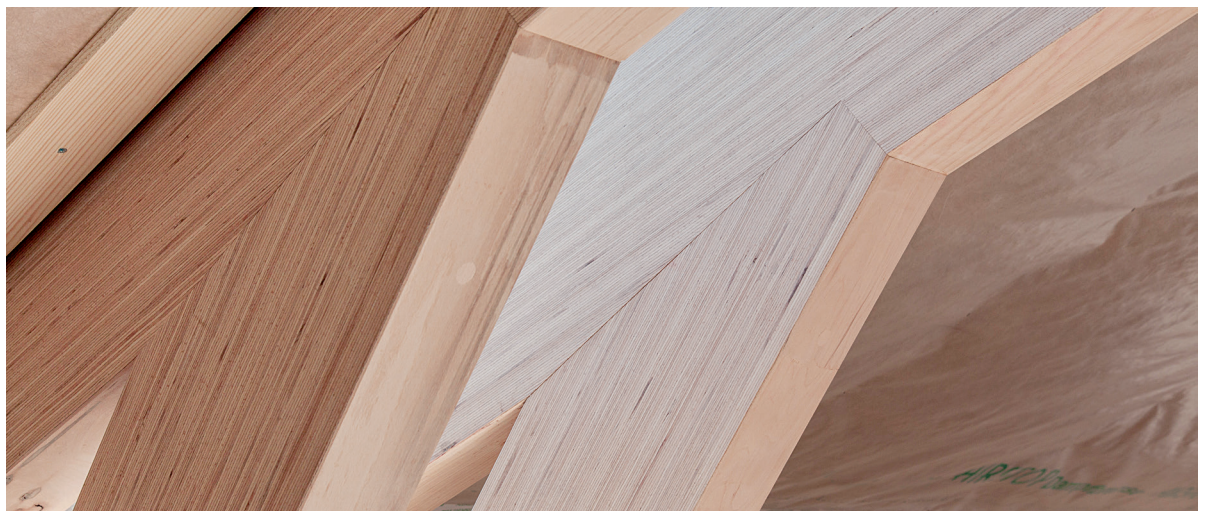
Einfacher Fersenversatz



Doppelter Versatz



Treppenversatz



BauBuche GL75, Strebenanschluss mit einfachem Stirnversatz

Projekt Tischlerei Mohr Holzbau Kaufmann Zimmerei

Versätze lassen sich für BauBuche mit dem Bemessungsmodul »Versätze« der Bemessungssoftware auf www.ing-tools.de bemessen.

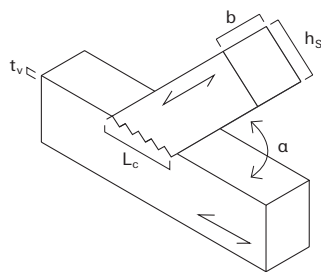
Die besonderen Eigenschaften der BauBuche ermöglichen die Weiterentwicklung traditioneller Verbindungen zu neuartigen, leistungsfähigeren Anschlüssen. Der Treppenversatz ist solch eine optimierte Kontaktverbindung mit besonders hoher Leistungsfähigkeit, die noch nicht normativ geregelt, aber mittels Schub- und Querdrucknachweis zu bemessen ist.

Bemessungsregeln finden Sie hier:

_ Enders-Comberg, M., Blaß, H.J.; Treppenversatz – Leistungsfähiger Kontaktanschluss für Druckstäbe; Bauingenieur Band 89, 04/2014, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf

Nachfolgend wird der oben erwähnte Treppenversatz näher betrachtet und Bezug auf die genannte Veröffentlichung und auf die damit einhergehende Bemessung genommen.

Nachweis der Querdrucktragfähigkeit $R_{c,90,k}$

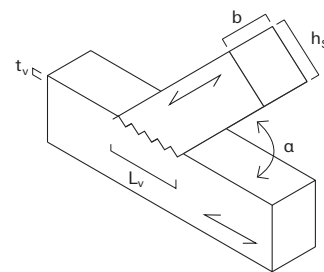


Widerstand in Strebenlängsrichtung $R_{c,90,k} = \frac{A_c \cdot f_{c,90,k}}{\sin \alpha}$

Länge der Druckfläche $L_c = \frac{h_s}{\sin \alpha}$

Druckfläche $A_c = b \cdot (L_c + 2 \cdot 30 \text{ mm})$

Nachweis der Schubtragfähigkeit $R_{v,k}$



Widerstand in Strebenlängsrichtung $R_{v,k} = \frac{A_v \cdot f_{v,k}}{\cos \alpha}$

Länge der Scherfläche $L_v = \frac{h_s}{\sin \alpha}$

Scherfläche $A_v = b \cdot L_v$

Die maßgebende Tragfähigkeit in Strebenrichtung kann wie folgt bestimmt werden:

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

Vertikal stehende Lamellen im Gurt können die Tragfähigkeit bis zu 100% erhöhen, da hierbei ggf. eine höhere Schub- und Querdruckfestigkeit angenommen werden darf. Die Lamellenausrichtung in der Strebe hat keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit und Steifigkeit der Verbindung.

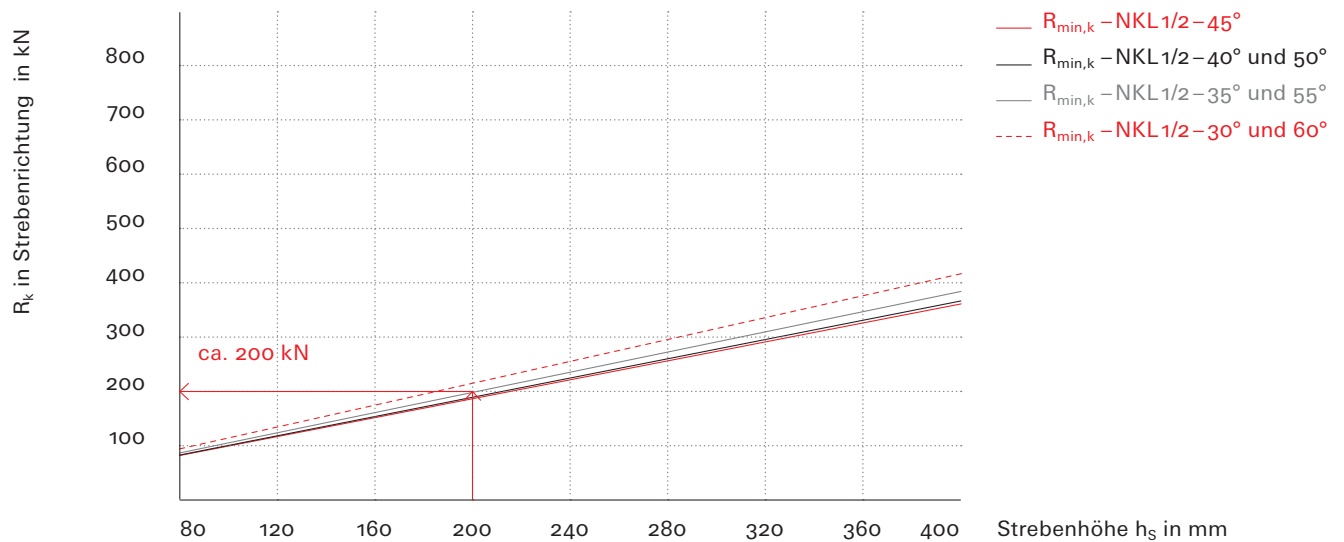
Mit Hilfe des nachfolgenden Diagramms kann die Tragfähigkeit des Treppenversatzes in BauBuche bestimmt werden: Bemessungswert der Tragfähigkeit in Strebenlängsrichtung:

$$R_d = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot R_k^{(\text{Diagramm})} \cdot b / 100 \text{ mm} \quad (\text{mit Breite } b \text{ in mm})$$

Die Tragfähigkeit des Treppenversatzes ist unabhängig von der Einschnitttiefe t_v . Diese sollte jedoch mindestens 10 mm betragen.

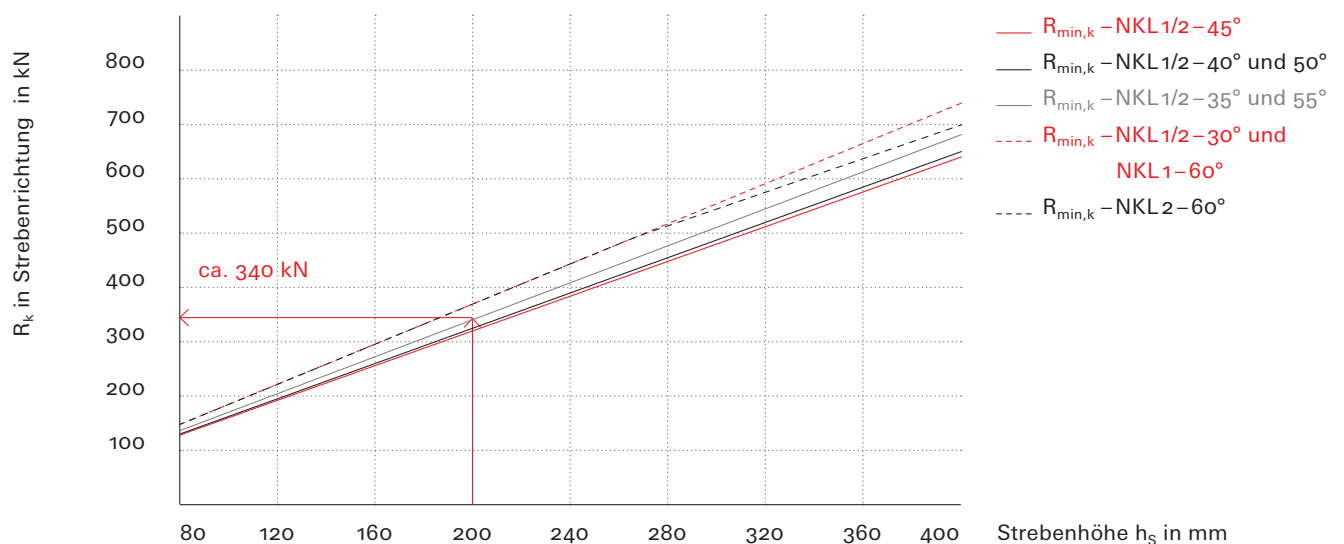
Maßgebende Tragfähigkeit Treppenversatz pro 100 mm Breite

Horizontal liegende Furnierlagen im Gurtbauteil



Maßgebende Tragfähigkeit Treppenversatz pro 100 mm Breite

Vertikal stehende Furnierlagen im Gurtbauteil



Um die Leistungsfähigkeit der BauBuche und explizit des Treppenversatzes zu verdeutlichen, wird nachfolgend das Optimierungspotenzial, ausgehend eines Stirnversatzes in GL 24h, aufgezeigt:

Beispiel: Strebe 200 · 200 mm mit $\alpha = 55^\circ$ in Nutzungsklasse 1

- a) Stirnversatz in GL 24h mit 25 mm Einschnitttiefe: $R_k = 82 \text{ kN}$
- b) Stirnversatz in Träger BauBuche GL75 mit 25 mm Einschnitttiefe: $R_k = 118 \text{ kN}$
- c) Treppenversatz in Träger BauBuche GL75 mit 10 mm Einschnitttiefe und horizontal liegende Lamellen im Gurt: $R_k = 400 \text{ kN}$
 (s. Diagramm oben: $R_k = R_k^{(\text{Diagramm})} \cdot b / 100 \text{ mm}$
 $= 200 \cdot 200 \text{ mm} / 100 \text{ mm}$
 $= 400 \text{ kN}$)
- c) Treppenversatz in Träger BauBuche GL75 mit 10 mm Einschnitttiefe und vertikal stehende Lamellen im Gurt: $R_k = 680 \text{ kN}$
 (s. Diagramm oben: $R_k = R_k^{(\text{Diagramm})} \cdot b / 100 \text{ mm}$
 $= 340 \cdot 200 \text{ mm} / 100 \text{ mm}$
 $= 680 \text{ kN}$)
-

Durch die hohe Leistungsfähigkeit der BauBuche in Kombination mit dem Treppenversatz wird in der Regel der Stabilitätsnachweis der Druckstrebe maßgebend.

5.3.3 Schwalbenschwanz-Verbindung (SSV)

Durch die Verbreitung moderner Abbundmaschinen lassen sich Schwalbenschwanz-Verbindungen heute wieder wirtschaftlich herstellen und erleben auch aufgrund der ansprechenden Optik eine zunehmende Verbreitung. Schwalbenschwanz-Verbindungen für statisch tragende Zwecke erfordern eine bauaufsichtliche Zulassung.

Der Verband High-Tech-Abbund www.lohn-abbund.de ist Inhaber der allgemeine bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-649 des DIBt für Schwalbenschwanz-Verbindungen, die seit Juni 2018 auch die BauBuche beinhaltet, und stellt diese seinen Mitgliedsunternehmen zur Verfügung.

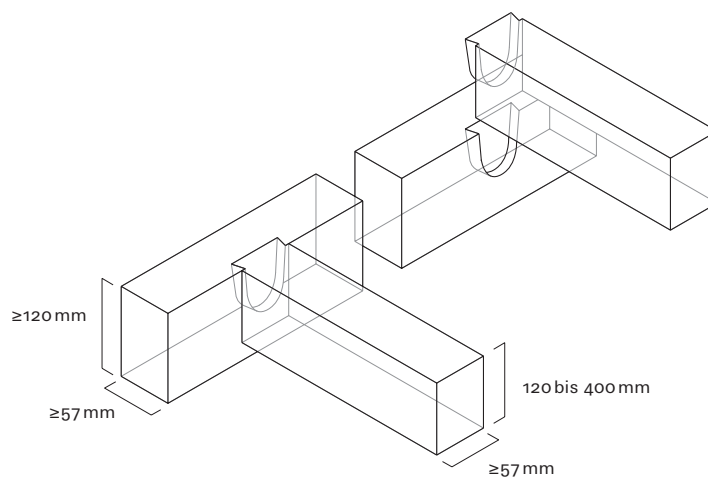
Schwalbenschwanz-Verbindungen dürfen entsprechend dieser Zulassung in Einschubrichtung und rechtwinklig dazu belastet werden. Schwalbenschwanz-Verbindung aus BauBuche erzielen bei gleichen Bauteilabmessungen in etwa die dreifache Tragfähigkeit und dreifache Steifigkeit im Vergleich zu Vollholz oder Brettschichtholz aus Nadelholz.

Die Bestimmung der Tragfähigkeit der Schwalbenschwanz-Verbindung aus BauBuche darf nach Zulassung mit den Festigkeitskennwerten $f_{t,90,k} = 1,5 \text{ N/mm}^2$ und $f_{v,k} = 8,0 \text{ N/mm}^2$ erfolgen. Weitere Einzelheiten sind der

Zulassung Z-g.1-649 (Stand 06/2018) zu entnehmen.

Schwalbenschwanz-Verbindungen aus BauBuche lassen sich mit dem kostenfreien Programm »Schwalbenschwanz-Verbindung« auf www.ing-tools.de bemessen.

Aufgrund des ausgeprägten Schwind- und Quellverhaltens der BauBuche ist die zu erwartende Ausgleichsfeuchte beim Abbund zu berücksichtigen. Ggf. ist das Zapfenloch etwas größer auszufräsen, um die Montage zu erleichtern.



5.4 Geklebte Verbindungen

5.4.1 Allgemeines

In Deutschland wird durch den Nationalen Anhang zum Eurocode 5 bei verklebten Bauteilen auf die DIN 1052-10 bzw. auf einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis verwiesen und insoweit auch eingeschränkt. Entweder es gibt für die verklebten Bauprodukte

- _ eine harmonisierte Norm (z. B. EN 14080 für Brettschichtholz aus Nadel-Vollholz)
- _ eine ETA (z. B. für BSH aus Buchen-FSH)
- _ eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (z. B. Z-g.1-838)
- _ oder eine Verklebung, die in der DIN 1052-10 beschrieben ist.

Alle anderen tragenden Verklebungen (z. B. Keilzinkenverbindung) oder neue Bauprodukte, die durch Verklebung aus anderen Bauprodukten hervorgehen, benötigen eine Zustimmung im Einzelfall. Für tragende Verklebungen nach AbZ und/oder DIN 1052-10 ist jeweils auch ein Eignungsnachweis (»Leimgenehmigung«) erforderlich. Zur Erteilung des Eignungsnachweises werden neben einer Werksprüfung, einer Prüfung der einzurichtenden Werksproduktionskontrolle und der Notwendigkeit der Qualifikation (z. B. durch einen Verklebungslehrgang) exemplarisch hergestellte Verstärkungsverklebungen entnommen und geprüft.

Weitere Informationen sind über die anerkannten nationalen oder notifizierten europäischen Überwachungs- und Zertifizierungsstellen zu erfragen, z. B. https://www.mpa.uni-stuttgart.de/organisation_new/bereich_bauwesen/holzkonstruktionen

Die Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung der Platte BauBuche Z-9.1-838 regelt bzgl. weiteren Verklebungen Folgendes:

Des Weiteren dürfen die Furnierschichthölzer in folgenden Fällen gemäß DIN 1052-10 mit anderen Baustoffen verklebt werden, sofern die dortigen Bestimmungen zur Verklebung eingehalten sind:

- _ Furnierschichtholz mit Querlagen als Beplankung von geklebten Holztafelementen
- _ Furnierschichtholz ohne Querlagen als Rippen von geklebten Holztafelementen
- _ Für Verklebungen nach DIN 1052-10, die gemäß Norm keine speziellen Vorgaben im Verwendbarkeitsnachweis erfordern (z. B. aufgeklebte Verstärkungen)

Konstruktive Verklebungen ohne Lastübertragung durch die Klebefuge sind generell möglich. Weitere Verklebungen mit anderen Baustoffen bzw. der Furnierschichthölzer miteinander sind ggf. in anderen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

5.4.2 Geklebte Tafелеlemente

Die Herstellung von geklebten Tafелеlementen ist in der DIN 1052-10, Kapitel 6.7, geregelt. Solange die dort angeführten Vorgaben und die Randbedingungen nach der BauBuche Plattenzulassung Z-9.1-838 eingehalten werden, können solche Elemente hergestellt und verwendet werden. Die Firma, die diese Verklebung durchführt, benötigt einen Eignungsnachweis C2, für den in der Regel auch eine Erstprüfung der Verklebung von Tafелеlementen durchgeführt wird.

Bei erheblichen Abweichungen von den Vorgaben ist formal eine ZiE erforderlich.

5.4.3 Schraubenpressklebung

Die Schraubenpressklebung ist ebenfalls in der DIN 1052-10, Kapitel 6.2, geregelt. Solange die dort angeführten Vorgaben (u. a. Beplankung bis 50 mm Dicke, Verwendung eines fugenfüllenden Klebstoffes) eingehalten werden, können solche Verbindungen hergestellt und verwendet werden. Die Firma, die diese Verklebung durchführt, benötigt einen Eignungsnachweis B oder C2, für den in der Regel auch eine Erstprüfung der Schraubenpressklebung mit BauBuche durchgeführt wird.

Bei erheblichen Abweichungen von den Vorgaben ist formal eine ZiE erforderlich.

5.4.4 Aufgeklebte Verstärkungen

Aufgeklebte Verstärkungen sind in der DIN 1052-10, Kapitel 6.3, geregelt. Solange die dort angeführten Vorgaben eingehalten werden, können solche Verbindungen, auch mittels Schraubenpressklebung, hergestellt und verwendet werden. Die Firma, die diese Verklebung durchführt, benötigt einen Eignungsnachweis B, für den in der Regel auch eine Erstprüfung der Verklebung mit BauBuche durchgeführt wird.

Bei erheblichen Abweichungen von den Vorgaben ist formal eine ZiE erforderlich.

5.4.5 Eingeklebte Stahlstäbe

Nach der Zulassung Z-9.1-705 (2K-EP-Klebstoff WEVO EP32) können Stahlstäbe (Betonrippenstahl und Gewindebolzen) in BauBuche eingeklebt werden. Hierbei ist die Zulassung Z-9.1-705 und der Nationale Anhang des Eurocode 5 zu beachten. Signifikante Holzfeuchteschwankungen sind nach dem Einkleben zu vermeiden, sodass von der Verwendung eingeklebter Stahlstäbe zumindest in der Nutzungsklasse 2 abgeraten wird. Die Firma, die diese Verklebung durchführt, benötigt einen Eignungsnachweis B, für den in der Regel auch eine Erstprüfung der Verklebung mit BauBuche durchgeführt wird.

