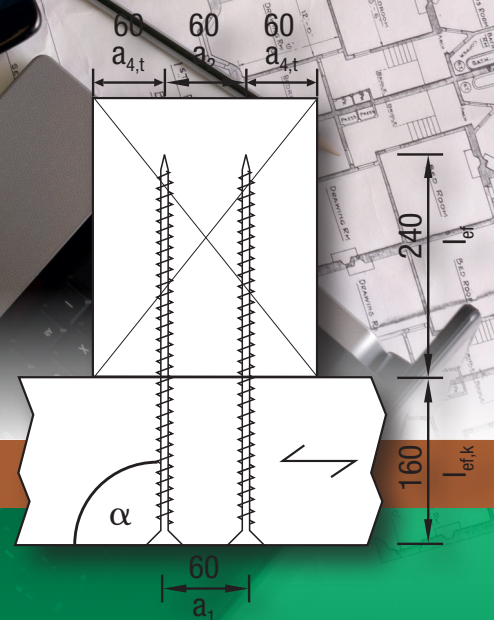




ETA 12/0114 +
EC5 + NA
Stand 10.2017



Construction



Bemessungshinweise

Hinweise zur Bemessung von
tragenden SPAX-Verbindungen



Nutzen Sie auch die SPAX
Designsoftware unter
<https://designsoftware.spax.com>

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Bezeichnungen	
Formelzeichen	4
Ermittlung der Holzdicken bzw. Einschraubtiefen t_1 und t_2	5
Ermittlung der effektiven Gewindelängen l_{ef} und $l_{ef,k}$	5
3. Bemessungswert der Tragfähigkeit	
3.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit Abscheren	6
3.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit Herausziehen	6
4. Bemessungsbeiwerte	
4.1 Modifikationsbeiwert k_{mod}	7
Nutzungsklasse NKL	7
Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED	8
Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte k_{mod}	9
4.2 Teilsicherheitsbeiwert γ_M	10
5. Ermittlung und Nachweis der Tragfähigkeit	
5.1 Abscheren	11
5.2 Herausziehen / Druck	15
6. Bestimmungen für die Ausführung	
6.1 Allgemein	20
6.2 Vorbohren	21
6.3 Mindestholzdicke wegen Spaltgefahr des Holzes	21
6.4 Mindestabstände	22
7. Bemessungstabellen	
Abscheren Holz - Holz	28
Herausziehen	35
Druck	40
8. Sortimentschnellübersicht	50
9. Beispiele	
Holz-Holz 1 – Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube	55
Holz-Holz 2 – Traglatte auf Konterlatte	57
Holz-Holz 3 – Traglatte auf Konterlatte	59
Holz-Holz 4 – Traglatte auf Konterlatte	61
Ausführungsbeispiel T-Stoß – Rähm an Pfosten	62
Ausführungsbeispiel Kopfband – Kopfband an Rähm und an Pfosten	64
Weitere Beispiele	65

1. Einleitung

Diese Broschüre gilt für die Berechnung und Ausführung von tragenden Schraubenverbindungen gemäß
DIN EN 1995-1-1:2010-12 (Eurocode 5 bzw. EC5)
DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 (Nationaler Anhang)
DIN EN 1995-1-1/NA/A1:2012-12 (Änderung A1 -Entwurf-)

und nach der Europäischen Technischen Bewertung (European Technical Assessment bzw. ETA)

ETA-12/0114

vom 12.10.2017

Sie dient als Bemessungshilfe zur schnellen Bemessung tragender SPAX Verbindungen und ersetzt nicht den eigenen schriftlichen Nachweis des Anwenders.

Für Entwurf, Berechnung, Bemessung und Ausführung gilt EC5, soweit in der ETA nichts anderes bestimmt ist.

Behandelt werden ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit von Verbindungen.

Besondere Konstruktionsregeln zusätzlich zum EC5 sind in den jeweiligen Abschnitten angegeben und als Mindestanforderung zu sehen. Sie sind für spezielle Arten von Verbindungen gegebenenfalls zu erweitern.

Bauteile aus Vollholz und Brettschichtholz, Brettsperrholz, LVL (Furnierschichtholz), Brett- oder Balkenlagenholz, Holzwerkstoffe oder Stahlteile dürfen an Bauteile aus Vollholz und Brettschichtholz, Brettsperrholz, LVL (Furnierschichtholz), Brett- oder Balkenlagenholz angeschlossen werden.

Anschlüsse an Spanplatten inkl. OSB-Platten, Faserplatten oder Sperrholz können gemäß Zulassung des jeweiligen Holzwerkstoffes ausgeführt werden, sofern in der Zulassung des Holzwerkstoffes Anschlüsse mit selbstbohrenden Holzschrauben geregelt sind.

Die Broschüre wurde nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet. Für Fehler und offensichtliche Irrtümer wird keine Haftung übernommen.

Korrekturen, Fragen und Anregungen unter technik@spax.com.



Nutzen Sie zur Bemessung Ihrer Projekte auch die SPAX Design Software nach EC5 + ETA. Die neue Browser-Version bietet eine Online-Bemessung mit den Modulen Allgemeine Schraubenbemessung (Abscheren + Herausziehen), Ausklinkungsverstärkung, Querdruckverstärkung, Aufsparrendämmung und Haupt-/Nebenträger-Verbindung mit serverseitiger Speicheroption (Filehosting) und Projektverwaltung. Eine weitergehende Beschreibung des Programms finden Sie unter downloads.spax.com in der Kurzanleitung SPAX Design Software. Für einen Direktaufruf der Software verwenden Sie <https://designsoftware.spax.com>. Bei häufiger Verwendung empfehlen wir einen Bookmark zu setzen.

ETA-12/0114

2. Bezeichnungen

Formelzeichen

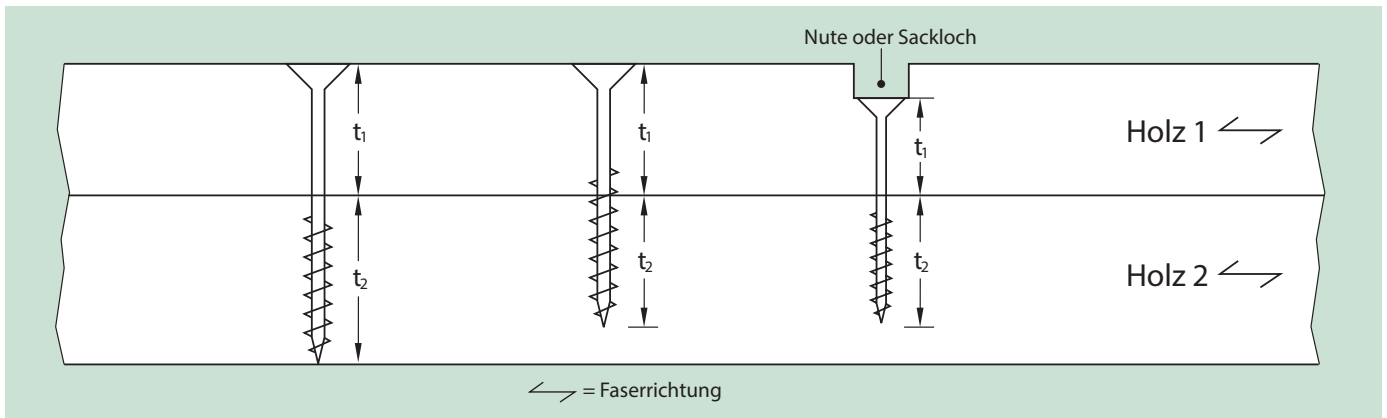
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der Einwirkung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$F_{v,Ek}$	Charakteristischer Wert der Einwirkung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$F_{ax,\alpha,Ed}$	Bemessungswert der Einwirkung bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)	[N]	
$F_{ax,\alpha,Ek}$	Charakteristischer Wert der Einwirkung bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)	[N]	
$M_{y,k}$	Charakteristischer Wert des Fließmoments	[Nm]	ETA 3.9
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit je Scherfuge und Verbindungsmittel bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$F_{v,Rk}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit je Scherfuge und Verbindungsmittel bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	EC5 ; 8.2.2 (1)
ΔR_k	Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k (Einhänge- bzw. Seileffekt). $\Delta R_k = \min \{F_{ax,\alpha,Rk} / 4; F_{v,Rk}\}$	[N]	EC5 ; 8.2.2 (2)
$F_{ax,\alpha,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse	[N]	
$F_{ax,\alpha,Rk}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse je Verbindungsmittel (Herausziehen)	[N]	ETA 3.9
$f_{tens,d}$	Bemessungswert der Stahl-Zugtragfähigkeit	[N]	
$f_{tens,k}$	Charakteristischer Wert der Stahl-Zugtragfähigkeit	[N]	ETA 3.1
d_1	Gewindeaußendurchmesser bzw. Nenndurchmesser	[mm]	ETA Anhänge
d_h	Kopfdurchmesser	[mm]	ETA Anhänge
$f_{ax,k}$	Charakteristischer Ausziehparameter	[N/mm ²]	ETA 3.9
$f_{head,k}$	Charakteristischer Kopfdurchziehparameter	[N/mm ²]	ETA 3.9
$f_{h,k}$	Charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit	[N/mm ²]	ETA 3.9
k_{mod}	Modifikationsbeiwert (Berücksichtigung der Nutzungsklasse NKL und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED)	[]	EC5; Tab. 3.1 NA; Tab. NA. 1 und NA. 4
l_{ef}	Effektive Gewindelänge im Holzteil mit der Schraubenspitze	[mm]	
$l_{ef,k}$	Effektive Gewindelänge im Holzteil unter dem Schraubenkopf	[mm]	
l_g	Gewindelänge der Schraube	[mm]	ETA Anhänge
n_{ef}	wirksame Anzahl hintereinander angeordneter Verbindungsmittel	[]	EC5 ; 8.7, ETA
t	Dicke z.B. eines Bauteils	[mm]	
t_1	Holzdicke bzw. Einschraubtiefe im Holz 1	[mm]	
t_2	Holzdicke bzw. Einschraubtiefe im Holz 2	[mm]	
t_{req}	Erforderliche Holzdicke oder Einschraubtiefe	[mm]	
u_{gl}	Holzausgleichsfeuchte	[%]	
α	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung	[°]	ETA 3.9
α', ε	Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung	[°]	
β	Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,2,k} / f_{h,1,k}$	[]	EC5 ; 8.2.2 (1)
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Festigkeitseigenschaften des Baustoffs in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	[]	EC5 ; Tab. 2.3 NA ; Tab. NA.2 + NA.3
ρ_k	Charakteristischer Wert der Rohdichte des Holzes bzw. des Holzwerkstoffes	[kg/m ³]	Produktnorm



2. Bezeichnungen

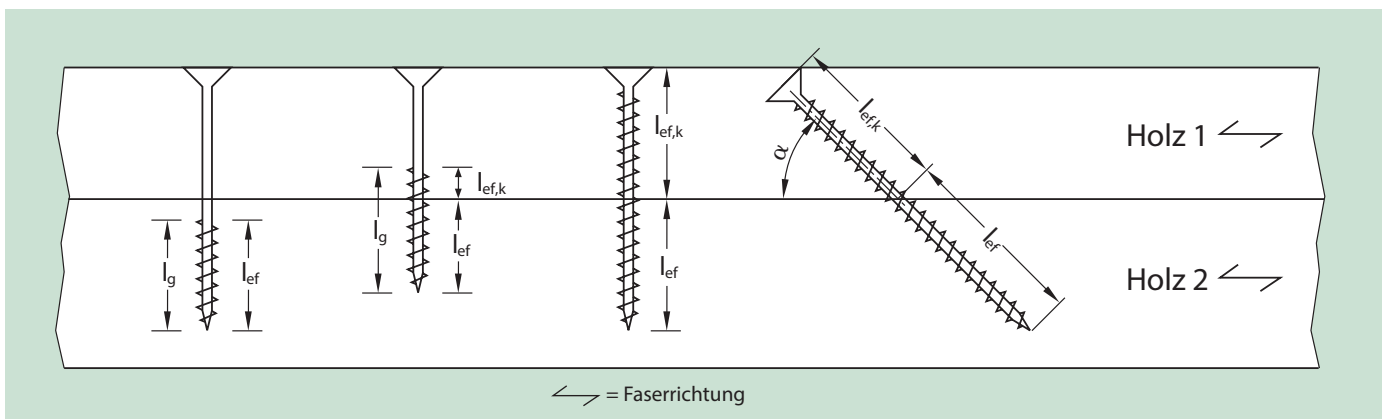
Bemessung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse, Abscheren

Abbildung 2.1 Ermittlung der Holzdicken bzw. Einschraubtiefen t_1 und t_2



Bemessung bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse, Herausziehen

Abbildung 2.2 Ermittlung der effektiven Gewindelängen l_{ef} und $l_{ef,k}$



3. Nachweis der Tragfähigkeit

3.1 Abscheren

Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

Zur Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit siehe Abschnitt 5.1.

Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\frac{F_{v,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{v,Rd}} \leq 1 \quad (\text{Wenn } n_{ef} \text{ bereits in } F_{v,Rd} \text{ berücksichtigt wurde, dann nicht nochmals berücksichtigen.})$$

3.2 Herausziehen

Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse

Für die Bemessung der Tragfähigkeit auf Herausziehen werden die Bemessungswerte von drei verschiedenen möglichen Versagensfällen miteinander verglichen.

Der kleinste Wert davon wird maßgebend.

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{Bemessungswert } R_{ax,d,2} \text{ für den Versagensfall Herausziehen des Gewindes} \\ \text{Bemessungswert } f_{tens,d} \text{ für den Versagensfall Zugtragfähigkeit (Stahl)} \\ \text{Bemessungswert } R_{ax,d,1} = \max\{R_{ax,d,1}; R_{head,d,1}\} \text{ für den Versagensfall Kopfdurchziehen} \end{array} \right.$$

Bemessungswert Herausziehen des Gewindes:

$$R_{ax,d,2} = \frac{k_{mod} \cdot R_{ax,k,2}}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

Bemessungswert Zugtragfähigkeit (Stahl):

$$f_{tens,d} = \frac{f_{tens,k}}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

Bemessungswert Kopfdurchziehen:

$$R_{ax,d,1} = \frac{k_{mod} \cdot \max\{R_{ax,k,1}; R_{head,k,1}\}}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\frac{F_{ax,\alpha,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{ax,\alpha,Rd}} \leq 1 \quad (\text{Wenn } n_{ef} \text{ bereits in } F_{ax,\alpha,Rd} \text{ berücksichtigt wurde, dann nicht nochmals berücksichtigen.})$$

Nachweis der Tragfähigkeit bei kombinierter Beanspruchung rechtwinklig zu und in Richtung der Schraubenachse

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{v,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{ax,\alpha,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{ax,\alpha,Rd}} \right)^2 \leq 1 \quad (\text{Wenn } n_{ef} \text{ bereits in } F_{v,Rd} \text{ und in } F_{ax,\alpha,Rd} \text{ berücksichtigt wurde, dann nicht nochmals berücksichtigen.})$$

ETA 3.9



4. Bemessungsbeiwerte k_{mod} und γ_M

4.1 Modifikationsbeiwert k_{mod}

Der Modifikationsbeiwert k_{mod} berücksichtigt den Einfluss der Nutzungsklasse (NKL) und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes bzw. der Holzwerkstoffe.

EC5; Tab. 3.1
NA; Tab. NA.4

Die Ermittlung des Modifikationsbeiwertes k_{mod} erfolgt in 3 Arbeitsschritten:

1. Bestimmung der Nutzungsklasse (NKL)
2. Bestimmung der Lasteinwirkungsdauer (KLED) gemäß der maßgebenden Lastfallkombination
3. Bestimmung des Rechenwertes des Modifikationsbeiwertes k_{mod} anhand der zuvor ermittelten Eingangsgrößen NKL und KLED

Nutzungsklasse NKL

Holzbauwerke müssen wegen der physikalischen Eigenschaften der Holzbaustoffe bestimmten Nutzungsklassen (NKL) zugewiesen werden, die die klimatischen Verhältnisse der Umgebung des Bauwerks während seiner Nutzung kennzeichnen.

EC5; 2.3.1.3

Nutzungsklasse 1: Sie ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 65 % übersteigt, z. B. in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken.

Nutzungsklasse 2: Sie ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 85 % übersteigt, z. B. bei überdachten offenen Bauwerken.

Nutzungsklasse 3: Sie erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten führen als in Nutzungsklasse 2 angegeben, z. B. für Konstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind.

Tabelle 4.1 Übersicht über die Einteilung der Nutzungsklassen NKL

	A	B	C	D
1	NKL	umgebendes Klima ^a	Einbausituation	Mittlere Holzfeuchte u_{gl}
2	1	20 °C / rel. Luftfeuchte ≤ 65 %	Allseitig geschlossen	5 % – 15 % ^b
3	2	20 °C / rel. Luftfeuchte ≤ 85 %	Überdacht offen	10 % – 20 % ^c
4	3	höhere Feuchtebelastung als in NKL 2	Der Witterung ungeschützt ausgesetzt	12 % – 24 %

Informativ:

In Ausnahmefällen können auch überdachte Bauteile in die Nutzungsklasse 3 einzustufen sein.

Durch richtig ausgeführte Abdeckungen können außen liegende Bauteile in NKL2 eingestuft werden.

[DIN 1052; E 7.1.1 (4)]

^a Die genannten umgebenden klimatischen Bedingungen können für wenige Wochen im Jahr überschritten werden.

^b In den meisten Hölzern wird in der NKL 1 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von $u = 12$ % nicht überschritten.

^c In den meisten Hölzern wird in der NKL 2 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von $u = 20$ % nicht überschritten.

4. Bemessungsbeiwerte k_{mod} und γ_M

4.1 Modifikationsbeiwert k_{mod}

Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED

Tabelle 4.2 Einteilung der Einwirkungen nach DIN EN 1991-1-1, DIN EN 1991-1-3, DIN EN 1991-1-4, DIN EN 1991-1-7, DIN EN 1991-3 und den zugehörigen Nationalen Anhängen in Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)

	A	B
1	Einwirkung	KLED
2	Wichten- und Flächenlasten nach DIN EN 1991-1-1	ständig
3	Lotrechte Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-1	
4	A Spitzböden, Wohn- und Aufenthaltsräume	mittel
5	B Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	mittel
6	C Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien)	kurz
7	D Verkaufsräume	mittel
8	E1 Lager, Fabriken und Werkstätten, Ställe, Lagerräume und Zugänge	lang
9	E2 Flächen für den Betrieb mit Gabelstaplern	mittel
10	F Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast ≤ 30 kN), Zufahrtsrampen zu diesen Flächen	mittel kurz
11	H nicht begehbare Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen, Reparaturen	kurz
12	K Hubschrauber-Regellasten	kurz
13	T Treppen und Treppenpodeste	kurz
14	Z Zugänge, Balkone und Ähnliches	kurz
15	Horizontale Lasten nach DIN EN 1991-1-1	
16	Horizontale Nutzlasten infolge von Personen auf Brüstungen, Geländern und andere Konstruktionen, die als Absperrung dienen	kurz
17	Horizontallasten zur Erzielung einer ausreichenden Längs- und Quersteifigkeit	^a
18	Horizontallasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken, – für horizontale Nutzlasten, – für den Überrollschutz	kurz sehr kurz
19	Windlasten nach DIN EN 1991-1-4	kurz/sehr kurz ^b
20	Schneelast und Eislast nach DIN EN 1991-1-3	
21	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN ≤ 1.000 m	kurz
22	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN > 1.000 m	mittel
23	Anpralllasten nach DIN EN 1991-1-7	sehr kurz
24	Horizontallasten aus Kran- und Maschinenbetrieb nach DIN EN 1991-3	kurz

NA; Tab. NA.1

Einwirkungen aus Temperatur- und Feuchteänderungen sind der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „mittel“ zuzuordnen.

NA; 2.3.1.2(2)P

Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen sind der Klasse der Einwirkungsdauer „ständig“ zuzuordnen.

NA; 2.3.1.2(2)P

Bei Holzbauteilen darf der Einfluss von Temperaturänderungen vernachlässigt werden.

NA; 2.3.1.2(2)P

Für Einwirkungen innerhalb einer Lastfallkombination mit unterschiedlichen KLED darf für die Ermittlung des Modifikationsbeiwertes k_{mod} die KLED mit der geringsten Dauer angenommen werden.

EC5; 3.1.3 (2)

^a Entsprechend den zugehörigen Lasten

^b Bei Wind darf für k_{mod} das Mittel aus kurz und sehr kurz verwendet werden

4. Bemessungsbeiwerte k_{mod} und γ_M

4.1 Modifikationsbeiwert k_{mod}

Tabelle 4.3 Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte k_{mod}

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Baustoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
				ständige Einwirkung	lange Einwirkung	mittlere Einwirkung	kurze Einwirkung	sehr kurze Einwirkung
2	Vollholz	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
4			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
5	Brettschichtholz	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
6			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
7			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
8	Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
9			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
10			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
11	Sperrholz	EN 636						
12		Typ EN 636-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
13		Typ EN 636-2	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
14		Typ EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
15	OSB	EN 300						
16		OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
17		OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
18		OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
19	Spanplatten	EN 312						
20		Typ P4, Typ P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
21		Typ P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
22		Typ P6, Typ P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
23		Typ P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
24	Holzfaserplatten, hart	EN 622-2						
25		HB.LA, HB.HLA1 oder 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
26		HB.HLA1 oder 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
27	Holzfaserplatten, mittelhart	EN 622-3						
28		MBH.LA1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
29		MBH.HLS1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
30		MBH.HLS1 oder 2	2	–	–	–	0,45	0,80
31	Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5						
32		MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	–	–	–	0,45	0,80

EC5; Tab. 3.1

Unterscheiden sich bei Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen die Modifikationsbeiwerte k_{mod} der beiden miteinander verbundenen Bauteile ($k_{mod,1}$ und $k_{mod,2}$), dann darf für k_{mod} der folgende Wert angenommen werden:

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}}$$

EC5; 2.3.2.1(2)

NA; Gl. (NA.114)



4. Bemessungsbeiwerte k_{mod} und γ_M

4.1 Modifikationsbeiwert k_{mod}

Tabelle 4.4 Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte k_{mod} für Holz, Holz- und Gipswerkstoffe

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Baustoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
				ständige Einwirkung	lange Einwirkung	mittlere Einwirkung	kurze Einwirkung	sehr kurze Einwirkung
2	Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten		1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
4	Gipsplatten (Typen GKB ^a , GKF ^a , GKBI und GKFI), Gipsfaserplatten	DIN 18180, DIN EN 15283-2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
5			2	0,15	0,30	0,45	0,60	0,80
6	Zementgebundene Spanplatten		1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
7			2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
8	^a Nur Nutzungsklasse 1:							

NA; Tab. NA.4

4.2 Teilsicherheitsbeiwert γ_M für die Festigkeitseigenschaft auf Materialseite

Tabelle 4.5 Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für die Festigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen

	A	B
1	Baustoff	γ_M
2	Vollholz, Spanplatten, Harte Faserplatten, Mittelharte Faserplatte, MDF-Faserplatten, Weiche Faserplatten, Furnierschichtholz, Sperrholz, OSB, Brettschichtholz	1,3
3	Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten, Faserverstärkte Gipsplatten, Gipsplatten, Zementgebundene Spanplatten	1,3
4	Stahl in Verbindungen	
5	– auf Biegung beanspruchte stiftförmige Verbindungsmittel	1,3
6	– auf Zug oder Scheren beanspruchte Teile beim Nachweis gegen die Streckgrenze im Nettoquerschnitt	1,3
7	– Plattennachweis auf Tragfähigkeit für Nagelplatten	1,25

NA; Tab. NA.2 + NA.3

Für den Nachweis von Stahlteilen sind die Teilsicherheitsbeiwerte der DIN EN 1993 bzw. den jeweiligen Nationalen Anhängen zu entnehmen.

NA; 2.4.1

Für außergewöhnliche Bemessungssituationen sind die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M zu 1,0 anzusetzen.



5.1 Abscheren

5.1.1 Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse nach EC5

Die Bemessung der Tragfähigkeit auf Abscheren erfolgt nach EC5. Basis des genauen Nachweisverfahrens sind die Bemessungsgleichungen nach Johansen, unter Berücksichtigung verschiedener Versagensarten.

Die charakteristische Tragfähigkeit für stiftförmige Verbindungsmittel soll als Kleinstwert aus den folgenden Ausdrücken angenommen werden:

- für einschnittige Verbindungen:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{h,1,k} t_1 d_1 & (a) \\ f_{h,2,k} t_2 d_1 & (b) \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d_1}{1+\beta} \left[\sqrt{\beta+2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{4} & (c) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d_1}{2+\beta} \left[\sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d_1 t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{4} & (d) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d_1}{1+2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1+\beta) + \frac{4\beta(1+2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d_1 t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{4} & (e) \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d_1} + \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{4} & (f) \end{array} \right.$$

Tragfähigkeit aus Einbettung in Holzbauteilen
+ Seileffekt (ΔR_k)

mit

$M_{y,Rk}$ = charakteristischer Wert des Fließmoments gemäß ETA

$F_{ax,\alpha,Rk}$ = charakteristischer Wert der axialen Tragfähigkeit (Herausziehen)

β = $f_{h,2,k} / f_{h,1,k}$ (EC5; 8.2.2)

mit

$f_{h,1,k}$ = charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit Holz 1 (kopfseitig)

$f_{h,2,k}$ = charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit Holz 2 (spitenseitig)

t_1, t_2 = Dicke des Holzbauteils 1/ Einschraubtiefe in Holz 2

EC5; 8.2

EC5; Gl. (8.6)

5.1 Abscheren

5.1.1 Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse nach EC5

Die Tragfähigkeit aus Einbettung in den Holzbauteilen ist unter anderem abhängig vom charakteristischen Wert der Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$ und ist geregelt in der SPAX ETA.

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben in nicht vorgebohrten Holzbauteilen, die in einem Winkel von $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zwischen Schraubenachse und Faserrichtung angeordnet sind, beträgt:

$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot d_1^{-0,3}}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad [\text{N/mm}^2]$$

für vorgebohrte Holzbauteile:

$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot (1-0,01 \cdot d_1)}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Für SPAX Gewindestangen in vorgebohrten Holzbauteilen:

$$f_{h,k} = \frac{0,082 \cdot \rho_k \cdot (1-0,01 \cdot d_1)}{(2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \cdot (k_{90} \cdot \sin^2 \varepsilon + \cos^2 \varepsilon)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

mit

- ρ_k = charakteristischer Wert der Rohdichte des Holzes bzw. des Holzwerkstoffes [kg/m^3];
- d_1 = Gewindeaußendurchmesser [mm];
- α = Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung;
- ε = Winkel zwischen Kraftrichtung und Holzfaserrichtung;
- k_{90} = gemäß EC5 Gl. (8.33)

Für Brettsperrholz gilt:

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben, die parallel zur Plattenebene von Brettsperrholz angeordnet sind, ist, unabhängig vom Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung, $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, wie folgt zu berechnen:

$$f_{h,k} = 20 \cdot d_1^{-0,5} \quad [\text{N/mm}^2]$$

sofern in der technischen Spezifikation (ETA oder hEN) für die Brettsperrholzplatte nicht anders angegeben.

Dabei ist

d_1 Gewindeaußendurchmesser [mm]

Die Lochleibungsfestigkeit für Schrauben oder Gewindestangen in der Deckfläche von Brettsperrholz ist wie bei Vollholz auf der Grundlage des charakteristischen Werts der Rohdichte der äußeren Schicht zu berechnen. Für SPAX Gewindestangen muss der Winkel zwischen Kraftrichtung und Holzfaserrichtung der äußeren Schicht berücksichtigt werden.

Die Richtung der Seitenkraft muss quer zur Schraubenachse und parallel zur Deckfläche der Brettsperrholzplatte verlaufen.

Allgemein gilt:

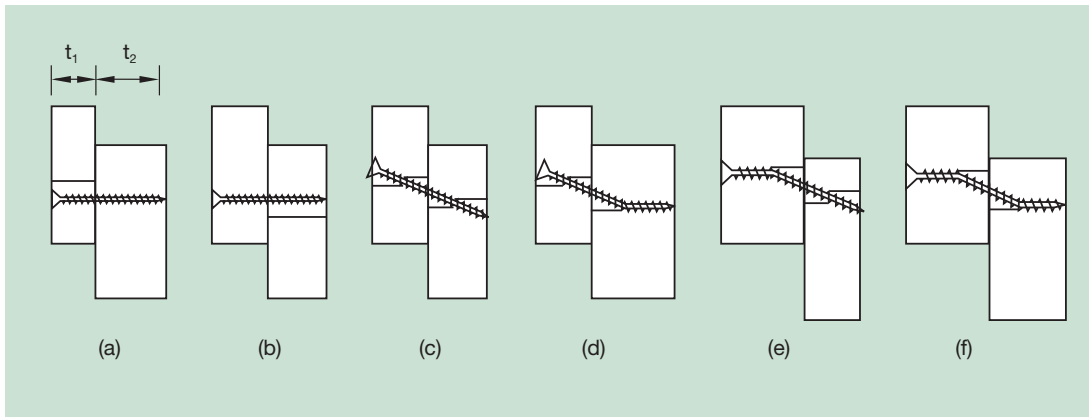
Für Schrauben unter Querbelastung sollten die Regeln für Mehrfachverbindungen in EN 1995-1-1, 8.3.1.1 (8) angewandt werden.

Siehe Abschnitt 5.1.2 Ermittlung der wirksamen Anzahl n_{ef} hintereinander angeordneter Verbindungsmittel.

5.1 Abscheren

5.1.1 Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse nach EC5

Abbildung 5.1 Versagensarten für die Bemessungsgleichungen nach Johansen



EC5; Gl. (8.6)

(a) Einbettungsversagen in Holzbauteil 1, (b) Einbettungsversagen in Holzbauteil 2, (c) Einbettungsversagen in Holzbauteilen 1 und 2, (d) Einbettungsversagen Holzbauteil 1 und Ausbildung eines Fließgelenkes des Schraubenteils in Holzbauteil 2, (e) Einbettungsversagen Holzbauteil 2 und Ausbildung eines Fließgelenkes des Schraubenteils in Holzbauteil 1, (f) Ausbildung zweier Fließgelenke der Schraube in Holzbauteilen 1 und 2

Die Versagensarten sind abhängig von der Einbettung des Schraubenteils im jeweiligen Holzbauteil, die wiederum von der Rohdichte und von der Holzdicke abhängig ist. Die maximale Tragfähigkeit eines stiftförmigen Verbindungsmittels wird in Versagensart (f) erreicht, wenn zwei Fließgelenke im Verbindungsmittel gebildet werden. Um den Versagensfall (f) vorherbestimmen zu können, ist es notwendig eine Mindesteinbettungsdicke t_{req} in Abhängigkeit der charakteristischen Rohdichte ρ_k vorherzubestimmen.

Für den Nachweis mit den Tragfähigkeitstabellen in Abschnitt 7 bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse wird die Ausbildung zweier Fließgelenke im jeweiligen Verbindungsmittel vorausgesetzt.

Darum ist das Einhalten von Mindestholzdicken bzw. Mindesteinschraubtiefen für die Anwendung der Tragfähigkeitstabellen gemäß Abschnitt 7 notwendig.

Die Bemessung der Tragfähigkeit auf Abscheren erfolgt üblicherweise in mehreren Arbeitsschritten:

1. Ermittlung der Mindestholzdicke bzw. der Mindesteinschraubtiefe t_{req}
2. Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ auf Abscheren
3. Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit um einen Anteil ΔR_k (Seileffekt)
4. Ermittlung der wirksamen Anzahl n_{ef} hintereinander angeordneter Verbindungsmittel

Die Tragfähigkeitstabellen im Abschnitt 7 betrachten ausschließlich einschnittige Verbindungen.

Erhöhung der Tragfähigkeit um den Summand „Seileffekt“ ΔR_k in Versagensarten (c) bis (f)

$$\Delta R_k = \min \{ F_{ax, \alpha, Rk} / 4 ; F_{v, Rk} \}$$

Für SPAX Schrauben und Gewindestangen kann der Seileffekt ΔR_k mit einer Erhöhung um bis zu 100 % des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit aus Einbettung in Holzbauteilen angenommen werden. Vorausgesetzt, der charakteristische Wert der Tragfähigkeit auf Herausziehen ist mindestens 4-fach höher als der charakteristische Wert der Tragfähigkeit aus Einbettung im Holzbauteil.

Die im Kapitel 7 aufgelisteten Tabellenwerte der charakteristischen Tragfähigkeit entsprechen der Tragfähigkeit aus Einbettung nach Versagensart (f) für Hölzer mit gleicher charakteristischer Rohdichte mit $\beta = 1,0$.

5.1 Abscheren

5.1.2 Ermittlung der wirksamen Anzahl n_{ef} hintereinander angeordneter Verbindungsmittel

Bei einer Reihe mit n Schrauben in Faserrichtung des Holzes sollte die **Tragfähigkeit in Faserrichtung** mit einer wirksamen Anzahl n_{ef} berechnet werden, wenn die Schrauben in dieser Reihe rechtwinklig zur Faserrichtung nicht um mindestens $1 \cdot d_1$ gegeneinander versetzt angeordnet sind (siehe Abbildung 5.2). Dabei ist:

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

Abbildung 5.2 Wirksame Anzahl n_{ef}

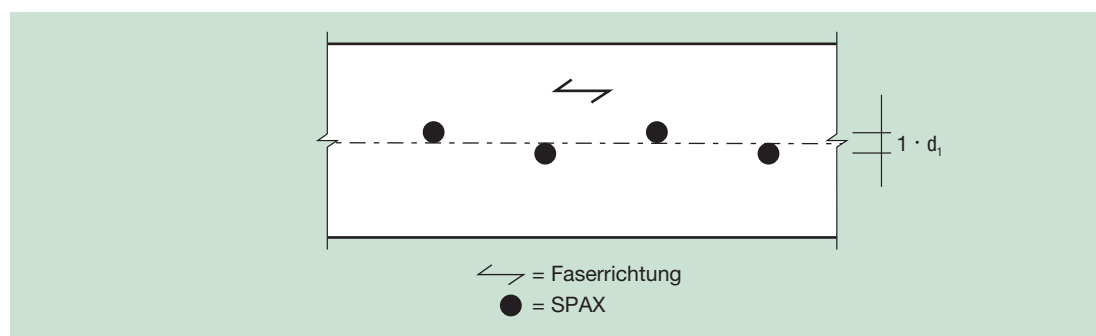


Tabelle 5.1 Wirksame Anzahl n_{ef} in Abhängigkeit des Mindestabstand a_1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		wirksame Anzahl n_{ef}		wirksame Anzahl n_{ef}		wirksame Anzahl n_{ef}		wirksame Anzahl n_{ef}	
2	SPAX ®	$k_{ef} = 0,5$		$k_{ef} = 0,567$		$k_{ef} = 0,85$		$k_{ef} = 0,925$	
3		$a_1 = 4 \cdot d_1^a$		$a_1 = 5 \cdot d_1^a$		$a_1 = 10 \cdot d_1^a$		$a_1 = 12 \cdot d_1^a$	
4		vorgebohrt		vorgebohrt, nicht vorgebohrt		vorgebohrt, nicht vorgebohrt		vorgebohrt, nicht vorgebohrt	
5	n	$\alpha' = 0^\circ$	$\alpha' = 90^\circ$	$\alpha' = 0^\circ$	$\alpha' = 90^\circ$	$\alpha' = 0^\circ$	$\alpha' = 90^\circ$	$\alpha' = 0^\circ$	$\alpha' = 90^\circ$
6	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7	2	1,4	2,0	1,5	2,0	1,8	2,0	1,9	2,0
8	3	1,7	3,0	1,9	3,0	2,5	3,0	2,8	3,0
9	4	2,0	4,0	2,2	4,0	3,2	4,0	3,6	4,0
10	5	2,2	5,0	2,5	5,0	3,9	5,0	4,4	5,0
11	6	2,4	6,0	2,8	6,0	4,6	6,0	5,2	6,0
12	7	2,6	7,0	3,0	7,0	5,2	7,0	6,0	7,0
13	8	2,8	8,0	3,2	8,0	5,9	8,0	6,8	8,0
14	9	3,0	9,0	3,5	9,0	6,5	9,0	7,6	9,0
15	10	3,2	10,0	3,7	10,0	7,1	10,0	8,4	10,0
16	^a Für Zwischenwerte der Schraubenabstände ist eine lineare Interpolation für k_{ef} zulässig.								

α' ist der Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung

Wird das Spalten des Holzes durch eine Verstärkung rechtwinklig zur Faserrichtung verhindert, darf für Verbindungen mit Bolzen, Stabdübeln oder Passbolzen $n_{ef} = n$ gesetzt werden.

Für $a_1 \geq 14 \cdot d_1$ wird $k_{ef} = 1$ angenommen, $n_{ef} = n$.

EC5 ; 8.3.1.1 (8)

EC5; Gl. (8.17)

NA; 8.5 (NA.7)
+ 8.6, (NA.9)



5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)

Für die Bemessung der Tragfähigkeit auf Herausziehen werden die Bemessungswerte von drei möglichen Versagensfällen nach Abschnitt 3.9 der SPAX ETA ermittelt. Der kleinste der Werte wird maßgebend.

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ Bemessungswert } R_{ax,d,2} \text{ Versagensfall Herausziehen} \\ \text{des spitzenseitigen Gewindes, Holzbauteil 2} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.14} \\ 2 \text{ Bemessungswert } f_{tens,d} \text{ Versagensfall Zugtragfähigkeit (Stahl)} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.15} \\ 3 \text{ Bemessungswert Kopfdurchziehversagen durch das kopfseitige} \\ \text{Holzbauteil 1 als Maximum aus den Versagensfällen:} \\ \quad \max \left\{ \begin{array}{l} \text{Bemessungswert Kopfdurchziehen } R_{head,d,1} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.16.1 bis 7.16.3} \\ \text{Bemessungswert Gewindedurchziehen } R_{ax,d,1} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.14} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Ermittlung der Bemessungswerte siehe 3. Nachweis der Tragfähigkeit (Seite 6).

5.2.1 Charakteristischer Wert $R_{ax,k,2}$ Herausziehen des Gewindes

$F_{ax,\alpha,Rk} =$	$\frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$	[N]	ETA 3.9
mit			
$F_{ax,\alpha,Rk}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit in Schraubenachse unter einem Winkel α zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung [N]		
n_{ef}	$n_{ef} = n^{0,9}$ bzw. $n_{ef} = \max \{ n^{0,9} ; n \cdot 0,9 \}$	siehe 5.2.4	EC5 bzw. ETA 3.9
$f_{ax,k}$	charakteristischer Ausziehparameter $2,5 \text{ mm} \leq d_1 \leq 6,0 \text{ mm}: f_{ax,k} = 14,0 \text{ N/mm}^2$ $6,0 \text{ mm} < d_1 < 8,0 \text{ mm}: f_{ax,k} = 12,0 \text{ N/mm}^2$ $d = 10,0 \text{ mm}: f_{ax,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$ $d = 12,0 \text{ mm}: f_{ax,k} = 11,0 \text{ N/mm}^2$ $d = 16,0 \text{ mm}: f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$		
d_1	Gewindeaußendurchmesser	[mm]	ETA
l_{ef}	effektive Gewindelänge im Holzbauteil		
	l_{ef} für $R_{ax,k,2}$ im spitzenseitigen Holzbauteil	[mm]	
	$l_{ef,k}$ für $R_{ax,k,1}$ im kopfseitigen Holzbauteil inklusive Kopf	[mm]	
α	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung Für Schrauben auf Herausziehen $\alpha \geq 15^\circ$ für Bauteile aus Vollholz aus Nadelholz und Laubholz bis 730 kg/m^3 und $\alpha \geq 30^\circ$ für LVL aus Nadelholz und Laubholz bis 750 kg/m^3 .		
ρ_k	charakteristische Rohdichte des jeweiligen Holzbauteils	[kg/m ³]	

5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

5.2.2 Charakteristischer Wert $f_{\text{tens},k}$ Zugtragfähigkeit (Stahl)

Der charakteristische Wert der Stahl-Zugtragfähigkeit $f_{\text{tens},k}$ ist der ETA zu entnehmen.

Der Bemessungswert der Stahl-Zugtragfähigkeit wird mit $\gamma_M = 1,3$ ermittelt:

$$f_{\text{tens},d} = f_{\text{tens},k} / \gamma_M \quad [\text{N}]$$

ETA 3.1

NA; Tab. NA.2

5.2.3 Charakteristischer Wert Kopfdurchziehversagen $\max \{R_{\text{head},k,1}; R_{\text{ax},k,1}\}$

Es wird das Kopfdurchziehen $R_{\text{head},k,1}$ mit dem Hindurchziehen des Gewindes $R_{\text{ax},k,1}$ verglichen.

$$\max \left\{ \begin{array}{l} R_{\text{head},k,1} = n_{\text{ef}} \cdot k_t \cdot f_{\text{head},k} \cdot d_h^2 \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} \\ R_{\text{ax},k,1} = \frac{n_{\text{ef}} \cdot f_{\text{ax},k} \cdot d_1 \cdot l_{\text{ef}}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} \end{array} \right. \quad [\text{N}]$$

ETA 3.9

Kopfdurchziehen $R_{\text{head},k,1}$

mit

$$n_{\text{ef}} \quad n_{\text{ef}} = n^{0,9} \quad \text{bzw.} \quad n_{\text{ef}} = \max \{n^{0,9}; n \cdot 0,9\} \quad \text{siehe 5.2.4}$$

EC5 bzw. ETA 3.9

k_t Faktor zur Berücksichtigung der kopfseitigen Holzdicke t_1 ($t_h = t_1$)

ETA 3.9

$$k_t = 1 \text{ für } t_1/d_h < 3$$

$$k_t = 1,3 \text{ für } t_1/d_h \geq 3$$

$f_{\text{head},k}$ charakteristischer Kopfdurchziehparameter

ETA 3.9

d_h Kopfdurchmesser

5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

5.2.3 Charakteristischer Wert Kopfdurchziehversagen $\max \{R_{\text{head},k,1}; R_{\text{ax},k,1}\}$

Tabelle 5.2.3 Kopfdurchziehparameter $f_{\text{head},k}$ in Abhängigkeit von Kopfform und Kopfdurchmesser für Verbindungen mit Holzbauteilen mit einer Mindestdicke von $t_1 \geq 20$ mm [N/mm²]

	A	B
1	Senkkopf	
2	d_h	$f_{\text{head},k}$
3	≤ 16 mm	$27,0 - d_h$
4	$16 < d_h \leq 32$ mm	$11,0 - 0,2 \cdot (d_h - 16)$
5	Tellerkopf, Halbrundkopf, Senkkopf mit Unterlegscheibe oder mit Fixiergewinde	
6	d_h	$f_{\text{head},k}$
7	≤ 16 mm	$29 - d_h$
8	$16 \text{ mm} < d_h \leq 22$ mm	$13,0$
9	$22 \text{ mm} < d_h \leq 32$ mm	$16,0 - 0,5 \cdot (d_h - 16)$

ETA 3.9

Beim Anschluss von Holzwerkstoffen mit Dicke $12 \text{ mm} \leq t_1 \leq 20 \text{ mm}$:

$$f_{\text{head},k} = 8 \text{ N/mm}^2$$

Beim Anschluss von Holzwerkstoffen mit Dicke $t_1 < 12$ mm (mindestens jedoch mit einer Dicke von $t_1 \geq 1,2 \cdot d_1$ mit d_1 als Gewindeaußendurchmesser):

$$f_{\text{head},k} = 8 \text{ N/mm}^2 \text{ limitiert auf } F_{\text{ax},\alpha,\text{Rk}} = 400 \text{ N}$$

d_h Durchmesser des Schraubenkopfes oder der Unterlegscheibe.
Kopfdurchmesser bzw. Unterlegscheibendurchmesser mit einem Durchmesser $d_h > 32$ mm dürfen nur mit einem Durchmesser von $d_h = 32$ mm in Rechnung gestellt werden.

ρ_k charakteristische Rohdichte des Holzbauteils.
Für Holzwerkstoffplatten $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Kopfdurchziehen wird bei Stahlblech-Holz Verbindungen nicht maßgebend.

Gewindehindurchziehen $R_{\text{ax},k,1}$

Siehe Abschnitt „5.2.1 Charakteristischer Wert $R_{\text{ax},k,2}$ Herausziehen des Gewindes“

5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

5.2.4 Ermittlung der wirksamen Anzahl n_{ef} von Schraubengruppen

Für Schrauben unter Zugbeanspruchung, bei denen die externe Kraft parallel zur Schraubenachse verläuft, wird die wirksame Anzahl der Schrauben n_{ef} gemäß EC5; 8.7.2 (8) ermittelt.

EC5; 8.7.2 (8)

Für geneigte Schrauben in Holz-Holz- oder Stahl-Holz-Scherverbindungen, bei denen die Schrauben in einem Winkel von $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ zwischen Scherfläche und Schraubenachse angeordnet sind, sollte die effektiv wirksame Anzahl der Schrauben n_{ef} wie folgt bestimmt werden:

ETA; 3.9

Für eine Reihe mit n Schrauben parallel zur Last sollte die Tragfähigkeit anhand der effektiv wirksamen Anzahl der Befestigungen n_{ef} berechnet werden, dabei ist

$$n_{ef} = \max \left\{ n^{0,9}; 0,9 \cdot n \right\}$$

n die Anzahl der geneigten Schrauben in einer Reihe. Wenn gekreuzte Schraubenpaare in Holz-Holz-Verbindungen verwendet werden, ist n die Anzahl der gekreuzten Schraubenpaare in einer Reihe.

Beachte: Für Schrauben als Querdruckverstärkung oder geneigte Schrauben als Befestigungen in nachgiebig verbundenen Balken oder Säulen oder für die Befestigung von Aufdach-Dämmsystemen ist $n_{ef} = n$.

Tabelle 5.2.4 Wirksame Anzahl n_{ef} von in Schaftrichtung beanspruchten SPAX $n_{ef} = n^{0,9}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	n	n_{ef}	n	n_{ef}	n	n_{ef}	n	n_{ef}	n	n_{ef}	n	n_{ef}
2	1	1,0	6	5,0	11	8,7	16	12,1	21	15,5	26	18,8
3	2	1,9	7	5,8	12	9,4	17	12,8	22	16,2	27	19,4
4	3	2,7	8	6,5	13	10,1	18	13,5	23	16,8	28	20,1
5	4	3,5	9	7,2	14	10,8	19	14,2	24	17,5	29	20,7
6	5	4,3	10	7,9	15	11,4	20	14,8	25	18,1	30	21,4

EC5, Gl. (8.41)

5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

5.2.5 Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Druck)

Für die Bemessung der Tragfähigkeit auf Druck werden die Bemessungswerte von zwei möglichen Versagensfällen ermittelt. Der kleinste Wert wird maßgebend.

ETA; 3.9

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{ax,d} \cdot f_{ax,k} \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.14} \\ \frac{\kappa_C \cdot N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} \quad \rightarrow \text{Tab. 7.17} \end{array} \right.$$

5.2.6 Verstärkung von querdruckbeanspruchten Holzbauteilen

Für die Bemessung der Tragfähigkeit für eine Druckfläche mit unter einem Winkel von $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ eingedrehten SPAX Vollgewindeschrauben werden die Bemessungswerte von zwei möglichen Versagensfällen ermittelt.

$$F_{90,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot F_{ax,\alpha,Rd} \\ B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{array} \right.$$

ETA; Anhang C Gl. (C.1)

n = Anzahl der vorhandenen Schrauben, nicht auf n_{ef} abmindern.

$F_{ax,\alpha,Rd}$ = siehe 5.2.5 Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Druck)

Weitere Informationen und ein Berechnungsbeispiel finden Sie in den SPAX Holzbau-Reporten Nr. 3A und 3B

6. Bestimmungen für die Ausführung

Die SPAX ETA regelt neben der Bemessung auch die sachgemäße Ausführung tragender Holzverbindungen. Wie für die Bemessung, so gilt auch für die Ausführung unter anderem EC5 + NA, soweit in der ETA nichts anderes bestimmt ist.

Für zugelassene Holzbauteile sind gegebenenfalls die Zulassungen zu beachten.

Die Vorgaben zur Ausführung tragender Holzverbindungen sollen das vorzeitige Aufspalten der Verbindung, beziehungsweise der betreffenden Holzbauteile, noch vor dem Erreichen der statisch bemessenen Tragfähigkeit für den bemessenen Zustand verhindern.

Somit sind zum Beispiel die nachfolgend genannten Mindestholzdicken t_{\min} nicht mit der Mindestholzdicke t_{req} zu verwechseln. Die Mindestholzdicke t_{req} ist eine Voraussetzung dafür, dass sich das für den Nachweis bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren) vorausgesetzte Fließgelenk in der Schraube ausbilden kann.

6.1 Allgemein

Einschraubtiefen $l_{\text{ef}} < 4 \cdot d_1$ dürfen nicht in Rechnung gestellt werden. Gilt für Abscheren und Herausziehen.													
Das Schraubengewinde darf auch im aufgeschraubten Holzteil sein.													
Senkkopfschrauben dürfen mit Unterlegscheiben verwendet werden.													
Sofern unter einem Winkel zur Faser gedrückte Holzbauteile mit SPAX Vollgewindeschrauben verstärkt werden, muss gewährleistet sein, dass die Druckkraft gleichmäßig auf alle Verstärkungsschrauben verteilt ist und dass die sich aus den Schraubenköpfen ergebende Pressung vom Auflagermaterial aufgenommen werden kann. (Schrauben gleicher Länge wählen, ausreichend dicke Stahlplatte unterlegen)													
Vollholz sollte bei Hirnholzanschlüssen mindestens kerngetrennt eingeschnitten sein und sollte bei der Herstellung der Verbindungen eine Holzfeuchte von höchstens 18 % haben.													
Querschnittsschwächungen sind für SPAX Schrauben oder Gewindestangen mit einem Mindestdurchmesser von $d_1 \geq 10,0$ mm rechnerisch zu berücksichtigen. Für Schrauben in vorgebohrten Bauteilen soll der Bohrl Lochdurchmesser berücksichtigt werden, für Schrauben ohne Vorbohrung der Gewindeinnendurchmesser (= Kerndurchmesser d_2). Für Bohrl Lochdurchmesser siehe Tabelle 6.1. Kerndurchmesser wie folgt:	ETA 3.9												
<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>1</td><td>Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]</td><td>10,0</td><td>12,0</td></tr><tr><td>2</td><td>Kerndurchmesser d_2 [mm]</td><td>6,1</td><td>7,35</td></tr></table>		A	B	C	1	Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]	10,0	12,0	2	Kerndurchmesser d_2 [mm]	6,1	7,35	
	A	B	C										
1	Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]	10,0	12,0										
2	Kerndurchmesser d_2 [mm]	6,1	7,35										
Werden Schrauben mit einem Gewindeaußendurchmesser von $d \geq 8$ mm in tragenden Holzkonstruktionen verwendet, so müssen das Vollholz, Brettschichtholz, Funierschichtholz und ähnlich verleimte Werkstoffe aus Fichten-, Kiefern- oder Tannenholz bestehen. Dies gilt nicht für das Einschrauben in vorgebohrte Bauteile.	ETA 3.11												
Bei Bauteilen aus Douglasie sind die Mindestabstände in Faserrichtung um 50 % zu erhöhen.	ETA 3.11												
Weitere Bestimmungen für die Ausführung siehe SPAX ETA Abschnitt 4													

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.2 Vorbohren


Nadelholz: Holzbauteile dürfen vorgebohrt werden

Für $d_1 \geq 8$ mm ohne Vorborehen nur für Holzarten Fichte, Kiefer und Tanne

Laubholz: Holzbauteile **müssen** vorgebohrt werden

Bei Vorborehen des Holzbauteils für SPAX kann das Vorzugsmaß des Bohrerdurchmessers gemäß nachfolgender Tabelle gewählt werden.

Tabelle 6.1 Vorzugsmaße für den Bohrerdurchmesser für vorgebohrte Holzbauteile in Abhängigkeit des SPAX Nenndurchmessers

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]							
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
3	Nadelholz	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	13,0
4	Laubholz	3,0	3,0	3,5	4,0	6,0	7,0	8,0	–

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in SPAX Holzbau-Report Nr. 6.

Laubholz ist: Vollholz, Brettschichtholz aus Laubholz mit einer maximalen charakteristischen Rohdichte von 730 kg/m^3 oder LVL aus Laubholz mit einer maximalen charakteristischen Rohdichte von 750 kg/m^3 .

ETA 3.11

Die Durchgangslöcher für die Schrauben in Stahlteilen mit geeignetem Durchmesser vorehren.

ETA 3.11

Die Durchgangslöcher für die Schrauben in zementgebundenen Spanplatten mit $0,7 \cdot d_1$ vorehren.

SPAX mit Senkkopf in Stahl und zementgebundenen Spanplatten mit geeignetem Werkzeug vorsenken.

6.3 Mindestholzdicke t_{\min} wegen der Spaltgefahr des Holzes

Wegen der Spaltgefahr des Holzes muss bei Nagelverbindungen und Schraubverbindungen ohne Vorehren eine Mindestholzdicke t_{\min} von Bauteilen aus Vollholz eingehalten werden.

EC5; 8.3.1.2 (6)
NPD Zu 8.3.1.2 (7)

Entsprechen die Mindestabstände den Vorgaben aus EC5; Tab. 8.2 (siehe Tabelle 6.3; C-E) müssen die Mindestholzdicken wie folgt betragen:

Vollholz aus Nadelholz
$$t_{\min} = \max \left\{ 14 \cdot d_1; (13 \cdot d_1 - 30) \cdot \frac{\rho_k}{200} \right\}$$

EC5; Gl. (8.19)

Vollholz aus Kiefer
$$t_{\min} = \max \left\{ 7 \cdot d_1; (13 \cdot d_1 - 30) \cdot \frac{\rho_k}{400} \right\}$$

EC5; Gl. (8.18)

Weil SPAX mit Spitze mit 4CUT oder CUT-Spitze die Spaltgefahr des Holzes deutlich verringern, dürfen reduzierte Mindestholzdicken eingehalten werden.

ETA 3.11


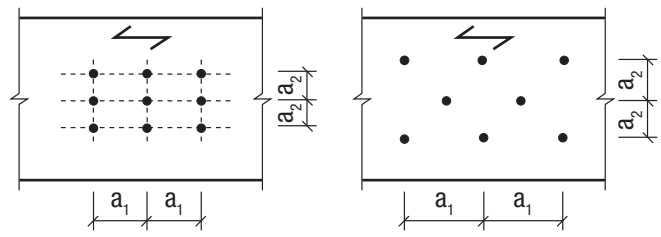
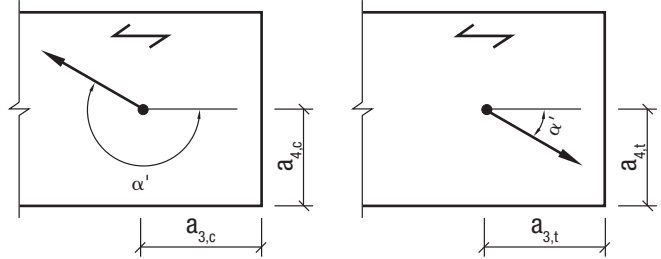
Für zusätzliche Vorgaben siehe Tab. 6.3 b.

Für vorgebohrte Holzbauteile entfällt die Forderung einer Mindestholzdicke.

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.4 Mindestabstände

Tabelle 6.2 Bezeichnung der Mindestabstände gemäß ETA für SPAX und nach EC5

1	A	B
		EC5 bzw. 
2		
		
3	parallel zur Faserrichtung untereinander $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	a_1
4	rechtwinklig Faserrichtung untereinander $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	a_2
5	beanspruchtes Hirnholzende $-90^\circ \leq \alpha' \leq 90^\circ$	$a_{3,t}$
6	unbeanspruchtes Hirnholzende $90^\circ \leq \alpha' \leq 270^\circ$	$a_{3,c}$
7	beanspruchter Rand $0^\circ \leq \alpha' \leq 180^\circ$	$a_{4,t}$
8	unbeanspruchter Rand $180^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$a_{4,c}$


EC5; Bild 8.7

SPAX ETA

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.4 Mindestabstände

Tabelle 6.3 a Mindestabstände für Abscheren sowie kombinierte Beanspruchung für Holz-Holz-Verbindung nach EC5

	A	B	C	D	E
1			Abscheren oder Herausziehen oder kombinierte Beanspruchung		
2			Abstände gemäß EC5; Tab. 8.2		
3			$A_{\min} < 40 \cdot d_1^2$	Ohne Forderung der Mindestholzdicke, weil vorgebohrt.	
4			Alternative Mindestabstände für SPAX $d_1 \leq 6$ mm: siehe Tabelle 6.3b C2-C5 oder D2-D5, für SPAX $d_1 \geq 8$ mm: siehe Tabelle 6.3b E2-E5		
5			nicht vorgebohrt		vorgebohrt
6			$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$	
7	a_1	parallel zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(7 + 8 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(4 + \cos \alpha') \cdot d_1$
8			$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 7 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$		
9	a_2	rechtwinklig zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$	$(3 + \sin \alpha') \cdot d_1$
10	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende $-90^\circ \leq \alpha' \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$	$(15 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$	$(7 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$
11	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende $90^\circ \leq \alpha' \leq 270^\circ$	$10 \cdot d_1$	$15 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$
12	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand $0^\circ \leq \alpha' \leq 180^\circ$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
13			$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
14	$a_{4,c}$	unbeanspruchter Rand $180^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1^a$	$7 \cdot d_1^a$	$3 \cdot d_1$

α' = Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung

A_{\min} = Mindestholzquerschnittsfläche der zu verbindenden Holzbauteile


Bei Douglasie sind die Mindestabstände in Faserrichtung um 50% zu erhöhen.

^{a)} Für SPAX gilt: wenn a_1 und $a_{3,t}$ und $a_{3,c} \geq 25 \cdot d_1$ eingehalten werden, dann darf $a_{4,c} = 3 \cdot d_1$ angenommen werden

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.4 Mindestabstände

Tabelle 6.3 b Mindestabstände für Abscheren sowie kombinierte Beanspruchung für Holz-Holz-Verbindung nach SPAX ETA 3.11

	A	B	C	D	E	F
1			Abscheren oder Herausziehen oder kombinierte Beanspruchung			Herausziehen
2			$A_{\min} \geq 40 \cdot d_1^2$			
3			SPAX $d_1 \leq 6$ mm		SPAX $d_1 \geq 8$ mm	SPAX $d_1 \leq 12$ mm
4			Spitze mit 4CUT	CUT-Spitze	Spitze mit 4CUT oder CUT-Spitze	Spitze mit 4CUT oder CUT-Spitze ^{b)}
5			$t_{\min} = \max \begin{cases} 6 \cdot d_1^{d)} \\ 20 \text{ mm} \end{cases}$	$t_{\min} = \max \begin{cases} 5 \cdot d_1^{d)} \\ 20 \text{ mm} \end{cases}$	$t_{\min} = 7 \cdot d_1^{d)}$	$t_{\min} = 12 \cdot d_1^{d)}$ für Kerto-Q und Kerto-S: $t_{\min} = 6 \cdot d_1$
6			nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt
7	a_1	parallel zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
8	a_2	rechtwinklig zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$(3 + \sin \alpha') \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$ bzw. $2,5 \cdot d_1$ (wenn $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$)
9	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende $-90^\circ \leq \alpha' \leq 90^\circ$	$12 \cdot d_1$			^{c)}
10	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende $90^\circ \leq \alpha' \leq 270^\circ$	$12 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
11	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand $0^\circ \leq \alpha' \leq 180^\circ$	$d_1 < 5$ mm: $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$ $d_1 \geq 5$ mm: $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$			^{c)}
12	$a_{4,c}$	unbeanspruchter Rand $180^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$3 \cdot d_1$			$3 \cdot d_1$

A_{\min} = Mindestholzquerschnittsfläche der zu verbindenden Holzbauteile

Bei Douglasie sind die Mindestabstände in Faserrichtung um 50 % zu erhöhen.

^{b)} Für Kerto-Q und Kerto-S wird keine spezielle Spitzenform gefordert

^{c)} Für planmäßig ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX sind alle Ränder als unbeansprucht anzusehen

^{d)} Für vorgebohrte Holzbauteile entfallen die Vorgaben für die Mindestholzdicke

6. Bestimmungen für die Ausführung

Mindestabstände für in Schraubenachse beanspruchte SPAX

Für gekreuzt angeordnete und ausschließlich axial beanspruchte Schrauben darf der Achsabstand a_2 wie folgt angenommen werden:

$$a_2 \geq \begin{cases} 1,5 \cdot d_1 & \text{mit } 70^\circ < \alpha_k \leq 90^\circ \\ 2,5 \cdot \left(1 - \frac{\alpha_k}{180^\circ}\right) \cdot d_1 & \text{mit } 30^\circ \leq \alpha_k \leq 70^\circ \end{cases}$$

α_k = Kreuzungswinkel der Schrauben

Für $\alpha_k < 30^\circ$ siehe Tabelle 6.3 b Zelle F8.

Zwischen parallel angeordneten Schrauben benachbarter Schraubenkreuze sind die Mindestabstände a_1 und a_2 einzuhalten.

Diagramm 6.1 Mindestabstand a_2 in Abhängigkeit von α_k , dem Kreuzungswinkel der Schrauben

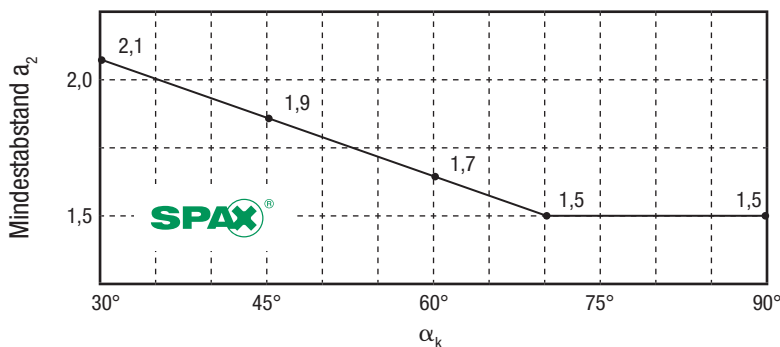
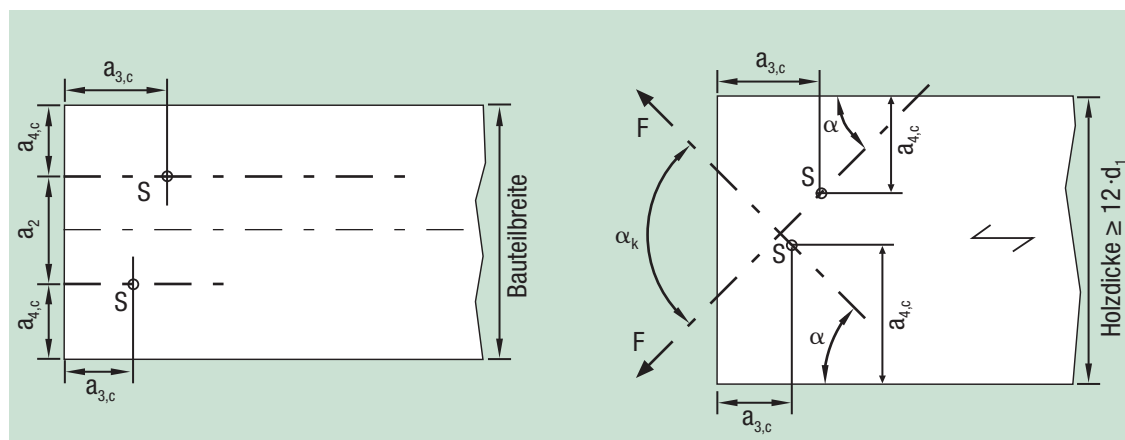


Abbildung 6.1 Kreuzweise Anordnung (beispielhaft für 1 Schraubenpaar)

Draufsicht

Ansicht



S = Schwerpunkt des im Holz eingeschraubten Schraubenteils.

Für vorgebohrte Holzbauteile entfällt die Forderung der Holzdicke $\geq 12 \cdot d_1$.

ETA Annex B

6. Bestimmungen für die Ausführung

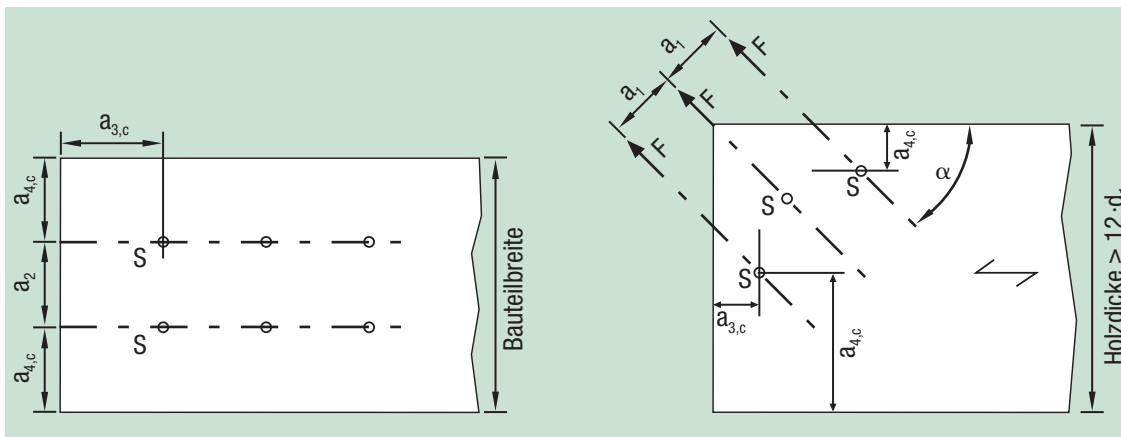
Mindestabstände für in Achsrichtung beanspruchte SPAX

Abbildung 6.2 Einsinnige Anordnung (beispielhaft für 3 Schraubenpaare)

ETA Annex B

Draufsicht

Ansicht

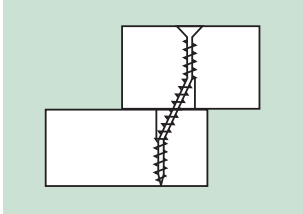


S = Schwerpunkt des im Holz eingeschraubten Schraubenteils.

Für vorgebohrte Holzbauteile entfällt die Forderung der Holzdicke $\geq 12 \cdot d_1$.

7. Bemessung – Abscheren und Herausziehen

SPAX Bemessungsblatt



Versagensfall (f)

$$F_{v,Rk} = \underbrace{1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d_1}}_{\text{Tragfähigkeit Abscheren}} + \underbrace{\frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{4}}_{\text{Seileffekt}} \quad (f)$$

Mindesteinbettung gemäß Tab. 7.1 folgende beachten!

Abscheren

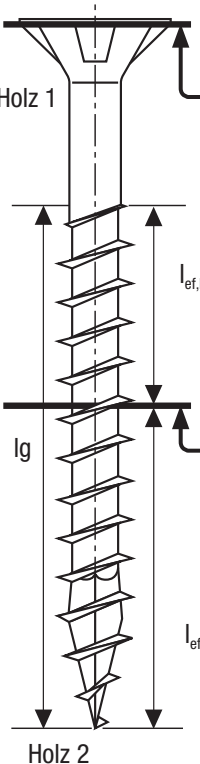
Tab. 7.2.1 [N] *Tab. 7.2.2 [N] [N]

$$F_{v,Rk} = \boxed{} + \boxed{} = \boxed{}$$

[N] [N]

$$F_{v,Rd} = \boxed{} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \frac{}{1,3} = \boxed{}$$

$F_{v,Rk}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit Abscheren
 $F_{v,Rd}$ = Bemessungswert der Tragfähigkeit Abscheren
 * Wenn Kopfdurchziehen nicht maßgebend wird, dann den Seileffekt im Bereich Herausziehen berechnen.
 $\Delta R_k = \min \{F_{v,Rk}; 0,25 \cdot F_{ax,\alpha,Rk}\}$



Holz 1

Holz 2

lg

$l_{ef,k}$

l_{ef}

Herausziehen

Tab. 7.16.1 [N]

Tab. 7.14 $l_{ef,k}$ [mm] Diag. 7.14a [N]

Tab. 7.15 [N]

Tab. 7.14 l_{ef} [mm] Diag. 7.14a [N]

$$\frac{k_{mod}}{\gamma_M} \frac{}{1,3} = \boxed{}$$

$$\frac{k_{mod}}{\gamma_M} \frac{}{1,3} = \boxed{}$$

$$\frac{1}{\gamma_M} \frac{1}{1,3} = \boxed{}$$

$$\frac{k_{mod}}{\gamma_M} \frac{}{1,3} = \boxed{}$$

max = [N]

min = [N]

$F_{ax,\alpha,Rd} = [N]$


Seileffekt $\Delta R_k = \frac{\text{maßgebend } F_{ax,\alpha,Rk}}{4} = \frac{[N]}{4} = \boxed{}$ (gemäß EC5 8.2)

$F_{ax,\alpha,Rk}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit Herausziehen
 $F_{ax,\alpha,Rd}$ = Bemessungswert der Tragfähigkeit Herausziehen
 $\frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ } gemäß EC5, bzw. maßgebendem nationalen Anhang

7. Abscheren Holz - Holz


Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe

Tabelle 7.1.1 Mindestholzdicke $t_{1,req}$ bzw. Mindesteinschraubtiefe $t_{2,req}$ für Holz-Holz-Verbindungen nicht vorgebohrter Bauteile mit Hölzern gleicher Rohdichte $\beta = 1$, es gilt $t_{1,req} = t_{2,req}$ [mm]
gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl**, nicht vorgebohrt

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]							
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	C14		290	28,5	31,9	35,2	41,9	55,1	68,1	81,0
4	C16		310	27,6	30,8	34,1	40,5	53,3	65,8	78,3
5	C18		320	27,1	30,4	33,5	39,9	52,4	64,8	77,1
6	C20		330	26,7	29,9	33,0	39,3	51,6	63,8	75,9
7	C22	GL20h	340	26,3	29,4	32,5	38,7	50,9	62,9	74,8
8	C24		350	25,9	29,0	32,1	38,1	50,1	62,0	73,7
9		GL20c GL22c	355	25,8	28,8	31,9	37,9	49,8	61,5	73,2
10	C27		360	25,6	28,6	31,6	37,6	49,4	61,1	72,7
11		GL24c	365	25,4	28,4	31,4	37,4	49,1	60,7	72,2
12		GL22h	370	25,2	28,2	31,2	37,1	48,8	60,3	71,7
13	C30		380	24,9	27,9	30,8	36,6	48,1	59,5	70,7
14		GL26c GL24h	385	24,7	27,7	30,6	36,4	47,8	59,1	70,3
15	C35	GL28c GL30c	390	24,6	27,5	30,4	36,1	47,5	58,7	69,8
16	C40	GL32c	400	24,3	27,1	30,0	35,7	46,9	58,0	68,9
17		GL26h	405	24,1	27,0	29,8	35,5	46,6	57,6	68,5
18	C45		410	24,0	26,8	29,6	35,2	46,3	57,3	68,1
19		GL28h	425	23,5	26,3	29,1	34,6	45,5	56,2	66,9
20	C50	GL30h	430	23,4	26,2	28,9	34,4	45,2	55,9	66,5
21		GL32h	440	23,1	25,9	28,6	34,0	44,7	55,3	65,7
22		LVL	480	22,2	24,8	27,4	32,6	42,8	52,9	62,9

NA; Gl. (NA.110)

Tabelle 7.1.2 Mindestholzdicke $t_{1,req}$ bzw. Mindesteinschraubtiefe $t_{2,req}$ für Holz-Holz-Verbindungen vorgebohrter Bauteile mit Laubhölzern gleicher Rohdichte $\beta = 1$, es gilt $t_{1,req} = t_{2,req}$ [mm]
gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl**, vorgebohrt


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]							
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	D24		485	18,3	20,1	22,0	25,5	32,5	39,3	46,0
4	D30		530	17,5	19,3	21,0	24,4	31,1	37,6	44,0
5	D40		550	17,2	18,9	20,6	24,0	30,5	36,9	43,2
6	D50		620	16,2	17,8	19,4	22,6	28,7	34,7	40,7
7	D60		700	15,2	16,8	18,3	21,3	27,1	32,7	38,3
8		Buche LVL	730	14,9	16,4	17,9	20,8	26,5	32,0	37,5

Die dazugehörigen Korrekturfaktoren, für Vorbohren und Edelstahl, sowie für den Einschraubwinkel α , finden Sie auf der nächsten Seite.

7. Abscheren Holz - Holz

Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe

Tabelle 7.1 a Korrekturfaktoren für jeweilige SPAX-Durchmesser

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Gewindeaußendurchmesser d _i [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Edelstahl	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816
4	vorgebohrt	0,829	0,817	0,806	0,788	0,763	0,746	0,734

Sind die Holzicken t_1 oder t_2 geringer als die Mindestdicken $t_{1,req}$ bzw. $t_{2,req}$, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k ermittelt werden, indem der Wert R_k mit dem kleineren der Verhältnisswerte $t_1/t_{1,req}$ und $t_2/t_{2,req}$ multipliziert wird.

NA; 8.2.4 (NA.2)

Diagramm 7.1. b Korrekturfaktor für die Umrechnung der Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe t_{req} in Abhängigkeit vom Einschraubwinkel α für $\beta = 1$

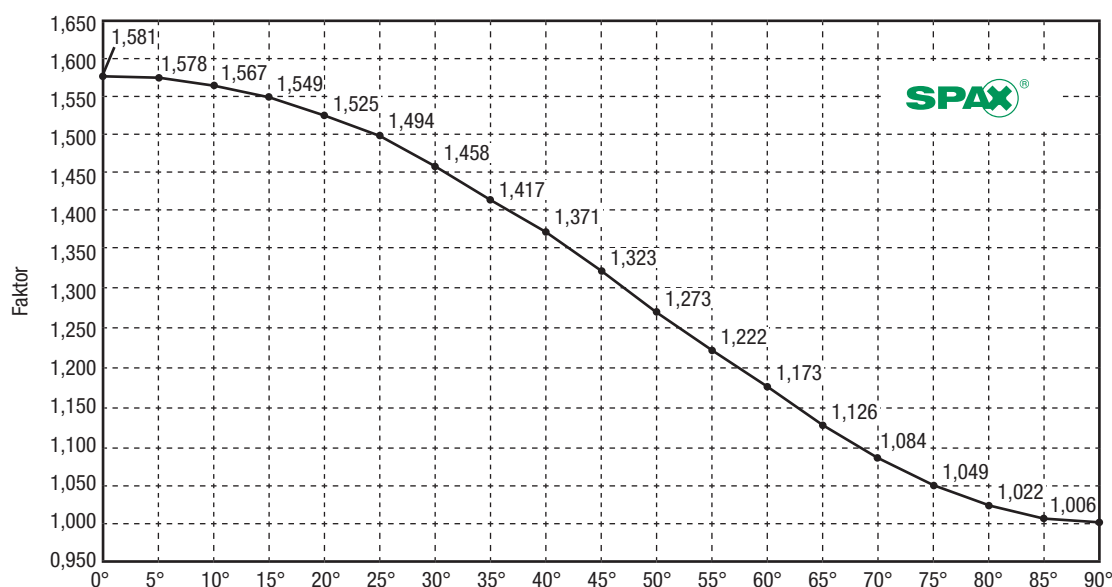


Diagramm entspricht: $\sqrt{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$




Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen und Stahlblech-Holz-Verbindungen sind nicht tabelliert.
Bitte nutzen Sie dafür die SPAX Design Software unter <https://designsoftware.spax.com> (siehe Seite 3).

7. Abscheren Holz - Holz


Tragfähigkeit

Tabelle 7.2.1 Charakteristische Werte $F_{v,Rk}$ der Tragfähigkeit einschnittiger Holz-Holz-Verbindungen nicht vorgebohrter Bauteile mit Hölzern gleicher Rohdichte je Scherfläche [N] für $\beta = 1$ gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl, nicht vorgebohrt**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]							
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	C14		290	741	900	1.071	1.447	2.326	3.361	4.540
4	C16		310	766	931	1.107	1.496	2.404	3.475	4.694
5	C18		320	778	945	1.125	1.520	2.443	3.530	4.769
6	C20		330	790	960	1.142	1.543	2.481	3.585	4.843
7	C22	GL20h	340	802	974	1.160	1.566	2.518	3.639	4.916
8	C24		350	814	989	1.176	1.589	2.555	3.692	4.988
9		GL20c GL22c	355	820	996	1.185	1.601	2.573	3.718	5.023
10	C27		360	826	1.003	1.193	1.612	2.591	3.744	5.059
11		GL24c	365	831	1.010	1.201	1.623	2.609	3.770	5.094
12		GL22h	370	837	1.017	1.210	1.634	2.627	3.796	5.129
13	C30		380	848	1.030	1.226	1.656	2.662	3.847	5.197
14		GL26c GL24h	385	854	1.037	1.234	1.667	2.680	3.872	5.231
15	C35	GL28c GL30c	390	859	1.044	1.242	1.678	2.697	3.897	5.265
16	C40	GL32c	400	870	1.057	1.258	1.699	2.731	3.947	5.332
17		GL26h	405	876	1.064	1.266	1.710	2.748	3.972	5.366
18	C45		410	881	1.070	1.273	1.720	2.765	3.996	5.399
19		GL28h	425	897	1.090	1.296	1.751	2.815	4.069	5.496
20	C50	GL30h	430	902	1.096	1.304	1.762	2.832	4.092	5.529
21		GL32h	440	913	1.109	1.319	1.782	2.865	4.140	5.593
22		LVL	480	953	1.158	1.378	1.861	2.992	4.324	5.841

EC5; Gl. (8.6(f))

Tabelle 7.2.2 Charakteristische Werte $F_{v,Rk}$ der Tragfähigkeit einschnittiger Holz-Holz-Verbindungen vorgebohrter Bauteile mit Laubhölzern gleicher Rohdichte je Scherfläche [N] für $\beta = 1$ gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl, vorgebohrt**


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]							
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	D24		485	1.156	1.425	1.718	2.373	3.941	5.824	7.996
4	D30		530	1.208	1.490	1.796	2.481	4.119	6.088	8.359
5	D40		550	1.231	1.518	1.830	2.527	4.196	6.202	8.515
6	D50		620	1.307	1.611	1.943	2.683	4.455	6.585	9.041
7	D60		700	1.389	1.712	2.064	2.851	4.734	6.997	9.606
8		Buche LVL	730	1.418	1.749	2.108	2.912	4.835	7.145	9.810

Die dazugehörigen Korrekturfaktoren, für Vorbohren und Edelstahl, sowie für den Einschraubwinkel α , finden Sie auf der nächsten Seite.

7. Abscheren Holz - Holz

Tragfähigkeit

Tabelle 7.2 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Gewindeaußendurchmesser d _i [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Edelstahl	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816
4	vorgebohrt	1,206	1,225	1,241	1,268	1,310	1,340	1,362

ΔR_k - bei einschnittigen Verbindungen wird der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ um einen Anteil ΔR_k erhöht.
 Seileffekt $\Delta R_k = \min \{ F_{ax,\alpha,Rk} / 4 ; F_{v,Rk} \}$

EC5; 8.2.2 (2)

Weitere Angaben zum Wert ΔR_k finden Sie auf den folgenden Seiten in den Tabellen 7.3 ff!

Diagramm 7.2 b Korrekturfaktor für die Umrechnung der charakteristischen Tragfähigkeit R_k in Abhängigkeit vom Einschraubwinkel α für $\beta = 1$

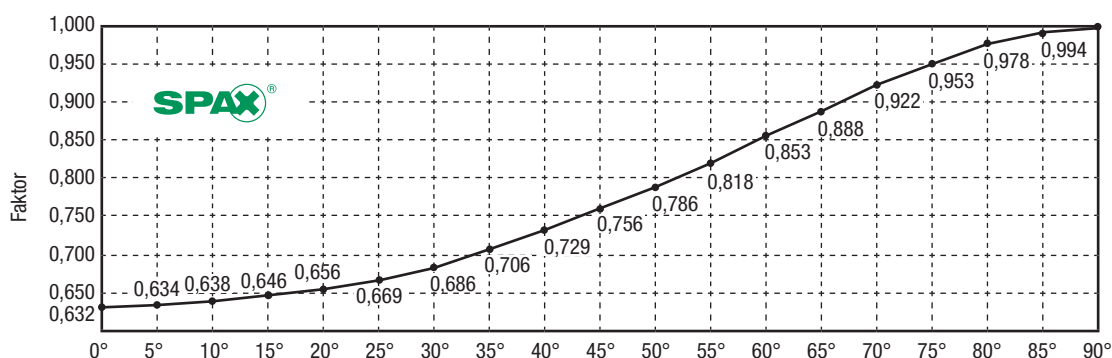


Diagramm entspricht: $\sqrt{\frac{1}{2,5 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}}$

ETA 3.9




Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen und Stahlblech-Holz-Verbindungen sind nicht tabelliert.
 Bitte nutzen Sie dafür die SPAX Design Software unter <https://designsoftware.spax.com> (siehe Seite 3).

7. Abscheren Holz - Holz

Tragfähigkeit

Tabelle 7.3.1 Charakteristische Werte $\Delta R_k = 0,25 \times F_{ax, \alpha, Rk}$ [N] für Senkkopf, Linsensenkkopf mit Teilgewinde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]						
2				4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3				Senkkopf, Kopfdurchmesser d_h [mm]						
4	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	8,0	8,8	9,7	11,6	15,1	18,6	22,6
5	C16		310	276	320	369	470	616	823	1.122
6	C18		320	283	328	379	482	631	844	1.151
7	C20		330	290	336	388	494	647	865	1.179
8	C22	GL20h	340	297	344	398	506	663	886	1.208
9	C24		350	304	352	407	518	678	906	1.236
10		GL20c GL22c	355	307	356	412	524	686	917	1.250
11	C27		360	311	360	416	530	694	927	1.264
12		GL24c	365	314	364	421	536	701	937	1.278
13		GL22h	370	318	368	425	542	709	948	1.292
14	C30		380	325	376	435	553	724	968	1.320
15		GL26c GL24h	385	328	380	439	559	732	978	1.334
16	C35	GL28c GL30c	390	331	384	444	565	740	988	1.348
17	C40	GL32c	400	338	392	453	576	755	1.009	1.375
18		GL26h	405	342	396	457	582	762	1.019	1.389
19	C45		410	345	400	462	588	770	1.029	1.403
20		GL28h	425	355	412	475	605	792	1.059	1.444
21	C50	GL30h	430	358	415	480	611	800	1.069	1.457
22		GL32h	440	365	423	489	622	815	1.089	1.484
23		LVL	480	391	454	524	667	873	1.167	1.591
24	Vorgebohrtes Laubholz									
25	D24		485	395	457	528	673	881	1.177	1.605
26	D30		530	424	491	567	722	945	1.263	1.723
27	D40		550	436	506	584	744	974	1.301	1.774
28	D50		620	480	557	643	819	1.072	1.432	1.953
29	D60		700	529	613	709	902	1.181	1.578	2.152
30		Buche LVL	730	547	634	733	933	1.221	1.632	2.226
31	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich $l_{ef} \geq$ [mm]			22	22	23	29	28	32	37
32	jedoch mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d_i$			16	18	20	24	32	40	48

Tab. 7.3.1 a Korrekturfaktor

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
2	für $t_i \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	24,0	26,4	29,1	34,8	45,3	55,8	67,8
3	Erhöhung um Faktor	1,3						



7. Abscheren Holz - Holz

Tragfähigkeit

Tabelle 7.3.2 Charakteristische Werte $\Delta R_k = 0,25 \times F_{ax,\alpha,Rk}$ [N] für Halbrundkopf mit Teilgewinde

	A	B	C	D	E	F	G
1				Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
2				4,0	4,5	5,0	6,0
3				Halbrundkopf bzw. Panhead, Kopfdurchmesser d_h [mm]			
4	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	8,0	9,0	9,9	11,9
5	C16		310	305	368	425	549
6	C18		320	313	377	436	564
7	C20		330	321	386	446	578
8	C22	GL20h	340	328	396	457	592
9	C24		350	336	405	468	605
10		GL20c GL22c	355	340	410	473	612
11	C27		360	344	414	479	619
12		GL24c	365	347	419	484	626
13		GL22h	370	351	423	489	633
14	C30		380	359	433	500	647
15		GL26c GL24h	385	363	437	505	653
16	C35	GL28c GL30c	390	366	442	510	660
17	C40	GL32c	400	374	451	521	674
18		GL26h	405	378	455	526	680
19	C45		410	381	460	531	687
20		GL28h	425	392	473	547	707
21	C50	GL30h	430	396	478	552	714
22		GL32h	440	404	486	562	727
23		LVL	480	433	521	603	779
24	Vorgebohrtes Laubholz						
25	D24		485	436	526	608	786
26	D30		530	468	564	652	844
27	D40		550	482	581	672	869
28	D50		620	531	640	739	957
29	D60		700	585	705	815	1.054
30		Buche LVL	730	605	729	843	1.090
31	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich $l_{ef} \geq$ [mm]			24	26	27	34
32	jedoch mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d_1$			16	18	20	24

Tab. 7.3.2 a Korrekturfaktor

	A	B	C	D	E
1	Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0
2	für $t_1 \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	24,0	27,0	29,7	35,7
3	Erhöhung um Faktor	1,3			



7. Abscheren Holz - Holz

Tragfähigkeit

Tabelle 7.3.3 Charakteristische Werte $\Delta R_k = 0,25 \times F_{ax,\alpha,Rk}$ [N] für Tellerkopf mit Teilgewinde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]					
2				4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0
3				Kopfdurchmesser d_h [mm]					
4				Rückwandkopf			Tellerkopf		
5	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0
6	C14		290	385	445	504	613	1.118	1.546
7	C16		310	406	469	531	646	1.180	1.631
8	C18		320	416	481	545	663	1.210	1.673
9	C20		330	426	493	558	679	1.240	1.714
10	C22	GL20h	340	437	505	572	696	1.270	1.756
11	C24		350	447	517	585	712	1.300	1.797
12		GL20c GL22c	355	452	523	592	720	1.315	1.817
13	C27		360	457	529	599	728	1.330	1.838
14		GL24c	365	462	535	605	736	1.344	1.858
15		GL22h	370	467	540	612	744	1.359	1.879
16	C30		380	477	552	625	761	1.388	1.919
17		GL26c GL24h	385	482	558	632	769	1.403	1.939
18	C35	GL28c GL30c	390	487	564	638	776	1.418	1.959
19	C40	GL32c	400	497	575	651	792	1.447	1.999
20		GL26h	405	502	581	658	800	1.461	2.019
21	C45		410	507	587	664	808	1.475	2.039
22		GL28h	425	522	604	684	832	1.518	2.099
23	C50	GL30h	430	527	609	690	840	1.533	2.119
24		GL32h	440	537	621	703	855	1.561	2.158
25		LVL	480	575	665	754	917	1.674	2.313
26	Vorgebohrtes Laubholz								
27	D24		485	580	671	760	924	1.688	2.333
28	D30		530	623	720	816	992	1.812	2.504
29	D40		550	642	742	840	1.022	1.866	2.580
30	D50		620	706	817	925	1.125	2.054	2.839
31	D60		700	778	900	1.019	1.240	2.263	3.129
32		Buche LVL	730	805	931	1.054	1.282	2.341	3.235
33	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich $l_{ef} \geq$ [mm]			32	33	33	40	54	63
33	jedoch mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d_1$			16	18	20	24	32	40

Tab. 7.3.3 a Erhöhungsfaktor

	A	B	C	D	E	F	H
1	Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0
2	für $t_1 \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	28,8	31,8	34,8	40,8	60,0	75,0
3	Erhöhung um Faktor	1,3					



7. Herausziehen

Charakteristischer Wert $R_{ax,k}$ Herausziehen des Gewindes

Tabelle 7.14 Charakteristische Werte $R_{ax,k}$ der Tragfähigkeit mit $\alpha = 90^\circ$ Einschraubwinkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung [N je mm effektiver Gewindelänge l_{ef}] gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl und **Edelstahl****

	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K
1	SPAX®			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]						
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	C16		310	50,8	57,2	63,5	65,3	87,1	104,4	119,8
4	C18		320	52,1	58,6	65,2	67,0	89,4	107,0	122,9
5	C20		330	53,4	60,1	66,8	68,7	91,6	109,7	125,9
6	C22	GL20h	340	54,7	61,6	68,4	70,3	93,8	112,4	129,0
7	C24		350	56,0	63,0	70,0	72,0	96,0	115,0	132,0
8		GL20c GL22c	355	56,6	63,7	70,8	72,8	97,1	116,3	133,5
9	C27		360	57,3	64,4	71,6	73,6	98,2	117,6	135,0
10		GL24c	365	57,9	65,2	72,4	74,5	99,3	118,9	136,5
11		GL22h	370	58,5	65,9	73,2	75,3	100,4	120,2	138,0
12	C30		380	59,8	67,3	74,8	76,9	102,5	122,8	141,0
13		GL26c GL24h	385	60,4	68,0	75,5	77,7	103,6	124,1	142,5
14	C35	GL28c GL30c	390	61,1	68,7	76,3	78,5	104,7	125,4	143,9
15	C40	GL32c	400	62,3	70,1	77,9	80,1	106,8	128,0	146,9
16		GL26h	405	62,9	70,8	78,7	80,9	107,9	129,2	148,3
17	C45		410	63,6	71,5	79,4	81,7	109,0	130,5	149,8
18		GL28h	425	65,4	73,6	81,8	84,1	112,1	134,3	154,2
19	C50	GL30h	430	66,0	74,3	82,5	84,9	113,2	135,6	155,6
20		GL32h	440	67,3	75,7	84,1	86,5	115,3	138,1	158,5
21		LVL	480	72,1	81,1	90,1	92,7	123,6	148,1	169,9
22	Vorgebohrtes Laubholz									
23	D24		485	72,7	81,8	90,9	93,5	124,6	149,3	171,4
24	D30		530	78,0	87,8	97,6	100,3	133,8	160,3	184,0
25	D40		550	80,4	90,4	100,5	103,4	137,8	165,1	189,5
26	D50		620	88,5	99,5	110,6	113,8	151,7	181,7	208,6
27	D60		700	97,5	109,7	121,9	125,4	167,1	200,2	229,8
28		Buche LVL	730	100,8	113,4	126,0	129,6	172,9	207,1	237,7

ETA 3.9

Diagramm 7.14. a Faktor für die Umrechnung in Abhängigkeit vom Einschraubwinkel α

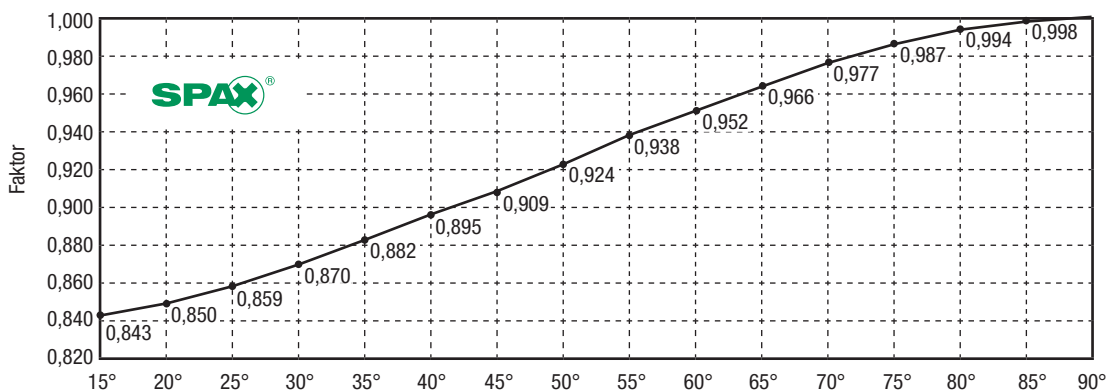


Diagramm entspricht:


$$\frac{1}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

ETA 3.9

7. Herausziehen

Charakteristischer Wert $f_{tens,k}$ der Zugtragfähigkeit (Stahl)

Tabelle 7.15 Charakteristische Werte und Bemessungswerte der Zugtragfähigkeit (Stahl) [N]
gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl** und **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]						
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Kohlenstoffstahl	$f_{tens,k}$	5.000	6.400	7.900	11.000	17.000	28.000	38.000
4		$f_{tens,d}$	3.846	4.923	6.077	8.462	13.077	21.538	29.231
5	Edelstahl	$f_{tens,k}$	3.800	4.200	4.900	7.100	13.000	20.000	28.000
6		$f_{tens,d}$	2.923	3.231	3.769	5.462	10.000	15.385	21.538

ETA 3.1

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,3$

Die maximal mögliche Beanspruchung einer SPAX in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen) wird durch den Bemessungswert der Zugtragfähigkeit $f_{tens,d}$ begrenzt.




Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen und Stahlblech-Holz-Verbindungen sind nicht tabelliert.
Bitte nutzen Sie dafür die SPAX Design Software unter <https://designsoftware.spax.com> (siehe Seite 3).

7. Herausziehen

Charakteristischer Wert $R_{head,k,1}$ Kopfdurchziehen

Tabelle 7.16.1 Charakteristische Werte $R_{head,k,1}$ der Tragfähigkeit [N] für Senkkopf und Linsensenkkopf

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1				Gewindeaußendurchmesser d _i [mm]							
2				4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
3				Senk- bzw. Linsensenkkopfdurchmesser d _h [mm]							
4				8,0	8,8	9,7	11,6	15,1	18,6	22,6	18,6
5	Festigkeitsklasse		ρ _k [kg/m³]							Teilgew.	Vollgew.
6	C14		290	1.046	1.213	1.400	1.783	2.334	3.119	4.254	3.119
7	C16		310	1.103	1.279	1.477	1.880	2.462	3.290	4.487	3.290
8	C18		320	1.132	1.312	1.515	1.929	2.526	3.375	4.602	3.375
9	C20		330	1.160	1.345	1.553	1.977	2.589	3.459	4.717	3.459
10	C22	GL20h	340	1.188	1.377	1.590	2.025	2.651	3.543	4.831	3.543
11	C24		350	1.216	1.409	1.628	2.072	2.713	3.626	4.944	3.626
12		GL20c GL22c	355	1.230	1.425	1.646	2.096	2.744	3.667	5.001	3.667
13	C27		360	1.244	1.442	1.665	2.119	2.775	3.708	5.057	3.708
14		GL24c	365	1.258	1.458	1.683	2.143	2.806	3.749	5.113	3.749
15		GL22h	370	1.271	1.473	1.702	2.166	2.837	3.790	5.169	3.790
16	C30		380	1.299	1.505	1.738	2.213	2.898	3.872	5.280	3.872
17		GL26c GL24h	385	1.312	1.521	1.757	2.236	2.928	3.913	5.336	3.913
18	C35	GL28c GL30c	390	1.326	1.537	1.775	2.260	2.959	3.954	5.391	3.954
19	C40	GL32c	400	1.353	1.568	1.811	2.306	3.019	4.034	5.502	4.034
20		GL26h	405	1.367	1.584	1.829	2.329	3.049	4.075	5.557	4.075
21	C45		410	1.380	1.600	1.847	2.352	3.079	4.115	5.611	4.115
22		GL28h	425	1.420	1.646	1.901	2.420	3.169	4.235	5.775	4.235
23	C50	GL30h	430	1.434	1.662	1.919	2.443	3.199	4.275	5.829	4.275
24		GL32h	440	1.460	1.693	1.955	2.489	3.258	4.354	5.937	4.354
25		LVL	480	1.566	1.815	2.096	2.668	3.493	4.668	6.365	4.668
26	Vorgebohrtes Laubholz										
27	D24		485	1.579	1.830	2.113	2.690	3.522	4.707	6.418	4.707
28	D30		530	1.695	1.964	2.269	2.888	3.782	5.053	6.891	5.053
29	D40		550	1.746	2.023	2.337	2.975	3.895	5.205	7.098	5.205
30	D50		620	1.921	2.227	2.572	3.274	4.287	5.729	7.812	5.729
31	D60		700	2.117	2.454	2.834	3.608	4.724	6.313	8.608	6.313
32		Buche LVL	730	2.189	2.538	2.931	3.731	4.885	6.528	8.902	6.528
33	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich l _{ef} ≥ [mm]			22	22	23	29	28	32	37	27
34	jedoch mindestens l _{ef} ≥ 4 · d _i			16	18	20	24	32	40	48	48

ETA 3.9

Tab. 7.16.1 b Erhöhungsfaktor

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
								Teilgew.	Vollgew.
2	für $t_i \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	24,0	26,4	29,1	34,8	45,3	55,8	67,8	55,8
3	Erhöhung um Faktor	1,3							

7. Herausziehen

Charakteristischer Wert $R_{head,k,1}$ Kopfdurchziehen

Tabelle 7.16.2 Charakteristische Werte $R_{head,k,1}$ der Tragfähigkeit [N] für Halbrundkopf

	A	B	C	D	E	F	G
1				Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]			
2				4,0	4,5	5,0	6,0
3				Halbrundkopf bzw. Panhead, Kopfdurchmesser d_h [mm]			
4	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m ³]	8,0	9,0	9,9	11,9
5	C14		290	1.156	1.394	1.611	2.083
6	C16		310	1.220	1.470	1.699	2.197
7	C18		320	1.251	1.508	1.742	2.254
8	C20		330	1.282	1.546	1.786	2.310
9	C22	GL20h	340	1.313	1.583	1.829	2.366
10	C24		350	1.344	1.620	1.872	2.422
11		GL20c GL22c	355	1.359	1.638	1.893	2.449
12	C27		360	1.375	1.657	1.915	2.477
13		GL24c	365	1.390	1.675	1.936	2.504
14		GL22h	370	1.405	1.694	1.957	2.532
15	C30		380	1.435	1.730	1.999	2.586
16		GL26c GL24h	385	1.450	1.748	2.020	2.613
17	C35	GL28c GL30c	390	1.466	1.766	2.041	2.641
18	C40	GL32c	400	1.496	1.803	2.083	2.695
19		GL26h	405	1.510	1.821	2.104	2.721
20	C45		410	1.525	1.839	2.125	2.748
21		GL28h	425	1.570	1.892	2.187	2.828
22	C50	GL30h	430	1.585	1.910	2.207	2.855
23		GL32h	440	1.614	1.945	2.248	2.908
24		LVL	480	1.730	2.086	2.410	3.118
25	Vorgebohrtes Laubholz						
26	D24		485	1.745	2.103	2.430	3.144
27	D30		530	1.873	2.258	2.609	3.375
28	D40		550	1.929	2.326	2.687	3.476
29	D50		620	2.124	2.560	2.958	3.826
30	D60		700	2.340	2.821	3.259	4.216
31		Buche LVL	730	2.420	2.917	3.371	4.360
32	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich $l_{ef} \geq [mm]$			24	26	27	34
33	jedoch mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d_i$			16	18	20	24

ETA 3.9

Tab. 7.16.2 b Erhöhungsfaktor


	A	B	C	D	E
1	Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0
2	für $t_i \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	24,0	27,0	29,7	35,7
3	Erhöhung um Faktor	1,3			



7. Herausziehen

Charakteristischer Wert $R_{head,k,1}$ Kopfdurchziehen

Tabelle 7.16.3 Charakteristische Werte $R_{head,k,1}$ der Tragfähigkeit [N] für Tellerkopf

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]					
2				4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0
3				Kopfdurchmesser d_h [mm]					
4				Rückwandkopf			Tellerkopf		
5	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0
6	C14		290	1.538	1.779	2.014	2.451	4.474	6.184
7	C16		310	1.622	1.876	2.125	2.585	4.719	6.522
8	C18		320	1.664	1.924	2.179	2.651	4.840	6.690
9	C20		330	1.706	1.972	2.234	2.717	4.961	6.857
10	C22	GL20h	340	1.747	2.020	2.288	2.783	5.081	7.023
11	C24		350	1.788	2.067	2.341	2.848	5.200	7.188
12		GL20c GL22c	355	1.808	2.091	2.368	2.881	5.259	7.270
13	C27		360	1.829	2.115	2.395	2.913	5.319	7.351
14		GL24c	365	1.849	2.138	2.421	2.946	5.378	7.433
15		GL22h	370	1.869	2.161	2.448	2.978	5.436	7.514
16	C30		380	1.909	2.208	2.501	3.042	5.554	7.676
17		GL26c GL24h	385	1.930	2.231	2.527	3.074	5.612	7.757
18	C35	GL28c GL30c	390	1.950	2.254	2.553	3.106	5.670	7.837
19	C40	GL32c	400	1.989	2.301	2.605	3.170	5.786	7.998
20		GL26h	405	2.009	2.323	2.631	3.201	5.844	8.078
21	C45		410	2.029	2.346	2.657	3.233	5.902	8.157
22		GL28h	425	2.088	2.415	2.735	3.327	6.074	8.395
23	C50	GL30h	430	2.108	2.438	2.760	3.358	6.131	8.474
24		GL32h	440	2.147	2.483	2.812	3.421	6.245	8.631
25		LVL	480	2.302	2.662	3.014	3.667	6.695	9.254
26	Vorgebohrtes Laubholz								
27	D24		485	2.321	2.684	3.040	3.698	6.751	9.331
28	D30		530	2.492	2.881	3.263	3.970	7.247	10.017
29	D40		550	2.567	2.968	3.361	4.089	7.465	10.318
30	D50		620	2.825	3.267	3.699	4.500	8.216	11.356
31	D60		700	3.113	3.600	4.077	4.959	9.054	12.514
32		Buche LVL	730	3.219	3.722	4.216	5.129	9.363	12.941
33	In Holz gleicher Festigkeitsklasse erforderlich $l_{ef} \geq [mm]$			32	33	33	40	54	63
34	jedoch mindestens $l_{ef} \geq 4 \cdot d_i$			16	18	20	24	32	40

ETA 3.9

Tab. 7.16.3 b Erhöhungsfaktor


	A	B	C	D	E	F	H
1	Gewindeaußendurchmesser d_i [mm]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0
2	für $t_i \geq 3 \cdot d_h$ [mm]	28,8	31,8	34,8	40,8	60,0	75,0
3	Erhöhung um Faktor	1,3					



7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N] für Schrauben aus Kohlenstoffstahl

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C16		310	15	5.779	9.259	14.093	20.878
7				30	6.002	9.606	14.607	21.621
8				45	6.198	9.910	15.057	22.268
9				60	6.371	10.179	15.454	22.839
10				75	6.527	10.420	15.808	23.348
11				90	6.668	10.637	16.127	23.806
12	C18		320	15	5.832	9.341	14.216	21.056
13				30	6.055	9.688	14.729	21.797
14				45	6.250	9.991	15.177	22.441
15				60	6.423	10.260	15.572	23.010
16				75	6.579	10.499	15.925	23.516
17				90	6.719	10.715	16.243	23.971
18	C20		330	15	5.884	9.422	14.334	21.227
19				30	6.106	9.768	14.847	21.966
20				45	6.301	10.070	15.293	22.608
21				60	6.474	10.337	15.687	23.174
22				75	6.628	10.576	16.038	23.678
23				90	6.768	10.791	16.354	24.130
24	C22	GL20h	340	15	5.933	9.499	14.449	21.393
25				30	6.156	9.845	14.960	22.130
26				45	6.350	10.146	15.405	22.770
27				60	6.522	10.412	15.797	23.333
28				75	6.676	10.650	16.147	23.834
29				90	6.815	10.864	16.461	24.284
30	C24		350	15	5.982	9.574	14.561	21.554
31				30	6.204	9.919	15.070	22.288
32				45	6.398	10.220	15.514	22.925
33				60	6.569	10.485	15.904	23.486
34				75	6.723	10.722	16.252	23.985
35				90	6.861	10.935	16.565	24.432
36		GL20c GL22c	355	15	6.005	9.611	14.615	21.632
37				30	6.227	9.955	15.124	22.365
38				45	6.421	10.256	15.567	23.001
39				60	6.592	10.521	15.956	23.561
40				75	6.745	10.757	16.303	24.058
41				90	6.883	10.969	16.615	24.504


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N] für Schrauben aus Kohlenstoffstahl

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C27		360	15	6.029	9.647	14.669	21.710
7				30	6.250	9.991	15.177	22.441
8				45	6.444	10.291	15.619	23.076
9				60	6.615	10.555	16.008	23.634
10				75	6.768	10.791	16.354	24.130
11				90	6.905	11.003	16.665	24.575
12		GL24c	365	15	6.052	9.683	14.722	21.786
13				30	6.273	10.027	15.229	22.516
14				45	6.466	10.326	15.670	23.150
15				60	6.637	10.590	16.058	23.707
16				75	6.790	10.825	16.404	24.201
17				90	6.927	11.036	16.714	24.645
18		GL22h	370	15	6.074	9.718	14.774	21.861
19				30	6.295	10.061	15.280	22.590
20				45	6.488	10.360	15.720	23.222
21				60	6.659	10.624	16.108	23.778
22				75	6.811	10.858	16.452	24.271
23				90	6.948	11.069	16.762	24.714
24	C30		380	15	6.119	9.787	14.875	22.007
25				30	6.339	10.129	15.380	22.734
26				45	6.532	10.427	15.819	23.364
27				60	6.702	10.690	16.205	23.917
28				75	6.853	10.923	16.548	24.408
29				90	6.990	11.133	16.855	24.847
30		GL26c GL24h	385	15	6.140	9.821	14.925	22.079
31				30	6.361	10.163	15.430	22.805
32				45	6.553	10.460	15.867	23.433
33				60	6.723	10.722	16.252	23.985
34				75	6.874	10.955	16.594	24.474
35				90	7.010	11.164	16.901	24.913
36	C35	GL28c GL30c	390	15	6.162	9.854	14.974	22.150
37				30	6.382	10.195	15.478	22.874
38				45	6.574	10.492	15.915	23.501
39				60	6.743	10.754	16.299	24.052
40				75	6.894	10.986	16.640	24.540
41				90	7.030	11.195	16.946	24.977


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

**Tabelle 7.17.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Kohlenstoffstahl****

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C40	GL32c	400	15	6.204	9.919	15.070	22.288
7				30	6.423	10.260	15.572	23.010
8				45	6.615	10.555	16.008	23.634
9				60	6.784	10.816	16.390	24.182
10				75	6.934	11.047	16.730	24.668
11				90	7.069	11.255	17.034	25.103
12		GL26h	405	15	6.224	9.951	15.117	22.356
13				30	6.444	10.291	15.619	23.076
14				45	6.635	10.586	16.053	23.700
15				60	6.803	10.846	16.435	24.246
16				75	6.954	11.077	16.774	24.731
17				90	7.089	11.285	17.077	25.164
18	C45		410	15	6.244	9.982	15.164	22.422
19				30	6.464	10.322	15.664	23.142
20				45	6.655	10.617	16.098	23.764
21				60	6.823	10.876	16.479	24.309
22				75	6.973	11.107	16.817	24.792
23				90	7.107	11.314	17.119	25.225
24		GL28h	425	15	6.304	10.074	15.299	22.617
25				30	6.522	10.412	15.797	23.333
26				45	6.712	10.706	16.229	23.951
27				60	6.880	10.964	16.607	24.492
28				75	7.029	11.193	16.942	24.972
29				90	7.162	11.398	17.243	25.401
30	C50	GL30h	430	15	6.323	10.104	15.343	22.681
31				30	6.541	10.442	15.841	23.395
32				45	6.731	10.735	16.271	24.012
33				60	6.898	10.992	16.648	24.552
34				75	7.047	11.220	16.983	25.030
35				90	7.180	11.425	17.283	25.458
36		GL32h	440	15	6.361	10.163	15.430	22.805
37				30	6.579	10.499	15.925	23.516
38				45	6.768	10.791	16.354	24.130
39				60	6.934	11.047	16.730	24.668
40				75	7.082	11.275	17.063	25.144
41				90	7.215	11.479	17.361	25.569


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N] für Schrauben aus Kohlenstoffstahl

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]		4,0	5,0	6,1	7,35
6		LVL	480	15	6.503	10.383	15.754	23.270
7				30	6.719	10.715	16.243	23.971
8				45	6.905	11.003	16.665	24.575
9				60	7.069	11.255	17.034	25.103
10				75	7.215	11.479	17.361	25.569
11				90	7.346	11.679	17.653	25.986
12	vorgebohrtes Laubholz							
13	D24		485	15	6.520	10.409	15.792	23.325
14				30	6.735	10.741	16.280	24.025
15				45	6.922	11.028	16.702	24.628
16				60	7.085	11.280	17.070	25.154
17				75	7.231	11.503	17.396	25.619
18				90	7.361	11.702	17.688	26.035
19	D30		530	15	6.663	10.630	16.118	23.792
20				30	6.876	10.958	16.598	24.480
21				45	7.060	11.240	17.012	25.072
22				60	7.221	11.488	17.374	25.588
23				75	7.363	11.706	17.693	26.043
24				90	7.491	11.902	17.978	26.449
25	D40		550	15	6.723	10.722	16.252	23.985
26				30	6.934	11.047	16.730	24.668
27				45	7.117	11.328	17.140	25.255
28				60	7.277	11.573	17.499	25.766
29				75	7.418	11.790	17.815	26.217
30				90	7.545	11.984	18.098	26.619
31	D50		620	15	6.913	11.014	16.681	24.599
32				30	7.120	11.333	17.147	25.264
33				45	7.298	11.606	17.547	25.835
34				60	7.454	11.845	17.896	26.331
35				75	7.592	12.056	18.203	26.768
36				90	7.715	12.243	18.476	27.157
37	D60		700	15	7.101	11.304	17.105	25.205
38				30	7.304	11.615	17.559	25.852
39				45	7.477	11.881	17.948	26.405
40				60	7.629	12.112	18.285	26.885
41				75	7.762	12.316	18.582	27.308
42				90	7.882	12.498	18.846	27.683


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

**Tabelle 7.17.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Kohlenstoffstahl****

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]		4,0	5,0	6,1	7,35
6		Buche LVL	730	15	7.165	11.403	17.250	25.410
7				30	7.366	11.710	17.699	26.051
8				45	7.538	11.974	18.083	26.598
9				60	7.688	12.203	18.417	27.073
10				75	7.820	12.404	18.710	27.490
11				90	7.938	12.584	18.972	27.861

ETA 3.9


Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !



7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C16		310	15	3.963	6.283	9.472	13.911
7				30	4.051	6.416	9.667	14.187
8				45	4.125	6.530	9.832	14.421
9				60	4.190	6.628	9.974	14.623
10				75	4.247	6.714	10.099	14.800
11				90	4.297	6.791	10.210	14.957
12	C18		320	15	3.984	6.315	9.519	13.978
13				30	4.071	6.447	9.712	14.251
14				45	4.145	6.560	9.875	14.483
15				60	4.209	6.657	10.016	14.683
16				75	4.265	6.743	10.140	14.858
17				90	4.315	6.818	10.249	15.013
18	C20		330	15	4.004	6.346	9.564	14.042
19				30	4.091	6.477	9.755	14.312
20				45	4.164	6.589	9.917	14.542
21				60	4.227	6.685	10.057	14.740
22				75	4.283	6.770	10.179	14.913
23				90	4.332	6.844	10.287	15.067
24	C22	GL20h	340	15	4.024	6.376	9.608	14.103
25				30	4.109	6.506	9.797	14.371
26				45	4.182	6.616	9.957	14.599
27				60	4.245	6.712	10.095	14.795
28				75	4.300	6.795	10.217	14.967
29				90	4.349	6.870	10.324	15.119
30	C24		350	15	4.043	6.404	9.649	14.162
31				30	4.128	6.533	9.837	14.428
32				45	4.200	6.643	9.995	14.653
33				60	4.262	6.738	10.133	14.848
34				75	4.316	6.820	10.253	15.018
35				90	4.365	6.894	10.359	15.169
36		GL20c GL22c	355	15	4.052	6.418	9.670	14.191
37				30	4.136	6.547	9.856	14.456
38				45	4.208	6.656	10.014	14.680
39				60	4.270	6.750	10.151	14.873
40				75	4.324	6.832	10.270	15.043
41				90	4.372	6.906	10.376	15.193


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C27		360	15	4.061	6.432	9.689	14.219
7				30	4.145	6.560	9.875	14.483
8				45	4.216	6.669	10.033	14.706
9				60	4.278	6.762	10.169	14.899
10				75	4.332	6.844	10.287	15.067
11				90	4.380	6.917	10.393	15.216
12		GL24c	365	15	4.070	6.446	9.709	14.247
13				30	4.154	6.573	9.894	14.509
14				45	4.225	6.681	10.051	14.732
15				60	4.286	6.774	10.186	14.923
16				75	4.340	6.856	10.304	15.091
17				90	4.388	6.928	10.409	15.240
18		GL22h	370	15	4.079	6.459	9.728	14.274
19				30	4.162	6.586	9.912	14.535
20				45	4.233	6.693	10.068	14.757
21				60	4.294	6.786	10.203	14.948
22				75	4.347	6.867	10.321	15.115
23				90	4.395	6.940	10.425	15.263
24	C30		380	15	4.095	6.485	9.766	14.327
25				30	4.178	6.610	9.948	14.586
26				45	4.248	6.717	10.103	14.806
27				60	4.309	6.809	10.236	14.995
28				75	4.362	6.890	10.353	15.160
29				90	4.409	6.961	10.457	15.307
30		GL26c GL24h	385	15	4.104	6.497	9.784	14.353
31				30	4.186	6.622	9.966	14.611
32				45	4.256	6.729	10.120	14.829
33				60	4.316	6.820	10.253	15.018
34				75	4.369	6.901	10.369	15.183
35				90	4.416	6.972	10.472	15.329
36	C35	GL28c GL30c	390	15	4.112	6.509	9.802	14.379
37				30	4.194	6.634	9.983	14.635
38				45	4.263	6.740	10.136	14.853
39				60	4.324	6.831	10.269	15.040
40				75	4.376	6.911	10.385	15.205
41				90	4.423	6.982	10.487	15.350


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
6	C40	GL32c	400	15	4.128	6.533	9.837	14.428
7				30	4.209	6.657	10.016	14.683
8				45	4.278	6.762	10.169	14.899
9				60	4.338	6.853	10.300	15.085
10				75	4.390	6.932	10.415	15.247
11				90	4.436	7.002	10.517	15.392
12		GL26h	405	15	4.135	6.545	9.854	14.452
13				30	4.216	6.669	10.033	14.706
14				45	4.285	6.773	10.184	14.921
15				60	4.345	6.863	10.315	15.106
16				75	4.397	6.942	10.429	15.268
17				90	4.443	7.012	10.531	15.412
18	C45		410	15	4.143	6.557	9.870	14.476
19				30	4.224	6.680	10.049	14.729
20				45	4.292	6.784	10.200	14.943
21				60	4.351	6.874	10.330	15.127
22				75	4.403	6.952	10.444	15.289
23				90	4.449	7.022	10.545	15.432
24		GL28h	425	15	4.165	6.590	9.919	14.545
25				30	4.245	6.712	10.095	14.795
26				45	4.313	6.815	10.245	15.006
27				60	4.371	6.904	10.373	15.189
28				75	4.422	6.981	10.486	15.348
29				90	4.468	7.050	10.586	15.490
30	C50	GL30h	430	15	4.172	6.601	9.935	14.567
31				30	4.252	6.722	10.110	14.816
32				45	4.319	6.825	10.259	15.027
33				60	4.378	6.913	10.387	15.209
34				75	4.429	6.991	10.500	15.368
35				90	4.474	7.059	10.599	15.508
36		GL32h	440	15	4.186	6.622	9.966	14.611
37				30	4.265	6.743	10.140	14.858
38				45	4.332	6.844	10.287	15.067
39				60	4.390	6.932	10.415	15.247
40				75	4.441	7.009	10.526	15.405
41				90	4.485	7.077	10.625	15.545


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					Festigkeitsklasse	ρ_k [kg/m³]	4,0	5,0
6		LVL	480	15	4.238	6.701	10.080	14.773
7				30	4.315	6.818	10.249	15.013
8				45	4.380	6.917	10.393	15.216
9				60	4.436	7.002	10.517	15.392
10				75	4.485	7.077	10.625	15.545
11				90	4.529	7.143	10.721	15.681
12	vorgebohrtes Laubholz							
13	D24		485	15	4.244	6.711	10.093	14.792
14				30	4.321	6.827	10.262	15.031
15				45	4.386	6.926	10.405	15.234
16				60	4.442	7.011	10.529	15.408
17				75	4.491	7.085	10.636	15.561
18				90	4.534	7.151	10.732	15.697
19	D30		530	15	4.295	6.788	10.206	14.952
20				30	4.370	6.902	10.371	15.185
21				45	4.433	6.997	10.509	15.381
22				60	4.487	7.080	10.629	15.551
23				75	4.535	7.152	10.734	15.699
24				90	4.577	7.216	10.826	15.831
25	D40		550	15	4.316	6.820	10.253	15.018
26				30	4.390	6.932	10.415	15.247
27				45	4.452	7.027	10.552	15.442
28				60	4.506	7.108	10.670	15.609
29				75	4.553	7.180	10.774	15.756
30				90	4.595	7.243	10.865	15.885
31	D50		620	15	4.383	6.921	10.398	15.224
32				30	4.453	7.028	10.554	15.445
33				45	4.513	7.119	10.686	15.632
34				60	4.565	7.198	10.800	15.792
35				75	4.610	7.266	10.899	15.933
36				90	4.650	7.327	10.987	16.058
37	D60		700	15	4.447	7.019	10.540	15.425
38				30	4.515	7.122	10.690	15.637
39				45	4.573	7.209	10.816	15.816
40				60	4.622	7.285	10.926	15.971
41				75	4.666	7.351	11.021	16.106
42				90	4.704	7.409	11.106	16.226


ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

7. Druck

Bemessungswert $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]

Tabelle 7.17.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken $K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$ [N]
für Schrauben aus **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Einschraub- winkel α [°]	$K_c \cdot N_{pl,k} / \gamma_{M1}$			
2					Gewindeaußendurchmesser d_1 [mm]			
3					6,0	8,0	10,0	12,0
4					Kerndurchmesser d_2 [mm]			
5					4,0	5,0	6,1	7,35
	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]					
4	Buche LVL	730		15	4.469	7.052	10.588	15.493
5				30	4.536	7.154	10.736	15.702
6				45	4.593	7.240	10.860	15.879
7				60	4.641	7.314	10.968	16.031
8				75	4.684	7.379	11.062	16.164
9				90	4.722	7.436	11.146	16.283

ETA 3.9

Anmerkung: o.a. Werte sind Designwerte mit $\gamma_{m,1} = 1,1$ nach EN 1993 + NA !

8. Sortimentschnellübersicht

Die nachfolgenden Tabellen stellen einen Teil des Liefersortimentes dar.

Weitere Abmessungen oder Ausführungen finden Sie unter www.spax.com → Schraubenfinder

Maße und Bezeichnungen

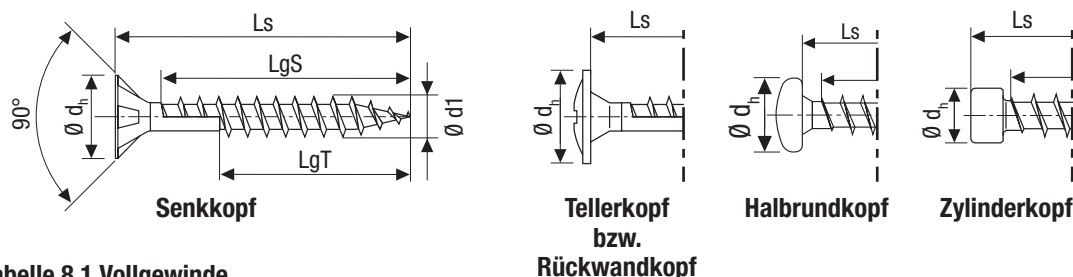


Tabelle 8.1 Vollgewinde

	A	B	C	D	E	F	G
1	Vollgewinde					Vollgewinde	
2	Kohlenstoffstahl					Edelstahl	
3		ETA-12/0114					
4	d _i	6,0	8,0	10,0	12,0	10,0	12,0
5	Kopfform	Zylinderkopf		Senkkopf		Senkkopf	
6	d _h	8,4	10,0	15,1	18,6	18,6	18,6
7	Spitze	Spitze mit 4CUT	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze
8	Abstufung der Länge L _s	L _s				L _s	
9	20 mm Stufung	80 - 200	200 - 300	160 - 300	200 - 300	200, 240, 280, 300	160, 200 - 300
10	50 mm Stufung	-	350 - 450	350 - 600	350 - 600	350 - 600	350 - 400
11				800			

Tabelle 8.2 Halbrundkopf

	A	B	C	D	E	F	G
1	Kohlenstoffstahl					Edelstahl	
2	Halbrundkopf					Halbrundkopf	
3		ETA-12/0114					
4	d ₁	4,0	4,5	5,0	6,0	4,0	5,0
5	d _h	8,0	9,0	9,9	11,9	8,0	9,9
6	Spitze	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT
7	Ls	lg	lg	lg	lg	lg	lg
8	20	18				18	
9	25	23	22	22		23	22
10	30	27	27	27	27	27	27
11	35	32	32	32	32	32	
12	40	37	37	37	37	37	37
13	45	42	42	41	41	42	
14	50	47	47	46	46	47	46
15	60	50	57	56	56		
16	70			61	61		
17	80			61	61		
18	90			61	61		
19	100				61		

lg = Gewindelänge

Für SPAX mit Gewindeaußendurchmesser d₁ < 4,0 mm siehe SPAX ETA-12/0114.

8. Sortimentschnellübersicht

Tabelle 8.3 Senkkopf Kohlenstoffstahl

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Kohlenstoffstahl											
2	Senkkopf											
3	ETA-12/0114											
4	d ₁	4,0		4,5		5,0		6,0		8,0	10,0	12,0
5	d _h	8,0		8,8		9,7		11,6		15,1	18,6	22,6
6	Spitze	Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		
7	Ls	IgV	IgT	IgV	IgT	IgV	IgT	IgV	IgT	IgT	IgT	IgT
8	20	16										
9	25	21		20		20						
10	30	25	18	25		25		24				
11	35	30	23	30	25	30	25	29				
12	40	35	23	34	25	35	27	34	24			
13	45	40	30	39	30	39	30	38				
14	50	45	32	44	32	44	32	43	32			
15	55	50	35	49	37	49	37	48				
16	60	50	35	54	37	54	37	53	37			
17	70	50	37	59	42	61	41	61	41			
18	80	50	37	59	47	61	46	61	46	47	50	
19	90						61		61			
20	100						61		61	57	60	60
21	110						69		68			
22	120						69		68	70	80	80
23	130								68			
24	140								68	80	80	80
25	150								68			
26	160								65	80	80	100
27	180								65	80	80	100
28	200								65	80	80	100
29	220								65	80	80	100
30	240								65	80	80	100
31	260								65	80	80	100
32	280								65	80	80	100
33	300								65	80	80	100
34	320									80	80	
35	340									80	80	
36	350											100
37	360									80	80	
38	380									80	80	
39	400									80	80	100
40	450									80	80	100
41	500											100
42	550											100
43	600											100

IgV = Vollgewinde

IgT = Teilgewinde

Für SPAX mit Gewindeaußendurchmesser d₁ < 4,0 mm siehe SPAX ETA-12/0114.



8. Sortimentschnellübersicht

Tabelle 8.4 Senkkopf Edelstahl

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Edelstahl								
2	Senkkopf								
3	ETA-12/0114								
4	d ₁	4,0		4,5		5,0		6,0	
5	d _h	8,0		8,8		9,7		11,6	
6	Spitze	Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT	
7	Ls	IgV	IgT	IgV	IgT	IgV	IgT	IgV	IgT
8	20	16							
9	25	21		20					
10	30	25	18	25		25			
11	35	30	23	30	25	30			
12	40	35	23	34	25	35	27	34	
13	45	40	30	39	30	39	30		
14	50	45	32	44	32	44	32	43	
15	60	50		54	37	54	37	53	37
16	70			59	42	61	41	61	41
17	80					61	46	61	46
18	90						61		61
19	100						61		61
20	120						69		68
21	140								68
22	160								65

IgV = Vollgewinde

IgT = Teilgewinde

Tabelle 8.5 Senkkopf Edelstahl mit CUT-Spitze

	A	B	C	D	E
1	Edelstahl				
2	Senkkopf				
3	ETA-12/0114				
4	d ₁	4,5		5,0	
5	d _h	8,8		9,7	
6	Spitze	CUT-Spitze		CUT-Spitze	
7	Ls	IgT		IgT	
8	35	25			
9	40	25			
10	45	30			
11	50	32			
12	60	37		37	
13	70	42		41	
14	80	47		46	
15	90			61	
16	100			61	

IgT = Teilgewinde



8. Sortimentschnellübersicht

Tabelle 8.6 Tellerkopf bzw. Rückwandkopf

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Kohlenstoffstahl							Edelstahl
2		Rückwandkopf			Tellerkopf			Tellerkopf
3		ETA-12/0114						
4	d ₁	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	8,0
5	d _h	9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0	20,0
6	Spitze	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT	Spitze mit 4CUT		Spitze mit 4CUT
7	Ls	lg	lg	lg	lg	lg	lg	lg
8	20	18						
9	25	23	22	22				
10	30	27	27	27				
11	35	32	32	32				
12	40	37	37	37				
13	45	42	42	41				
14	50		47	46		46		46
15	60			56	56			56
16	80				61	70	70	70
17	100				61	80	80	80
18	120				68	80	80	80
19	140				68	80	80	80
20	160				65	80	80	80
21	180				65	80	80	80
22	200					80	80	80
23	220					80	80	
24	240					80	80	
25	260					80	80	
26	280					80	80	
27	300					80	80	
28	320					80	80	
29	340					80	80	
30	360					80	80	
31	380					80	80	
32	400					80	80	
33	450					80	80	

lg = Gewindelänge

Für SPAX mit Gewindeaußendurchmesser d₁ < 4,0 mm siehe ETA-12/0114.

8. Sortimentschnellübersicht

Abbildung 8.1 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

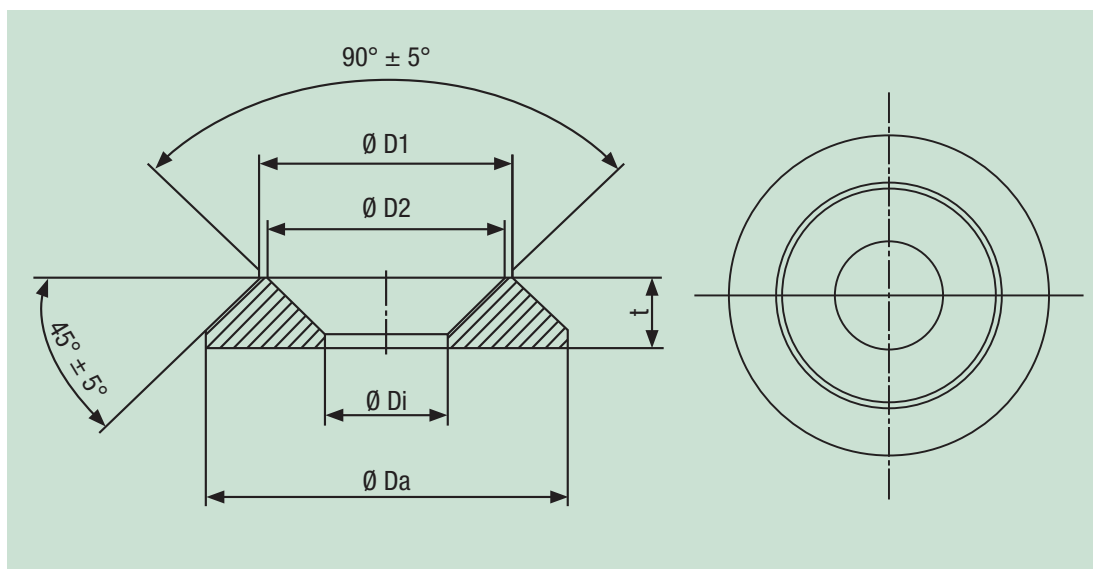


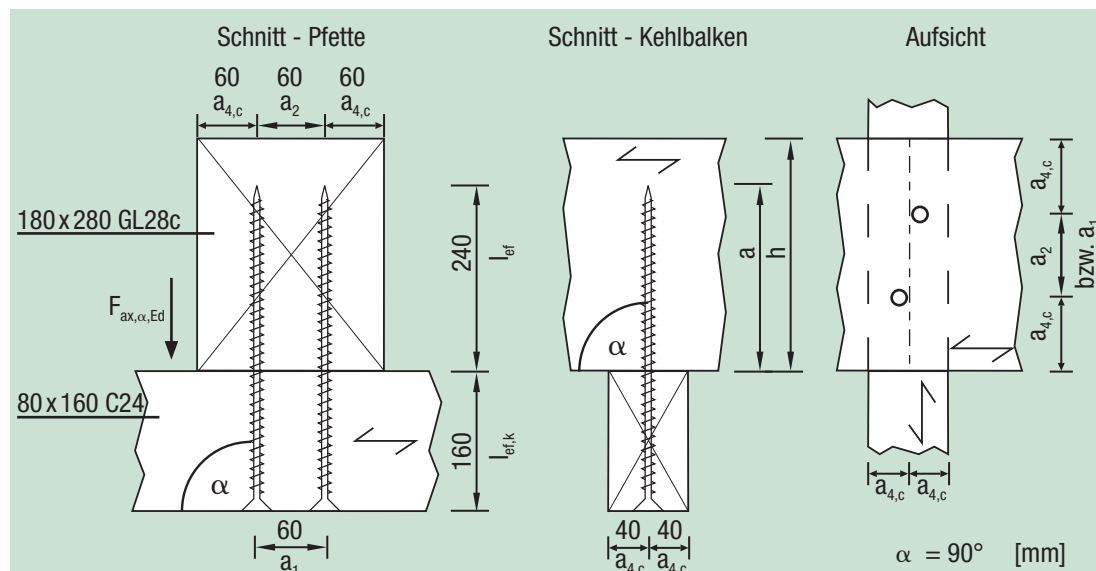
Tabelle 8.7 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

	A	B	C	D	E	F
1	Gewindegröße	6,0	8,0	10,0	12,0	Toleranz
2	Ø Da	18,0	25,0	32,0	40,0	± 0,3
3	Ø Di	6,5	8,5	11,0	13,0	
4	Ø D1	13,5	17,5	22,5	27,0	
5	Ø D2	12,5	16,5	21,5	26,0	
6	t	3,5	5,0	5,6	7,0	

9. Beispiele Holz-Holz 1 Herausziehen

Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube

Weitere Informationen zum Thema finden Sie im SPAX Holzbau-Report Nr.2



$$F_{ax,\alpha,Ed} = 14,2 \text{ kN}$$

NKL = 1, KLED = mittel $\rightarrow k_{mod} = 0,8$

(Tab. 4.3; F2+F5)

Gewählt: SPAX Senkkopf 8,0x400 Vollgewinde mit CUT-Spitze, gemäß SPAX ETA-12/0114

ohne Vorbohren

Beanspruchung auf Herausziehen

Mindestabstände für ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX

(Tab. 6.3 b; F5)

Weil die SPAX ausschließlich axial beansprucht sind, können folgende Mindestabstände angenommen werden:

$a_1 = 5 \cdot d_1 = 5 \cdot 8,0 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$	gewählt $a_1 = 60 \text{ mm}$	\rightarrow erfüllt
$a_2 = 5 \cdot d_1 = 5 \cdot 8,0 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$	gewählt $a_2 = 60 \text{ mm}$	\rightarrow erfüllt
$a_{3,c} = 5 \cdot d_1 = 5 \cdot 8,0 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$	vorhanden $a_{3,c} \gg 40 \text{ mm}$	\rightarrow erfüllt
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1 = 3 \cdot 8,0 \text{ mm} = 24 \text{ mm}$	gewählt $a_{4,c} = 40 \text{ mm}$	\rightarrow erfüllt

$$\text{Mindestholzdicke } t_{min} = 12 \cdot d_1 = 12 \cdot 8,0 \text{ mm} = 96 \text{ mm}$$

(Tab. 6.3 b; F)

ETA 3.11

$$\text{Kahlbalken } t_{vorh} = 160 \text{ mm} > 96 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

$$\text{Pfette } t_{vorh} = 280 \text{ mm} > 96 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

Weitere Vorgabe: Spitze mit 4CUT oder CUT-Spitze \rightarrow erfüllt

(Tab. 6.3 b; F4)

ETA 3.11

9. Beispiele Holz-Holz 1 Herausziehen

Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube

Tragfähigkeit Herausziehen je Schraube $F_{ax,\alpha,Rd}$

1. Herausziehen des Gewindes

$$l_{ef} = 240 \text{ mm}$$

$$R_{ax,k,2} = 104,7 \text{ N/mm} \cdot 240 \text{ mm} = 25.128 \text{ N}$$

(Tab. 7.14; I4)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d,2} = \frac{0,8 \cdot 25.128 \text{ N}}{1,3} = 15.463 \text{ N}$$

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$$f_{tens,k} = 17.000 \text{ N}$$

(Tab. 7.15; G3)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$f_{tens,d} = \frac{17.000 \text{ N}}{1,3} = 13.077 \text{ N}$$

(Tab. 7.15; G4)

3. Kopfdurchziehen

$$\max \begin{cases} 3.1 \text{ Kopfdurchziehen} \\ 3.2 \text{ kopfseitige Gewindetragfähigkeit} \end{cases}$$

- 3.1 Kopfdurchziehen

$$R_{head,k,1} = 2.713 \cdot 1,3 = 3.527 \text{ N}$$

(Tab. 7.16.1; H11 · Tab. 7.16.1 b; F3)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{head,d,1} = \frac{0,8 \cdot 3.527 \text{ N}}{1,3} = 2.170 \text{ N}$$

- 3.2 kopfseitige Gewindetragfähigkeit

$$l_{ef,k} = 160 \text{ mm}$$

$$R_{ax,k,1} = 96,0 \text{ N/mm} \cdot 160 \text{ mm} = 15.360 \text{ N}$$

(Tab. 7.14; I7)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d,1} = \frac{0,8 \cdot 15.360 \text{ N}}{1,3} = \underline{\underline{9.452 \text{ N}}}$$

Bemessungswert der Tragfähigkeit Herausziehen - maßgebender Versagensfall

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \begin{cases} R_{ax,d,2} = 15.463 \text{ N} \\ f_{tens,d} = 13.077 \text{ N} \\ \max \begin{cases} R_{head,d,1} = 2.170 \text{ N} \\ R_{ax,d,1} = \underline{\underline{9.452 \text{ N}}} \end{cases} \end{cases} \quad \text{maßgebend}$$

Nachweis der Tragfähigkeit Herausziehen

$$\frac{F_{ax,\alpha,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{ax,\alpha,Rd}} = \frac{14.200 \text{ N}}{2^{0,9} \cdot 9.452 \text{ N}} = 0,81 < 1,0 \text{ Nachweis erfüllt}$$

Bauteilnachweis

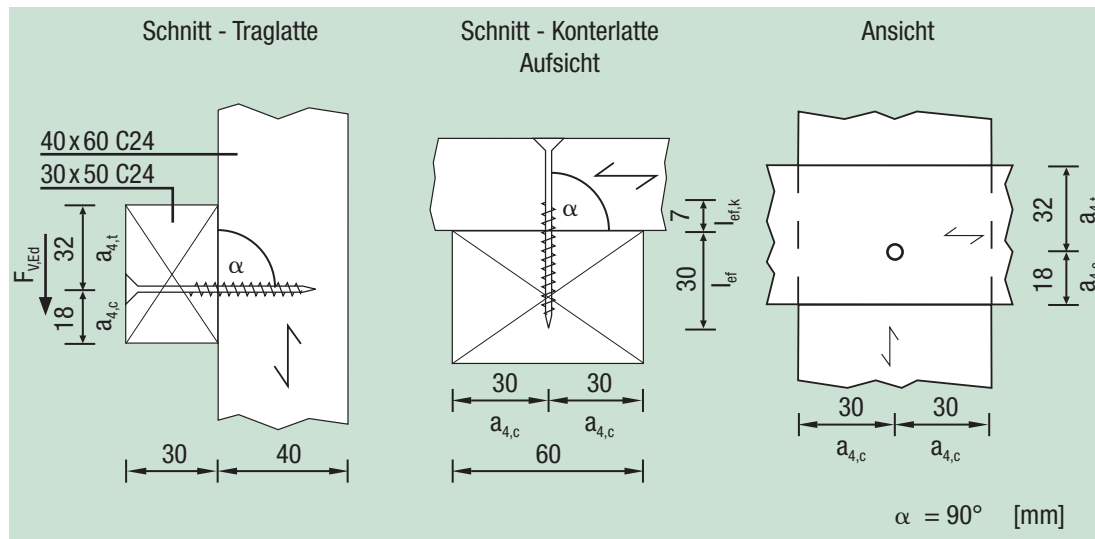
Weil $a/h > 0,7$ ($L_{ef} = 240 \text{ mm} > t_2 \cdot 0,7 = 196 \text{ mm}$) ist, ist ein Nachweis für die dadurch verursachten Querspannungen in Holz 2 nicht erforderlich.

NA/A1; 8.1.4



9. Beispiele Holz-Holz 2 Abscheren

Traglatte auf Konterlatte



$$F_{v,Ed} = 0,7 \text{ kN}$$

NKL = 2, KLED = kurz $\rightarrow k_{\text{mod}} = 0,9$

(Tab. 4.3; G3)

Gewählt: SPAX Senkkopf 4,5x60 Teilgewinde, Spitze mit 4CUT, Edelstahl rostfrei A2, 1.4567

gemäß SPAX ETA-12/0114 ohne Vorbohren

Kopfdurchmesser $d_h = 8,8 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E5)

Teilgewindelänge $l_{gT} = 37 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E15)

Beanspruchung auf Abscheren

Mindestholzabmessung wegen Spaltgefahr des Holzes

(Tab. 6.3 b; C)

Für SPAX mit $d_1 = 4,5 \text{ mm}$ Mindestquerschnittsfläche $A_{\min} = 40 \cdot d_1^2 = 40 \cdot 4,5^2 \text{ mm}^2 = 810 \text{ mm}^2$ (Tab. 6.3 b; C2)

ETA 3.11

Tragplatte: Querschnittsfläche $A = 50 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm} = 1.500 \text{ mm}^2 > 810 \text{ mm}^2 \rightarrow$ erfüllt

-> erfüllt

Konterlatte: Querschnittsfläche $A = 40 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} = 2.400 \text{ mm}^2 > 810 \text{ mm}^2$ -> erfüllt

-> erfüllt

Mindestholzdicke $t_{\min} = 6 \cdot d_1 = 6 \cdot 4,5 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$

(Tab. 6.3 b; C5)

ETA 3.11

Tragplatte $t_{\text{vorh}} = 30 \text{ mm} > 27 \text{ mm}$

-> erfüllt

Konterlatte $t_{\text{vorh}} = 40 \text{ mm} > 27 \text{ mm}$

-> erfüllt

Weitere Vorgabe: Spitze mit 4CUT

-> erfüllt

(Tab. 6.3 b; C4)

Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX

(Tab. 6.3 b; C)

$$a_{4\uparrow} = 3 + 4 \cdot \sin(\alpha') \cdot d_1 = 7 \cdot 4,5 \text{ mm} = 31,5 \text{ mm} \quad \text{gewählt } a_{4\uparrow} = 32 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

-> erfüllt

$$a_{Ac} = 3 \cdot d_1 = 3 \cdot 4,5 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm} \quad \text{gewählt } a_{Ac} = 18 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

-> erfüllt

9. Beispiele Holz-Holz 2 Abscheren

Traglatte auf Konterlatte

Tragfähigkeit Abscheren je Schraube $F_{v,Rd}$

1. Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe t_{req} zur Ausbildung eines Fließgelenkes

$$t_1 = 30 \text{ mm} > t_{1,req} = 29,0 \text{ mm} \cdot 0,816 = 23,7 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt} \quad (\text{Tab. 7.1.1; E8} \cdot \text{Tab. 7.1 a; C3})$$

$$t_{2,req} = 60 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 30 \text{ mm} > t_{2,req}$$

$$t_{2,req} = 29,0 \text{ mm} \cdot 0,816 = 23,7 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{erfüllt} \quad (\text{Tab. 7.1.1; E8} \cdot \text{Tab. 7.1 a; C3})$$

\rightarrow Abminderung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ nicht erforderlich!

2. Bemessungswert der Tragfähigkeit Abscheren $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rk} = 989 \text{ N} \cdot 0,816 = 807 \quad (\text{Tab. 7.2.1; E8} \cdot \text{Tab. 7.3 a; C3})$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Seileffekt ΔR_k

$$\Delta R_k = \min \begin{cases} 807 \text{ N} \\ 352 \cdot 1,3 \text{ N} = 458 \text{ N (maßgebend)} \end{cases} \quad (\text{Tab. 7.3.1; E9} \cdot \text{Tab. 7.16.1 b; C3})$$

$$F_{v,Rk} = 807 \text{ N} + 458 \text{ N} = 1.265 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

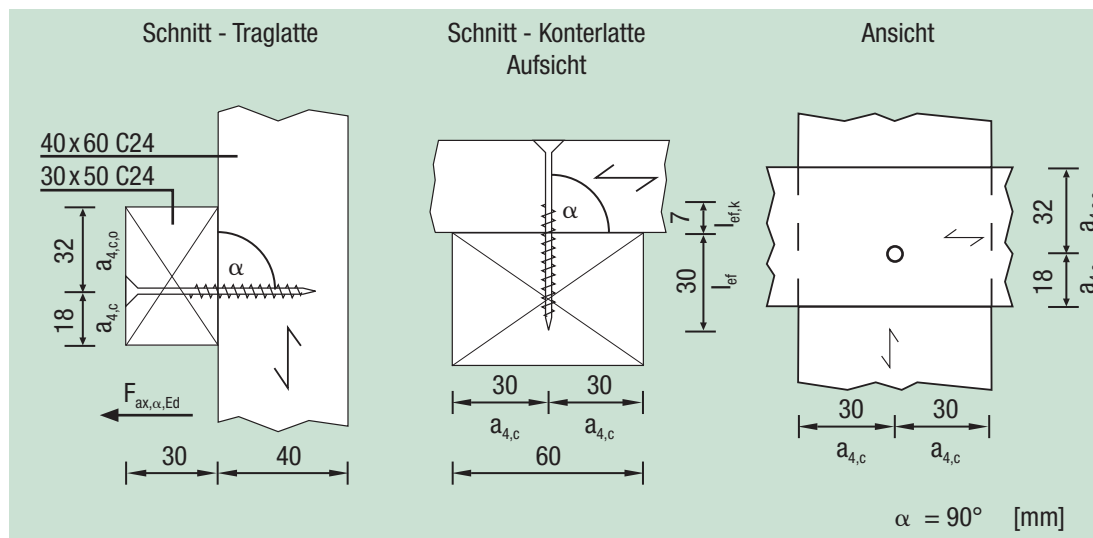
$$F_{v,Rd} = \frac{0,9 \cdot 1.265 \text{ N}}{1,3} = \underline{\underline{876 \text{ N}}}$$

Nachweis der Tragfähigkeit Abscheren

$$\frac{F_{v,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{v,Rd}} \leq 1 \quad = \quad \frac{700 \text{ N}}{1 \cdot 876 \text{ N}} = 0,8 < 1,0 \text{ Nachweis erfüllt}$$

9. Beispiele Holz-Holz 3 Herausziehen

Traglatte auf Konterlatte



$$F_{ax,\alpha,Ed} = 0,4 \text{ kN}$$

NKL = 2, KLED = kurz $\rightarrow k_{mod} = 0,9$

(Tab. 4.3; G3)

Gewählt: SPAX Senkkopf 4,5x60 Teilgewinde, Spitze mit 4CUT, Edelstahl rostfrei A2, 1.4567

gemäß SPAX ETA-12/0114 ohne Vorbohren

Kopfdurchmesser $d_h = 8,8 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E5)

Teilgewindelänge $l_{gT} = 37 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E15)

Beanspruchung auf Herausziehen

Mindestholzabmessung wegen Spaltgefahr des Holzes

(Tab. 6.3 b; C)

Für SPAX mit $d_1 = 4,5 \text{ mm}$ Mindestquerschnittsfläche $A_{min} = 40 \cdot d_1^2 = 40 \cdot 4,5^2 \text{ mm}^2 = 810 \text{ mm}^2$ (Tab. 6.3 b; C2)

ETA 3.11

Traglatte: Querschnittsfläche $A = 50 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm} = 1.500 \text{ mm}^2 > 810 \text{ mm}^2 \rightarrow$ erfüllt

Konterlatte: Querschnittsfläche $A = 40 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} = 2.400 \text{ mm}^2 > 810 \text{ mm}^2 \rightarrow$ erfüllt

Mindestholzdicke $t_{min} = 6 \cdot d_1 = 6 \cdot 4,5 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$

(Tab. 6.3 b; C5)

Traglatte $t_{vorh} = 30 \text{ mm} > 27 \text{ mm}$

\rightarrow erfüllt

Konterlatte $t_{vorh} = 40 \text{ mm} > 27 \text{ mm}$

\rightarrow erfüllt

ETA 3.11

Weitere Vorgabe: Spitze mit 4CUT

\rightarrow erfüllt (Tab. 6.3 b; C4)

Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX

(Tab. 6.3 b; C)

$$a_{4,c,o} = 3 \cdot d_1 = 7 \cdot 4,5 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm}$$

$$\text{gewählt } a_{4,c,o} = 32 \text{ mm}$$

\rightarrow erfüllt

$$a_{4,c} = 3 \cdot d_1 = 3 \cdot 4,5 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm}$$

$$\text{gewählt } a_{4,c} = 18 \text{ mm; } 30 \text{ mm}$$

\rightarrow erfüllt

9. Beispiele Holz-Holz 3 Herausziehen

Traglatte auf Konterlatte

Tragfähigkeit Herausziehen je Schraube $F_{ax,\alpha,Rd}$

1. Herausziehen des Gewindes

$$l_{ef} = \min \begin{cases} t_2 = 30 \text{ mm (maßgebend)} \\ l_g T = 37 \text{ mm} \end{cases}$$

$$R_{ax,k,2} = 63,0 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm} = 1.890 \text{ N} \quad (\text{Tab. 7.14; F7})$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d,2} = \frac{0,9 \cdot 1.890 \text{ N}}{1,3} = 1.308 \text{ N}$$

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$$f_{tens,k} = 4.200 \text{ N} \quad (\text{Tab. 7.15; D5})$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$f_{tens,d} = \frac{4.200 \text{ N}}{1,3} = 3.231 \text{ N} \quad (\text{Tab. 7.15; D6})$$

3. Kopfdurchziehen

$$\max \begin{cases} 3.1 \text{ Kopfdurchziehen} \\ 3.2 \text{ kopfseitige Gewindetragfähigkeit} \end{cases}$$

3.1 Kopfdurchziehen

$$R_{head,k,1} = 1.409 \text{ N} \cdot 1,3 = 1.832 \text{ N} \quad (\text{Tab. 7.16.1; E11} \cdot \text{Tab. 7.16.1})$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{head,d,1} = \frac{0,9 \cdot 1.832 \text{ N}}{1,3} = \underline{\underline{1.268 \text{ N}}} \quad (\text{maßgebend})$$

3.2 kopfseitige Gewindetragfähigkeit

$$l_{ef,k} = 37 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

$$R_{ax,k,1} = 63,0 \text{ N/mm} \cdot 7 \text{ mm} = 441 \text{ N} \quad (\text{Tab. 7.14; F7})$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d,1} = \frac{0,9 \cdot 441 \text{ N}}{1,3} = 305 \text{ N}$$

Bemessungswert der Tragfähigkeit Herausziehen $F_{ax,\alpha,Rd}$ - maßgebender Versagensfall

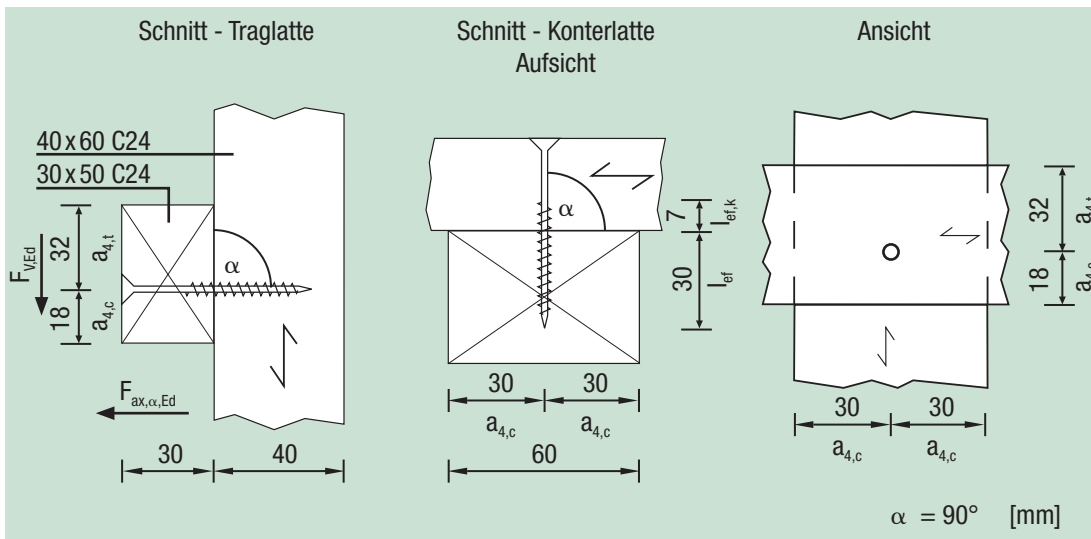
$$F_{ax,\alpha,Rd} = \min \begin{cases} R_{ax,d,2} = 1.890 \text{ N} \\ f_{tens,d} = 3.231 \text{ N} \\ \max \begin{cases} R_{head,d,1} = \underline{\underline{1.268 \text{ N}}} \\ R_{ax,d,1} = 305 \text{ N} \end{cases} \end{cases} \quad \text{maßgebend}$$

Nachweis der Tragfähigkeit Herausziehen

$$\frac{F_{ax,\alpha,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{ax,\alpha,Rd}} = \frac{400 \text{ N}}{1 \cdot 1.268 \text{ N}} = 0,32 < 1,0 \text{ Nachweis erfüllt}$$

9. Beispiele Holz-Holz 4 Abscheren und Herausziehen kombiniert

Traglatte auf Konterlatte



$$F_{v,Ed} = 0,7 \text{ kN}$$

$$F_{ax,\alpha,Ed} = 0,4 \text{ kN}$$

$$NKL = 2, KLED = \text{kurz} \rightarrow k_{mod} = 0,9$$

(Tab. 4.3; G3)

Gewählt: SPAX Senkkopf 4,5x60 Teilgewinde, Spitze mit 4CUT, Edelstahl rostfrei A2, 1.4567

gemäß SPAX ETA-12/0114 ohne Vorbohren

Kopfdurchmesser $d_h = 8,8 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E5)

Teilgewindelänge $l_{gT} = 37 \text{ mm}$

(Tab. 8.4; E15)

Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen (kombiniert)

Es werden die Bemessungswerte der Einwirkungen aus den Beispielen Holz-Holz 2 und Holz-Holz 3 kombiniert.

Die Vorgaben und Bemessungswerte der Tragfähigkeit wurden bereits in den jeweiligen Beispielen überprüft und so gewählt, dass die Mindestabstände aus den jeweiligen Beispielen zueinander passen.

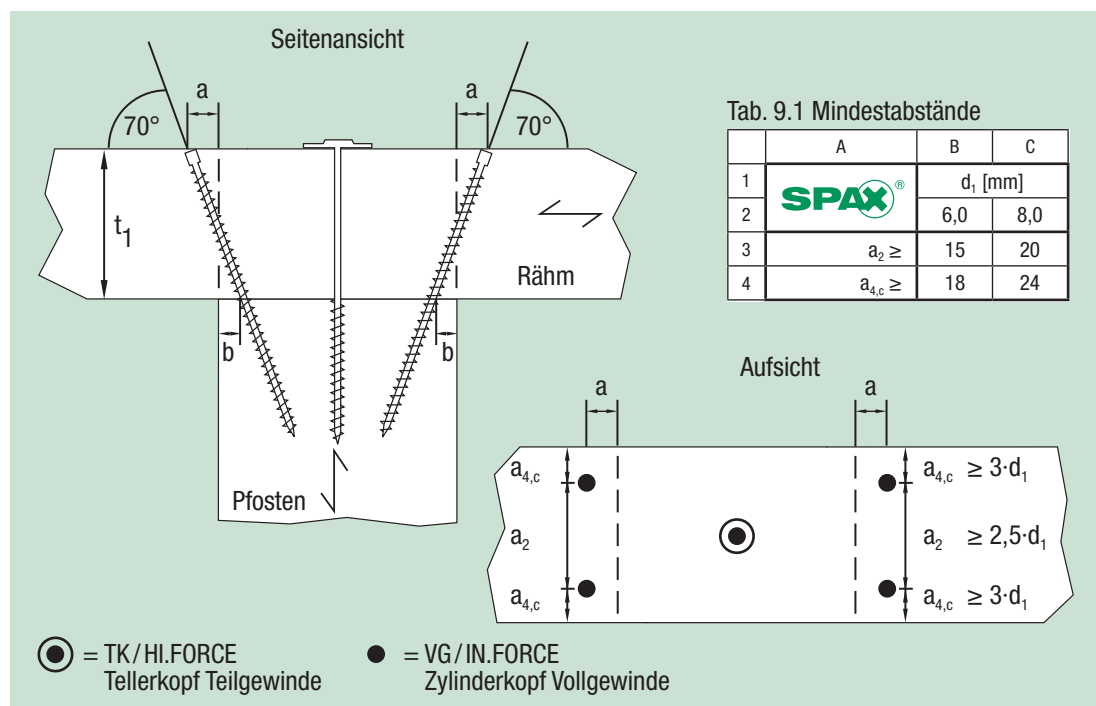
Nachweis der Tragfähigkeit Abscheren und Herausziehen

$$\left(\frac{F_{v,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{v,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{ax,\alpha,Ed}}{n_{ef} \cdot F_{ax,\alpha,Rd}} \right)^2 = \left(\frac{700 \text{ N}}{1 \cdot 876 \text{ N}} \right)^2 + \left(\frac{400 \text{ N}}{1 \cdot 1.268 \text{ N}} \right)^2$$

$$= 0,8^2 + 0,32^2 = 0,64 + 0,1 = 0,74 < 1,0 \text{ Nachweis erfüllt}$$

9. Ausführungsbeispiel T-Stoß

Rähm an Pfosten



Nadelholz: Holzbauteile dürfen vorgebohrt werden
Für $d_1 \geq 8$ mm ohne Vorbohren nur für Holzarten Fichte, Kiefer und Tanne

Laubholz: Holzbauteile **müssen** vorgebohrt werden

Beim Vorbohren des Holzbauteils für SPAX kann das Vorzugsmaß des Bohrdurchmessers gemäß nachfolgender Tabelle gewählt werden.

Tabelle 9.2 Vorzugsmaße für den Bohrdurchmesser für vorgebohrte Hölzer in Abhängigkeit des SPAX Nenndurchmessers

	A	B	C
1	SPAX	Nenn-Ø d ₁ [mm]	
2		6,0	8,0
3	Nadelholz	4,0	5,0
4	Laubholz	4,0	6,0


Weitere Informationen zum Thema finden Sie in SPAX Holzbau-Report Nr. 6.

9. Ausführungsbeispiel T-Stoß

Rähm an Pfosten

Tabelle 9.3 Schraubenauswahl Tellerkopf / HI.FORCE und Vollgewinde / IN.FORCE

Die Schraubenlänge der VG / IN.FORCE Schrauben ist so berechnet, dass sich deren Spitzen nicht berühren!
Die Angabe des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit auf Herausziehen $F_{ax,\alpha,Rk}$ bezieht sich auf eine VG/IN.FORCE Schraube. Für die Bemessung eines Anschlusses muss die effektive Schraubenanzahl n_{ef} ermittelt werden, mit dem der Bemessungswert der Tragfähigkeit für die Schraubengruppe ermittelt werden kann.
Der Wert $F_{ax,\alpha,Rk}$ bezieht sich auf die jeweilige VG/IN.FORCE Schraube in Kombination mit Nadelholz C24.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1				Rähmhöhe [mm]															
2				95		100		120		140		160		180		200		240	
3				d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls
4	Pfostenbreite [mm]	95	TK/HI.FORCE	6,0	160	6,0	180	8,0	200	8,0	220	8,0	240						
5			VG/IN.FORCE	6,0	200	6,0	200	8,0	220	8,0	240	8,0	260						
6			F _{BK,α,Rk} [N]	6.052		5.727		7.531		7.426		7.321							
7			Maß a [mm]	25		26		34		41		48							
8			Maß b [mm]	10		10		10		10		10							
9			100	TK/HI.FORCE	6,0	160	6,0	180	8,0	200	8,0	220	8,0						
10		VG/IN.FORCE		6,0	200	6,0	200	8,0	220	8,0	240	8,0	260	8,0	280	8,0	300	8,0	350
11		F _{BK,α,Rk} [N]		6.052		5.727		7.531		7.426		7.321		7.217		7.112		7.718	
12		Maß a [mm]		25		26		29		36		43		51		58		72	
13		Maß b [mm]		10		10		15		15		15		15		15		15	
14		120	TK/HI.FORCE			6,0	180	8,0	200	8,0	220	8,0	240	8,0	260	8,0	280	8,0	320
15			VG/IN.FORCE			6,0	200	8,0	240	8,0	260	8,0	280	8,0	300	8,0	350	8,0	350
16			F _{BK,α,Rk} [N]			5.727		9.163		9.058		8.953		8.848		11.191		7.718	
17			Maß a [mm]			21		24		31		38		46		63		67	
18			Maß b [mm]			15		20		20		20		20		10		20	
19		140	TK/HI.FORCE					8,0	200	8,0	220	8,0	240	8,0	260	8,0	280	8,0	320
20			VG/IN.FORCE					8,0	260	8,0	280	8,0	300	8,0	300	8,0	350	8,0	400
21			F _{BK,α,Rk} [N]					10.794		10.690		10.585		8.848		11.191		11.798	
22			Maß a [mm]					24		31		38		46		53		67	
23			Maß b [mm]					20		20		20		20		20		20	
24		160	TK/HI.FORCE							8,0	220	8,0	240	8,0	260	8,0	280	8,0	320
25			VG/IN.FORCE							8,0	300	8,0	300	8,0	350	8,0	350	8,0	400
26			F _{BK,α,Rk} [N]							12.321		10.585		12.928		11.191		11.798	
27			Maß a [mm]							31		38		46		53		67	
28			Maß b [mm]							20		20		20		20		20	

t_1 ist immer $\geq 12 \cdot d_1$ und somit können die für SPAX gültigen reduzierten Mindestabstände für ausschließlich auf Zug beanspruchte Schrauben, auch ohne Vorbohren der Holzbauteile, angesetzt werden.

Charakteristischer Ausziehparameter für SPAX mit $d_1 = 6,0$ mm und $8,0$ mm unter einem Winkel α zur Holzfasern in Kombination mit Nadelholz C24:

$$f_{ax,70^\circ,k} = 11,726 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ax,20^\circ,k} = 10,199 \text{ N/mm}^2$$

9. Ausführungsbeispiel Kopfband

Kopfband an Rähm und an Pfosten

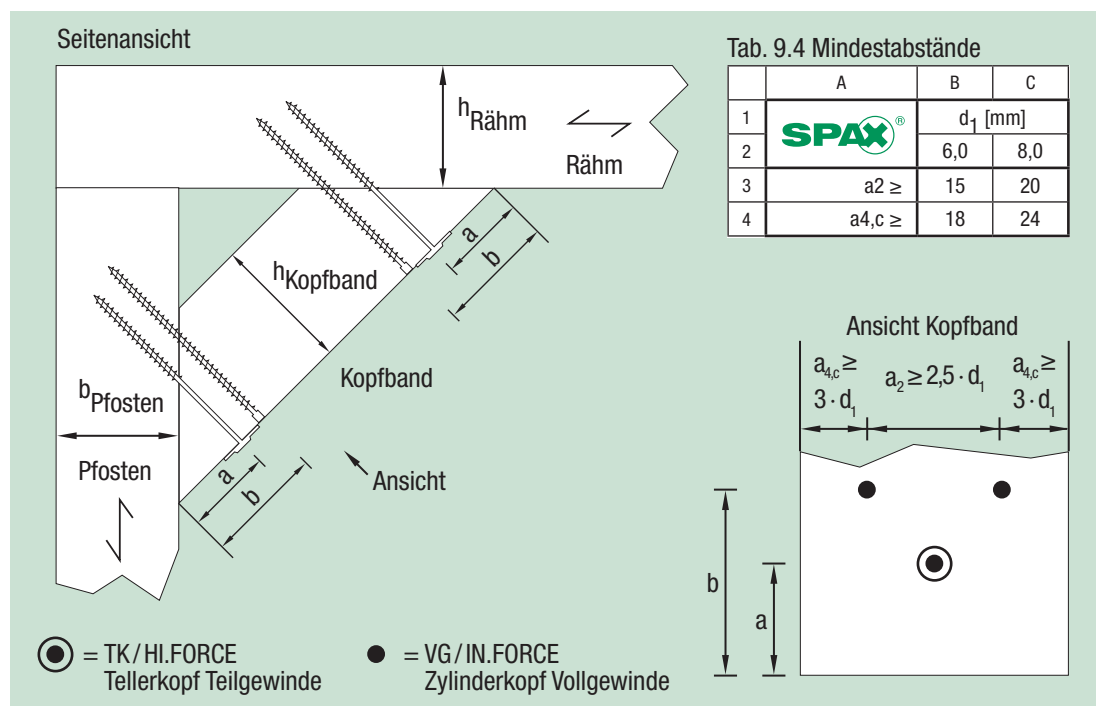


Tabelle 9.5 Ausführungen mit 6 mm TK / HI.FORCE und 6 mm VG / IN.FORCE

Für alle Kombinationen sind die Schraubenlängen so gewählt, dass sich die Schraubenspitzen gegenüberliegender Kopfbander im Pfosten nicht berühren. Ausnahme Tab. 9.5 Abmessung D4-E4, hier kreuzen sich die Spitzen rechnerisch um max 2 mm.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1				Pfostenbreite bzw. Rähmhöhe [mm]							
2				95		100		120		140	
3				d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls	d ₁	Ls
4	Kopfbandhöhe [mm]	95	VG / IN.FORCE	6,0	140	6,0	140				
5			Maß b [mm]	75		72					
6		100	VG / IN.FORCE			6,0	160	6,0	160	6,0	180
7			Maß b [mm]			90		80		85	
8		120	VG / IN.FORCE			6,0	180	6,0	180	6,0	200
9			Maß b [mm]			110		100		105	
10		140	VG / IN.FORCE			6,0	180	6,0	200	6,0	200
11			Maß b [mm]			110		120		105	
12	Für alle Kombinationen TK / HI.FORCE 6,0x140 mm, mit Abstand a = 70 mm										

Tabelle 9.6 Ausführungen mit 8 mm TK / HI.FORCE und 8 mm VG / IN.FORCE

	A	B	C	H	I	J	K
1				Pfostenbreite bzw. Rähmhöhe [mm]			
2				120		140	
3				d _i	Ls	d _i	Ls
8	Kopfbandhöhe [mm]	120	VG / IN.FORCE	8,0	180	8,0	200
9			Maß b [mm]	100		105	
10		140	VG / IN.FORCE	8,0	200	8,0	220
11			Maß b [mm]	120		120	
12	Für alle Kombinationen TK / HI.FORCE 6,0x140 mm, mit Abstand a = 70 mm						

9. Weitere Beispiele

Weitere Beispiele und technische Informationen finden Sie in folgenden SPAX Holzbau-Reporten:

Holzbau-Report Nr. 1

Holzachterbahn in Schweden, Spaltbewehrung mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 2

Dachgeschossausbau in einem Einfamilienwohnhaus, Anschluss eines Kehlbalkens an eine Mittelfette mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 3A

Querdruckverstärkung bei einem Binderauflager mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 3B

Querdruckverstärkung bei einem Binderauflager mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 4A

Ausklinkungsverstärkung bei einem Trägerauflager mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 5A

Querzugverstärkung mittels SPAX-Vollgewindeschrauben beim Anschluss von Haupt- und Nebenträgern mit Blechformteilen (Queranschlüsse)

Holzbau-Report Nr. 6

SPAX korrekt vorbohren – was beachtet werden sollte

Holzbau-Report Nr. 7

Knaggenanschluss mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 8

Anschluss Pfette-Pfosten mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 9

Querzugverstärkung beim SIMPSON Strong-Tie Topverbinder EL bei ungünstigem a/H-Verhältnis mit SPAX-Vollgewindeschrauben

Holzbau-Report Nr. 10

Querzugverstärkung bei einer Stahlblech-Holz Bolzenverbindung

SPAX HEISST NICHT NUR „INTERNATIONAL“ – SONDERN IST ES AUCH!

Wir produzieren an unserem Standort in Ennepetal und exportieren die SPAX in über 40 Länder, auf allen Kontinenten.



SPAX International GmbH & Co. KG
ALTENLOH, BRINCK & CO - GRUPPE

Kölner Straße 71–77 · 58256 Ennepetal · Germany
Tel.: +49-23 33-799-1967 · Fax: +49-23 33-799-199
info@spax.com · www.spax.com

Sie finden uns auch unter:

 facebook.com/spax
 youtube.com/user/SPAXinternational
 twitter.com/SPAX_DE
 google.com/+SPAXcom
 xing.to/SPAX
 linkedin.com/company/spax-international
 instagram.com/spax_international