ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Ermächtigt und notifiziert gemäß Artikel 29 der Verordnung Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011

MEMBER OF EOTA

Übersetzung aus dem Englischen von ETA Danmark A/S
Bei Abweichungen gilt immer das englische Original

Europäische Technische Bewertung ETA-21/0751 vom 26.08.2022

I ALLGEMEINER TEIL

Technische Bewertungsstelle, welche gemäß Artikel 29 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 dazu berechtigt ist, diese ETA auszustellen: ETA-Danmark A/S	
Handelsbezeichnung des Bauproduktes:	fischer PowerFull II Schrauben
Produktfamilie, zu welcher das bezeichnete Bauprodukt gehört:	Schrauben zur Verwendung in Holzkonstruktionen
Hersteller:	fischerwerke GmbH & Co. KG Klaus-Fischer-Straße 1 DE-72178 Waldachtal Telefon: +49 7443 120 www.fischer.de
Herstellerwerk:	fischerwerke
Diese Europäische Technische Bewertung umfasst:	75 Seiten, davon 14 Anhänge, die fester Bestandteil dieser Bewertung sind
Diese Europäische Technische Bewertung wurde ausgestellt gemäß der Verordnung (EU)	Europäisches Bewertungsdokument (EAD) EAD 130118-01-0603 “Screws and threaded rods for use in timber constructions”
Diese Version ersetzt:	-

Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen vollständig dem Originaldokument entsprechen und als Übersetzung gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf auch bei elektronischer Übermittlung nur ungekürzt wiedergegeben werden (mit Ausnahme der oben genannten vertraulichen Anhänge). Die teilweise Wiedergabe ist nach schriftlicher Genehmigung der Bewertungsstelle jedoch zulässig. Jedwede auch teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

INHALT

I ALLGEMEINER TEIL……..... 1

II BESONDERER TEIL DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN BEWERTUNG ……..…….. 6

1 Technische Produktbeschreibung…….....……. 6
2 Beschreibung des Verwendungszwecks gemäß geltendem EAD ……..... 7
3 Leistung des Produktes und Verweise auf die Bewertungsverfahren …….…… 7
3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR1)…….....…….…… 7
3.2 Sicherheit im Brandfall (BWR2)……..…….……..... 7
3.4 Nutzungssicherheit und Zugänglichkeit (BWR4)...……..... 7
3.8 Bewertungsmethoden.…….…..... 8
3.9 Allgemeine Aspekte in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit des Produkts …….. 8
4 Bescheinigung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)..…… 9
5 Für die Anwendung des AVCP Systems erforderliche technische Einzelheiten, wie in der einschlägigen EAD vorgesehen ……..... 9

Anhang A:
fischer PowerFull II – Schraubenabmessungen und Werkstoffe……..... 10
A1 Senkkopfschraube mit Vollgewinde ……..…….. 10
A2 Zylinderkopfschraube mit Vollgewinde…….…….... 11
A3 Senkkopfschraube mit Vollgewinde und Bohrspitze.…….. 12
A4 Zylinderkopfschraube mit Vollgewinde und Bohrspitze. ..…… 13
A5 Unterlegscheiben……..……..... 14

Anhang B (informativ):
Beschreibung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs von fischer PowerFull II Schrauben …… 15
B1 Werkstoffe für den bestimmungsgemäßen Gebrauch ……..…….…..... 15
B2 Werkstoffe für den bestimmungsgemäßen Gebrauch...……..... 16
B3 Beschreibung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs – Bemessung……..… 17
B4 Beschreibung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs – Einbau. ……..…… 18
B5 Mindestholzquerschnitt, Minimale Achs- und Randabstände– Bezeichnungen Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT……..... 19
B6 Mindestholzquerschnitt, Mindest- Achs- und Randabstände, rechtwinklig beanspruchte Schrauben 20
Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT……..... 20
B7 Mindestholzquerschnitt, Mindest- Achs- und Randabstände, axial beanspruchte Schrauben Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT……..... 21
B8 Mindestholzquerschnitt, Minimale Achs- und Randabstände– Bezeichnungen Werkstoff: CLT……..... 22
B9 Mindestholzquerschnitt, Mindest- Achs- und Randabstände, rechtwinklig und axial beanspruchte Schrauben 23
Werkstoff: CLT……..... 23

Anhang C:
Leistung von fischer PowerFull II Schrauben und Verweise auf die Bewertungsverfahren …….. 24
C1 Charakteristische Werte der Schrauben……..……..……..…… 24

Anhang D:
Bemessung von fischer PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau……..….. 25
D1 1 Mechanische Beanspruchbarkeit und Stabilität ….…… 25
D2 1.1 Beanspruchbarkeit rechtwinklig zur Schraubenachse $F_{v,Rk}$……..……..……. 26
1.1.1 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\varepsilon,k}$, Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT……. 26
D3 1.1.2 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$, Werkstoff: CLT……..…… 27
1.1.3 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\beta,\varepsilon,k}$, Werkstoff: LVL-c……..……. 27
D4 1.1.4 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\alpha,\beta,\varepsilon,k}$, Werkstoff: LVL-d……. 28
D5 1.1.5 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$
Werkstoffe: OSB, HB, MB, SB, PLY, RPB……..…….. 29
D6 1.1.6 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$
Werkstoff: Stahlbleche……..……..…….. 30
1.1.7 Wirksame Anzahl rechtwinklig beanspruchter Schrauben je Reihe n_{ef}……. 30

INHALT

D7	1.2	Axiale Beanspruchbarkeit der Schrauben unter Zugbelastung $F_{ax,t,Rd}$	31
	1.2.1	Ausziehwiderstand $F_{ax,\alpha,Rk}$ Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT	31
D8	1.2.2	Ausziehwiderstand $F_{ax,\alpha,Rk}$ Werkstoffe: ST-d, LVL-d	32
D9		Charakteristische Werte der Ausziehfestigkeit	33
D10	1.2.3	Ausziehwiderstand $F_{ax,Rk}$, Werkstoff: CLT	34
D11	1.2.4	Wirksame Anzahl axial beanspruchter Schrauben n_{ef}	35
D12	1.3	Kopfdurchziehwiderstand $F_{head,Rk}$	36
	1.3.1	Kopfdurchziehparameter $f_{head,k}$ Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT, CLT, WFB, WPB	36
D13	1.4	Widerstand gegen Hineindrücken (Beanspruchbarkeit auf Druck)	37
D14		Werkstoffe: ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT, LVL-c	37
D15	1.5	Kombinierte rechtwinklige und axiale Beanspruchung	39
D16	1.6	Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	40
	1.6.1	Rechtwinklig beanspruchte Schrauben	40
	1.6.2	Axial beanspruchte Schrauben	40
D17	1.6.3	Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Tragfähigkeit	41
Anhang E (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Mechanisch verbundene Balken			42
E1		Mechanisch verbundene Balken, geneigte, einsinnige Anordnung	42
E2		Mechanisch verbundene Balken, gekreuzte Anordnung	43
Anhang F (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Querdruckverstärkung von Bauteilen mit Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung			44
F1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen für End- und Zwischenauflager	44
F2		Geometrische Bestimmungen und Definitionen für die Übertragung von Druckspannungen senkrecht zur Faser durch tragende Bauteile	45
F3		Allgemeine Anforderungen und Verstärkungsanforderungen an die Kontaktflächen	46
F4		Allgemeine Anforderungen an das Kontaktmaterial	47
Anhang G (informativ):			
Anwendungen fischer PowerFull II Schrauben – Träger mit veränderlichen Querschnitten			48
G1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen	48
G2		Verstärkung von Satteldach- und gekrümmtem Träger – Bemessung	49
G3		Verstärkung von Satteldach- und gekrümmtem Träger – Regeln	50
Anhang H (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Verstärkung ausgeklinkter Träger			51
H1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen	51
H2		Bemessung von Verstärkungen an Ausklinkungen	52
Anhang I (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Verstärkungen von Durchbrüchen in Trägern			53
I1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen	53
I2		Bemessung von Verstärkungen an Durchbrüchen in Trägern	54
I3		Bemessung von Verstärkungen an Durchbrüchen in Trägern	55
Anhang J (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Verstärkung von Verbindungen mit rechtwinklig beanspruchten stiftförmigen Verbindungsmitteln			56
J1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen	56
Anhang K (informativ):			
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben – Verstärkung von Verbindungen mit einer Zugkomponente senkrecht zur Faserrichtung			57
K1		Geometrische Bestimmungen und Definitionen	57

INHALT

Anhang L (informativ):
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben –
Befestigung der Konterlattung auf den Sparren …..…… 58
L1 Befestigung von Aufdachdämmsystemen, Allgemeine Regeln…….. 58
L2 Befestigung von Aufdachdämmsystemen, Mechanisches Modell..……..... 59
L3 Befestigung von Aufdachdämmsystemen, Übersicht…….. 60
L4 Einzellasten $F_{s,Ed}$ senkrecht zur Lattung ……..……. 61
L5 Einzellasten $F_{s,Ed}$ senkrecht zu den Latten durch die Schrauben…….. 62
L6 Bemessung der Konterlattung ….…… 63
L7 Bemessung der Wärmedämmung ……..…….. 64
L8 Bemessung überwiegend axial beanspruchter Schrauben……..…….. 65
L9 Bemessung überwiegend rechtwinklig beanspruchter Schrauben …….. 66
L10 Bemessung parallel angeordneter Schrauben senkrecht zur Dachfläche…… 67
L11 Bemessung abwechselnd geneigter Schrauben…… 68
L12 Bemessung der Tragfähigkeiten der Schrauben..……. 69
Anhang M (informativ):
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben –
Geneigt angeordnete Schrauben unter einem Winkel von 45°…… 70
M1 Geneigt angeordnete Schrauben unter einem Winkel von 45° bei einschnittigen Stahl-Holz-Scherverbindungen……..…… 70
M2 Geneigt angeordnete Schrauben in Holz-Holz-Scherverbindungen..... 71
Anhang N (informativ):
Anwendungen von fischer PowerFull II Schrauben –
Brandbemessung für tragende Anwendungen im Holzbau gemäß EN 1995-1-2……..… 72
N1 Vereinfachte Regeln für ungeschützte rechtwinklig beanspruchte Schrauben ……..……..…. 72
N2 Vereinfachte Regeln für geschützte rechtwinklig beanspruchte Schrauben ……..……..…. 73
N3 Vereinfachte Regeln für geschützte rechtwinklig beanspruchte Schrauben ……..……..…. 74
N4 Vereinfachte Regeln für geschützte axial beanspruchte Schrauben ……...…..... 75

Das Dokument bezieht sich auf die folgenden Normen und Regelungen:

EAD 130118-01-0603	Schrauben und Gewindestangen als Holzverbindungsmittel, EOTA 2019
EAD 130005-01-0304	Massive plattenförmige Holzbauelemente für tragende Bauteile in Bauwerken, EOTA 2015
EN 300:2006	Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) - Definitionen, Klassifizierung, …
EN 312:2010	Spanplatten - Anforderungen
EN 314-2:1997	Sperrholz - Qualität der Verklebung - Anforderungen
EN 338:2016	Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen
EN 520:2010	Gipskartonplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren
EN 622-2:2006	Faserplatten - Anforderungen - Teil 2: Anforderungen an harte Platten
EN 622-3:2006	Faserplatten - Anforderungen - Teil 3: Anforderungen an mittelharte Platten
EN 622-5:2010	Faserplatten - Anforderungen - Teil 5: Anforderungen an Platten nach d. Trockenverfahren
EN 636:2016	Sperrholz - Anforderungen
EN 826:2013	Wärmedämmstoffe für das Bauwesen - Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung
EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1
EN 1912:2013	Bauholz für tragende Zwecke –Festigkeitsklassen –Zuordnung vis. Sortierklassen u. Holzarten
EN 1990:2013	Eurocode 0 - Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1993-1-1:2014	Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EN 1995-1-1:2014	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
EN 1995-1-2:2011	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
EN 13353:2011	Massivholzplatten (SWP) - Anforderungen
EN 13986:2015	Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen - Eigenschaften, Konformität, Kennzeichnung
EN 14080:2013	Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen
EN 14374:2016	Holzbauwerke - Furnierschichtholz (LVL) - Anforderungen
EN 14592:2012	Holzbauwerke - Stiftförmige Verbindungsmittel - Anforderungen
EN 15283-2:2009	Faserverstärkte Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren -Teil 2: Gipsfaserplatten
EN 15497:2014	Keilgezinktes Vollholz für tragende Zwecke - Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung
EN ISO 7094:2000	Flache Scheiben - Extra große Reihe - Produktklasse C
ETA-14/0354:2018	Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH

II BESONDERER TEIL DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN BEWERTUNG

1 Technische Produktbeschreibung

»fischer PowerFull II« Schrauben sind selbstbohrende Schauben für den Einsatz in Holzkonstruktionen. Das Gewinde erstreckt sich über die gesamte Länge oder über einen Teil des Schaftes. Die Schrauben werden aus Kohlenstoffstahl-Draht mit einem Nenndurchmesser d von 6,0 mm bis 14,0 mm gefertigt. Ist ein Korrosionsschutz erforderlich, müssen die Materialien bzw. Beschichtungen die Anforderungen nach EN 14592, Anhang A erfüllen. Sie sind galvanisch verzinkt (z.B. gelbverzinkt oder blauverzinkt), Bonuszink beschichtet, brüniert, vernickelt oder vermessingt. Die mittlere Dicke galvanischen Zinkschicht beträgt mindestens 5 µm.

Produkt und Produktbeschreibung sind im Anhang A dargestellt.

Die nicht in den Anhängen angegebenen charakteristischen Materialkennwerte, Maße und Toleranzen von »fischer PowerFull II« Schrauben müssen mit den jeweiligen Werten übereinstimmen, welche in der technischen Dokumentation dieser Europäischen Technischen Bewertung (ETA) festgelegt sind.

Produktspezifikationen sind in Anhang C1 angegeben. Die Schrauben sind für die Anwendung mit einer in Anhang C2 angegebenen Mindesteinbindetiefe (Einschraublänge) vorgesehen. Die Einflüsse der Schraubenspitze auf die Tragfähigkeiten können berücksichtigt werden. Die bestimmungsgemäße Verwendung und beispielhafte Anwendungen sind ebenso in den Anhängen D bis N aufgeführt.

2 Beschreibung des Verwendungszwecks gemäß geltendem EAD

Die in Abschnitt 3 angegebenen Leistungen von »fischer PowerFull II« Schrauben gelten nur bei einer Verwendung unter Einhaltung der in Anhang C angegebenen Spezifikationen und Bedingungen.

Die Schrauben sind für Holzverbindungen vorgesehen, welche die Anforderungen an die mechanische Beständigkeit, Stabilität und Gebrauchssicherheit im Sinne der grundlegenden Anforderungen 1 und 4 der Verordnung 305/2011 (EU) erfüllen.

Die Bestimmungen dieser Europäischen Technischen Bewertung beruhen auf der Annahme einer vorgesehenen Nutzungsdauer der Schrauben von 50 Jahren.

Die Angaben zur Nutzungsdauer können nicht als eine Garantie des Herstellers oder der Bewertungsstelle ausgelegt werden, sondern dienen lediglich als Hilfsmittel zur Auswahl der geeigneten Produkte im Hinblick auf die erwartete, wirtschaftlich vernünftige Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produktes und Verweise auf die Bewertungsverfahren

Eigenschaften		Bewertung der Merkmale
3.1 Mechanische Beanspruchbarkeit und Standsicherheit (BWR1)		
Abmessungen		Siehe Anhang A1
Charakteristisches Fließmoment		Siehe Anhang C1
Biegewinkel		Siehe Anhang C1
Charakteristischer Ausziehparameter		Siehe Anhang D7
Charakteristischer Kopfdurchziehparameter		Siehe Anhang D15
Zugtragfähigkeit		Charakteristischer Kennwert $f_{tens,k}$:
	PowerFull II	d= 6,0 mm 12,8 kN d= 8,0 mm 26,4kN d=10,0 mm 37,8 kN d=12,0 mm 36,0 kN d=14,0 mm 55,0 kN
Charakteristische Streckgrenze		Siehe Anhang C1
Bruchdrehmoment		Charakteristischer Kennwert $f_{tor,k}$:
	PowerFull II	d= 6,0 mm 10 Nm d= 8,0 mm 28 Nm d=10,0 mm 39 Nm d=12,0 mm 58 Nm d=14,0 mm 102 Nm
Einschraubmoment		*Anmerkung: Verhältnis charakt. Bruchdrehmoment zu Mittelwert Eindrehmoment* $f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1,5$ (Anhang C1)
Mindestrand- und Achsabstände der Schrauben und Mindestdicke des Materials		Siehe Anhänge B5 bis B9
Verschiebungsmodul für vorwiegend axial beanspruchte Schrauben und Gewindestangen		Siehe Anhang D17
Korrosionsbeständigkeit		Keine Leistung bewertet
3.2 Sicherheit im Brandfall (BWR2)		
Brandverhalten		Die Schrauben entsprechen der **Euroklasse A1** gemäß EN 13501-1 und delegierter Verordnung 2016/364 gemäß EG-Entscheidung 96/603/EG.
3.4 Nutzungssicherheit und Zugänglichkeit (BWR4)		
Wie BWR 1		Siehe Angaben unter BWR1

Für die bestimmungsgemäße Verwendung und beispielhafte Anwendungen siehe Anhang D bis N.
Siehe zusätzliche Informationen in den Abschnitten 3.8 und 3.9

3.8 Bewertungsmethoden

Die Leistungsbeurteilung von »fischer PowerFull II« Schrauben in Bezug auf die anwendbaren BWR's erfolgt in Übereinstimmung mit dem Europäischen Bewertungsdokument (EAD) »*EAD 130118-01-0603: Screws and threaded rods for use in timber constructions*«.

Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Schrauben bei Verwendung in Holzkonstruktionen mit den in EN 1995-1-1 beschriebenen Holzarten und den Bedingungen gemäß Nutzungsklassen 1 und 2 sind als zufriedenstellend zu bewerten.

3.9 Allgemeine Aspekte in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit des Produkts

Die Europäische Technische Bewertung wird für die Schrauben auf Grundlage vereinbarter Daten/Informationen ausgestellt, welche in der Zulassungsstelle in Dänemark hinterlegt sind und das bewertete Produkt identifizieren. Änderungen am Produkt oder Produktionsprozess, welche diese hinterlegten Daten/Informationen verfälschen, sind der ETA-Danmark vor Einführung dieser Änderungen mitzuteilen. Die ETA-Danmark wird dann entscheiden, ob diese Änderungen die ETA und folglich die Gültigkeit der CE-Kennzeichnung auf Grundlage der ETA beeinflussen und falls ja, ob weitere Bewertungen oder Änderungen an der ETA erforderlich sind.

Die Herstellung der Schrauben erfolgt gemäß der Bestimmungen der Europäischen Technischen Bewertung unter Verwendung des automatisierten Herstellungsverfahrens, wie es bei der Inspektion des Werks durch die Bewertungsstelle, die die ETA ausstellt, und der notifizierten Stelle festgestellt und in der technischen Dokumentation festgehalten wurde.

Der Einbau muss gemäß EN 1995-1-1 (Eurocode 5) oder einem entsprechenden nationalen Anhang ausgeführt werden, sofern in diesem Dokument nicht anders festgelegt.

4 Bescheinigung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)

4.1 AVCP System

Gemäß Entscheidung 97/176/EG der Europäischen Kommission in der geänderten Fassung ist das auf fischer PowerFull II anzuwendende Verfahren zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (siehe Anhang V der Verordnung (EU) Nr. 568/2014) ist System 3.

5 Für die Anwendung des AVCP Systems erforderliche technische Einzelheiten, wie in der einschlägigen EAD vorgesehen

Die für die Anwendung des AVCP-Systems erforderlichen technischen Einzelheiten sind in dem bei der ETA-Danmark hinterlegten Kontrollplan vor der CE-Kennzeichnung festgehalten.

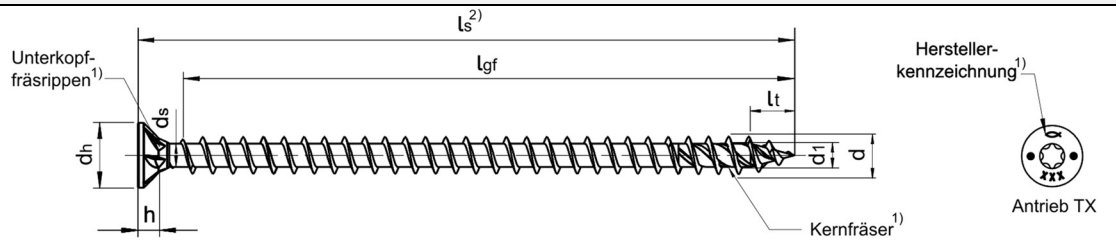
Ausgestellt in Kopenhagen am 2022-08-26 von

Thomas Bruun
Geschäftsführer, ETA-Danmark

PowerFull II – Selbstbohrende Schraube – Senkkopf mit Vollgewinde

Tabelle A1.1: Schraubenabmessungen und Werkstoffe

Abbildung



1) optional

Abbildung nicht maßstäblich

Werkstoff und Beschichtung

- Kohlenstoffstahl
- Oberflächenbehandlungen: Galvanisch verzinkt – gelb oder blau, galvanisch verzinkt – blau ≥12µm, Bonuszink

Nenndurchmesser		**6,0**	**8,0**
d	Außendurchmesser	6,00	8,00
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,40
d_1	Kerndurchmesser	3,95	5,20
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,40
d_h	Kopfdurchmesser	11,50	14,40
	Zul. Abweichung	± 0,60	± 0,70
d_s	Schaftdurchmesser	4,25	5,85
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,30
h	Kopfhöhe	3,60	4,60
l_t	Länge Schraubenkopf	7,30	9,80
	Antrieb TX	30	40

Nennlänge		**Standardgewindelänge**	
l_s		zulässige Abweichungen	
	$l_{s,min/max}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$
80	l_s ± 2,30	l_s –12,00	l_s –19,00
90	l_s ± 2,70		
100	l_s ± 2,70		
110	l_s ± 2,70		
120	l_s ± 2,70		
150	l_s ± 3,20		
in 10 mm Schritten			
260	l_s ± 4,10	l_s –12,00	l_s –19,00
270	l_s ± 4,10		
in 10 mm Schritten			
300	l_s ± 4,10	l_s –12,00	l_s –19,00
in 10 mm Schritten			
400	l_s ± 4,50		l_s –19,00
in 10 mm Schritten			
500	l_s ± 4,90		l_s –19,00

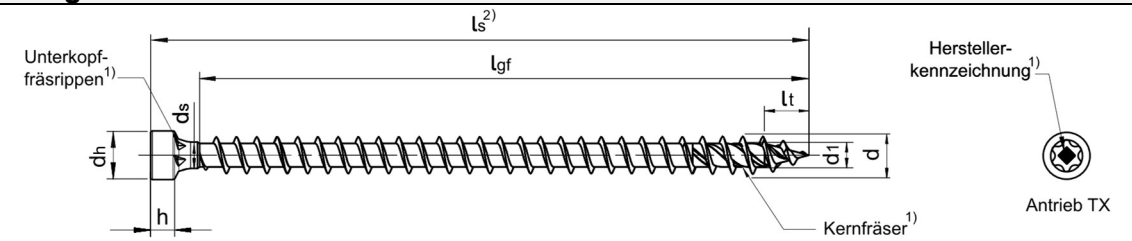
Alle Maße in [mm]

2) weitere Schraubenlängen mit $l_{s,min} \leq l_s \leq l_{s,max}$ und weiteren Gewindelängen $l_{gf} \geq 4xd$ bis max. Standardgewindelänge sind zulässig

PowerFull II – Selbstbohrende Schraube – Zylinderkopf mit Vollgewinde

Tabelle A2.1: Schraubenabmessungen und Werkstoffe

Abbildung



1)optional

Abbildung nicht maßstäblich

Werkstoff und Beschichtung

- Kohlenstoffstahl
- Oberflächenbehandlungen: Galvanisch verzinkt – gelb oder blau, galvanisch verzinkt – blau ≥12µm, Bonuszink

Nenndurchmesser		**6,0**	**8,0**
d	Außendurchmesser	6,00	8,00
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,40
d1	Kerndurchmesser	3,95	5,20
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,40
dh	Kopfdurchmesser	8,60	10,70
	Zul. Abweichung	± 0,60	± 0,60
ds	Schaftdurchmesser	4,25	5,85
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,30
h	Kopfhöhe	4,50	5,50
lt	Länge Schraubenkopf	7,30	9,80
	Antrieb TX	30	40

Schrauben-Nennlänge		**Standardgewindelänge**	
l_s	zulässige Abweichungen $l_{s,min/max}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$
80	l_s ± 2,30	l_s –12,00	l_s –19,00
90	l_s ± 2,70		
100	l_s ± 2,70		
110	l_s ± 2,70		
120	l_s ± 2,70		
150	l_s ± 3,20		
in 10 mm Schritten			
260	l_s ± 4,10	l_s –12,00	l_s –19,00
270	l_s ± 4,10		
in 10 mm Schritten			
300	l_s ± 4,10	l_s –12,00	l_s –19,00
in 10 mm Schritten			
400	l_s ± 4,50		l_s –19,00
in 10 mm Schritten			
500	l_s ± 4,90		l_s –19,00

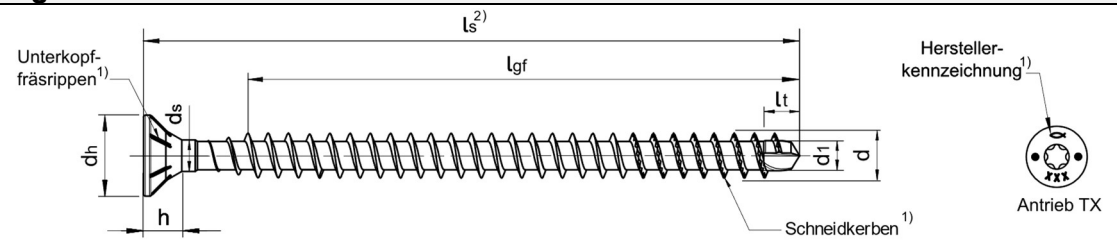
Alle Maße in [mm]

2) weitere Schraubenlängen mit $l_{s,min} \le l_s \le l_{s,max}$ und weiteren Gewindelängen $l_{gf} \ge 4xd$ bis max. Standardgewindelänge sind zulässig

PowerFull II – Selbstbohrende Schraube – Senkkopf mit Vollgewinde und Bohrspitze

Tabelle A3.1: Schraubenabmessungen und Werkstoffe

Abbildung



1)optional

Abbildung nicht maßstäblich

Werkstoff und Beschichtung

- Kohlenstoffstahl
- Oberflächenbehandlungen: Galvanisch verzinkt – gelb oder blau, galvanisch verzinkt – blau ≥12µm, Bonuszink

Nenndurchmesser		**10,0**	**12,0**	**14,0**
d	Außendurchmesser	10,00	12,00	14,00
	Zul. Abweichung	± 0,50	± 0,60	± 0,60
d1	Kerndurchmesser	6,20	7,00	8,50
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,35	± 0,40
dh	Kopfdurchmesser	18,00	21,00	22,00
	Zul. Abweichung	± 0,50	± 0,50	± 0,50
ds	Schaftdurchmesser	7,00	8,00	10,00
	Zul. Abweichung	± 0,30	± 0,30	± 0,30
h	Kopfhöhe	8,00	9,25	8,90
lt	Länge Schraubenkopf	8,00	10,00	12,00
	Antrieb TX	40 / 50	50	50

Nennlänge		**Standardgewindelänge**		
		zulässige Abweichungen		
l_s	$l_{s,min/max}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$
in 10 mm Schritten				
100 - 120	l_s ± 2,70	l_s –20,00	l_s –20,50	l_s –22,00
120 - 180	l_s ± 3,20			
180 - 250	l_s ± 3,60			
250 - 315	l_s ± 4,10			
315 - 400	l_s ± 4,50			
400 - 500	l_s ± 4,90			
500 - 600	l_s ± 5,50			
600 - 630	l_s ± 5,50			
630 - 800	l_s ± 6,30			
800 - 1000	l_s ± 7,00			
1000 - 1250	l_s ± 8,30			
1250 - 1500	l_s ± 9,30			

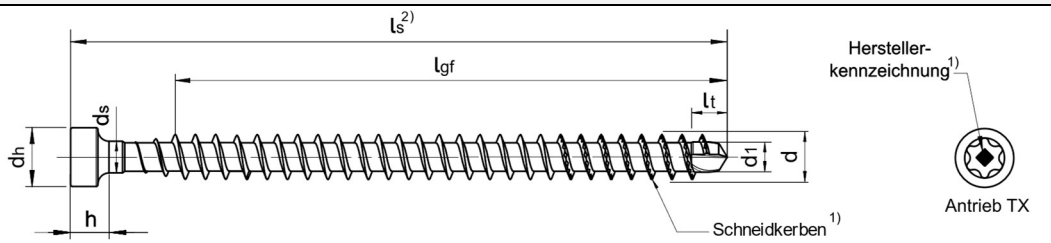
Alle Maße in [mm]

2) weitere Schraubenlängen mit $l_{s,min} \leq l_s \leq l_{s,max}$ und weiteren Gewindelängen $l_{gf} \geq 4xd$ bis max. Standardgewindelänge sind zulässig

PowerFull II – Selbstbohrende Schraube – Zylinderkopf mit Vollgewinde und Bohrspitze

Tabelle A4.1: Schraubenabmessungen und Werkstoffe

Abbildung



1) optional

Abbildung nicht maßstäblich

Werkstoff und Beschichtung

- Kohlenstoffstahl
- Oberflächenbehandlungen: Galvanisch verzinkt – gelb oder blau, galvanisch verzinkt – blau ≥12µm, Bonuszink

Nenndurchmesser		**10,0**		**12,0**	**14,0**
d	Außendurchmesser	10,00		12,00	14,00
	Zul. Abweichung	± 0,50		± 0,60	± 0,60
d_1	Kerndurchmesser	6,20		7,00	8,50
	Zul. Abweichung	± 0,30		± 0,35	± 0,40
d_h	Kopfdurchmesser	12,50		14,50	14,50
	Zul. Abweichung	± 0,50		± 0,50	± 0,50
d_s	Schaftdurchmesser	7,00		8,00	10,00
	Zul. Abweichung	± 0,30		± 0,30	± 0,30
h	Kopfhöhe	7,00		8,00	10,00
l_t	Länge Schraubenkopf	8,00		10,00	12,00
	Antrieb TX	40	50	50	50

Nennlänge		**Standardgewindelänge**		
l_s		zulässige Abweichungen		
	$l_{s,min/max}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$	$l_{gf,\ min}$
in 10 mm Schritten				
100 - 120	l_s ± 2,70	l_s –20,00	l_s –20,50	l_s –22,00
120 - 180	l_s ± 3,20			
180 - 250	l_s ± 3,60			
250 - 315	l_s ± 4,10			
315 - 400	l_s ± 4,50			
400 - 500	l_s ± 4,90			
500 - 600	l_s ± 5,50			
600 - 630	l_s ± 5,50			
630 - 800	l_s ± 6,30			
800 - 1000	l_s ± 7,00			
1000 - 1250	l_s ± 8,30			
1250 - 1500	l_s ± 9,30			

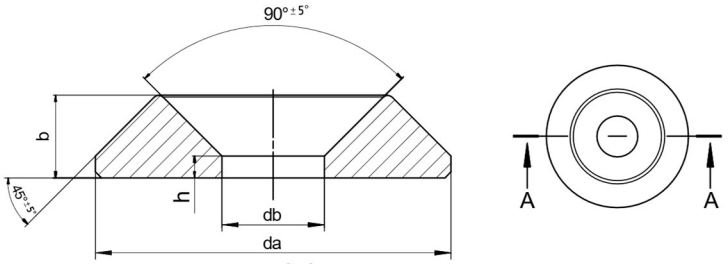
Alle Maße in [mm]

2) weitere Schraubenlängen mit $l_{s,min} \le l_s \le l_{s,max}$ und weiteren Gewindelängen $l_{gf} \ge 4xd$ bis max. Standardgewindelänge sind zulässig

PowerFull II - Unterlegscheibe

Tabelle A5.1: Unterlegscheiben - Abmessungen und Werkstoffe

Abbildung



Schnitt A-A

[1] optional

Abbildung nicht maßstäblich

Werkstoff und Beschichtung

- Kohlenstoffstahl
- Oberflächenbehandlungen: galvanisch verzinkt – gelb oder blau, galvanisch verzinkt – blau ≥12µm, Bonuszink, brüniert, vernickelt, vermessingt
- Rostfreier Stahl

Nenndurchmesser		6,0	8,0	10,0	12,0
d_a	Außendurchmesser	21,00	25,50	30,50	37,40
	Zul. Abweichung	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 0,4
d_b	Kerndurchmesser	6,70	8,70	11,20	14,00
	Zul. Abweichung	-0,4	-0,4	-0,4	± 0,4
b	Scheibenhöhe	4,70	5,20	6,20	8,50
	Zul. Abweichung	-0,4	-0,4	-0,4	± 0,3
h	Höhe Scheibenkante	1,50	1,80	2,00	2,50
	Zul. Abweichung	± 0,15	± 0,15	± 0,15	± 0,3

Alle Maße in [mm]

Beschreibung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs (informativ)

Grundwerkstoffe:
Die Schrauben werden für Verbindungen in tragenden Holzkonstruktionen zwischen Bauteilen aus Nadelholz und Laubholz gemäß Tabelle B1.1, sowie in Kombination mit Stahlplatten verwendet.
»fischer PowerFull II« Schrauben können auch als Querzugverstärkung oder Querdruckverstärkung senkrecht zur Faserrichtung (Anhänge F, G, H, I, J, K), sowie als Schubverstärkung (Anhang E) verwendet werden. Darüber hinaus dürfen »fischer PowerFull II« Schrauben auch zur Befestigung von Wärmedämmungen auf Sparren und an senkrechten Fassaden verwendet werden (Anhang L).

Stahlplatten und Holzwerkstoffplatten dürfen nur auf der Seite des Schraubenkopfs befestigt werden - außer SWP, VB, bei Verwendung einer Senkkopfschraube.

Die Mindestdicke von Holzwerkstoffplatten sollte mindestens 1,2·*d* betragen.

Tabelle B1.1: Grundwerkstoffe für den Verwendungszweck

Gruppen und Untergruppen		**Produkt**	**Abkürzung**	**hEN oder EAD**
Auf Vollholz basierend (SWB)	Konstruktions-vollholz (ST)	Vollholz (Nadelholz), nach Festigkeiten sortiert	ST-c	EN 14081-1, EN 1912
		Vollholz (Laubholz), nach Festigkeiten sortiert	ST-d	EN 14081-1, EN 1912
		Keilgezinktes Vollholz	FST	EN 15497
		Verleimtes Vollholz	GST	EN 14080
	Brettschichtholz (PL)	Brettschichtholz aus Nadelholz	GLT-c	EN 14080
		Blockverleimtes Brettschichtholz	BGLT	EN 14080
		Brettschichtholz aus Laubholz	GLT-d	EAD
		Einschichtige Massivholzplatte	SWP-P	EN 13353
	Brettsperr-holz (CL)	Brettsperrholz	CLT	EAD 130005-01-0304
		Mehrschichtige Massivholzplatte	SWP-C	EN 13353

Tabelle B2.1: Grundwerkstoffe für den Verwendungszweck (Fortsetzung von Tabelle B1.1)

Gruppen und Untergruppen			Produkt	Abkürzung	hEN oder EAD
Furnierbasis (VB)	Furnierschichtholz (LVL)	LVL-P	LVL aus parallelen Nadelholz-Furnieren	LVL-P-c	EN 14374
			LVL aus parallelen Laubholz-Furnieren	LVL-P-d	ETA
			Verleimtes LVL aus parallelen Nadelholz-Furnieren	GLVL-P-c	
			Verleimtes LVL aus parallelen Laubholz-Furnieren	GLVL-P-d	ETA
		LVL-C	LVL aus Kreuzlagen-Furnieren, Nadelholz	LVL-C-c	EN 14374
			LVL aus Kreuzlagen-Furnieren, Laubholz	LVL-C-d	
			Verleimtes LVL aus Kreuzlagen-Furnieren, Nadelholz	GLVL-C-c	
			Verleimtes LVL aus Kreuzlagen-Furnieren, Laubholz	GLVL-C-d	ETA
	PLY		Sperrholz aus Nadelholz	PLY-c	EN 13986 und EN 636
			Sperrholz aus Laubholz	PLY-d	EN 13986 und EN 636
Strang basiert (SB)			Grobspanplatten	OSB	EN 13986 und EN 300
Holz-faser-basis (WFB)			Faserplatte, hart	HB	EN 622-2
			Faserplatt, medium	MB	EN 622-3
Holz-partikel-basis (WPB)			Spanplatte, kunstharzgebunden	RPB	EN 13986 und EN 312
Gips-basis (GYB)			Gipskartonplatte	GPB	EN 520
			Gipsfaserplatte	GFB	EN 15283-2

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Bemessung:
Der Bemessung von Verbindungen sind die in Anhang C und D angegebenen charakteristischen Tragfähigkeiten der Schrauben zugrunde zu legen.
Die Bemessungstragfähigkeiten sind aus den charakteristischen Tragfähigkeiten nach EN 1995-1-1 oder einem entsprechenden nationalen Regelwerk abzuleiten. Die Schrauben sind für die Verwendung von Verbindungen unter statischer oder quasi-statischer Beanspruchung bestimmt.
Die verzinkten Schrauben eignen sich für den in Holzbauteilen, mit einer zu erwartenden Feuchtigkeit, wie in Nutzungsklassen 1 und 2 nach EN 1995-1-1 definiert.

- Bei der Montage sind die Hinweise der *fischerwerke GmbH & Co. KG* zu beachten.
- Für Verbindungen tragender Holzbauteile sind mindestens zwei Schrauben zu verwenden.
- Die Gesamtlänge l_s der Schrauben darf nicht kleiner als 80 mm und nicht größer als 1500 mm sein. Abmessungen siehe Anhang A.
- Das Verhältnis Gewindeinnen- zu Gewindeaußendurchmesser d_1/d reicht von 0,53 bis 0,75.
- Die Gewindesteigung p (Abstand zweier benachbarter Gewindeflanken) reicht von $0{,}41 \cdot d$ bis $0{,}53 \cdot d$.
- Erdbebenbemessung: Für Biegewinkel $\alpha \leq (45/d^{0,7} + 20)°$ ist kein Riss aufgetreten.

Einbau: Die Schrauben sind in Nadel- und Laubholz mit einer maximalen charakteristischen Rohdichte von 730 kg/m³ ohne Vorbohren oder nach Vorbohren (siehe Tabelle B2.1 und Tabelle B3.1) mit einem Durchmesser nicht größer als dem Gewindeinnendurchmesser über die Länge des Gewindeteils einzudrehen.

Tabelle B3.1: Empfohlener Bohrdurchmesser zum Vorbohren für Nadel- und Laubholz

Gewinde-außendurchmesser d [mm]	Bohrloch-durchmesser [mm]
6,0	4,0
8,0	5,0
10,0	6,0
12,0	7,0
14,0	8,0

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Einbau:
Empfohlene Werte für die maximale Einschraubtiefe des Gewindeteiles der »fischer PowerFull II« Schrauben aus Kohlenstoffstahl ohne Vorbohren in Holzbauteile aus Esche, Buche, Eiche oder LVL gemäß ETA-14/0354 (z.B. BauBuche) sind in nachfolgender Tabelle B3.1 angegeben. Für Nadelholz oder Holzwerkstoffprodukte aus Nadelholz gibt es keine Beschränkungen.

Tabelle B4.1: Empfohlene Einschraubtiefe in Laubholz ohne Vorbohren

Gewindeaußen-durchmesser *d* [mm]	Maximale Einschraubtiefe [mm]
6,0	80
8,0	60
10,0	Vorbohren wird empfohlen
12,0	
14,0	

Bei der Verwendung von Schrauben mit Senkkopf muss die Oberseite des Schraubenkopfes bündig mit der Oberfläche des Holzbauteils abschließen. Besonders bei Holzbauteilen mit Rohdichten über 550 kg/m³ wird empfohlen, geeignete Senker zu verwenden, um ein Abreißen der Schraubenköpfe zu vermeiden. Ein tieferes Versenken ist bei nicht vorgebohrter Anwendung nicht zulässig und soll aufgrund der Oberflächenbeschädigung und einhergehender Abminderung der Dauerhaftigkeit der Konstruktion vermieden werden. Ausgenommen sind Schrauben mit zylindrischen Kopf Geometrien, welche ebenfalls versenkt werden dürfen. Senkkopfschrauben aus Kohlenstoffstahl nach Anhang A1 und A3 können zusammen mit Unterlegscheiben nach Anhang A5 verwendet werden. Unterlegscheiben nach EN ISO 7094 können zusammen mit Unterlegscheiben nach Anhang A5 verwendet werden.

»fischer PowerFull II« Schrauben können sowohl mit Standard-Einschraubgeräten (Drehschrauber), als auch mit Rotations-Impulsschraubern (Schlagschrauber z.B. fischer FSS 18V 400 BL oder fischer FSS 18V 600) eingedreht werden. Bei Anschlüssen von Stahlblechen sind Einschraubgeräte mit Drehmomentenkontrolle, wie z.B. Drehmomentenschlüssel zu verwenden. Für die Verwendung der Schrauben in Holzwerkstoffplatten, wie Span- und Faserplatten, sind die Schrauben vorsichtig anzuziehen, um die charakteristische Tragfähigkeit zu gewährleisten.

Werden kopfseitig Metallplatten montiert, ist darauf zu achten, dass der Durchmesser der Bohrung im Stahlblech ≤ *d* + 1 [mm] sein muss. Auswirkungen der Bohrlochtoleranzen sind bei der statischen Bemessung zu berücksichtigen (lastunabhängiger Schlupf).

Außerdem ist auf die Passgenauigkeit zwischen Schraubenkopf und Metall zu achten, um Spannungsspitzen zu vermeiden. Das erfordert somit auch eine zulässige Abweichung der Einschraubrichtung von maximal ± 5° (z. B. Einschraubrichtung $\varepsilon = 90°$ zur Oberfläche bedeutet $85° \leq \alpha \leq 95°$).

Spezifizierung des Verwendungszwecks

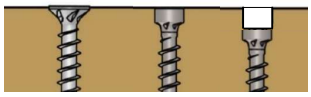
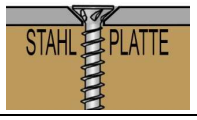
Mindestholzquerschnitt, minimale Achs- und Randabstände

Für tragende Holzbauteile sind die minimale Achs- und Randabstände für Schrauben $d \leq 8$ mm in vorgebohrten Löchern analog zu Nägeln in EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.1.2 und Tabelle 8.2 und für Schrauben $d > 8$ mm in Abschnitt 8.5 geregelt. Es ist der Gewindeaußendurchmesser d anzusetzen. Anforderungen an die Mindestdicke der Holzbauteile sind in EN 1995 Abschnitt 8.3.1.2 geregelt.

Der Abstand a_2 darf von $5 \cdot d$ auf $2{,}5 \cdot d$ reduziert werden, wenn die Bedingung $a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d^2$ erfüllt wird. Bei Holzbauteilen aus Douglasie sind die minimalen Achs- und Randabstände parallel zur Faser um mind. 50 % zu erhöhen.

Ebenso dürfen die Mindestabstände vom unbelasteten Rand senkrecht zur Faser bei Holzdicken $t < 5 \cdot d$ auf $3 \cdot d$ reduziert werden, wenn der Achsabstand in Faserrichtung und der Abstand zum Hirnholz mindestens $25 \cdot d$ betragen.

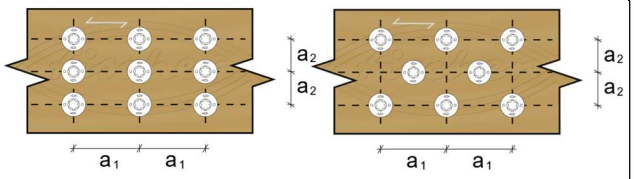
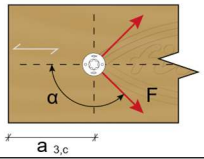
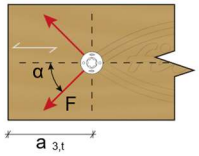
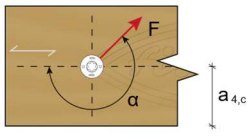
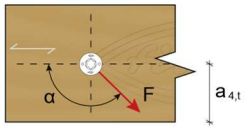
Tabelle B5.1: Kopfformen und Anwendungen mit Stahlplatten

Kopfformen	Beschreibung
	Schrauben mit Senk- und Zylinderkopf nach Anhang A1 bis A4
	Schrauben zur kopfseitigen Befestigung von Stahlplatten nach Anhang A1und A3

Abbildungen nicht maßstäblich

Tabelle B5.2: Minimale Achs- und Randabstände

Bezeichnungen für Vollholz (ST-c) und Brettschichtholz (GLT-c) aus Nadelholz

Bezeichnungen		
a_1	Achsabstand a_1 parallel zur Faserrichtung von Vollholz	
a_2	Achsabstand a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung von Vollholz	
$a_{3,c}$	Randabstand $a_{3,c}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum unbelasteten Hirnholz von Vollholz, $90° \leq \alpha \leq 270°$	
$a_{3,t}$	Randabstand $a_{3,t}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum belasteten Hirnholz von Vollholz, $-90° \leq \alpha \leq 90°$	
$a_{4,c}$	Randabstand $a_{4,c}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis unbelasteten Seitenholz von Vollholz, $180° \leq \alpha \leq 360°$	
$a_{4,t}$	Randabstand $a_{4,t}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis belasteten Seitenholz von Vollholz, $0° < \alpha < 180°$	

Abbildungen nicht maßstäblich

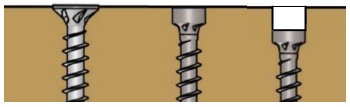
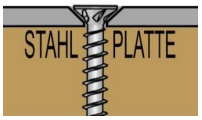
Spezifizierung des Verwendungszwecks

Mindestholzquerschnitt, minimale Achs- und Randabstände
Vollholz (ST-c, FST, und GST) und Brettschichtholz (GLT-c, BGLT)

Rechtwinklig beanspruchte Schrauben

Die empfohlenen minimalen Achs- und Randabstände für rechtwinklig beanspruchte »fischer PowerFull II« Schrauben in nicht vorgebohrten Bauteilen aus Vollholz (ST-c, FST, GST), Brettschichtholz (GLT-c, BGLT) oder ähnlichen verleimten Produkten mit einer Mindestdicke $t = 12 \cdot d$ und einer Mindestbreite von $8 \cdot d$ oder 60 mm, der jeweils größere Wert ist anzusetzen, sind nach Tabelle B6.1 auszuwählen.

Tabelle B6.1: Rechtwinklig beanspruchte Schrauben: für Vollholz- und Brettschichtholzprodukte einer maximalen Rohdichte von 480 kg/m³ ohne Vorbohrung.

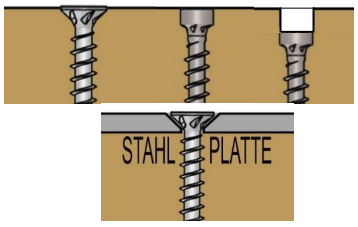
Kopfformen und Anwendungen (siehe Tabelle B5.1)	Vollholz und Brettschichtholz (ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT)					
	Mindest- Achs- und Randabstände					
	a_1	a_2	$a_{3,c}$	$a_{3,t}$	$a_{4,c}$	$a_{4,t}$
	$5 \cdot (1+\lvert\cos\alpha\rvert) \cdot d$	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$(7+5 \cdot \cos\alpha) \cdot d$	$5 \cdot d$	$(5+2 \cdot \sin\alpha) \cdot d$
	$3{,}5 \cdot (1+\lvert\cos\alpha\rvert) \cdot d$	$3{,}5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$(5+5 \cdot \cos\alpha) \cdot d$	$5 \cdot d$	$(5+2 \cdot \sin\alpha) \cdot d$

Abbildungen nicht maßstäblich

Axial beanspruchte Schrauben ohne Bohrspitze (nach Anhang A1, A2)

Die empfohlenen minimalen Achs- und Randabstände für ausschließlich axial beanspruchte »fischer PowerFull II« Schrauben ohne Bohrspitze (vgl. Anhang A1 und A2), in nicht vorgebohrten Bauteilen aus Vollholz (ST-c, FST und GST), Brettschichtholz (GLT-c) oder ähnlichen verleimten Produkten mit einer Mindestdicke $t = 10 \cdot d$ und einer Mindestbreite von $8 \cdot d$ oder 60 mm, der jeweils größere Wert ist anzusetzen, sind in Tabelle B6.2 aufgeführt.

Tabelle B6.2: Axial beanspruchte Schrauben ohne Bohrspitze: Minimale Achs- und Randabstände für Vollholz- und Brettschichtholzprodukte einer maximalen Rohdichte von 480 kg/m³ ohne Vorbohrung.

Kopfformen und Anwendungen (siehe Tabelle B5.1)	Vollholz und Brettschichtholz (ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT)			
	Mindest- Achs- und Randabstände			
	a_1	a_2	$a_{1,CG}$	$a_{4,c}$
	$5 \cdot d$	$5 \cdot d$	$10 \cdot d$	$4 \cdot d$

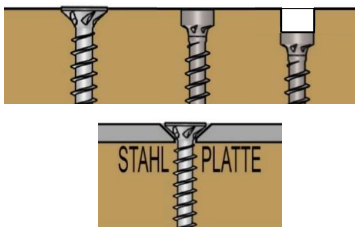
Abbildungen nicht maßstäblich

Spezifizierung des Verwendungszecks

Mindestholzquerschnitt, minimale Achs- und Randabstände
Vollholz (ST-c, FST, und GST) und Brettschichtholz (GLT-c, BGLT)

Axial beanspruchte Schrauben mit Bohrspitze (Anhang A3, A4)
Die empfohlenen minimalen Achs- und Randabstände für ausschließlich axial beanspruchte »fischer PowerFull II« Schrauben mit selbstbohrender Bohrspitze (vgl. Anhang A3, A4) in nicht vorgebohrten Bauteilen aus Vollholz (ST-c, FST und GST), Brettschichtholz (GLT-c) oder ähnlichen verleimten Produkten mit einer Mindestdicke $t = 10 \cdot d$ und einer Mindestbreite von $8 \cdot d$ oder 60 mm, der jeweils größere Wert ist anzusetzen, sind in Tabelle B7.1 aufgeführt.

Tabelle B7.1: Axial beanspruchte Schrauben mit Bohrspitze: Minimale Achs- und Randabstände für Vollholz- und Brettschichtholzprodukte einer maximalen Rohdichte von 480 kg/m³ ohne Vorbohrung, dargestellt in Anhang A3, A4.

Kopfformen und Anwendungen (siehe Tabelle B5.1)	Vollholz und Brettschichtholz (ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT)			
	Mindest- Achs- und Randabstände			
	a_1	a_2	$a_{3,c}$	$a_{4,c}$
	$5 \cdot d$	$5 \cdot d$	$5 \cdot d$	$3 \cdot d$

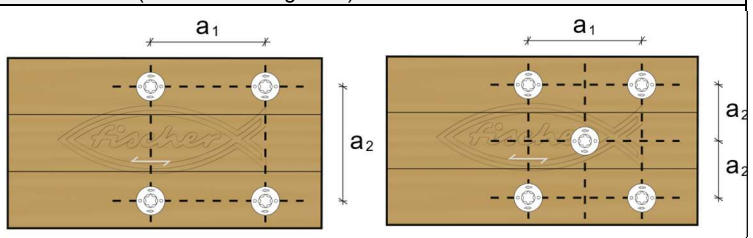
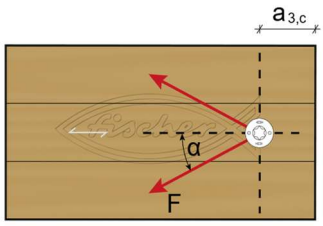
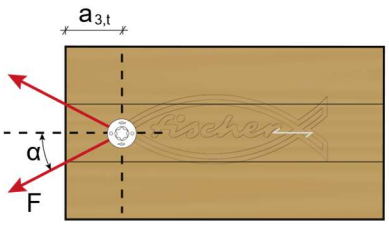
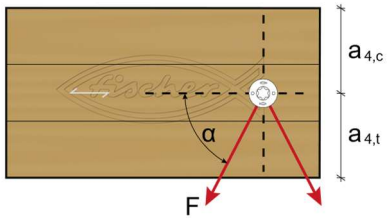
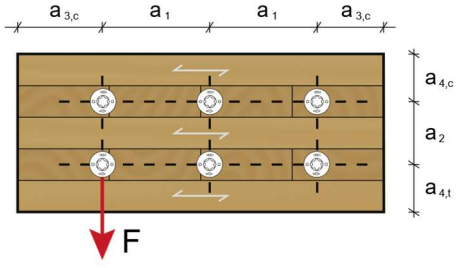
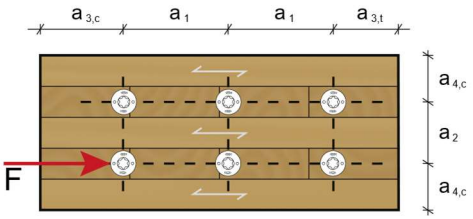
Abbildungen nicht maßstäblich

Anmerkung: Bei gekreuzt angeordneten Schraubenpaaren sollte der Mindestabstand zwischen den sich kreuzenden Schrauben mindestens $1{,}5 \cdot d$ betragen.

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Mindestholzquerschnitt, minimale Achs- und Randabstände
Brettsperrholz (CLT)

Tabelle B8.1: Mindestabstände, Bezeichnungen für Brettsperrholz

Bezeichnungen für Anwendungen in der Seitenfläche (siehe Abbildung D6.1)		
a_1	Achsabstand a_1 parallel zur Plattenebene von Brettsperrholz	
a_2	Achsabstand a_2 rechtwinklig zur Plattenebene von Brettsperrholz	
$a_{3,c}$	Randabstand $a_{3,c}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum unbelasteten Rand in Plattenrichtung der CLT-Platte	
$a_{3,t}$	Randabstand $a_{3,t}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum belasteten Rand in Plattenrichtung der CLT-Platte	
$a_{4,c}$	Randabstand $a_{4,c}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum unbelasteten Rand senkrecht zur Plattenrichtung der CLT-Platte	
$a_{4,t}$	Randabstand $a_{4,t}$ von der Mitte des Schraubenteils im Holz bis zum belasteten Rand senkrecht zur Plattenrichtung der CLT-Platte	
Bezeichnungen für Anwendungen in der Schmalfläche (siehe Abbildung D6.1)		
		

Abbildungen nicht maßstäblich

Spezifizierung des Verwendungszwecks

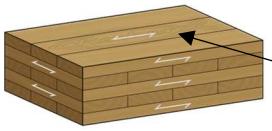
Mindestholzquerschnitt, minimale Achs- und Randabstände
Brettsperrholz (CLT)

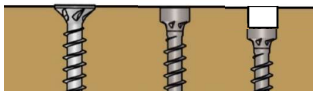
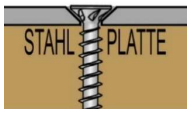
Rechtwinklig und axial beanspruchte Schrauben:

Sofern in der technischen Spezifikation (ETA oder hEN) für Brettsperrholz nicht anders angegeben, dürfen die minimalen Achs- und Randabstände für Schrauben in der Seitenfläche von Brettsperrholz-Bauteilen mit einer Mindestdicke $t = 10 \cdot d$ gemäß Tabelle B9.1 und Tabelle B9.2 angenommen werden.

Tabelle B9.1: Minimale Achs- und Randabständein an der Seitenfläche von Brettsperrholz

Brettsperrholz, Schrauben in der Seitenfläche



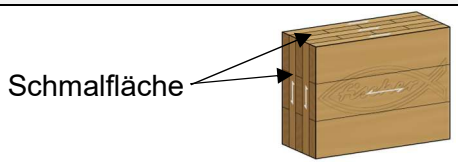
Kopfformen und Anwendungen (siehe Tabelle B5.1)	Mindest- Achs- und Randabstände					
	a_1	a_2	$a_{3,c}$	$a_{3,t}$	$a_{4,c}$	$a_{4,t}$
	$4 \cdot d$	$2{,}5 \cdot d$	$6 \cdot d$	$6 \cdot d$	$2{,}5 \cdot d$	$6 \cdot d$
	$3 \cdot d$	$2{,}0 \cdot d$	$6 \cdot d$	$5 \cdot d$	$2{,}5 \cdot d$	$6 \cdot d$

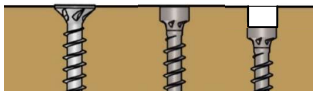
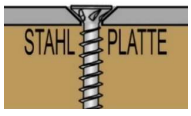
Abbildungen nicht maßstäblich

Sofern in der technischen Spezifikation (ETA oder hEN) für Brettsperrholz nicht anders angegeben, dürfen die minimalen Achs- und Randabstände für Schrauben in der Schmalfläche von Brettsperrholz-bauteilen mit einer Mindestdicke $t = 10 \cdot d$ und einer Mindesteindringtiefe senkrecht zur Schmalfläche von $10 \cdot d$ gemäß Tabelle B9.2 angesetzt werden.

Tabelle B9.2: Minimale Achs- und Randabständein der Schmalfläche von Brettsperrholz

Brettsperrholz, Schrauben in der Schmalfläche



Kopfformen und Anwendungen (siehe Tabelle B5.1)	Mindest- Achs- und Randabstände					
	a_1	a_2	$a_{3,c}$	$a_{3,t}$	$a_{4,c}$	$a_{4,t}$
	$10 \cdot d$	$3 \cdot d$	$7 \cdot d$	$12 \cdot d$	$5 \cdot d$	$5 \cdot d$
	$7 \cdot d$	$3 \cdot d$	$7 \cdot d$	$12 \cdot d$	$5 \cdot d$	$5 \cdot d$

Abbildungen nicht maßstäblich

Leistung des Produkts und Verweis auf die Bewertungsverfahren

Leistung von PowerFull II Schrauben (Einzelprodukt)

Tabelle C1.1: Charakteristische Werte der Tragfähigkeiten der Schrauben

Gewinde-Außendurchmesser	**d**	**[mm]**	**6,0**	**8,0**	**10,0**	**12,0**	**14,0**
Charakteristische Festigkeitswerte							
Zugtragfähigkeit [1)]	$f_{tens,k}$	[kN]	12,80	26,40	37,80	36,00	55,00
Bruchdrehmoment [1)]	$f_{tor,k}$	[Nm]	10	28	39	58	102
Fließmoment [1)]	$M_{y,Rk}$	[Nmm]	12.450	30.200	48.000	42.000	68.000
Streckgrenze [1)]	$f_{y,k}$	[N/mm²]	1050			900	
Charakteristische Steifigkeitswerte							
Elastizitätsmodul	E_s	[N/mm²]	210.000				
Bewertete Leistungen							
Biegewinkel [1)]		[°]	Kein Bruch konnte festgestellt werden bis zu einem Biegewinkel von $\alpha \leq 45°/d^{0,7}+20°$				
Sicherheitsbeiwert Eindrehmoment [1)]		[-]	Verhältnis charakteristisches Bruchdrehmoment zum Mittelwert des Eindrehmomentes: $f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1,5$ *Anmerkung: Referenz Holz Rohdichte 480 kg/m³*				
[1)] Die Produktbewertung erfolgte nach EAD 130118-01-0603							

Hinweis: Die Abreißfestigkeit des Schraubenkopfes ist größer als die Zugfestigkeit der Schraube

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1 Mechanische Beanspruchbarkeit und Stabilität

Die Tragfähigkeiten der »fischer PowerFull II« Schrauben gelten für die im Anhang B1 und B2 genannten Holzwerkstoffe, wenn auch nachstehend nur der Begriff »*Holz*« verwendet wird. Sofern zutreffend, müssen Europäische Technische Bewertungen für tragende Bauteile oder Holzwerkstoffplatten berücksichtigt werden.

Die charakteristischen Werte der Beanspruchbarkeit rechtwinklig und parallel zur Schraubenachse der »fischer PowerFull II« Schrauben sind in Übereinstimmung zu den Bestimmungen nach EN 1995-1-1 (Eurocode 5) oder entsprechenden nationalen Richtlinien für die Bemessungen zu verwenden.

Gegebenenfalls sind ETAs für tragende Bauteile oder Holzwerkstoffplatten zu berücksichtigen.

Für Schrauben, welche unter einem Winkel von $\varepsilon \leq 15°$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung eingedreht werden (vgl. Abbildung D2.1), hat die eingedrehte Gewindelänge (inklusive der Schraubenspitze) nachfolgende Gleichung (1) zu erfüllen.

$$l_{ef} = \min \begin{cases} \dfrac{4 \cdot d}{\sin \varepsilon} \\ 20 \cdot d \end{cases} \qquad (1)$$

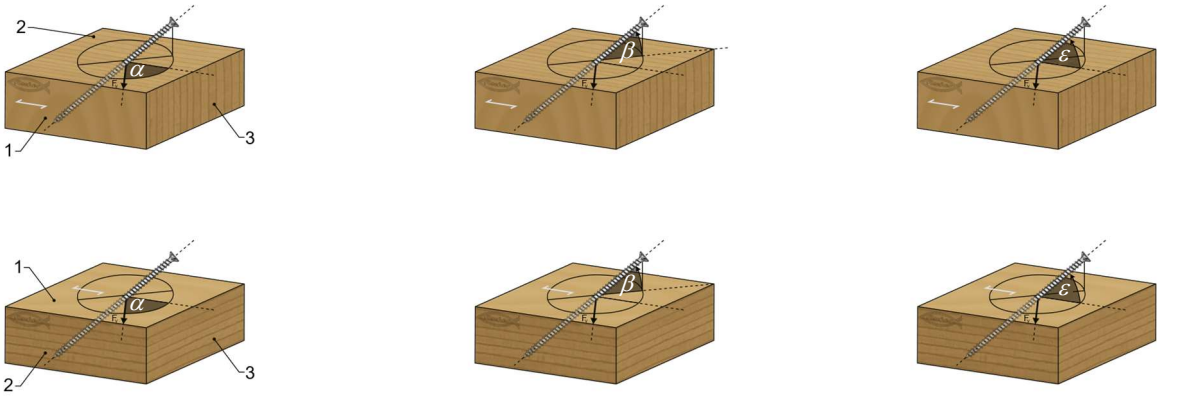
Für Schrauben, welche unter einem Winkel von $15° < \varepsilon \leq 90°$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung eingedreht werden, muss die eingedrehte Gewindelänge mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d$ betragen. Bei der Befestigung von Sparren oder ähnlichen Bauteilen muss die spitzenseitige Eindringtiefe der Schrauben mindestens 40 mm (d.h. $l_{ef} \geq 40$ mm) betragen.

Eine Abminderung der Holzquerschnitte durch »fischer PowerFull II Schrauben ist entsprechend den Angaben nach EN 1995-1-1, Abschnitt 5.2 zu berücksichtigen.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.1 Tragfähigkeit rechtwinklig zur Schraubenachse $F_{v,Rk}$

Die charakteristische Tragfähigkeit rechtwinklig zur Schraubenachse von »fischer PowerFull II« Schrauben soll gemäß den Angaben der EN 1995-1-1 berechnet werden. Der Seileffekt darf berücksichtigt werden, solange die Schraube nur eine rechtwinklig Beanspruchung erfährt (keine axial wirkende Kraft). Für die Berechnung der Tragfähigkeiten sind die nachfolgenden Parameter zu berücksichtigen. Abbildung D2.1 definiert, wie die notwendigen Winkel zwischen Faserrichtung und die Richtung α der einwirkenden Last, zwischen der Oberfläche und Schraubenachse β, sowie zwischen Schraubenachse und Faserrichtung ε *zu* berücksichtigen sind.



(1)	Seitenfläche	α	Winkel zwischen Faserrichtung und Richtung der einwirkenden Last [°]
(2)	Seitenholz	β	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzoberfläche [°]
(3)	Hirnholz	ε	Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [°]

Abbildung D2.1: Bezeichnungen der Winkel in SWB, LVL, SB und WFB (Abbildungen nicht maßstäblich)

1.1.1 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\varepsilon,k}$ bei Anwendung in Vollholz (ST-c, FST und GST, BGLT) und Brettschichtholz (GLT-c)

Die Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben in vorgebohrten Löchern mit einem Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung, $0° \le \varepsilon \le 90°$ kann mit Hilfe der Gleichung (2) und für die nicht vorgebohrte Anwendung mit Hilfe der Gleichung (3) berechnet werden.

$$f_{h,\varepsilon,k} = \frac{0{,}019 \cdot \rho_k^{1{,}24} \cdot d^{-0{,}3}}{2{,}5 \cdot \cos^2 \varepsilon + \sin^2 \varepsilon} \quad (2)$$

$$f_{h,\varepsilon,k} = \frac{0{,}082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0{,}01 \cdot d)}{2{,}5 \cdot \cos^2 \varepsilon + \sin^2 \varepsilon} \quad (3)$$

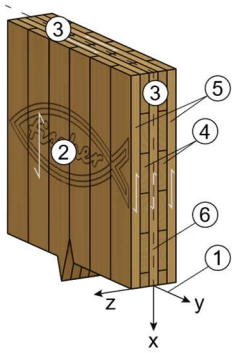
Hinweis: Schrauben parallel zur Hirnholzrichtung, die senkrecht zur Schraubenachse beansprucht werden, sind nur für kurzzeitige Beanspruchungen zulässig.

Gegenüber der ETA-12/0073, ETA-19/0175 und EN 1995-1-1 wurde Gleichung (2) zur Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit dahingehend modifiziert, dass anstelle des Winkels α der Winkel ε zu verwenden ist (vgl. Abbildung D2.1). Es ist ebenso möglich, die angegebenen Gleichungen und die erwähnten Dokumente zu verwenden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.1.2 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$ bei Anwendung in Brettsperrholz (CLT)

Sofern keine anderen technischen Regelungen (ETA) für Brettsperrholz (CLT) vorliegen, ist die Lochleibungsfestigkeit wie nachfolgend dargestellt, zu berechnen. Jedoch gelten diese Regelungen nur für Schrauben ab einem Durchmesser d von mindestens 6 mm, andernfalls sind mögliche Auswirkungen aufgrund von Lücken zwischen den einzelnen Lamellen zu berücksichtigen.



(1) Elementebene
(2) Seitenfläche
(3) Schmalfläche (Stirnfläche)
(4) Innere Lagen (innere Lamellen)
(5) Decklagen (äußere Lamellen)
(6) Mittellagen (mittlere Lamellen)

Abbildung D3.1: Bezeichnungen CLT-Elemente (Abbildungen nicht maßstäblich)

Schrauben in der Seitenfläche

Die Lochleibungsfestigkeit von Schrauben in der Seitenfläche von CLT-Elementen kann wie für Vollholz gemäß Gleichung (2) unter Berücksichtigung der charakteristischen Rohdichte der Decklagen angenommen werden.

Schrauben in der Schmalfläche

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in der Schmalfläche von CLT-Elementen ist nach Gleichung (4) zu bestimmen.

$$f_{h,k} = 20 \cdot d^{-0,5} \tag{4}$$

1.1.3 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,\beta,\varepsilon,k}$ bei Anwendung in Furnierschichtholz aus Nadelholz (LVL-c)

Die Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben mit $d \leq 12$ mm unter einem Winkel ε zwischen Schraubenachse und Faserrichtung und einem Winkel β zwischen Schraubenachse und Oberfläche des LVL kann mit Gleichung (5) für nicht vorgebohrte Anwendungen bestimmt werden.

$$f_{h,\beta,\varepsilon,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3}}{(\sin^2\beta + k_2 \cdot \cos^2\beta) \cdot (\sin^2\varepsilon + 2,5 \cdot \cos^2\varepsilon)} \tag{5}$$

und für vorgebohrte Löcher

$$f_{h,\beta,\varepsilon,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,01 \cdot d)}{(\sin^2\beta + k_2 \cdot \cos^2\beta) \cdot (\sin^2\varepsilon + 2,5 \cdot \cos^2\varepsilon)} \tag{6}$$

Mit

$$k_2 = \begin{cases} 1 & \text{für LVL-P} \\ \min \begin{cases} d/(d-2) \\ 3 \end{cases} & \text{für LVL-C} \end{cases} \tag{7}$$

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Die Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben mit d > 12 mm kann mit Hilfe von Gleichung (8) für vorgebohrte Löcher bestimmt werden.

$$f_{h,\alpha,\beta,\varepsilon,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,01 \cdot d)}{(k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \cdot (\sin^2 \beta + k_3 \cdot \cos^2 \beta) \cdot (\sin^2 \varepsilon + 2,5 \cdot \cos^2 \varepsilon)} \tag{8}$$

Mit

$$k_{90} = 1,15 + 0,015 \cdot d$$

$$k_3 = \max \begin{cases} d/(d-2) \\ 1,15 \end{cases} \tag{9}$$

Hinweis: *Für α > 45° ist der Winkel α mit 45°anzusetzen.*

1.1.4 Lochleibungsfestigeit $f_{h,\alpha,\beta,k}$ bei Anwendung in Furnierschichtholz aus Laubholz LVL-d (gemäß ETA-14/0354)

Die Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben mit einem Winkel zwischen Last- und Faserrichtung, 0° ≤ α ≤ 90° kann mit Hilfe von Gleichung (10) berechnet werden. Schrauben mit d > 8 mm sollten vorgebohrt werden.

$$f_{h,\alpha,\beta,k} = \frac{f_{h,k}}{(k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \cdot (\sin^2 \beta + k_1 \cdot \cos^2 \beta)} \tag{10}$$

Mit

$$k_{90} = 0,5 + 0,024 \cdot d$$

$$k_1 = \begin{cases} 1,2 & \text{für LVL-P in Laubholz} \\ \min \begin{cases} d/(d-2) \\ 3 \end{cases} & \text{für LVL-C in Laubholz} \end{cases} \tag{11}$$

Dabei ist

d	Nenndurchmesser der Schraube [mm]
$f_{h,\alpha,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigeit für Schrauben d > 12 mm in LVL-c [N/mm²]
$f_{h,\beta,\varepsilon,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigeit für Schrauben d ≤ 12 mm in LVL-c [N/mm²]
$f_{h,\varepsilon,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigeit für Schrauben d ≤ 12 mm in ST-c, FST, GLT, BGLT [N/mm²]
$f_{h,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigeit nach Tabelle D5.1 [N/mm²]
k_{90}	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses aus dem Schraubendurchmesser [-]
k_1, k_2, k_3	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses von Durchmesser und Material [-]
α	Winkel zwischen Faserrichtung und Richtung der einwirkenden Last [°]
β	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzoberfläche [°]
ε	Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [°]
ρ_k	Charakteristische Rohdichte des Holzwerkstoffelements [kg/m³]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.1.5 Lochleibungsfestigeit $f_{h,k}$ bei Anwendung in Grobspanplatten (OSB), Sperrholz (PLY), Faserplatten (HB, MB, SB), Spanplatten (RPB)

Sofern nicht anders angegeben, kann die charakteristische Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben ohne Vorbohrung unter einem Winkel von $\beta = 90°$ zur Seitenfläche mit Hilfe der nachfolgenden Tabelle D5.1 bestimmt werden.

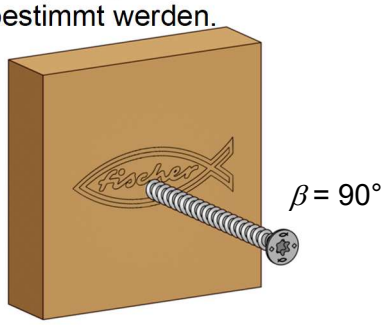


Abbildung D5.1: Schraubenanordnung in der Seitenfläche von WBP (Abbildungen nicht maßstäblich)

Tabelle D5.1: Charakteristische Lochleibungsfestigkeiten in der Seitenfläche von OSB, HB, MB, SB und RPB

Gewindeaußen-durchmesser [mm]	**d**	**6,0**	**8,0**	**10,0**	**12,0**	**14,0**
Werkstoff	**Lochleibungsfestigkeit in der Seitenfläche [N/mm²]**					
OSB t > 8 mm (EN 300)	$f_{h,k}$=	$48 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,1}$				
EGGER OSB 4 TOP vorgebohrt t > 10 mm, (EN 13986)	$f_{h,k}$=	$50 \cdot d^{-0,6} t^{0,2}$				
EGGER OSB 4 TOP nicht vorgebohrt t >10 mm, (EN 13986)	$f_{h,k}$=	$65 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,1}$				
Sperrholz PLY t > 8 mm (EN 314-2)	$f_{h,k}$=	$65 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,1}$				
Faserplatten hart (HB) t > 8 mm (EN 622-2)	$f_{h,k}$=	$30 \cdot d^{-0,3} \cdot t^{0,6}$				
Faserplatten medium (MB) t > 8 mm (EN 622-3)	$f_{h,k}$=	$28 \cdot d^{-0,6} \cdot t^{0,6}$				
Faserplatten weich (SB) 150 ≤ ρ_k ≤ 300 kg/m³ 18 mm ≤ t ≤ 60 mm	$f_{h,k}$=	$4 \cdot 10^{-4} \cdot t \cdot \rho_k^{1,2}$				
Faserplatten weich (SB) ρ_k < 150 kg/m³	$f_{h,k}$=	$15 \cdot 10^{-5} \cdot d^{-075} \cdot \rho_k^{2}$				
Spanplatten (RPB) t > 8 mm (EN 312)	$f_{h,k}$=	$50 \cdot d^{-0,6} \cdot t^{0,2}$				

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.1.6 Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$ bei Anwendung in Kombination mit vorgebohrten Stahlblechen

Die charakteristische Lochleibungsfestigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben in Stahlblechen kann wie folgt angenommen werden.

$$f_{h,k} = k_{pl} \cdot 600 \text{ [N/mm²]} \quad (12)$$

mit

k_{pl}=0,5 für das Verhältnis d / t ≤ 0,5 für außen liegende Stahlbleche
k_{pl}=1,0 für das Verhältnis d / t > 1,0 für außen liegende Stahlbleche
Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

Hinweis: 600 N/mm² sind für Stahl zu verwenden und können für andere Materialien abweichen. Die Metallplatte ist nach dem entsprechenden Eurocode (z. B. EN 1993-1-1, EN 1993-1-8) nachzuweisen.

1.1.7 Wirksame Anzahl rechtwinklig beanspruchter Schrauben je Reihe n_{ef}

Für rechtwinklig beanspruchte Schrauben sind die Festlegungen für Verbindungsmittelgruppen nach EN 1995-1-1, Abschnitt 8.3.1.1 beziehungsweise 8.5.1.1, anzuwenden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.2 Axiale Beanspruchbarkeit der Schrauben unter Zugbelastung $F_{ax,t,Rd}$

Der Bemessungswert der axialen Zugbeanspruchbarkeit $F_{ax,t,Rd}$ für eine Gruppe axial beanspruchter Schrauben wird durch den Kopfdurchziehwiderstand, den Ausziehwiderstand im Holzbauteil und die reine Zugfestigkeit der Schraube bestimmt und wie nachfolgend dargestellt, berechnet.

$$F_{ax,t,Rd} = \min \begin{cases} n_{ef} \cdot F_{ax,t,Rd,1} \\ n \cdot F_{ax,t,Rd,2} \end{cases} \quad (13)$$

Mit

$$F_{ax,t,Rd,1} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot \min \begin{cases} \text{Kopfseite: } \max\left\{F_{head,Rk}; F_{ax,\alpha,Rk}\right\} \\ \text{Spitzenseite: } F_{ax,\alpha,Rk} \end{cases} \quad (14)$$

Und

$$F_{ax,t,Rd,2} = \frac{f_{tens,k}}{\gamma_{M,2}} \quad (15)$$

Dabei ist

k_{mod}	Modifikationsbeiwert, siehe auch EN 1995-1-1 [-]
n	Anzahl an Schrauben in einer Verbindung [-]
n_{ef}	Wirksame Anzahl an Schrauben in einer Verbindung [-]
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert Schrauben, siehe EN 1995-1-1; Anm.*: Empfohlener Wert γ_M=1,30*
$F_{head,Rk}$	Charakteristischer Kopfdurchziehwiderstand nach Anhang D15 [N]
$F_{ax,\alpha,Rk}$	Charakteristischer Ausziehwiderstand nach Anhang D10, D11, D12, D13 [N]
$F_{ax,t,Rd}$	Bemessungswert der axialen Zugbeanspruchbarkeit [N]
$F_{ax,t,Rd,1}$	Bemessungswert des Ausziehwiderstandes der Schraube im Holzbauteil [N]
$F_{ax,t,Rd,2}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit der Schraube [N]
$f_{tens,k}$	Charakteristische Zugtragfähigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben, siehe Tabelle C1.1 [N], *Hinweis: Die Werte in Tabelle C1.1 sind in [kN] gegeben*
$\gamma_{M,2}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Tragfähigkeit von Querschnitten metallischer Verbindungsmittel unter Zug bis zum Bruch, siehe EN 1993-1-8; Anm.*: Empfohlener Wert $\gamma_{M,2}$=1,25*

1.2.1 Ausziehwiderstand $F_{ax,\alpha,Rk}$ bei Anwendung in Vollholz (ST-c, FST und GST) und Brettschichtholz (GLT-c)

In Vollholz (ST-c) und Brettschichtholz aus Nadelholz (GLT-c) ist der charakteristische Ausziehwiderstand von »fischer PowerFull II« Schrauben, unter einem Winkel von $0° \le \alpha \le 90°$ für selbstbohrende Schrauben ohne Bohrspitzen (siehe Anhang A1, A2) oder $30° \le \alpha \le 90°$ für selbstbohrende Schrauben mit Bohrspitze (siehe Anhang A3, A4) gemäß Gleichung (16) oder (17) zu bestimmen.

$$F_{ax,\alpha,Rk} = k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0,8} \quad (16)$$

$$F_{ax,\alpha,Rk} = k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_g \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0,8} \quad (17)$$

Mit

$$k_{ax} = \min \begin{cases} 0,3 + (0,7 \cdot \alpha)/45° \\ 1,00 \end{cases} \quad (18)$$

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Für Schrauben, welche unter einem Winkel von $\alpha \leq 15°$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung eingedreht werden (vgl. Abbildung D2.1), hat die eingedrehte Gewindelänge (inklusive der Schraubenspitze) nachfolgende Gleichung (19) zu erfüllen.

$$l_{ef} = \min \begin{cases} \frac{4 \cdot d}{\sin \alpha} \\ 20 \cdot d \end{cases} \quad (19)$$

Für Schrauben, welche unter einem Winkel von $15° < \alpha \leq 90°$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung eingedreht werden, muss die eingedrehte Gewindelänge mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d$ betragen. Bei der Befestigung von Sparren oder ähnlichen Bauteilen muss die spitzenseitige Einschraubtiefe mindestens 40 mm (d.h. $l_{ef} \geq 40$ mm) betragen.

1.2.2 Ausziehwiderstand $F_{ax,\alpha,Rk}$ bei Anwendung in Vollholz (ST-d, GLT-d) Furnierschichtholz (LVL-d) gemäß ETA-14/0354

Der charakteristische Ausziehwiderstand von »fischer PowerFull II« Schrauben unter einem Winkel von $0° \leq \alpha \leq 90°$ in Vollholz (ST-d) und Furnierschichtholz aus Laubholz (LVL-d) gemäß ETA-14/0354 ist nach Gleichung (20) oder (21) zu berechnen.

$$F_{ax,\alpha,Rk} = k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{730} \right)^{0,8} \quad (20)$$

$$F_{ax,\alpha,Rk} = k_{ax} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_g \cdot \left(\frac{\rho_k}{730} \right)^{0,8} \quad (21)$$

Mit

$$k_{ax} = \min \begin{cases} 0,3 + (0,7 \cdot \alpha) / 45° \\ 1,00 \end{cases} \quad (22)$$

Die Einschraubtiefe in Laubholz muss mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d$ betragen.

Dabei ist

d	Nenndurchmesser der Schraube [mm]
$f_{ax,k}$	Charakteristischer Ausziehparameter, siehe Tabelle D9.1 und D9.2 [N/mm²]
k_{ax}	Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses des Winkels zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [-]
l_{ef}	Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube, einschließlich Schraubenkopf und/oder der Schraubenspitze [mm]
l_g	$l_g = l_{ef} - l_t$ [mm] Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube mit d = const. Werte für l_t siehe Anhänge A; l_t …Länge der Schraubenspitze [mm]
n_{ef}	Wirksame Anzahl der Schrauben, siehe Anhang D11 [-]
$F_{ax,\alpha,Rk}$	Charakteristischer Ausziehwiderstand der Schraube unter einem Winkel α zur Faserrichtung [N]
α	Winkel zwischen Faserrichtung und Schraubenachse [°]
ρ_k	Charakteristische Rohdichte des Vollholz-/Holzwerkstoffbauteils [kg/m³]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Tabelle D9.1: Charakteristischer Wert des Ausziehparameters in Vollholz aus Nadelholz und Furnierschichtholz gemäß ETA-14/0354, bezogen auf l_{ef}

Nenndurchmesser *d*, mit / ohne Bohrspitze [mm] Werte bezogen auf die effektive Länge l_{ef}, siehe Gleichungen (16) und (21)			**6,0**	**8,0**	**10,0**	**12,0**	**14,0**
Werkstoff	**Abkürzung**	**Parameter**	**Ausziehparameter [N/mm²]**				
Vollholz Brettschichtholz	*ST-c, ST-d, GL-d FST, GST, GLT-c, GLT-d, BGLT*	$f_{ax,k}$	12,6	11,8	11,2	10,0	9,5
Brettsperrholz in der Seitenfläche	*CLT*	$f_{ax,k}$	12,6	11,8	11,2	10,0	9,5
LVL gemäß ETA-14/0354	*LVL-d*	$f_{ax,90\|90,k}$	33,5	25,9	23,6	-	-
		$f_{ax,90\|00,k}$	31,0	30,0	24,3	-	-
		$f_{ax,00\|00,k}$	22,0	21,7	20,5	-	-

Hinweis: *In den Gleichungen (20) und (21) sind für den Parameter $f_{ax,k}$ je nach Einschraubrichtung die Werte $f_{ax,90|90}$, $f_{ax,90|00}$ oder $f_{ax,00|00}$ zu verwenden.*

Tabelle D9.2: Charakteristischer Wert des Ausziehparameters in Vollholz aus Nadelholz und Furnierschichtholz gemäß ETA-14/0354, bezogen auf l_g

Nenndurchmesser *d*, mit / ohne Bohrspitze [mm] Werte bezogen auf die Länge mit konst. Durchmesser l_g, siehe Gleichungen (17) und (21)			**6,0**	**8,0**	**10,0**	**12,0**	**14,0**
Werkstoff	**Abkürzung**	**Parameter**	**Ausziehparameter [N/mm²]**				
Vollholz Brettschichtholz	*ST-c, FST, GST, GLT-c, BGLT*	$f_{ax,k}$	20,0	16,0	13,6	-	-
Brettsperrholz in der Seitenfläche	*CLT*	$f_{ax,k}$	20,0	16,0	13,6	-	-
LVL gemäß ETA-14/0354	*LVL-d*	$f_{ax,90\|90,k}$	48,0	38,8	30,5	-	-
		$f_{ax,90\|00,k}$	44,6	36,0	31,6	-	-
		$f_{ax,00\|00,k}$	31,6	31,9	30,6	-	-

Hinweis: In den Gleichungen (20) und (21) sind für den Parameter $f_{ax,k}$ je nach Einschraubrichtung die Werte $f_{ax,90|90}$, $f_{ax,90|00}$ oder $f_{ax,00|00}$ zu verwenden.

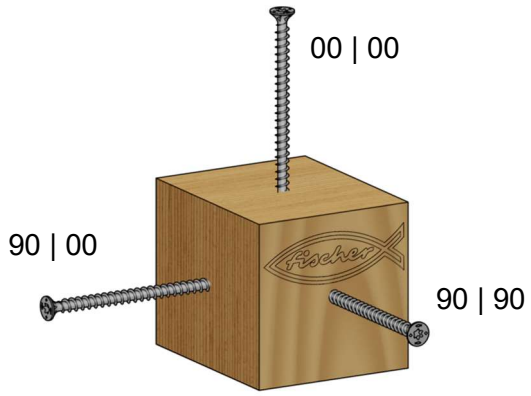


Abbildung D9.1: fischer PowerFull II in LVL-d (Abbildungen nicht maßstäblich)

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.2.3 Ausziehwiderstand $F_{ax,Rk}$ bei Anwendung in Brettsperrholz (CLT)

Sofern keine anderen technischen Regelungen (ETA oder hEN) für Brettsperrholz (CLT) vorliegen, ist die Ausziehfestigkeit wie nachfolgend dargestellt zu berechnen.

Schrauben in der Seitenfläche

Der Ausziehwiderstand für Schrauben mit $d \geq 6$ mm in der Seitenfläche von CLT-c -Elementen ist wie für Vollholz nach Gleichung (16) auf Basis einer charakteristischen Rohdichte nach Gleichung (23) anzunehmen, sofern keine anderen Spezifikationen vorliegen. Gegebenenfalls sind Lücken zwischen den einzelnen Lamellen zu berücksichtigen.

$$\rho_k = 1{,}1 \cdot \rho_{lay,k} \tag{23}$$

Dabei ist

ρ_{lk} Charakteristische Rohdichte für die Berechnung in Gleichung (16) [kg/m³]

$\rho_{lay,k}$ Wert der geringsten charakteristischen Rohdichte der Lamellen in einer Schicht des CLT-c -Elements [kg/m³]

Schrauben in der Schmalfläche

Der Ausziehwiderstand für Schrauben in der Schmalseite von CLT-Elementen ist gemäß Gleichung anzunehmen (24).

$$F_{ax,Rk} = 20 \cdot d^{0,8} \cdot {l_{ef}}^{0,9} \tag{24}$$

Wenn möglich, sind die Schrauben in der Schmalseite senkrecht zur Faserrichtung der Lamelle einzuschrauben. Um unerwünschte Auswirkungen durch Verschraubungen rein parallel zur Faserrichtung und Lücken zwischen den Lamellen in der Schmalseite von CLT-Platten zu vermeiden, ist die anzusetzende Eindschraubtiefe l_{ef} in Gleichung (24) um $3 \cdot d$ zu verringern (nur rechnerisch).

Wenn gewährleistet werden kann, dass der Winkel zwischen Faserrichtung der Lamellen und Schraubenachse ≥ 30° beträgt, kann der charakteristische Ausziehwiderstand aus Gleichung (24) um ca. 25 % erhöht werden.

Bei Schrauben, die mehr als eine Lage des Brettsperrholz-Elements durchdringen, dürfen die verschiedenen Lagen anteilig berücksichtigt werden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.2.4 Wirksame Anzahl axial beanspruchter Schrauben n_{ef}

Für axial beanspruchte Schrauben unter Zugbelastung, bei denen die äußere Kraft parallel zur Schraubenachse wirkt, sind die folgenden Regeln anzuwenden.

$$n_{ef} = \max \begin{cases} n^{0,9} & \text{im Allgemeinen ohne Kontrolle des Drehmoments} \\ 0,9 \cdot n & \text{für Schrauben mit } 30° \le \alpha \le 90° \text{ und Kontrolle des Drehmoments} \\ 0,9 \cdot n & \text{für Schraubengruppen mit mehr als 10 Schrauben bei Holz-Holz Verbindungen (z.B. ST, PL, CL, ...)} \\ n & \text{für Schraubengruppen mit bis zu 10 Schrauben bei Holz-Holz Verbindungen (z.B. PL, CL, ...)} \end{cases} \quad (25)$$

Dabei ist

n Anzahl an gemeinsam wirkenden Schrauben einer Verbindung [-]

α Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [°]

Hinweis: Für Schrauben als Verstärkung senkrecht zur Faserrichtung (Druck und Zug), Schubverstärkungen unter einem Winkel zur Faserrichtung (z. B. Verstärkungen von Durchbrüchen in Trägern oder geneigt eingedrehten Schrauben als Verbindungsmittel in mechanisch verbundenen Trägern oder Stützen ist $n_{ef} = n$.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.3 Kopfdurchziehwiderstand $F_{head,Rk}$

1.3.1 Kopfdurchziehparameter $f_{head,k}$ bei Anwendung in Vollholz (ST-c, FST, GST, BGLT) Brettschichtholz (GLT-c), Brettsperrholz (CLT) und Holzwerkstoffplatten (WFB, WPB)

Der charakteristische Kopfdurchziehwiderstand von »fischer PowerFull II« Schrauben in Vollholz lässt sich wie folgt bestimmen.

$$F_{head,Rk} = n_{ef} \cdot f_{head,k} \cdot d_h^{\,2} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0,8} \qquad (26)$$

Dabei ist

d_h Schraubenkopfdurchmesser [mm]
n_{ef} Wirksame Anzahl an Schraubenköpfen nach Anhang D7 und D12
ρ_k Charakteristische Rohdichte des Holzbauteils [kg/m³]
$f_{head,k}$ Charakteristischer Kopfdurchziehparameter für »fischer PowerFull II« Schrauben [N/mm²]

Für »fischer PowerFull II« Schrauben mit Senkkopf (Anhang A1 und A3) kann der charakteristische Kopfdurchziehparameter bei Verbindungen mit Holz und Holzwerkstoffplatten mit Dicken über 20 mm mit $f_{head,k}$ = 12,0 N/mm² angenommen werden.

Für »fischer PowerFull II« Schrauben mit Zylinderkopf (Anhang A2 und A4) soll der charakteristische Kopfdurchziehparameter unberücksichtigt bleiben (d.h. $f_{head,k}$ = 0 N/mm²).

Der charakteristische Kopfdurchziehparameter für Schrauben mit Senkkopfform in Verbindungen mit Holzwerkstoffplatten mit Dicken zwischen 12 mm und 20 mm kann mit $f_{head,k}$ = 8 N/mm² angenommen werden.

Schrauben mit Senkkopf (Anhang A1 und A3) in Verbindungen mit Holzwerkstoffplatten mit einer Dicke von weniger als 12 mm (Mindestdicke der Holzwerkstoffplatten von $1{,}2 \cdot d$ mit d als Gewindeaußendurchmesser) können mit $f_{head,k}$ = 8 N/mm² angenommen werden, sind jedoch mit maximal $F_{ax,Rk}$ = 400 N zu begrenzen.

Für Schrauben mit Senkkopf und einem Durchmesser d von 14 mm muss der in Gleichung (26) angegebene Kopfdurchziehwiderstand um 15 % reduziert werden.

In Stahl-Holz-Verbindungen ist der Kopfdurchziehwiderstand zu vernachlässigen.
Hinweis: Eine genaue Passung ist wichtig, um Kerbspannungen jeglicher Art zu vermeiden, siehe auch Anhang B4

Hinweis: Die Abreißfestigkeit des Schraubenkopfes ist größer als die Zugfestigkeit der Schraube

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.4 Beanspruchbarkeit auf Druck in Vollholz (ST, FST, GST), Brettschichtholz (GLT-c, BGLT) und Furnierschichtholz (LVL-c)

Der Bemessungswert des Widerstandes gegen Hineindrücken (Druckbeanspruchung) $F_{ax,Rd}$ von »fischer PowerFull II« Schrauben mit dem vollständig ins Holz eingedrehtem Gewindeteil, ist wie nachfolgend dargestellt, zu berechnen.

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \begin{cases} F_{ax,\alpha,Rd} \\ F_{b,Rd} \end{cases} \tag{27}$$

Dabei ist

$F_{ax,\alpha,Rd}$ siehe Anhang D7 bis D10 [N]
$F_{b,Rd}$ siehe Anhang D13 bis D14 [N]

$$F_{b,Rd} = 1,18 \cdot \kappa_c \cdot N_{pl,Rd} \tag{28}$$

Mit

$$\begin{aligned} \kappa_c &= 1 && \text{for } \bar{\lambda} \le 0,2 \\ \kappa_c &= \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}^2}} && \text{for } \bar{\lambda} > 0,2 \end{aligned} \tag{29}$$

Und

$$k = 0,5 \cdot \left[1 + 0,49 \cdot \left(\bar{\lambda} - 0,2 \right) + \bar{\lambda}^2 \right] \tag{30}$$

Der bezogene Schlankheitsgrad berechnet sich zu

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{b,k}}} \tag{31}$$

Mit dem charakteristischen Wert der plastischen Tragfähigkeit der Normalkraft bezogen auf den Nenndurchmesser d (= Gewindeaußendurchmesser der Schrauben).

$$N_{pl,k} = \frac{(0,7 \cdot d)^2 \cdot \pi}{4} \cdot f_{y,k} \tag{32}$$

Mit

d Nenndurchmesser der Schraube [mm]
$f_{y,k}$ Streckgrenze, siehe Anhang C1, Tabelle C1.1 [N/mm²]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Und der charakteristischen Knicklast (ideal-elastisch) für Schrauben in Holzbauteilen

$$N_{b,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s} \tag{33}$$

Mit der

Elastischen Bettung der Schraube im Holz

$$c_h = (0{,}19 + 0{,}084 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{90° + \alpha}{180°}\right) \tag{34}$$

Elastizitätsmodul (E-Modul)

$$E_s = 210.000\ \text{N/mm}^2 \tag{35}$$

Und dem Flächenträgheitsmoment

$$I_s = \frac{\pi \cdot (0{,}7 \cdot d)^4}{64} \tag{36}$$

Hinweis: Die Druck-Beanspruchbarkeit $F_{ax,\alpha,Rd}$ muss mit Hilfe der Faktoren k_{mod} und γ_M für Holz gemäß EN 1995-1-1 bestimmt werden, die plastischen Tragfähigkeiten $N_{pl,d}$ hingegen mit den Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_{M,1}$ für Stahl gemäß EN 1993-1-1 und/oder anderen nationalen Regelwerken
Für γ_M, $\gamma_{M,1}$ werden die Werte γ_M =1,3 und $\gamma_{M,1}$ =1,0 empfohlen.

Für druckbelastete Schrauben, die nicht ins Holz eingebettet sind, können für die kritische Knicklast die Werte aus Tabelle D14.1 verwendet werden. Die Knicklänge für Schrauben, die zwischen zwei Holzbauteilen angeordnet sind, sollte auf jeder Seite um 10 mm erhöht werden, also insgesamt um 20 mm, um die Einflüsse elastischer Einspannungen zu berücksichtigen. Wenn der Schraubenkopf durch dicke Stahlbleche eingespannt ist wird und eine Verdrehung des Kopfes vermieden werden kann, dann kann die Knicklänge gemäß den Euler-Fällen verringert werden.

Tabelle D14.1: Knicktragfähigkeiten von Schrauben mit freier Knicklänge in [kN]

Knicklänge [mm]	Nenndurchmesser *d* [mm]			
	6,0	8,0	10,0	12,0
≤ 120	2,32	4,28	6,76	18,80
140	1,75	3,27	5,21	14,90
160	1,38	2,57	4,12	12,00
180	1,10	2,08	3,33	9,85
200	0,91	1,71	2,75	8,20
220	0,76	1,43	2,31	6,93
240	0,64	1,21	1,96	5,92
260	0,55	1,04	1,69	5,12
280	0,48	0,91	1,47	4,48
300	0,42	0,79	1,29	3,94
320	0,37	0,70	1,14	3,49
340	0,33	0,62	1,01	3,12
360	0,29	0,56	0,91	2,80
380	0,26	0,50	0,82	2,52
400	0,24	0,46	0,74	2,29
420	0,22	0,42	0,68	2,09

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.5 Kombinierte rechtwinklige und axiale Beanspruchung

Für Verbindungen, die auf Abscheren und Herausziehen beansprucht werden, ist die folgende Interaktionsbeziehung einzuhalten.

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1 \qquad (37)$$

Dabei ist

$F_{ax,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Last in Achsrichtung der Schraube [N]
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Last rechtwinklig zur Schraubenachse [N]
$F_{ax,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit von axial beanspruchten Schrauben [N]
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit von rechtwinklig zur Achse beanspruchten Schrauben [N]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

1.6 Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

1.6.1 Rechtwinklig beanspruchte Schrauben

Bei rechtwinklig zur Schraubenachse beanspruchten »fischer PowerFull II« Schrauben in vorgebohrten oder nicht-vorgebohrten Löchern ist der Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) gemäß EN 1995-1-1, unabhängig vom Winkel α zwischen Last- und Faserrichtung, nach Gleichung (38) zu bestimmen.

$$K_{v,ser} = k_{st} \cdot k_{sp} \cdot C_{v,ser} \tag{38}$$

Mit

k_{st} $\quad k_{st} = \begin{cases} 1 & \text{für Holz-Holz Verbindungen} \\ 2 & \text{for Stahl-Holz Verbindungen} \end{cases}$

k_{sp} Anzahl der Scherfugen

$C_{v,ser}$ Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) je Scherfuge, siehe Tabelle D17.1 [N/mm]

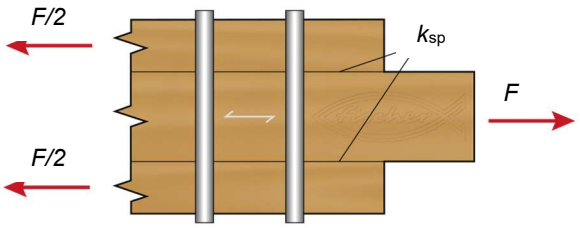


Abbildung D16.1: Definition der Scherfugen k_{sp} (Abbildungen nicht maßstäblich)

1.6.2 Axial beanspruchte Schrauben

Für axial beanspruchte Schrauben kann der Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) nach Gleichung (39) berechnet werden.

$$K_{ax,ser} = C_{ax,ser} \tag{39}$$

Mit

d Gewindeaußendurchmesser [mm]

l_{ef} Eindringlänge des Gewindeteils einschließlich Schraubenspitze in [mm]

$C_{ax,ser}$ Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) je Scherfuge, siehe Tabelle D17.1 [N/mm]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für die tragende Anwendung im Holzbau

1.6.3 Verschiebungsmodul im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) ist der Verschiebungsmodul K_{ser} in beiden Richtungen (rechtwinklig und axial) gemäß EN 1995-1-1 wie folgt zu reduzieren

$$K_u = 2/3 \cdot K_{ser} \tag{40}$$

Tabelle D17.1: Mittelwerte der Verschiebungsmoduli im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) von Vollholzelementen und Holzwerkstoffplatten

Gewindeaußendurchmesser d [mm]	**6,0**	**8,0**	**10,0**	**12,0**	**14,0**
Werkstoff	**Verschiebungsmodul quer beanspruchter Schrauben $C_{v,ser}$ [N/mm]**				
Vollholz Brettschichtholz Nadelholz und Laubholz (EN 338, EN 15497, EN 14080)	$\frac{\rho_m^{1,5} \cdot d}{23}$				
OSB t > 8 mm (EN 300)	$6{,}8 \cdot \rho_m \cdot d^{-0,4}$				
Faserplatten harte Platten (HDF) t > 8 mm (EN 622-2)	$9 \cdot \rho_m \cdot d^{-0,9}$				
Spanplatten t > 8 mm (EN 312)	$3 \cdot \rho_m \cdot d^{-0,4}$				
LVL Nadel- und Laubholz (EN 14374)	$\frac{\rho_m^{1,5} \cdot d}{20}$				
Werkstoff	**Verschiebungsmodul axial beanspruchter Schrauben $C_{ax,ser}$ [N/mm]**				
Nadelholz $\rho_k \geq 350$ kg/m³ unabhängig vom Winkel α	$32 \cdot d \cdot l_{ef}$				
Laubholz $\rho_k \geq 510$ kg/m³ unabhängig vom Winkel α	$38 \cdot d \cdot l_{ef}$				
OSB t > 24 mm (EN 300)	$10 \cdot d \cdot l_{ef}$				
Faserplatten t > 24 mm (EN 622-2, EN 622-3)	$15 \cdot d \cdot l_{ef}$				
Spanplatten t > 24 mm (EN 312)	$10 \cdot d \cdot l_{ef}$				
LVL (EN 14374) Nadel- und Laubholz $\rho_k \geq 480$ kg/m³ $\alpha = 90\|90$, siehe Abbildung D9.1	$28 \cdot d \cdot l_{ef}$				

Anwendungen von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Mechanisch verbundene Balken

»fischer PowerFull II« Schrauben mit Vollgewinde dürfen für Verbindungen in mehrteiligen, tragenden Bauteilen mechanisch verbundener Träger oder Stützen verwendet werden. Der axiale Verschiebungsmodul K_{ser} im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit je Anschlussseite ist unabhängig vom Winkel α zur Faserrichtung mit Gleichung (41) anzusetzen.

$$K_{ser} = 780 \cdot d^{0,2} \cdot l_{ef}^{0,4} \tag{41}$$

Dabei ist

d Gewindeaußendurchmesser [mm]

l_{ef} Einschraubtiefe in das tragende Bauteil [mm], siehe Anhang B

Die Ermittlung der Tragfähigkeit einer einzelnen Schraube in Richtung der einwirkenden Schubkraft kann mit Hilfe von Anhang D angenommen werden.

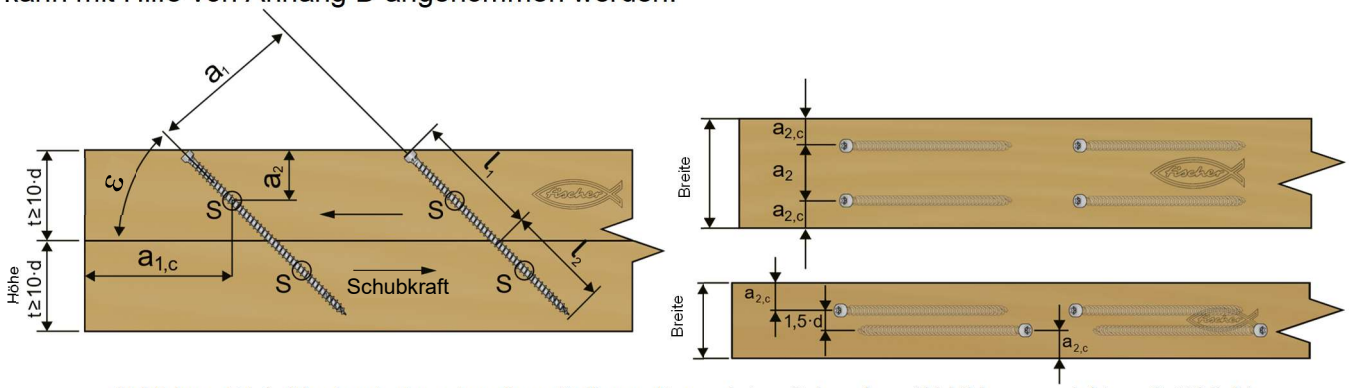


Abbildung E1.1: Mechanisch verbundene Balken mit geneigten Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

S Schwerpunkt des eingedrehten Schraubenteils im Holz

Bei einem gekreuzt angeordneten Schraubenpaar beträgt der Mindestabstand zwischen den sich kreuzenden Schrauben 1,5 · d.

Minimale Achs- und Randabstände gemäß den Anhängen B5 bis B9.
$0° \le \varepsilon \le 90°$ für alle Schraubentypen außer Schrauben mit Bohrspitzen, vgl. Anhang A1, A2.
$0° \le \varepsilon \le 90°$ für alle Schrauben mit Bohrspitzen, vgl. Anhang A3, A4.

Anwendungen von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Mechanisch verbundene Balken

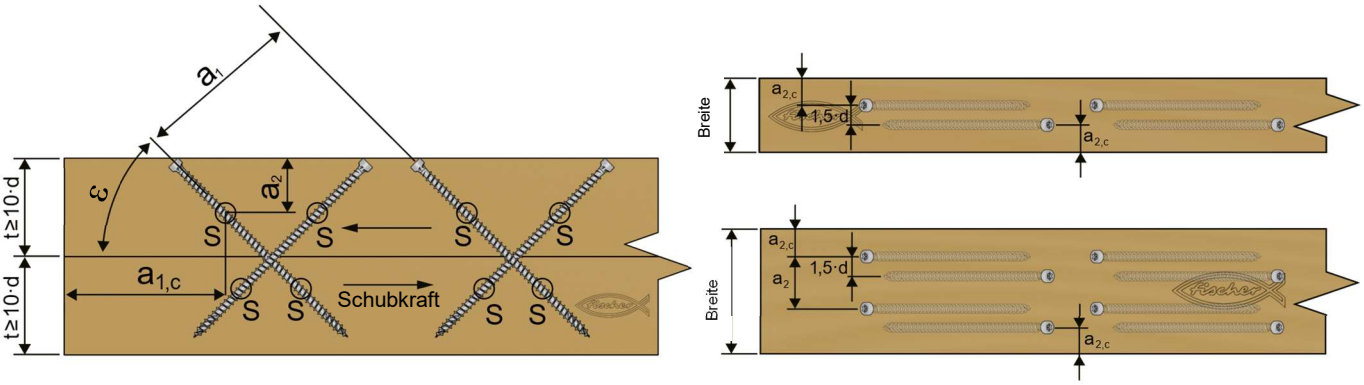


Abbildung E2.1: Mechanisch verbundene Balken mit gekreuzt angeordneten Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

S Schwerpunkt des eingedrehten Schraubenteils im Holz

Bei einem gekreuzt angeordneten Schraubenpaar beträgt der Mindestabstand zwischen den sich kreuzenden Schrauben 1,5 · d.

Minimale Achs- und Randabstände gemäß den Anhängen B5 bis B9.
$0° \leq \varepsilon \leq 90°$ für alle Schraubentypen außer Schrauben mit Bohrspitzen, vgl. Anhang A1, A2.
$0° \leq \varepsilon \leq 90°$ für alle Schrauben mit Bohrspitzen, vgl. Anhang A3, A4.

Hinweis: Bei einer kreuzweisen Schraubenanordnung sind für mechanisch verbundenen Träger auftretende Reibungseffekte zu vernachlässigen, da gegen die Schubrichtung geneigte Schrauben (Druckkräfte in den Schrauben) einen abhebenden Effekt erzielen.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Querdruckverstärkung von Bauteilen mit Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung

- Geometrische Bestimmungen für End- und Zwischenauflager

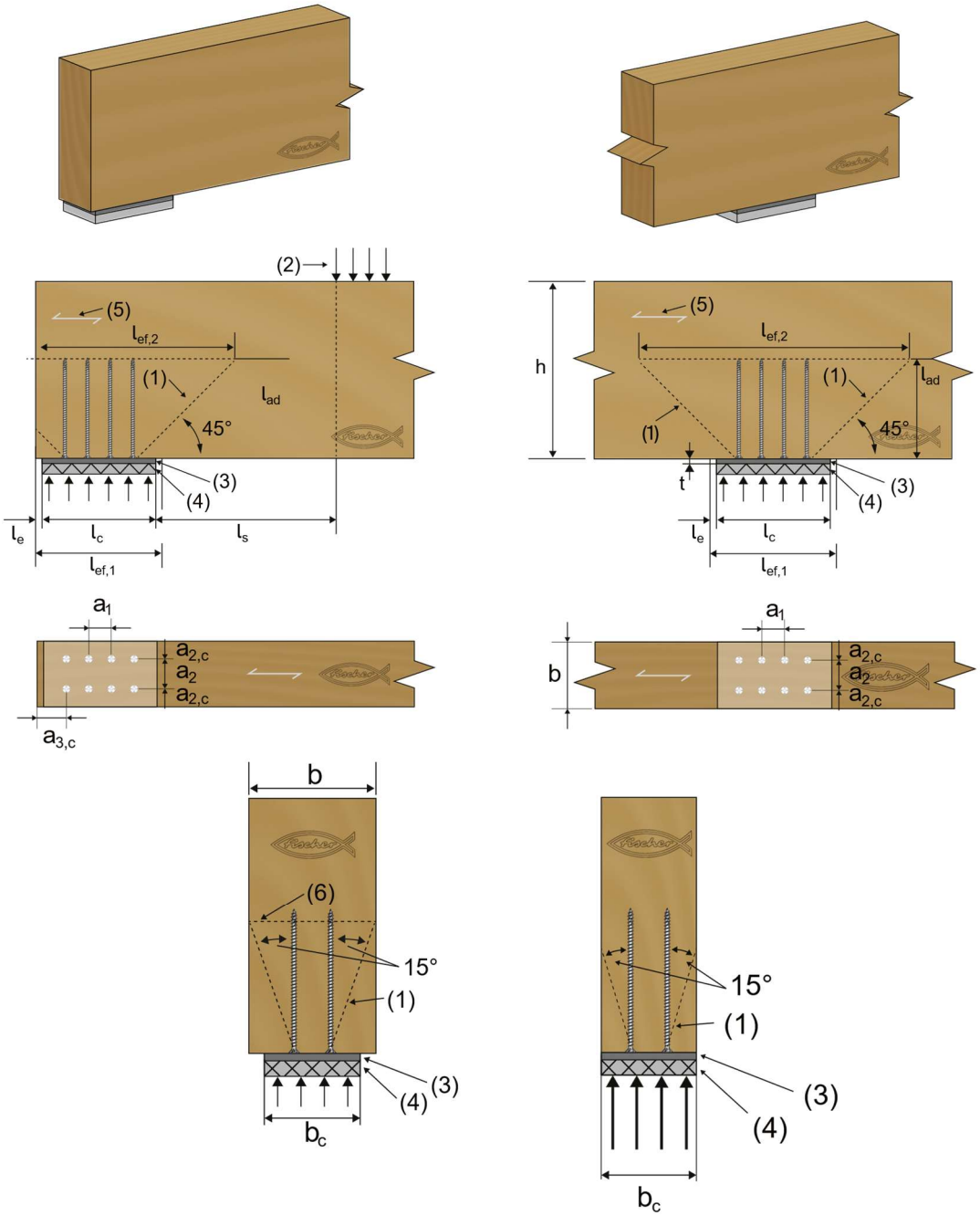


Abbildung F1.1: Verstärkungen mit Schrauben senkrecht zur Faserrichtung (Abbildungen nicht maßstäblich)

fischer PowerFull II	Anhang F1 (informativ)
Verstärkung rechtwinklig zur Faserrichtung	

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkungen für die Übertragung von Druckspannungen senkrecht zur Faser durch tragende Bauteile

- Geometrische Bestimmungen und Definitionen

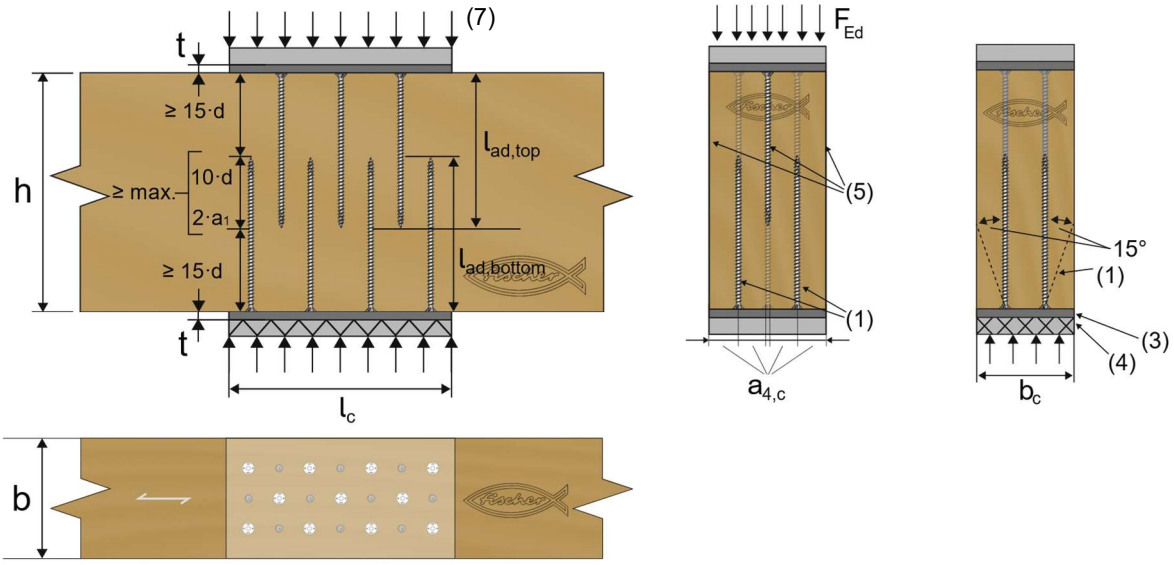


Abbildung F2.1: Verstärkung für die Übertragung von Lasten senkrecht zur Faserrichtung (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

(1) Lastverteilung
(2) Konzentrierte Last
(3) Steifes Auflager (z. B. Stahlplatte, siehe auch Gleichung (48))
(4) Elastische Zwischenschicht (z. B. Elastomerlager)
(5) Faserrichtung
(6) Fläche der vollständig aktivierten Bauteilbreite *b*
(7) Durch das Bauteil zu übertragene Druckbeanspruchung

b Bauteilbreite [mm]
b_c Breite der Kontaktfläche [mm]
l_e Lichter Abstand parallel zur Faser zwischen Bauteilende und Kontaktfläche [mm]
l_c Länge der Kontaktfläche [mm]
$l_{ef,1}$ Effektive Kontaktlänge parallel zur Faser in der durch die Kontaktfläche definierten Ebene; Für $\alpha < 90°$ $l_{ef}=l$ [mm]
$l_{ef,2}$ Effektive Länge der Lastverteilung parallel zur Faser in der durch die Schraubenspitzen definierten Ebene [mm]
l_{ad} Eindringtiefe des Gewindeteils der Schraube in das Holzbauteil [mm]
a_i Mindestrand- und achsabstände der Schrauben [mm], siehe Anhang B6, B7

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Allgemeine Anforderungen
Die Schrauben sind gleichmäßig über die verstärkte Kontaktfläche zu verteilen. Der Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung muss zwischen 45° und 90° betragen. Der Winkel zwischen Schraubenachse und Kontaktfläche (Auflagerfläche) muss 90° betragen. Die Schrauben sind so weit einzudrehen, bis der Kopf bündig mit der Kontaktfläche ist.

Allgemeine Anforderungen an die Kontaktfläche:
Die Kontaktfläche muss eine ausreichende Steifigkeit (z. B. Stahlplatte mit ausreichender Dicke, siehe Gleichung (48)) und Ebenheit aufweisen, um ein Eindringen der *»fischer PowerFull II«* - Schraubenköpfe in das Kontaktelement zu verhindern. Darüber hinaus ist auf eine ausreichende Rotationskapazität zu achten um eine gleichmäßige Verteilung der Druckkraft auf alle Schrauben zu gewährleisten.

Die Breite der Kontaktfläche der Verstärkung in Höhe der Schraubenspitzen ist mit der Bauteilbreite *b* anzusetzen, vgl. D9.1.

Für Querdruckverstärkungen, welche die oben genannten Anforderungen erfüllen, ist der charakteristische Widerstand der verstärkten Kontaktfläche $F_{c,90,Rk}$ als kleinstem Wert aus Gleichung (42) anzusetzen.

$$F_{c,90,Rk} = \min \begin{cases} k_{c,90} \cdot b_c \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,k} + n \cdot \min\left\{F_{ax,\alpha,Rk};\ F_{b,Rk}\right\} \\ b \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \end{cases} \quad (42)$$

Mit

$$l_{ef,1} = l_c + \min\{30\,mm; l_e;\ l_s/2; l_c\} + \min\{30\,mm;\ l_s/2; l_c\} \quad \text{für Endauflager} \quad (43)$$

$$l_{ef,1} = l_c + \min\{30\,mm;\ l_s/2; l_c\} + \min\{30\,mm;\ l_s/2; l_c\} \quad \text{für Zwischenauflager} \quad (44)$$

$$l_{ef,2} = l_{ad} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min\{l_{ad}; a_{3c}\} \quad \text{für Endauflager} \quad (45)$$

$$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ad} + (n_0 - 1) \cdot a_1 \quad \text{für Zwischenauflager} \quad (46)$$

$$F_{b,Rk} = 1{,}18 \cdot k_c \cdot N_{pl,Rk} \quad \text{siehe Anhang D13} \quad (47)$$

Anmerkung: Die Gleichung (43) und (44) wurden in der vorliegenden Deutschen Übersetzung erweitert und richtiggestellt und weichen von der Englischen Originalfassung ab.

Der Wert für $k_{c,90}$ ist in der Regel zu 1,0 anzunehmen, es sei denn, es gelten nachfolgende Bedingungen. Für Bauteile auf Einzelabstützungen, die durch Linienlasten und/oder Punktlasten im lichten Abstand $l_s \geq 2h$ vom Auflager (vgl. Abbildung F2.1) belastet werden, ist der Wert von $k_{c,90}$ wie folgt anzunehmen:

- $k_{c,90}$ = 1,5 für Vollholz aus Nadelholz
- $k_{c,90}$ = 1,75 für Brettschichtholz aus Nadelholz, vorausgesetzt $l_c \leq 400$ mm

Hinweis: Eine Reihe von Einzellasten, die nahe beieinander wirken (z. B. Rippen oder Sparren mit einem Abstand < 625 mm), können wie eine Linienlasten angesehen werden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung für die Übertragung von Druckspannungen senkrecht zur Faserrichtung

Das Kontaktmaterial (z. B. Stahlblech) sollte für die durch den Schraubenkopf eingeleitete Beanspruchung ausgelegt sein. Die Dicke der Stahlbleche t darf als ausreichend dimensioniert angenommen werden, wenn Gleichung (48) erfüllt wird.

$$t \geq \max \begin{cases} 5,0 \\ 1,45 \cdot \sqrt{\dfrac{F_{c,\alpha,Ed}}{f_{y,d}}} \end{cases} \tag{48}$$

Dabei ist

t Dicke des Stahlblechs [mm]
$F_{c,\alpha,Ed}$ Druckbeanspruchung einer Schraube auf Bemessungsniveau [N]
$f_{y,d}$ Bemessungswert der Streckgrenze der Stahlplatte [N/mm^2]

Führt die Verdrehung eines Bauteils aufgrund des steifen Kontaktmaterials (z. B. Stahlplatten) zu einer Eindrückung im Bauteil, so wird empfohlen, die Verdrehungsmöglichkeit zu erhöhen (z. B. durch einen elastomeren Lagerwerkstoff), sofern die folgende Vorgabe in Gleichung (49) erfüllt wird.

$$\Delta w = \varphi \cdot l / 2 \geq 1,0 \text{ mm} \tag{49}$$

Dabei ist

Δw Relative Verformung des Bauteils durch Drehung am Rand der Kontaktfläche [mm]
φ Drehung des Stabes am Auflager bei maximaler Durchbiegung [rad]
l Kontaktlänge [mm]

Schrauben, die in die Ober- und Unterseite eines Bauteils eingeschraubt werden, müssen sich überlappen.

Der charakteristische Widerstand darf nach dem oberen Teil der Gleichung (42), bestimmt werden, wenn

- Kontaktflächen und Schrauben symmetrisch zur Längsachse des Bauteils auf den beiden gegenüberliegenden Seiten angeordnet werden; und
- die Schrauben sich um mindestens $10 \cdot d$ überlappen, wobei d der Nenndurchmesser der Schraube ist,
  und der Abstand zwischen den Schraubenspitzen und der gegenüberliegenden Kontaktfläche mindestens $15 \cdot d$ beträgt.

Dies kann auch für Bauteile angewendet werden, bei welchen die einwirkenden Druckkräfte auf eine Kontaktfläche höher sind, als die einwirkenden Druckkräfte auf die gegenüberliegende Kontaktfläche. Die Widerstände der Kontaktflächen müssen dabei proportional zu den jeweiligen Druckkräften sein. Widerstände zur Übertragung unterschiedlicher Beanspruchungsarten oder Schnittkräfte, z.B. Schubbeanspruchung im Querschnitt eines Bauteils und die Übertragung äußerer Druckkräfte durch das Bauteil, dürfen in diesem Fall addiert werden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Satteldachträgern, gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt

- Geometrische Bestimmungen und Definitionen (exemplarisch)

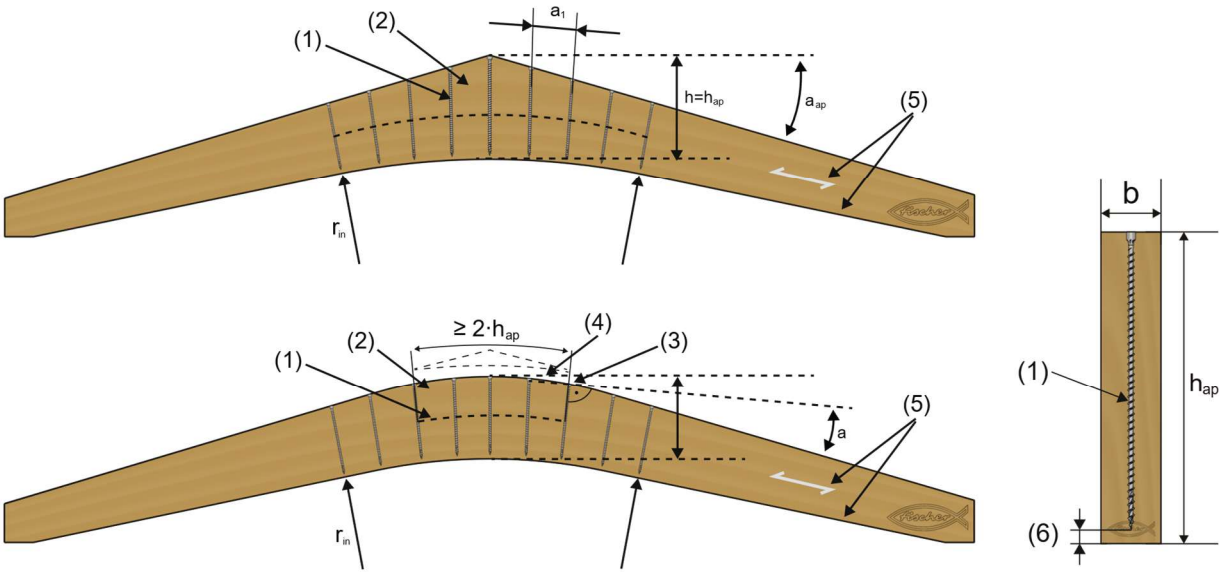


Abbildung G1.1: Innenliegende Verstärkung von Trägern mit Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist
(1) Schraubenverstärkung, innenliegende Verstärkung
(2) Firstbereich
(3) Sekundärer Firstbereich (Wendepunkt)
(4) Mechanisch verbundener Firstbereich (keine Klebeverbindung)
(5) (Empfohlene) Faserrichtung
(6) Abstand zur gegenüberliegenden ≤ Lamellendicke

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Satteldachträgern, gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmten Untergurt

Für Träger GLT, BGLT und LVL-P, GLVL-P aus Nadelholz unter Biegebeanspruchung senkrecht zur schwachen Achse (flachkant), sowie doppelt verjüngten Träger LVL-P, GLVL-P aus Nadelholz unter Biegebeanspruchung senkrecht zur starken Achse (hochkant), welche zur vollständigen Aufnahme von Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung verstärkt werden, darf die Bemessungszugkraft in der Schraubenverstärkung $F_{t,90,Ed}$ nach Gleichung (50) berechnet werden.

$$F_{t,90,Ed} = k_{ka} \cdot \sigma_{t,90,d} \cdot d \cdot a_1 \tag{50}$$

Mit

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,Ed}}{b \cdot h_{ap}^{\,2}} \tag{51}$$

Und

$$k_p = k_5 + k_6 \cdot \frac{h_{ap}}{r} + k_7 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 \tag{52}$$

$$k_5 = 0,2 \cdot \tan \alpha_{ap} \tag{53}$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \tan \alpha_{ap} + 2,6 \cdot \tan^2 \alpha_{ap} \tag{54}$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \tan \alpha_{ap} - 4 \cdot \tan^2 \alpha_{ap} \tag{55}$$

Dabei ist

k_{ka}	Beiwert zur Berücksichtigung der Zugspannungsverteilung senkrecht zur Faser entlang der Balkenachse:
k_{ka} = 1,0	für gebogene Träger; Für die inneren beiden Viertel mit Zugbeanspruchung quer zur Faserrichtung, gemessen vom First, bei doppelt verjüngten und geneigten Trägern;
k_{ka} = 0,67	Für die äußeren beiden Viertel mit Zugbeanspruchung quer zur Faserrichtung, gemessen vom First, bei doppelt verjüngten und geneigten Trägern;
$\sigma_{t,90,d}$	Bemessungszugspannung senkrecht zur Faserrichtung nach Gleichung (51) [N/mm²]
b	Trägerbreite [mm]
a_1	Faserparalleler Abstand der Schraubenverstärkung auf Höhe der Trägerachse, siehe Bild G1.1 [mm]
k_p	Beiwert zur Berücksichtigung der Zugspannungsverteilung senkrecht zur Faserrichtung aus Abweichung der Biegespannungen im Firstbereich
$M_{ap,d}$	Bemessungsmoment im Firstquerschnitt [Nmm]
h_{ap}	Höhe des Biegeträgers im First, siehe Abbildung G1.1 [mm]
p_d	ist die gleichmäßig verteilte Last, die auf die Oberseite des Trägers im Firstbereich wirkt
k_5, k_6, k_7	Modifikationsbeiwerte
r	Innenradius des gekrümmten Bereichs des Trägers, siehe Abbildung G1.1 [mm]
α_{ap}	Anschnittswinkel im Firstbereich, siehe Abbildung G1.1 [°]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Satteldachträgern, gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmten Untergurt

Der faserparallele Abstand der Verstärkung a_1 darf entsprechend der Zugspannungsverteilung quer zur Faser über die Länge des quer zur Faser zugbeanspruchten Volumens angepasst werden.

Die Schraubenverstärkungen hat die gesamte Höhe des Trägers abzudecken, mit Ausnahme der äußeren Lamellen unter Biegespannung. Eine Verstärkungsschraube ist im Querschnitt unterhalb des Firsts bzw. im sekundären First (Wendepunkt) zu platzieren. Der Abstand parallel zur Faserrichtung der Schraubenverstärkung a_1, gemessen an der Balkenoberseite, darf nicht kleiner als 250 mm und nicht größer als $0{,}75 \cdot h_{ap}$ sein.

Bei gekrümmten oder geneigten Trägern mit mechanisch verbundenem First, siehe Abbildung G1.1, ist die Schraubenverstärkung zu bemessen für

- die Zugspannungen senkrecht zur Faser an den Wendepunkten (sekundärer First am Ende des mechanisch verbundenen Firstbereichs), und
- die Zugspannungen senkrecht zur Faser aus der Krümmung im First.

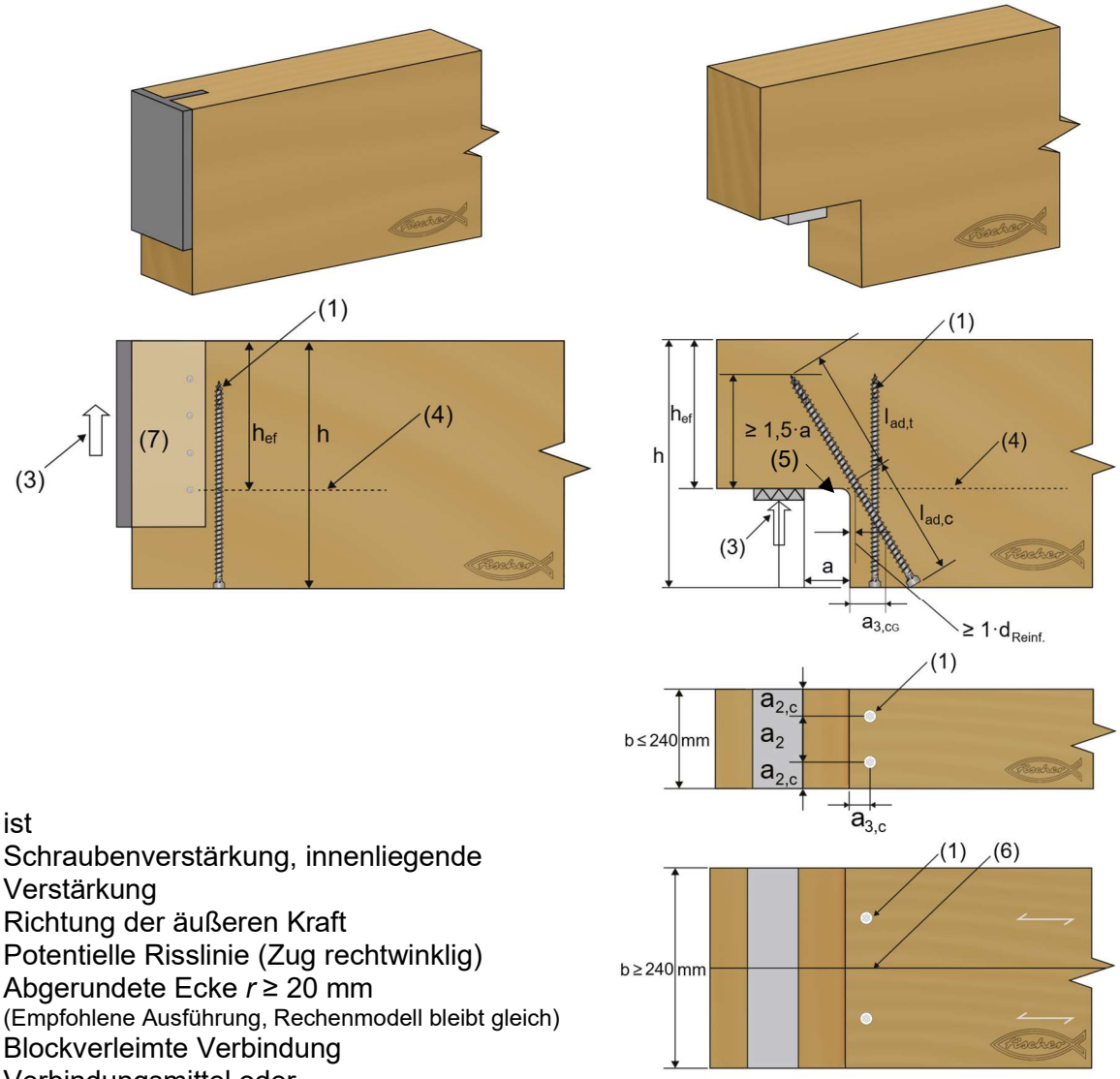
Die Schraubenverstärkung von gebogenen oder geneigten Trägern mit mechanisch verbundenem First sollte wie folgt angeordnet werden:

- Die Verstärkung an den Wendepunkten sollte eine Länge von mindestens $2 \cdot h_{ap}$ in Richtung des Firsts (jedoch maximal die tatsächliche Länge zum First) und $1 \cdot h_{ap}$ in Richtung des Trägerendes aufweisen
- Die Verstärkung aus der Krümmung im First sollte in den restlichen gekrümmten Bereichen erfolgen
- Der faserparallele Abstand a_1 (siehe Abbildung G1.1) der Schraubenverstärkung darf zwischen beiden Bereichen linear abgestuft werden.
- Wenn die Zugspannungen senkrecht zur Faser aus der Firstkrümmung höher sind, als die Zugspannungen senkrecht zur Faser an den Wendepunkten, dann ist die Schraubenverstärkung über die gesamte gekrümmte Länge anzuordnen.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung ausgeklinkter Träger

- Geometrische Bestimmungen und Definitionen



Dabei ist

(1) Schraubenverstärkung, innenliegende Verstärkung
(3) Richtung der äußeren Kraft
(4) Potentielle Risslinie (Zug rechtwinklig)
(5) Abgerundete Ecke $r \geq 20$ mm
(Empfohlene Ausführung, Rechenmodell bleibt gleich)
(6) Blockverleimte Verbindung
(7) Verbindungsmittel oder Verbindungsmittelgruppe

Abbildung H1.1: Ausgeklinkter Träger, Verstärkungen mit innenliegenden Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Hinweis: Die schräge Anordnung der Schraube ist zu bevorzugen, da die Schraube näher an den Eckbereich heranreicht, auch wenn die Berechnungsmodelle für beide Anwendungen gleich sind.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Bemessung der Verstärkung von Ausklinkungen

Die folgenden Regeln gelten für verstärkte Ausklinkungen in Bauteilen mit rechteckigem Querschnitt aus technisch getrocknetem ST, FST, GST, GLT, BGLT, LVL-P, GLVL-P aus Nadelholz. Bei Bauteilen mit einer rechteckigen Ausklinkung auf der gleichen Seite wie das Auflager, siehe Abbildung H1.1, darf die Schraubenverstärkung für eine Bemessungszugkraft $F_{t,90,Ed}$ gemäß der nachfolgenden Gleichung bemessen werden.

$$F_{t,90,Ed} = k_\alpha \cdot k_\beta \cdot V_{Ed} \cdot [3 \cdot (1-\alpha)^2 - 2 \cdot (1-\alpha)^3] \quad (56)$$

Mit

$$k_\alpha = 0,9 + 0,5 \cdot (2 \cdot \alpha - 1)^2$$
$$k_\beta = 1 + 2 \cdot \beta \quad (57)$$

Dabei ist

k_α, k_β Beiwerte zur Berücksichtigung der Geometrie der Ausklinkung [-]
V_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Querkraft [N]
α Verhältnis h_{ef} / h siehe Abbildung H1.1 [-]
h_{ef} Effektive Trägerhöhe im Bereich der Ausklinkung, siehe Abbildung H1.1 [mm]
h Trägerhöhe [mm]
β Verhältnis a/h, siehe Abbildung H1.1 [-]
a Faserparalleler Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft bis zum Rand der Ausklinkung [mm]

Für $\alpha \leq 0,6$ und $\beta \leq 0,2$ ist das Produkt $k_\alpha k_\beta$ ohne weitere Berechnung mit $k_\alpha k_\beta = 1,3$ anzusetzen.

Verstärkung von Ausklinkungen

Die Schraubenverstärkung hat die volle Höhe der Ausklinkung ($l_{ad,c} = (h - h_{ef})$) abzudecken. Wird diese Anforderung nicht erfüllt ($l_{ad,c} < (h - h_{ef})$), so ist die Höhe des unverstärkten Teils der Ausklinkung zu *(h – hef)* anzusetzen. Die Mindestlänge $l_{ad,t}$ soll mit $l_{ad,t} = \min\{l_{ad,c}; 1,5\ a\}$ angenommen werden, vgl. Abbildung H1.1.

Als Zugkraft $F_{t,90,Ed}$ ist nach Gleichung (56) lediglich eine Reihe innenliegender Verstärkungselemente im Abstand $a_{3,c}$ vom Rand der Ausklinkung zu berücksichtigen, siehe Abbildung H1.1. Die Verstärkungsschrauben dürfen geneigt angeordnet werden, um den Abstand zwischen dem Maximum der Zugspannung senkrecht zur Faser und der stiftförmigen Verstärkung zu reduzieren.

Die Zugkraft $F_{t,90,Ed}$ nach Gleichung (56) von senkrecht zur Faserrichtung angeordneten Verstärkungsschrauben, vgl. Abbildung H1.1, ist auf den doppelten Wert der Tragfähigkeit der unverstärkten Ausklinkung zu begrenzen.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkungen von Durchbrüchen in Trägern

- Geometrische Bedingungen und Definitionen

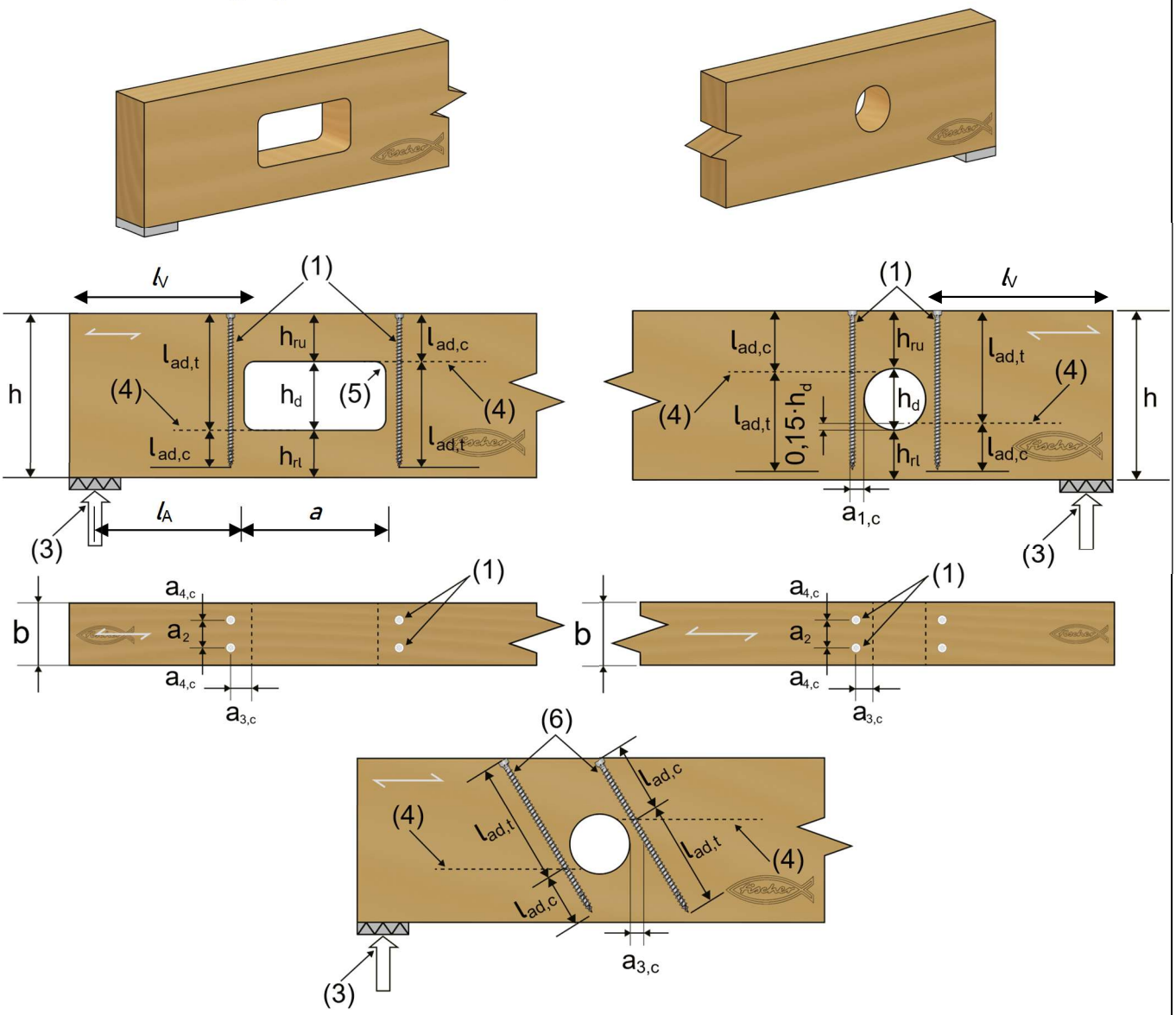


Abbildung I1.1: Durchbrüche in Trägern – Verstärkungen mit innenliegenden Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Hinweis: Die schräge Anordnung der Schraube ist zu bevorzugen, da die Schraube näher an den Eckbereich heranreicht, auch wenn die Berechnungsmodelle für beide Anwendungen gleich sind.

- Geometrische Bedingungen und Definitionen

(1) Schraubenverstärkung, innenliegende Verstärkung
(3) Richtung der äußeren Kraft
(4) Potentielle Risslinie ($0{,}15 \cdot h_d$, siehe Abbildung I1.1)
(5) Abgerundete Ecke: $r \geq 20$ mm, wenn $h_d \leq 200$ mm
$r \geq 40$ mm, wenn $h_d > 200$ mm
(6) Geneigte Schraubenverstärkung für z.B. hohe Schubbeanspruchungen

fischer PowerFull II	**Anhang I1 (informativ)**
Durchbrüche in Trägern	

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Durchbrüchen in Trägern

- Bemessung von Durchbrüchen in Trägern

Die folgenden Regeln gelten für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt und einer Biegebeanspruchung um die starke Achse (hochkant) aus technisch getrocknetem ST, FST, GST, GLT, BGLT, LVL-P, GLVL-P aus Nadelholz mit verstärkten Durchbrüchen, welche mit den geometrischen Randbedingungen nach Tabelle I2.1 übereinstimmen.

Tabelle I2.1: Mindestabstände und maximale Dimensionen von verstärkten Durchbrüchen in Trägern mit rechtwinkligem Querschnitt

Mindestabstände				**Maximalabmessungen**		
Ende	Abstand	Auflager	Ränder	Rechteckige Löcher		Kreisförmige Löcher
$l_v \geq h$ [a]	Einzelnes Loch: $l_z \geq 1{,}0\ h$, mind. 300 mm Gruppe kreisförmiger Löcher: $l_z \geq d$ [b]	$l_A \geq h/2$	$h_{ru} \geq 0{,}15\ h$ [c] mind. eine Lamelle [d] $h_{rl} \geq 0{,}2\ h$ [c] mind. 1,5 Lamellen [d]	$a/h_d \leq 2{,}5$ $a \leq h$	$h_d \leq 0{,}3\ h$ [e] $h_d \leq 0{,}4\ h$ [f]	$d \leq 0{,}3\ h$ [e] $d \leq 0{,}4\ h$ [f]

Hinweis: Für geometrische Parameter (z.B. l_A, l_v, l_z, h_{ru}, h_{rl}, h_d, e) siehe Abbildung I1.1.

[a] Bei Anwendungen in dauerhaft trockenem oder häufig wechselndem Klima ist l_v zu erhöhen ($l_v \geq 1{,}5\ h$)

[b] Für Gruppen kreisförmiger Löcher ist ein Reduktionsfaktor k_{space} zu berücksichtigen

Hinweis: Die unterschiedlichen Grenzabstände decken die unterschiedlichen Einflüsse von Zug- und Druckbeanspruchungen auf die Biegungebeanspruchung ab.

[c] Der Einfluss exzentrisch angeordneter Durchbrüche ist zu berücksichtigen

[d] Für LVL-P: $h_{ru} \geq 40$ mm, $h_{rl} \geq 60$ mm

[e] Für Durchbrüche mit innenliegender stiftförmiger Verstärkung

[f] Für Durchbrüche mit ebener außenliegender Verstärkung, z.B. Platten, Laminierungen, LVL-C und PMP und für Durchbrüche in LVL-C und GLVL-C bei Biegebeanspruchung um die starke Achse (hochkant)

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

- Bemessung von Durchbrüchen in Trägern

Die Verstärkung von Durchbrüchen in Trägern ist für eine Zugkraft senkrecht zur Faser $F_{t,90,d}$ zu bemessen, welche sich aus der Aufnahme von Schubspannungen $F_{t,V,d}$ und Biegespannungen $F_{t,M,d}$ zusammensetzt. Alle Bereiche in welchen die Gefahr eines Querzugversagens besteht sind entsprechend zu untersuchen. Die Verstärkung des Durchbruchs in Biegeträgern (siehe Abbildung I1.1) ist für eine Bemessungszugkraft $F_{t,90,Ed}$ gemäß Gleichung (58) auszulegen.

$$F_{t,90,Ed} = \frac{F_{t,90,V,Ed} + F_{t,90,M,Ed}}{k_{space}} \tag{58}$$

mit

$$F_{t,90,V,Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot 0,7 \cdot d_{hole}}{4 \cdot h} \cdot \left[3 - \left(\frac{0,7 \cdot d_{hole}}{h} \right)^2 \right] \cdot k_{diam} \tag{59}$$

$$k_{diam} = 1,1 + 1,3 \cdot \left[\frac{d_{hole}}{h} - \left(\frac{d_{hole}}{h} \right)^2 \right] \tag{60}$$

und

$$F_{t,90,M,Ed} = 0,09 \cdot \frac{M_{Ed}}{h} \left(\frac{d_{hole}}{h} \right)^2 \tag{61}$$

$$k_{space} = \begin{cases} 1 \\ 1 - 0,2 \cdot \dfrac{1,5 \cdot h - l_z}{1,5 \cdot h} \\ 1 - 0,4 \cdot \dfrac{5 \cdot h - l_z}{5 \cdot h} \end{cases} \tag{62}$$

$$k_{shape} = 1,25 + 0,3 \cdot \frac{a}{h_d} \cdot \left[4 \cdot \frac{V_{Ed}}{M_{Ed}} - 3 \cdot \left(\frac{V_{Ed} \cdot h}{M_{Ed}} \right)^2 \right] \tag{63}$$

Dabei ist

$F_{t,90,V,Ed}$	Bemessungswert der Querzugkraft senkrecht zur Faser infolge von Schubspannungen am Durchbruchsrand [N]
$F_{t,90,M,Ed}$	Bemessungswert der Querzugkraft senkrecht zur Faser infolge von Biegespannungen am Durchbruchsrand [N]
M_{Ed}	Bemessungswert des Biegemoments am Durchbruchsrand (Betrag = positiver Wert) [Nm]
V_{Ed}	Bemessungswert der Querkraft am *Durchbruchsrand* (Betrag = positiver Wert) [N]
a	Länge des rechteckigen Durchbruchs [mm]
d_{hole}	Ansetzbarer Lochdurchmesser: d (Kreisdurchmesser) für runde Durchbrüche [mm] $k_{shape} \cdot h_d$ für rechteckige Durchbrüche [mm]
h	Trägerhöhe am Rand des Durchbruchs [mm]
h_d	Höhe des rechteckigen Durchbruchs [mm]
k_{diam}	Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung und der Stelle des Rissbeginns [-]
k_{space}	Beiwert für die Möglichkeit, bis zu drei kreisförmigen Durchbrüchen in engerem Abstand zu platzieren. Für Bauteile mit einzelnen Durchbrüchen k_{space} = 1,0 [-]
l_z	Abstand zwischen zwei benachbarten Durchbrüchen [mm]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Verbindungen mit rechtwinklig beanspruchten stiftförmigen Verbindungsmitteln

- Geometrische Bestimmungen und Definitionen

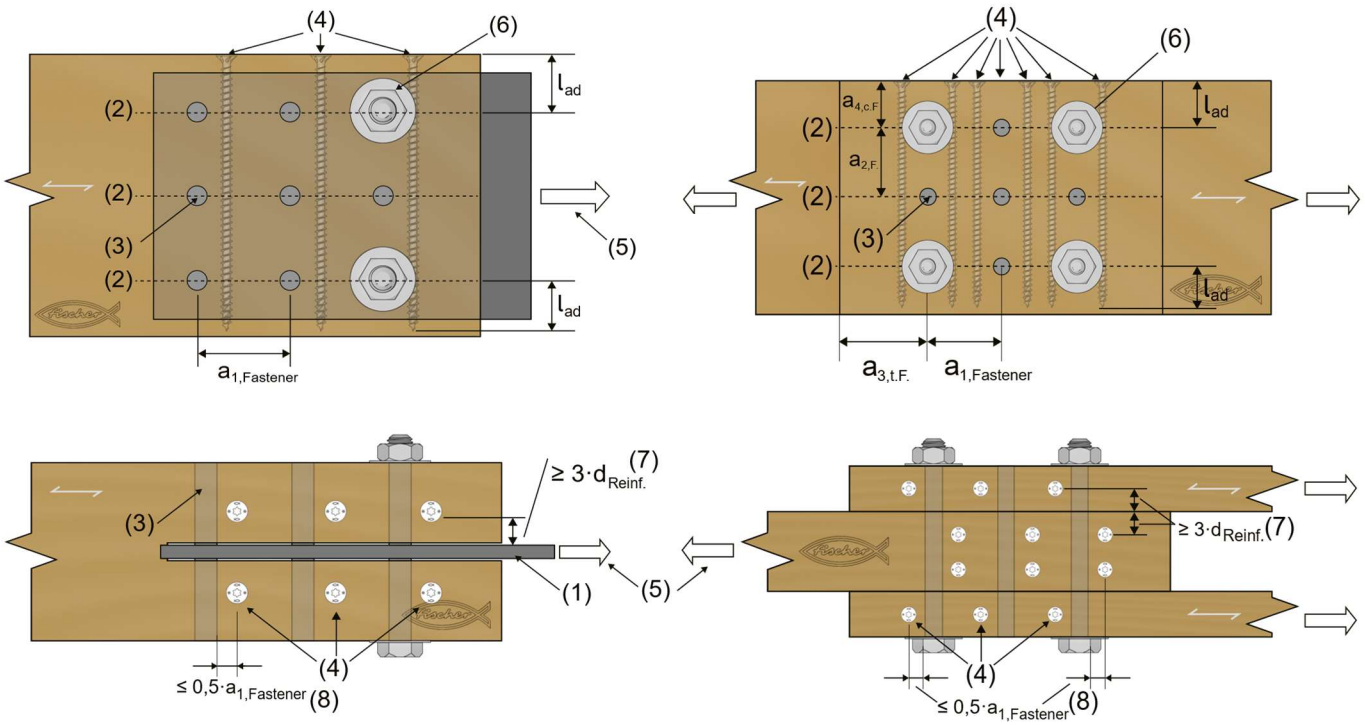


Abbildung J1.1: Scherverbindung mit Bolzen– Verstärkung mit innenliegenden Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

(1)	Eingeschlitztes Stahlblech
(2)	Potentielle Risslinie
(3)	Stabdübel oder Bolzen
(4)	Verstärkung
(5)	Richtung der einwirkenden Kraft
(6)	Passbolzen zur Reduktion des Moments aufgrund Exzentrizität
(7)	Empfohlen: 3 $d_{Reinf.}$
(8)	Empfohlen: 2 $d_{Reinf.}$
$a_{1,Fastener}$	Abstand parallel zur Faser zwischen zwei Verbindungselementen [mm]
$a_{3,t,Fastener}$	Abstand zwischen dem Verbindungselement und dem belasteten Hirnholzende [mm]
$d_{Reinf.}$	Durchmesser des stiftförmigen Verstärkungselements [mm]

- Bemessung von Verbindungen mit rechtwinklig beanspruchten stiftförmigen Verbindungsmitteln

Wird ein Aufspalten des Holzbauteils GST, GLT-c, BGLT aus Nadelholz durch eine ausreichende Verstärkung rechtwinklig zur Faser verhindert (siehe Abbildung J1.1), so darf die effektive Anzahl der Verbindungsmittel mit $n_{ef} = n$ angesetzt werden.

Die charakteristische Zugkraft in der Verstärkung darf mit $F_{t,90,Ek} = 0{,}3 \cdot F_{v,k}$ angesetzt werden, wobei $F_{v,k}$ für einen Bolzen/Stabdübel und eine Scherebene zu bestimmen ist.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Verstärkung von Verbindungen mit einer Zugkraftkomponente senkrecht zur Faserrichtung

- Geometrische Bestimmungen und Definitionen

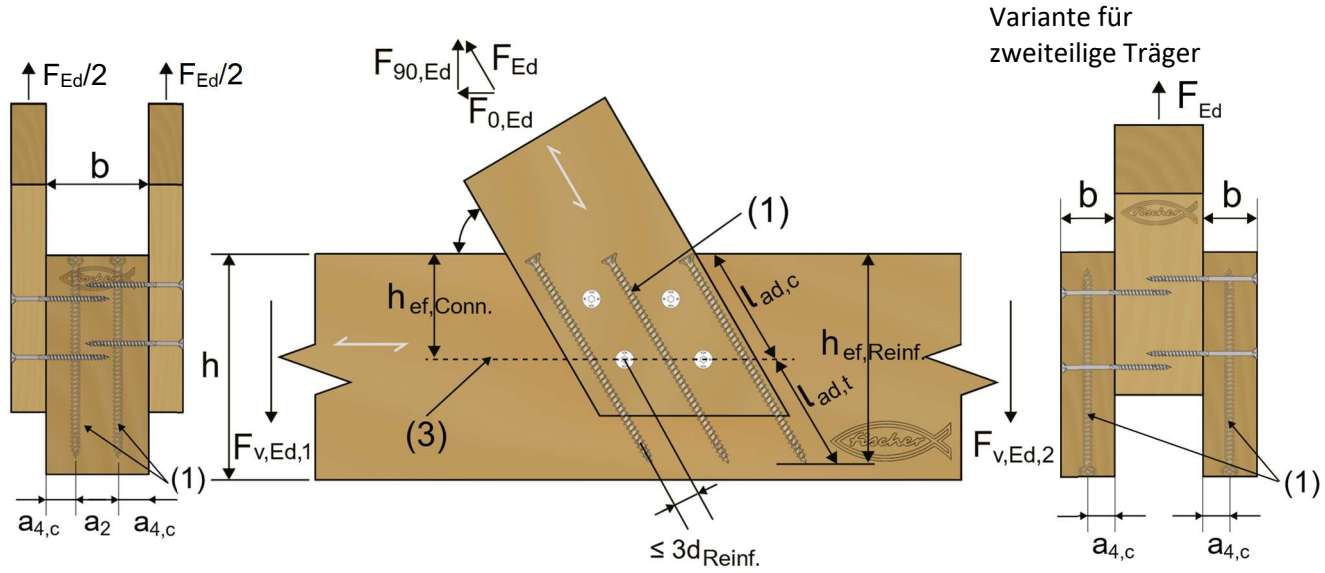


Abbildung K1.1: Verbindung mit Zugkraftkomponente – Verstärkung mit innenliegenden Schrauben

(Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

(1) Schraubenverstärkung
(3) Potentielle Risslinie

Die Verstärkung von Verbindungen in ST, PL und LVL-P mit einer Zugkraftkomponente senkrecht zur Faserrichtung (siehe Abbildung K1.1) darf für eine Zugkraft $F_{t,90,Ed}$ gemäß Gleichung (64) bestimmt werden.

$$F_{t,90,Ed} = \left(1 - 3 \cdot \alpha^2 + 2 \cdot \alpha^3\right) \cdot F_{90,Ed} \tag{64}$$

Dabei ist

α Verhältnis $h_{ef,Conn.}$ / h, siehe Abbildung K1.1 [mm]
$h_{ef,Conn.}$ Effektive Höhe der Verbindung, siehe Abbildung K1.1 [mm]
h Bauteilhöhe [mm]
$F_{90,Ed}$ Durch die Verbindung aufzunehmende Bemessungslast quer zur Faserrichtung [kN, N]

Ist die effektive Verstärkungstiefe

$$h_{ef,Reinf.} = \left(l_{ad,c} + l_{ad,t}\right) \cdot \sin\alpha \tag{65}$$

kleiner als 0,7·h, gemessen vom belasteten Rand des Trägers, so muss die charakteristische Querzugtragfähigkeit nach EN 1995-1-1 für eine Verbindung an der Schraubenspitze beziehungsweise am Verstärkungsrand auf der gegenüberliegenden Seite am unbelasteten Trägerrand erfüllt sein, vgl. Abbildung K1.1. Die Zugkraft $F_{t,90,Ed}$ nach Gleichung (64) wird nur von einer Schraubenreihe der Verstärkung im Abstand parallel zur Faser $a_{3,c}$ vom Rand der Verbindung aufgenommen.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Befestigung von Aufdachdämmsystemen

Allgemeine Regeln

Für die Befestigung von Aufdachdämmungen können »fischer PowerFull II« Schrauben mit einem Außendurchmesser von 6,0 bis 10,0 mm verwendet werden.

Die Dicke der Dämmschicht darf 400 mm nicht überschreiten. Die Aufsparrendämmung muss auf ST, PL, CL oder LVL oder anderen Materialien mit einer ETA aufgelegt und durch parallel zu den Sparren angeordneten Latten oder durch Holzwerkstoffplatten auf der Oberseite der Dämmschicht befestigt werden. Die Wärmedämmung vertikaler Fassaden fällt ebenfalls unter die hier aufgeführten Regeln.

Die Schrauben müssen ohne Vorbohren und in einem Vorgang durch die Lattung bzw. Platte und die Dämmung in den Sparren eingedreht werden. Der Winkel α zwischen Schraubenachse und Faserrichtung des Sparren beträgt hierbei zwischen 30° und 90°.

Die Mindestdicke *t* und die Mindestbreite *b* der Massivholzlattung sind in Tabelle L1.1 angegeben.

Tabelle L1.1: Mindestabmessungen der Latten abhängig vom Schraubendurchmesser

d [mm]	b_{min} [mm]	t_{min} [mm]
≤ 8,0	50	30
10,0	60	40

Die Dämmung muss einer Europäisch Technischen Bewertung entsprechen.

Reibungskräfte dürfen bei der Bemessung der charakteristischen axialen Tragfähigkeit der Schrauben nicht berücksichtigt werden.

Die Verankerung von Bauteilen aufgrund von Windsogkräften, sowie die Biegespannungen der Lattung bzw. der Platten sind bei der Bemessung zu berücksichtigen. Bei Bedarf können zusätzliche Schrauben senkrecht zur Sparrenrichtung (Winkel α = 90°) angeordnet werden.

Der maximale Schraubenabstand beträgt e_s=1,75 m.

Alternativ zu den Latten können Platten mit einer Mindestdicke von 20 mm aus Sperrholz (PLY) gemäß EN 636, Spanplatten (RPB) gemäß EN 312, Grobspanplatten OSB/3 und OSB/4 nach EN 300 oder ETA und Massivholzplatten (SWP-c) nach EN 13353 verwendet werden.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Befestigung von Aufdachdämmsystemen

Mechanisches Modell

Das System aus Sparren, Aufdachdämmung und Lattung parallel zum Sparren kann als elastisch gebetteter Balken betrachtet werden. Die Latte stellt den Balken dar und der Wärmedämmstoff auf dem Sparren die elastische Unterlage. Die Mindestdruckspannung des Wärmedämmstoffes bei 10 % Stauchung, gemessen nach EN 826, muss $\sigma_{10\%}$ = 0,05 N/mm² betragen. Die Latte wird senkrecht zur Achse durch Punktlasten F_b belastet. Weitere Punktlasten F_s ergeben sich aus den Schublasten des Daches durch Eigen- und Schneelast, welche durch die Schraubenköpfe bzw. die Seite des Schraubenkopfes in die Lattung eingeleitet werden.

Für die Bemessung von Lattung und Wärmedämmung siehe Anhang L6 und L7.

Die Bemessung der Schrauben ist in den Anhängen L8 bis L11 aufgeführt.

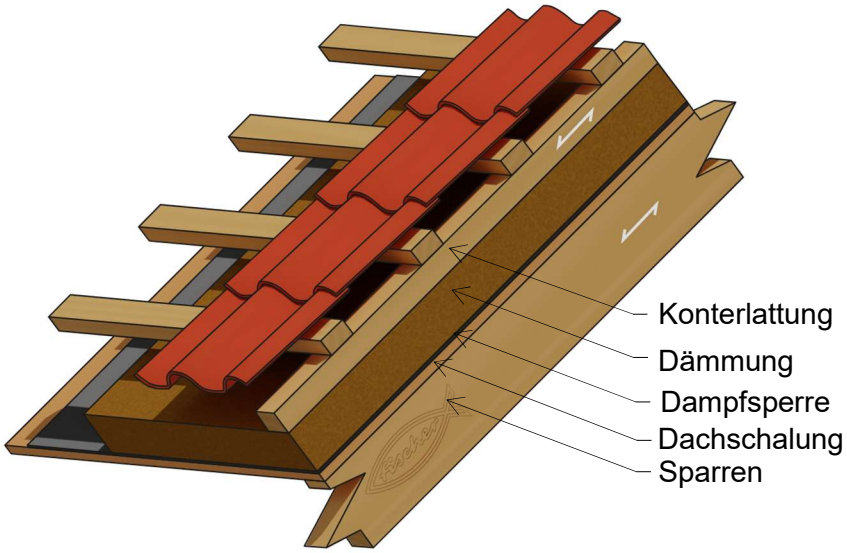
Die charakteristische Drucktragfähigkeit in Abhängigkeit von der freien Schraubenlänge zwischen Konterlatte und Sparren ist gemäß Tabelle L2.1 zu berücksichtigen.

Tabelle L2.1: Knicktragfähigkeiten von Schrauben mit freier Knicklänge

Freie Schraubenlänge [mm]	Nenndurchmesser *d* [mm]			
	6,0	8,0	10,0	12,0
≤ 120	2,32	4,28	6,76	18,80
140	1,75	3,27	5,21	14,90
160	1,38	2,57	4,12	12,00
180	1,10	2,08	3,33	9,85
200	0,91	1,71	2,75	8,20
220	0,76	1,43	2,31	6,93
240	0,64	1,21	1,96	5,92
260	0,55	1,04	1,69	5,12
280	0,48	0,91	1,47	4,48
300	0,42	0,79	1,29	3,94
320	0,37	0,70	1,14	3,49
340	0,33	0,62	1,01	3,12
360	0,29	0,56	0,91	2,80
380	0,26	0,50	0,82	2,52
400	0,24	0,46	0,74	2,29
420	0,22	0,42	0,68	2,09

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Befestigung von Aufdachdämmsystemen für druckfeste Wärmedämmung



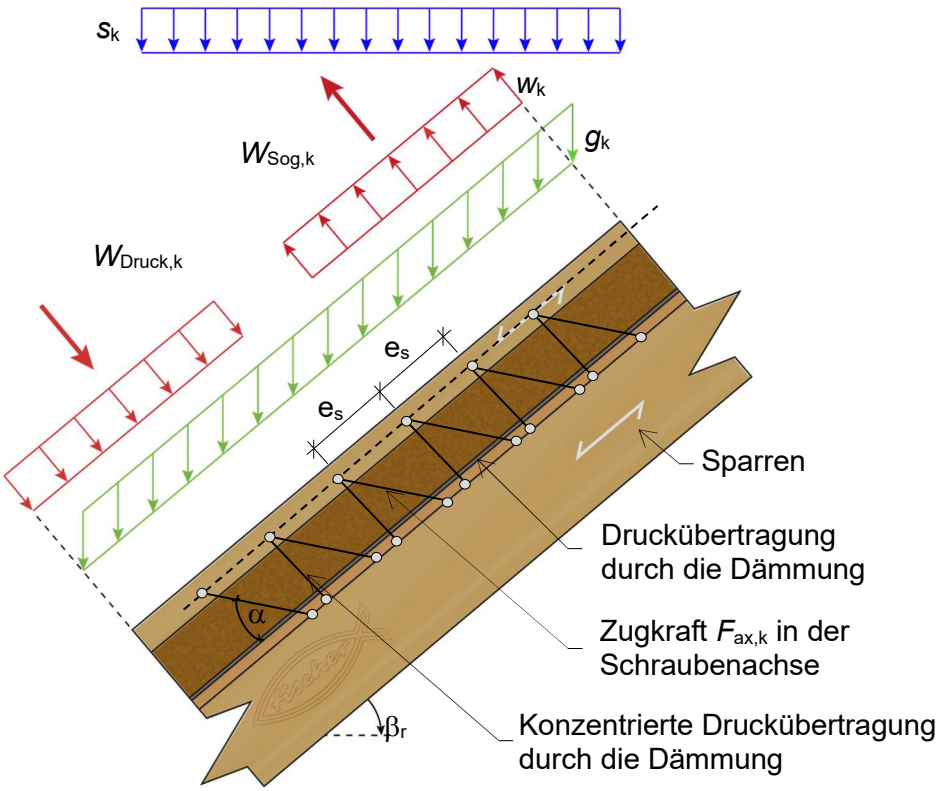


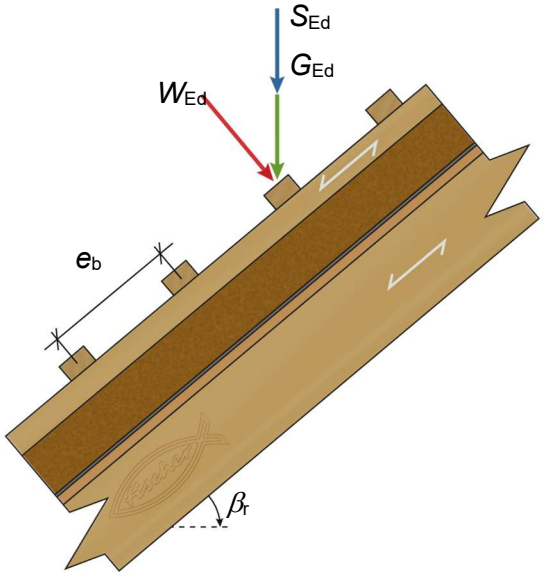
Abbildung L3.1: Konterlattung auf Sparren mit Wärmedämmung (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

β_r	Dachneigung	α	Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung des Sparrens
e_s	Schraubenabstand	l_{ef}	Spitzenseitige Eindringtiefe des Gewindeteils in den Sparren

Bemessung von PowerFull II Schrauben für die tragende Anwendung im Holzbau

Einzellasten F_{Ed} senkrecht zur Lattung für druckfeste Wärmedämmung



$$
\begin{aligned}
G_{Ed} &= \gamma_G \cdot g_k \cdot e_b \cdot e_r \\
S_{Ed} &= \gamma_Q \cdot s_k \text{'} \cdot e_b \cdot e_r \cdot \cos\beta_r \\
W_{Ed} &= \gamma_Q \cdot w_{pressure,k} \cdot e_b \cdot e_r \\
F_{Ed} &= W_{Ed} + (G_{Ed} + S_{Ed}) \cdot \cos\beta_r
\end{aligned}
\qquad (66)
$$

Abbildung L4.1: Konterlatte auf Sparren mit Dämmung – Berechnungsmodell der einwirkenden Lasten (Abbildungen nicht maßstäblich)

Dabei ist

F_{Ed}	Einzellast senkrecht zu den Latten [N]
G_{Ed}	Einzellast aus Eigenlast [N]
S_{Ed}	Einzellast aus Schneelast [N]
W_{Ed}	Einzellast aus Windlast (Druck) [N]
e_b	Lattenabstand [mm]
e_r	Sparrenabstand (=Konterlattenabstand) [mm]
g_k	Charakteristische Eigenlast pro m² Dachfläche[N/m²]
s_k'	Charakteristische Schneelast pro m² Dachfläche N/m²]
$w_{pressure,k}$	Charakteristische Windlast pro m² Dachfläche [N/m²]
β_r	Dachneigung [°]
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen lt. EN 1990
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen lt. EN 1990

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Einzellasten F_{Ed} senkrecht zu den Latten durch die Schrauben

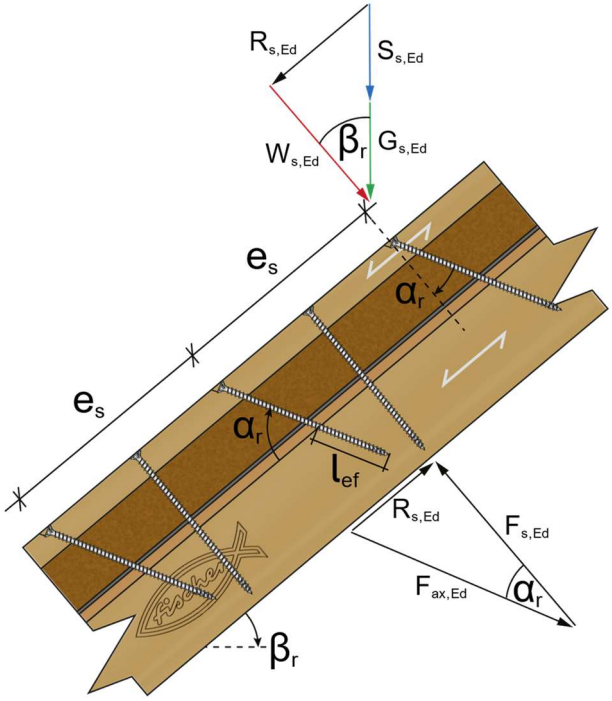


Abbildung L5.1: Konterlatte auf Sparren mit Dämmung – Bemessungslasten (Abbildungen nicht maßstäblich)

$$
\begin{aligned}
G_{s,Ed} &= \gamma_G \cdot g_k \cdot e_s \cdot e_r \\
S_{s,Ed} &= \gamma_Q \cdot s_k{}' \cdot e_s \cdot e_r \cdot \cos\beta_r \\
R_{s,Ed} &= \left(G_{s,Ed} + S_{s,Ed}\right) \cdot \sin\beta_r \\
F_{s,Ed} &= R_{s,Ed} \,/\, \tan\alpha_r
\end{aligned}
\tag{67}
$$

Dabei ist

$F_{ax,Ed}$	Axiallast der Schraube [N]
$F_{s,Ed}$	Einzelllasten senkrecht zur Konterlattung [N]
$G_{s,Ed}$	Einzelllast aus Eigenlast [N]
$R_{s,Ed}$	Schubbeanspruchung d. Daches aus Eigenlast u. Schneelast [N]
$S_{s,Ed}$	Einzelllast aus Schneelast [N]
$W_{S,Ed}$	Einzelllast aus Winddruck [N]
e_s	Schraubenabstand [mm]
e_r	Sparrenabstand (=Konterlattenabstand) [mm]
g_k	Charakteristische Eigenlast pro m² Dachfläche [N/m²]
s_k'	Charakteristische Schneelast pro m² Dachfläche [N/m²]
α_r	Winkel der Schraubenachse (siehe Abb.) [°]
β_r	Dachneigung [°]
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen lt. EN 1990
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen lt. EN 1990

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Das Biegemoment der Konterlatten berechnet sich aus

$$M_{Ed} = \frac{\left(F_{Ed} + F_{s,Ed}\right) \cdot l_{char}}{4} \quad (68)$$

Dabei ist

F_{Ed} Einzellasten senkrecht zu den Latten [N]
$F_{s,Ed}$ Einzellasten rechtwinkelig zur Konterlattung im Bereich des Schraubenkopfes [N]
M_{Ed} Bemessungswert des Biegemomentes der Konterlattung [Nmm]
l_{char} Charakteristische Länge der Konterlattung [mm]

mit $l_{char} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot EI}{w_{ef} \cdot K}}$, dabei ist

EI Biegesteifigkeit der Konterlattung [Nmm²]
w_{ef} Effektive Breite der Wärmedämmung [mm]
mit $w_{ef} = w + t_{ti} / 2$, dabei ist
w Minimum aus der Breite der Konterlattung bzw. des Sparrens [mm]
t_{ti} Dicke der Wärmedämmung [mm]
K Bettungsziffer [N/mm³]
Die Bettungsziffer K kann aus dem Elastizitätsmodul E_{ti} und der Dicke t_{ti} der Wärmedämmung ermittelt werden, sofern die effektive Breite w_{ef} der Wärmedämmung unter Druck bekannt ist. Aufgrund der Lastausbreitung in der Wärmedämmung ist die effektive Breite w_{ef} größer als die Breite der Latte bzw. des Sparrens. Für weitere Berechnungen kann die effektive Breite w_{ef} der Wärmedämmung wie folgt bestimmt werden:

$K = \frac{E_{ti}}{t_{ti}}$, mit

E_{ti} Elastizitätsmodul der Wärmedämmung [N/mm ²]
t_{ti} Dicke der Wärmedämmung [mm]

Folgende Bedingungen müssen dabei erfüllt werden:

$$\frac{\sigma_{m,Ed}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (69)$$

Dabei ist

$\sigma_{m,Ed}$ Bemessungswert der Biegespannung in der Konterlattung [N/mm²]
$f_{m,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit [N/mm²]

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_{v,d}} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} \leq 1 \quad (70)$$

Dabei ist

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubspannung in der Konterlattung [N/mm²]
A_{ef} Nettoquerschnittsfläche der Konterlattung [mm²]
V_{Ed} Bemessungswert der Querkraft in der Konterlattung [N]

Mit $V_{Ed} = \frac{F_{Ed} + F_{s,Ed}}{2}$

τ_{Ed} Bemessungswert der Schubspannung in der Konterlattung [N/mm²]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Werden die Druckspannungen über die Wärmedämmung und nicht über die Schrauben übertragen (werden z.B. Teilgewindeschrauben wie »fischer PowerFull II« Schrauben verwendet, um nur Windsoglasten zu übertragen), ist folgende Gleichung zu beachten

$$\sigma_{c,Ed} = \frac{1{,}5 \cdot F_{Ed} + F_{s,Ed}}{2 \cdot l_{char} \cdot w_{ef}} \qquad (71)$$

Dabei ist

F_{Ed} Punktlasten senkrecht zu den Latten [N]

$F_{s,Ed}$ Punktlasten rechtwinkelig zur Konterlattung im Bereich des Schraubenkopfes [N]

l_{char} Charakteristische Länge der Konterlattung [mm]

Mit $l_{char} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot EI}{w_{ef} \cdot K}}$, dabei sind

EI Biegesteifigkeit der Konterlattung [Nmm²]

w_{ef} Effektive Breite des Wärmedämmstoffs [mm]

Mit $w_{ef} = w + t_{ti} / 2$,

Darin sind

w Minimum aus der Breite der Konterlattung bzw. des Sparrens [mm]

t_{ti} Dicke der Wärmedämmung [mm]

K Bettungsziffer [N/mm³]

Die Bettungsziffer *K* kann aus dem Elastizitätsmodul E_{ti} und der Dicke t_{ti} der Wärmedämmung ermittelt werden, sofern die effektive Breite w_{ef} der Wärmedämmung unter Druck bekannt ist. Aufgrund der Lastausbreitung in der Wärmedämmung ist die effektive Breite w_{ef} größer als die Breite der Latte bzw. des Sparrens. Für weitere Berechnungen kann die effektive Breite w_{ef} der Wärmedämmung wie folgt bestimmt werden:

$K = \frac{E_{ti}}{t_{ti}}$, mit

E_{ti} Elastizitätsmodul der Wärmedämmung [N/mm²]

t_{ti} Dicke der Wärmedämmung [mm]

$\sigma_{c,Ed}$ Bemessungswert der Druckspannung in der Wärmedämmung

Hinweis: Der Bemessungswert der Druckspannung soll nicht größer als 110% der Druckspannung bei 10% Stauchung sein, berechnet nach EN 826.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Die Schrauben werden vorwiegend in Richtung der Schraubenachse beansprucht. Die axiale Zugkraft in der Schraube kann aus der Schubbeanspruchung des Daches berechnet werden

$$F_{ax,Ed} = \frac{R_{s,Ed}}{\cos\alpha_r} \le F_{ax,\alpha,Rd} \quad (72)$$

Dabei ist

$F_{ax,Ed}$ Bemessungswert der axialen Zugbelastung der Schraube [N]
$F_{ax,\alpha,Rd}$ Bemessungswert der Ausziehtragfähigkeit der Schraube [N]
$R_{s,Ed}$ Schubbeanspruchung auf die Schraube [N]
α_r Winkel der geneigten Schraube (lt. Abb. Anhang L5.1) [°]

Um die Verformung des Schraubenkopfes bei einer Dicke der Wärmedämmung von über 200 mm bzw. einer Druckfestigkeit der Wärmedämmung unter 0,12 N/mm² zu begrenzen, ist die Tragfähigkeit der Schrauben gegen Herausziehen mit den Faktoren k_1 und k_2 abzumindern.

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes von »fischer PowerFull II« Schrauben für die Montage auf die Sparren oder Fassade ist mit Gleichung (73) zu berechnen.

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min\left\{ k_{ax}\cdot f_{ax,d}\cdot d\cdot l_{ef,r}\cdot k_1\cdot k_2\cdot\left(\frac{\rho_{k,r}}{350}\right)^{0,8};\ \max\left\{ f_{head,d}\cdot {d_h}^2 \atop k_{ax}\cdot f_{ax,d}\cdot d\cdot l_{ef,b}\right\}\cdot\left(\frac{\rho_{k,b}}{350}\right)^{0,8};\ f_{tens,d}\right\} \quad (73)$$

Dabei ist

$F_{ax,\alpha,Rd}$ Bemessungswert der Ausziehtragfähigkeit der Schraube [N]
d Nenndurchmesser der Schraube [mm]
d_h Kopfdurchmesser der Schraube [mm]
$f_{ax,d}$ Bemessungswert der Ausziehfestigkeit des Gewindeteils der Schraube [N/mm²]
$f_{head,d}$ Bemessungswert des Kopfdurchziehparameters der Schraube [N/mm²]
$f_{tens,d}$ Bemessungswert der Zugtragfähigkeit der Schraube [N]
k_{ax} Koeffizient nach Gleichung (18)
k_1 min {1; 200 / t_{ti}} [-]
k_2 min {1; $\sigma_{10\%,Ed}$ / 0,12} [-], darin sind
  $\sigma_{10\%,Ed}$ Druckspannung des Wärmedämmmaterials bei einer Stauchung von 10% [N/mm²]
  t_{ti} Dicke der Wärmedämmmung [mm]
$l_{ef,r}$ Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube in den Sparren $l_{ef} \ge 40$ mm
$l_{ef,b}$ Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube in die Lattung
α Winkel zwischen Faserrichtung und Schraubenachse ($\alpha \ge 30°$) [°]
ρ_k Charakteristische Rohdichte des Holzbauteils [kg/m³]

Hinweis: *Wenn in der Gleichung für $F_{ax,Rd}$ die Faktoren k_1 und k_2 berücksichtigt werden, muss die Durchbiegung der Konterlatten nicht berücksichtigt werden. Alternativ zu den Konterlatten können auch Platten mit einer Mindestdicke von 20 mm aus Sperrholz gemäß EN 636, einer ETA oder am Einbauort geltenden nationalen Bestimmungen, Spanplatten gemäß EN 312, einer ETA oder am Einbauort geltenden nationalen Bestimmungen, Grobspanplatten gemäß EN 300, einer ETA oder am Einbauort geltenden nationalen Bestimmungen, Vollholzplatten gemäß EN 13353, einer ETA oder am Einbauort geltenden nationalen Bestimmungen oder Brettsperrholz gemäß ETA verwendet werden.*

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Wärmedämmstoff auf Sparren mit parallelen Schrauben senkrecht zur Dachebene

Alternativ zu den Latten können ebenfalls Platten mit einer Mindestdicke von 20 mm aus Sperrholz nach EN 636, Spanplatten nach EN 312, OSB/3 und OSB/4 nach EN 300 oder ETA und Massivholzplatten nach EN 13353 verwendet werden.
Die Wärmedämmung muss nach EN 826 eine Mindestdruckfestigkeit von $\sigma_{10\%}$ = 0,05 N/mm² bei 10 % Verformung aufweisen.
Die Lattung bzw. Holzwerkstoffplatte muss eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit aufweisen. Der maximale Bemessungswert der Druckspannung zwischen den Latten bzw. Platten und der Dämmung darf $1{,}1 \cdot \sigma_{10\%}$ nicht überschreiten.

Charakteristische Tragfähigkeit einer Schraube unter Querbelastung

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,b,k} \cdot d \cdot t_b \\ f_{h,r,k} \cdot d \cdot t_r \\ \frac{f_{h,b,k} \cdot d \cdot \beta}{1+\beta} \cdot \left(\sqrt{4t_{ti}^2 + (2+\frac{1}{\beta})t_b^2 + (2+\beta)t_r^2 + 4t_{ti}\left(t_b + t_r\right) + 2t_b t_r} - 2t_{ti} - t_b - t_r \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1{,}05 \cdot \frac{f_{h,b,k} \cdot d \cdot \beta}{\frac{1}{2}+\beta} \left(\sqrt{t_{ti}^2 + t_{ti}t_b + \frac{t_b^2}{2}\left(1+\frac{1}{\beta}\right) + \frac{M_{y,k}}{f_{h,b,k} \cdot d}\left(1+\frac{2}{\beta}\right)} - t_{ti} - \frac{t_b}{2} \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1{,}05 \cdot \frac{f_{h,b,k} \cdot d \cdot \beta}{\frac{1}{2}+\beta} \left(\sqrt{t_{ti}^2 + t_{ti}t_r + \frac{t_r^2}{2}(1+\beta) + \frac{M_{y,k}}{f_{h,b,k} \cdot d}\left(2+\frac{1}{\beta}\right)} - t_{ti} - \frac{t_r}{2} \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1{,}15 \cdot \frac{f_{h,b,k} \cdot d}{1+\beta} \left(\sqrt{\beta^2 t_{ti}^2 + 4 \cdot \beta(\beta+1) \cdot \frac{M_{y,k}}{f_{h,b,k} \cdot d}} - \beta \cdot t_{ti} \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \quad (74)$$

Dabei ist

$F_{v,RK}$	Charakteristische Tragfähigkeit einer Schraube unter Querbelastung [N]
$M_{y,k}$	Charakteristisches Fließmoment der Schraube [Nmm]
$F_{ax,Rk}$	Niedrigste charakteristische Tragfähigkeit der axial beanspruchten Schraube lt. Anhang D [N]
$f_{h,b,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigkeit der Konterlattung [N/mm²]
$f_{h,r,k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigkeit des Sparrens [N/mm²]
d	Gewindeaußendurchmesser der Schraube [mm]
t_b	Lattendicke [mm]
t_r	Kleinster Wert aus Sparrendicke oder Einbindetiefe der Schraube [mm]
t_{ti}	Dicke der Wärmedämmung [mm]
β	Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten der Bauteile Sparren und Konterlattung zueinander [-] mit $\beta = f_{h,r,k} / f_{h,b,k}$

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Wärmedämmung auf Sparren mit abwechselnd geneigt angeordneten Schrauben

Mechanisches Modell
Je nach Schraubenabstand und Anordnung von Zug- und Druckschrauben mit unterschiedlichen Neigungen werden die Latten durch erhebliche Biegemomente belastet. Die Biegemomente werden unter den folgenden Annahmen ermittelt:

- Zug- und Drucklasten in den Schrauben werden nach Gleichgewichtsbedingungen aus den Ein-wirkungen parallel und senkrecht zur Dachebene ermittelt. Diese Einwirkungen sind konstante Linienlasten.
- Die Schrauben fungieren als Pendelstützen, die um 10 mm zurückgesetzt innerhalb der Lattung oder des Sparrens gehalten werden. Die effektive Knicklänge entspricht somit der Länge der Schraube zwischen Latte und Sparren plus 20 mm.
- Eine Latte wird als durchgehender Träger mit konstanter Stützweite $l = A + B$ betrachtet. Die Druckschrauben bilden die Stützen des Durchlaufträgers, während die Zugschrauben Punktlasten senkrecht zur Lattenachse übertragen.
- Die Schrauben werden überwiegend auf Zug oder Druck belastet. Aus den Belastungen parallel und senkrecht zur Dachebene werden die Normalkräfte der Schraube ermittelt.

Druckbeanspruchte Schrauben

$$F_{c,Ed} = (A+B)\cdot\left(-\frac{q_{II,d}}{\cos\alpha_1 + \sin\alpha_1 / \tan\alpha_2} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_2)}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (75)$$

Zugbeanspruchte Schrauben

$$F_{c,Ed} = (A+B)\cdot\left(\frac{q_{II,d}}{\cos\alpha_2 + \sin\alpha_2 / \tan\alpha_1} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_1)}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (76)$$

Die Biegemomente in der Latte folgen aus den konstanten Linienlasten und den Lastkomponenten senkrecht zur Lattung aus den zugbeanspruchten Schrauben. Die Spannweite des Durchlaufträgers ist gleich (A+B). Die Lastkomponente senkrecht zur Lattung aus den zugbeanspruchten Schrauben ist:

$$F_{ZS,Ed} = (A+B)\cdot\left(\frac{q_{II,d}}{1/\tan\alpha_1 + 1/\tan\alpha_2} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_1)\cdot\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (77)$$

Hinweis: Ein positiver Wert für $F_{ZS,Ed}$ bedeutet eine Belastung zum Sparren, ein negativer Wert eine Belastung vom Sparren weg.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Wärmedämmung auf Sparren mit abwechselnd geneigten Schrauben

Mechanisches Modell

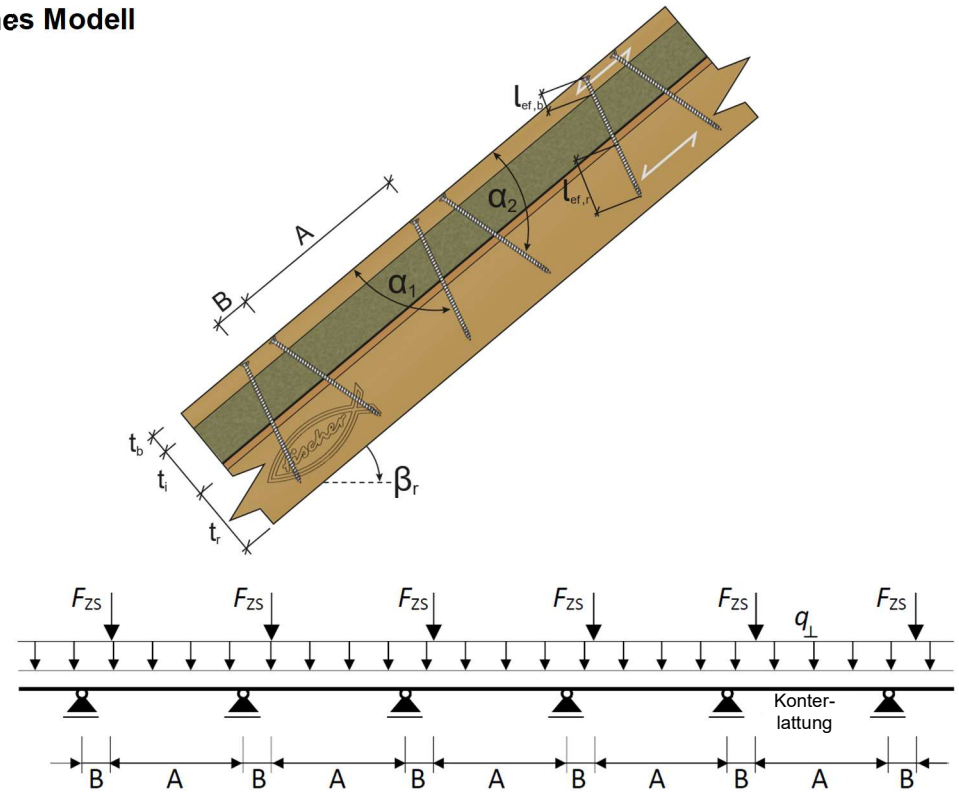


Abbildung L11.1: Konterlatte auf Sparren mit abwechselnd geneigten Schrauben und mechanisches Modell (Abbildungen nicht maßstäblich)

Druckbeanspruchte Schrauben

$$F_{c,Ed} = (A+B)\cdot\left(-\frac{q_{II,d}}{\cos\alpha_1 + \sin\alpha_1 / \tan\alpha_2} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_2)}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (78)$$

Zugbeanspruchte Schrauben

$$F_{c,Ed} = (A+B)\cdot\left(\frac{q_{II,d}}{\cos\alpha_2 + \sin\alpha_2 / \tan\alpha_1} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_1)}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (79)$$

Konzentrierte Punktlast

$$F_{ZS,Ed} = (A+B)\cdot\left(\frac{q_{II,d}}{1/\tan\alpha_1 + 1/\tan\alpha_2} - \frac{q_{\perp,d}\cdot\sin(90-\alpha_1)\cdot\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\right) \quad (80)$$

Hinweis: Ein positiver Wert für $F_{ZS,Ed}$ bedeutet eine Belastung zum Sparren, ein negativer Wert eine Belastung vom Sparren weg.

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Wärmedämmung auf Sparren mit abwechselnd geneigten Schrauben

Bemessung der Tragfähigkeiten der Schrauben

Der Bemessungswert des Ausziehwiderstandes bzw. der Zugtragfähigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben für die Sparren- oder Fassadenmontage ist mit Gleichung (81) zu berechnen.

$$F_{ax,t,\alpha,Rd} = \min\left\{ k_{ax} \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef,r} \cdot \left(\frac{\rho_{k,r}}{350}\right)^{0,8} ;\ \max\left\{ f_{head,d} \cdot {d_h}^2 \\ k_{ax} \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef,b} \right\} \cdot \left(\frac{\rho_{k,b}}{350}\right)^{0,8} ; f_{tens,d} \right\} \quad (81)$$

Der Bemessungswert der Druck-/Knicktragfähigkeit von »fischer PowerFull II« Schrauben für die Sparren- oder Fassadenmontage ist mit Gleichung (82) zu berechnen.

$$F_{ax,c,\alpha,Rd} = \min\left\{ k_{ax} \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef,r} \cdot \left(\frac{\rho_{k,r}}{350}\right)^{0,8} ;\ k_{ax} \cdot f_{ax,d} \cdot d \cdot l_{ef,b} \cdot \left(\frac{\rho_{k,b}}{350}\right)^{0,8} ; F_{b,Rd} \right\} \quad (82)$$

Dabei ist

d	Nenndurchmesser der Schraube [mm]
d_h	Kopfdurchmesser der Schraube [mm]
$f_{ax,d}$	Bemessungswert der Ausziehfestigkeit des Gewindeteils der Schraube [N/mm²]
$f_{head,d}$	Bemessungswert des Kopfdurchziehparameters der Schraube [N/mm²]
$f_{tens,d}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit der Schraube [N]
k_{ax}	Koeffizient lt. Gleichung (18)
$l_{ef,r}$	Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube in den Sparren $l_{ef} \geq 40$ mm
$l_{ef,b}$	Einschraubtiefe des Gewindeteils der Schraube in die Lattung
ρ_k	Charakteristische Rohdichte des Holzbauteils [kg/m³]
$F_{ax,\alpha,Rd}$	Bemessungswert des Ausziehwiderstandes der Schraube [N]
$F_{c,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Druckkraft auf die Schraube [N]
$F_{t,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft auf die Schraube [N]
$F_{ZS,Ed}$	Punktlast durch die zugbeanspruchte Schraube [N]
$F_{b,Rd}$	Knicktragfähigkeit der Schraube mit freier Schraubenlänge (siehe auch Anhang D14 und L2)
$q_{II,d}$	Bemessungslasten parallel zur Lattung [N/m]
$q_{\perp,d}$	Bemessungslasten senkrecht zur Lattung [N/m]
α_1	Dicke der Latten [mm]
α_2	Kleinster Wert aus Sparrendicke oder Einbindetiefe der Schraube [mm]

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Geneigt angeordnete Schrauben unter einem Winkel von 45° bei einschnittigen Stahl-Holz-Scherverbindungen

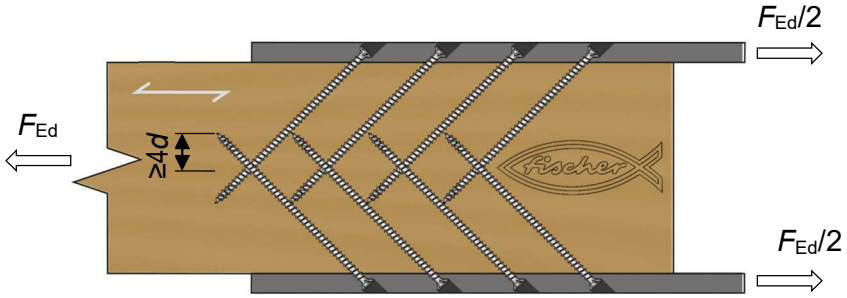


Abbildung M1.1: Scherverbindung mit geneigten Schrauben in Stahl-Holz-Verbindungen (Abbildungen nicht maßstäblich)

$$F_{v,Rk} = F_{ax,\alpha,Rk} \cdot \left(\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha\right) + \sqrt{2 \cdot (1+\zeta)} \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot (0,7 \cdot d) \cdot \sin^2\alpha} \cdot (1 - \mu \cdot \cot\alpha) \quad (83)$$

Dabei ist

$F_{v,Rk}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Schraube je Scherfuge [N]
$F_{ax,\alpha,Rk}$	Charakteristischer Ausziehwiderstand der Schraube [N], siehe Anhang C8
α	Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [°], α = 45°
ζ	Faktor zur Berücksichtigung einer teilweisen Einspannung des Schraubenkopfes im Stahlblech [[0≤ ζ ≤1] ζ=0 Für dünne Stahlbleche $t < 1{,}5 \cdot d$ ζ=1 Für dicke Stahlbleche $t \geq 1{,}5 \cdot d$ *und* *Lochspiel weniger als* $0{,}1 \cdot d$ Lineare Interpolation der Zwischenwerte ist erlaubt
$M_{y,Rk}$	Fließmoment der Schraube siehe Anhang C1 [Nmm],
$f_{h,\alpha',k}$	Charakteristische Lochleibungsfestigkeit der Schraube unter einem Winkel α' = 45 [°]
μ	Reibungskoeffizient, wenn durchgängig Druckkräfte zwischen Stahl-/ Aluminiumbauteil und den Holzelementen gewährleistet werden können Für Stahl und Aluminium μ = 0,25

Hinweis: Bei Verwendung von geneigt angeordneten Schrauben von gegenüberliegenden Seiten müssen sich die Schrauben im Bereich der Schraubenspitzen überlappen, um Querzugversagen im Holzbauteil zu vermeiden (empfohlener Wert ≥ 4·d)

Bemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau

Geneigt angeordnete Schrauben für den Einsatz in einschnittigen Holz-Holz-Scherverbindungen

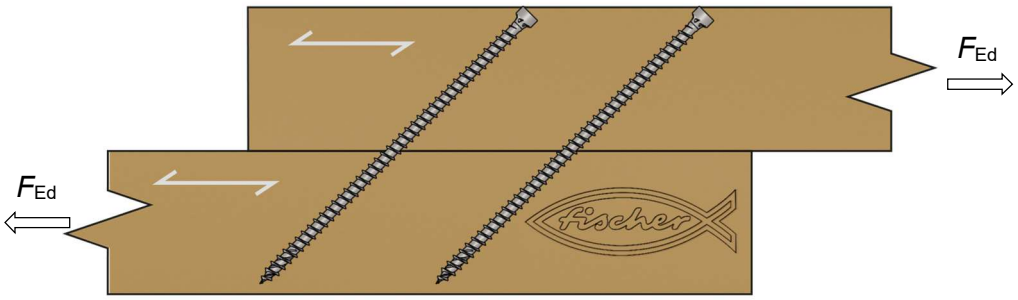


Abbildung M2.1: Scherverbindung mit geneigten Schrauben in Holz-Holz-Verbindungen (Abbildungen nicht maßstäblich)

Die Tragfähigkeit

$$F_{v,Rk} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\cos\alpha}{F_{v,Rk}}\right)^2 + \left(\frac{\sin\alpha}{F_{ax,Rk}}\right)^2}} \tag{84}$$

Der Verschiebungsmodul, vgl. auch Anhang C18

$$K_{ser} = K_{v,ser} \cdot \cos\alpha \cdot (\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha) + K_{ax,ser} \cdot \sin\alpha \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha) \tag{85}$$

Bei gekreuzten Schrauben sollte die Reibung nicht berücksichtigt werden. Demnach gilt

$$K_{ser} = K_{v,ser} \cdot \cos^2\alpha + K_{ax,ser} \cdot \sin^2\alpha \tag{86}$$

Berücksichtigung der Verschiebungen in beiden Teilen ergibt den gesamten Verschiebungsmodul

$$K_{v,tot,ser} = \frac{1}{\frac{1}{K_{ax,ser,1}} + \frac{1}{K_{ax,ser,2}}} \tag{87}$$

Dabei ist

d	Nenndurchmesser der Schraube [mm]
$F_{v,Rk}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Schraube je Scherfuge [N]
$F_{ax,Rk}$	Charakteristischer Ausziehwiderstand der Schraube [N], vgl. Anhang C8
$K_{ax,ser}$	Verschiebungsmodul parallel zur Schraubenachse im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit [N/mm]
$K_{v,ser}$	Verschiebungsmodul senkrecht zur Schraubenachse im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit [N/mm]
α	Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung [°]
μ	Reibungskoeffizient, wenn permanente Druckkräfte zwischen den Holzelementen gewährleistet werden können μ = 0,25

Brandbemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau gemäß EN 1995-1-2

- Verbindungen mit Seitenteilen aus Holz – Vereinfachte Regeln

a) Ungeschützte Verbindungen

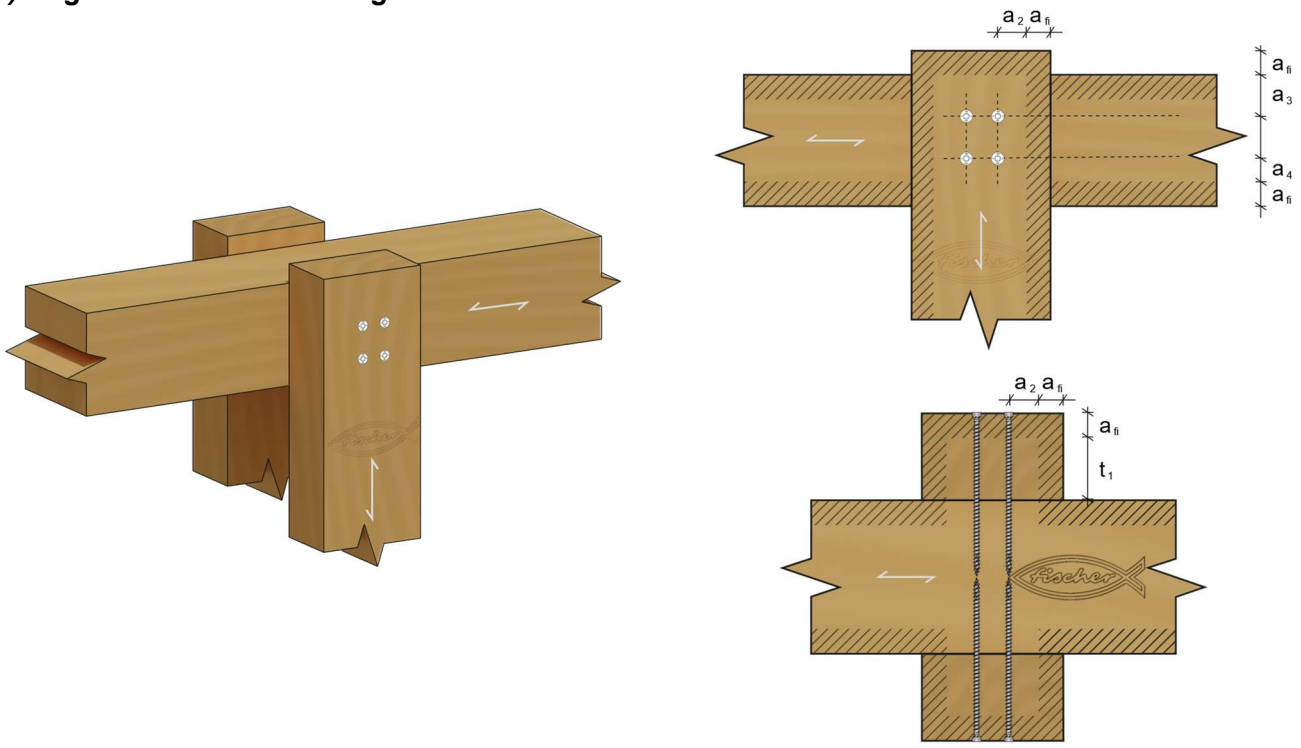


Abbildung N1.1: Brandbemessung ungeschützter Schrauben – rechtwinklig beansprucht (Abbildungen nicht maßstäblich)

Für ungeschützte Holz-Holz-Verbindungen mit Schrauben mit Durchmesser $d \geq 3{,}5$ mm und Hirnholz, Rand- und Achsabständen, sowie Abmessungen der Seitenhölzer entsprechend den Mindestanforderungen nach EN 1995-1-1, darf die Feuerwiderstandsdauer wie folgt angenommen werden

$$t_{d,fi} = 15 \text{ min} \tag{88}$$

Bei Anschlüssen mit nicht vorstehenden Köpfen können größere Feuerwiderstandsdauern $t_{d,fi}$ durch die Erhöhung der folgenden Maße um a_{fi}, jedoch auf maximal 30 Minuten, erreicht werden.

- Der Dicke der Seitenteile
- Der Breite der Seitenteile
- Der Achs- und Randabstände der Schrauben

Mit

$$a_{fi} = 1{,}5 \cdot \beta_n \cdot (t_{req} - t_{d,fi}) \tag{89}$$

Brandbemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau gemäß EN 1995-1-2

Die Bemessungswerte der ideellen Abbrandraten β_n bei Normbrandbeanspruchung sind nachfolgend angegeben.

Tabelle N2.1: Bemessungswert der ideellen Abbrandrate

Werkstoff	β_n **[mm/min]**
Nadelholz und Buche	
Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 290 kg/m³ on ≥ 290 kg/m³	0,70
Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 290 kg/m³	0,80
Laubholz	
Vollholz oder Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 290 kg/m³	0,70
Vollholz oder Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 450 kg/m³	0,55
Furnierschichtholz	
LVL mit einer charakteristischen Rohdichte von ≥ 480 kg/m³	0,70

b) Geschützte Verbindungen

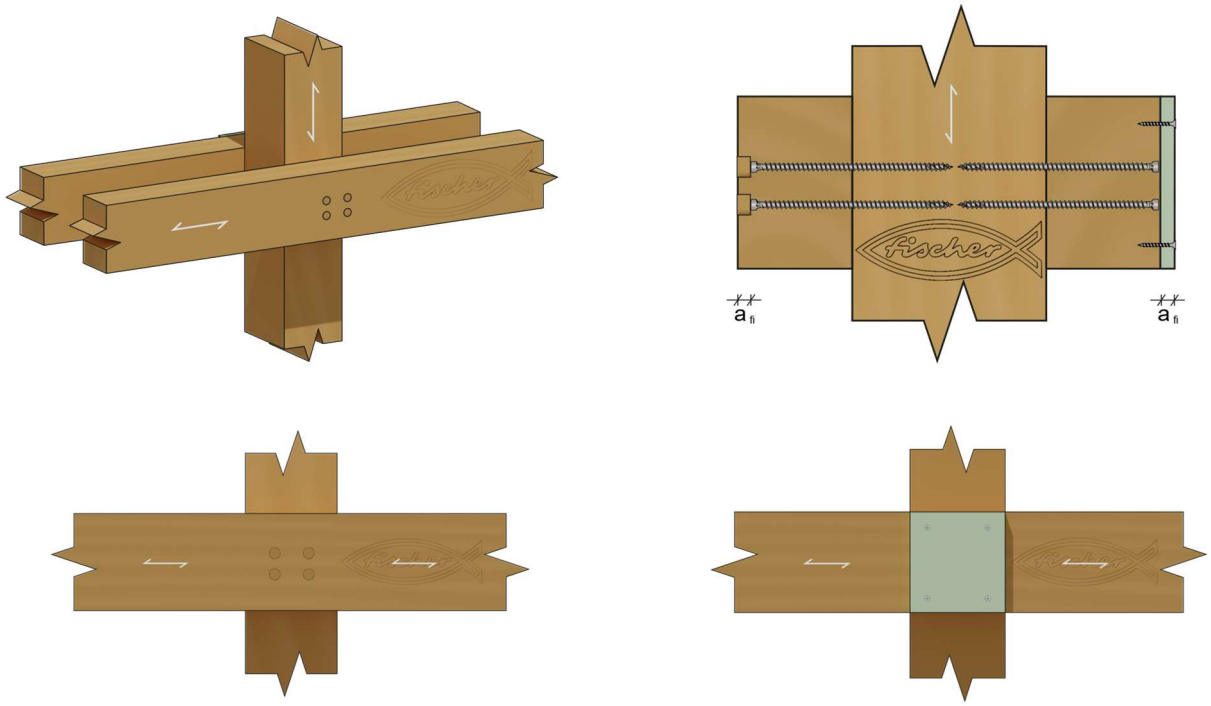


Abbildung N2.1: Brandbemessung geschützter Schrauben – rechtwinklig beansprucht (Abbildungen nicht maßstäblich)

Wenn die Verbindung durch zusätzliche Holzbekleidungen, Holzwerkstoffplatten oder Gipsplatten, Typ *A* oder *H*, oder andere Brandschutzplatten mit einer Feuerbeständigkeit gemäß ETA geschützt wird, sollte die Zeitdauer bis zum Beginn des Abbrandes die folgende Bedingung erfüllen

$$t_{ch} \geq t_{req} - 0{,}5 \cdot t_{d,fi} \qquad (90)$$

Brandbemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau gemäß EN 1995-1-2

Wenn die Verbindung durch Gipsplatten Typ *F* geschützt wird, sollte die Zeitdauer bis zum Beginn des Abbrandes die folgende Bedingung (91) erfüllen.

$$t_{ch} \geq t_{req} - 1,2 \cdot t_{d,fi} \tag{91}$$

Für Verbindungen, bei denen die Schrauben durch eingeklebte Holzdübel (Querholzplättchen) geschützt werden, sollte die Länge der Dübel wie folgt bestimmt werden.

$$a_{fi} = 1,5 \cdot \beta_n \cdot (t_{req} - t_{d,fi}) \tag{92}$$

Die zusätzliche Schutzbekleidung ist so zu befestigen, dass ein vorzeitiges Versagen ausgeschlossen werden kann. Zusätzliche Schutzbekleidungen aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten dürfen nicht vor dem rechnerischen Beginn des Abbrands des Bauteils ($t = t_{ch}$). abfallen. Zusätzliche Schutzbekleidungen aus Gipsplatten, Typ F, sollten während der gesamten Feuerwiderstandsdauer nicht abfallen ($t = t_{req}$).

Zur Befestigung der zusätzlichen Schutzbekleidung mit Schrauben gilt:
- der Abstand zwischen den Schrauben sollte nicht mehr als 100 mm entlang der Plattenränder und nicht mehr als 300 mm bei Befestigungen in der Fläche betragen
- der Randabstand der Schrauben sollte gleich oder größer als a_{fi}, entsprechend der nachfolgenden Gleichung sein

$$a_{fi} = 1,5 \cdot \beta_n \cdot (t_{req} - t_{d,fi}) \tag{93}$$

Die Verankerungslänge der Schrauben zur Befestigung der zusätzlichen Schutzbekleidung aus Holz, Holzwerkstoffen oder Gipsplatten, Typ *A* oder *H*, sollte mindestens $6 \cdot d$ betragen.

Bei Gipsplatten, Typ *F*, sollte die Verankerungslänge in das unverkohlte Holz (hinter der Abbrandgrenze) mindestens 10 mm betragen (vgl. auch EN 1995-1-2).

Dabei ist

a_{fi}	Zusätzliche Elementdicke zur Verbesserung der Feuerbeständigkeit [mm]
t_{req}	Erforderliche Feuerwiderstandsdauer bei Normbrandbeanspruchung [min]
$t_{d,fi}$	Feuerwiderstandsdauer der ungeschützten Verbindung [min]
β_n	Bemessungswert der ideellen Abbrandrate [mm/min]

Brandbemessung von PowerFull II Schrauben für tragende Anwendungen im Holzbau gemäß EN 1995-1-2

- Vereinfachte Regeln für axial beanspruchte Schrauben

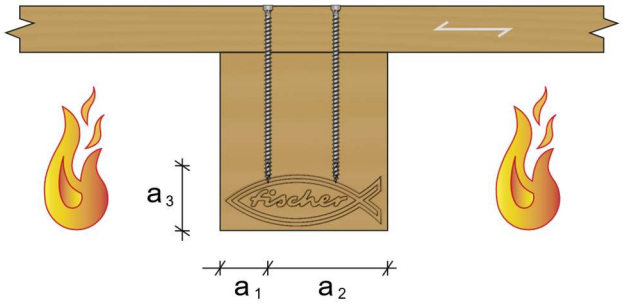


Abbildung N4.1: Brandbemessung axial beanspruchter Schrauben (Abbildungen nicht maßstäblich)

Für auf Herausziehen beanspruchte Schrauben, die vor direkter Brandbeanspruchung geschützt sind, ist der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit der Schrauben entsprechend nachfolgender Gleichung zu berechnen

$$F_{ax,d,t,fi} = \eta \cdot \frac{1,05 \cdot F_{ax,Rk}}{\gamma_{M,fi}} \tag{94}$$

Für Verbindungen, bei denen die Abstände a_2 und a_3 der Schrauben die Bedingung der Gleichung (95) erfüllen, ist der Umrechnungsfaktor η für die Abminderung der Beanspruchbarkeit der Schraube auf Herausziehen im Brandfall entsprechend Gleichung (96) zu bestimmen.

$$\begin{aligned} a_2 &\geq a_1 + 40 \\ a_3 &\geq a_1 + 20 \end{aligned} \tag{95}$$

$$\eta = \begin{cases} 0 & \text{for } a_1 \leq 0,6 \cdot t_{d,fi} \\ \dfrac{0,44 \cdot a_1 - 0,264 \cdot t_{d,fi}}{0,2 \cdot t_{d,fi} + 5} & \text{for } 0,6 \cdot t_{d,fi} \leq a_1 \leq 0,8 \cdot t_{d,fi} + 5 \\ \dfrac{0,56 \cdot a_1 - 0,36 \cdot t_{d,fi} + 7,32}{0,2 \cdot t_{d,fi} + 23} & \text{for } 0,8 \cdot t_{d,fi} + 5 \leq a_1 \leq t_{d,fi} + 28 \\ 1,0 & \text{for } a_1 \geq t_{d,fi} + 28 \end{cases} \tag{96}$$

Dabei ist

a_1, a_2, a_3	Achs- und Randabstände der Schrauben [mm]
$t_{d,fi}$	Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der ungeschützten Verbindung [min]
$F_{ax,Rk}$	Charakteristischer Ausziehwiderstand der Schraube [N]
$F_{ax,d,t,fi}$	Bemessungswert des Ausziehwiderstandes im Brandfall [N]
$\gamma_{M,fi}$	Teilsicherheitsbeiwert für Holz für den Brandfall, siehe nationaler Anhang (empfohlener Wert $\gamma_{M,fire}$=1,0) [-]
η	Abminderungsfaktor für den Bemessungswert der Einwirkungen bei Brandbeanspruchung [-]