



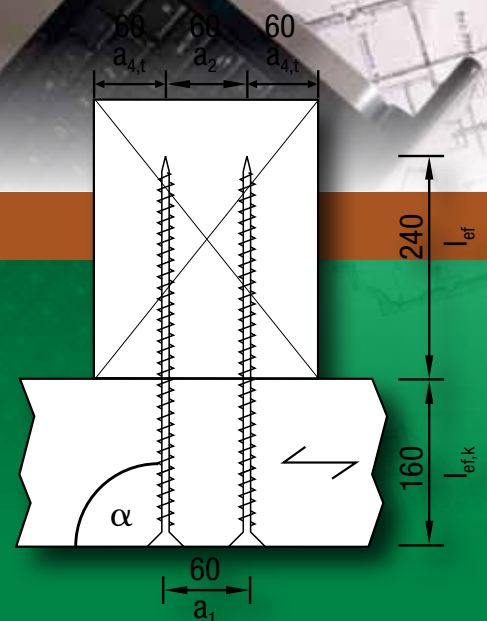
EC5 + NA

Stand 07.2013

Construction

# Bemessungshinweise

Hinweise zur Bemessung von  
tragenden SPAX-Verbindungen



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Bezeichnungen</b>	
Formelzeichen	4
Ermittlung der Holzdicken bzw. Einschraubtiefen $t_1$ und $t_2$	5
Ermittlung der effektiven Gewindelängen $l_{ef}$ und $l_{ef,k}$	5
<b>3. Bemessungswert der Tragfähigkeit</b>	
3.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit Abscheren	6
3.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit Herausziehen	6
<b>4. Bemessungsbeiwerte</b>	
4.1 Modifikationsbeiwert $k_{mod}$	7
Nutzungsklasse NKL	7
Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED	8
Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte $k_{mod}$	9
4.2 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$	10
<b>5. Ermittlung und Nachweis der Tragfähigkeit</b>	
5.1 Abscheren	11
5.2 Herausziehen / Druck	14
<b>6. Bestimmungen für die Ausführung</b>	
6.1 Allgemein	17
6.2 Vorbohren	18
6.3 Mindestholzdicke wegen Spaltgefahr des Holzes	18
6.4 Mindestabstände	19
<b>7. Bemessungstabellen</b>	
Abscheren Holz - Holz	24
Abscheren Stahlblech - Holz	28
Herausziehen	30
Druck	32
<b>8. Sortimentschnellübersicht</b>	<b>33</b>
<b>9. Beispiele</b>	
Holz-Holz 1 – Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube	38
Holz-Holz 2 – Traglatte auf Konterlatte	40
Weitere Beispiele	42

# 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 den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen

Z-9.1-235

Z-9.1-449

Z-9.1-519.

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 EC 5, soweit in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen 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, allgemein bauaufsichtlich zugelassenem Furnierschichtholz, Brett- oder Balkenlagenholz, Holzwerkstoffe oder Stahlteile dürfen an Bauteile aus Vollholz und Brettschichtholz, allgemein bauaufsichtlich zugelassenem Furnierschichtholz, Brett- oder Balkenlagenholz angeschlossen werden.

Anschlüsse an Spanplatten inkl. OSB-Platten, Faserplatten oder Sperrholz können gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des jeweiligen Holzwerkstoffes ausgeführt werden, sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Holzwerkstoffes Anschlüsse mit allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Schrauben 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](mailto:technik@spax.com).**

## 2. Bezeichnungen

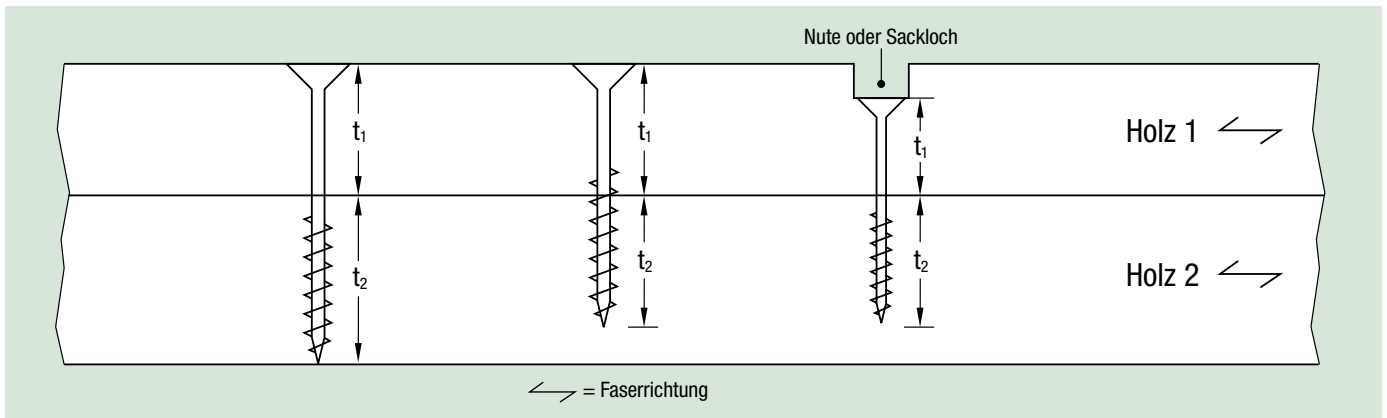
### Formelzeichen

$F_d$	Bemessungswert der Einwirkung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$F_k$	Charakteristischer Wert der Einwirkung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$F_{ax,d}$	Bemessungswert der Einwirkung bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)	[N]	
$F_{ax,k}$	Charakteristischer Wert der Einwirkung bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)	[N]	
$M_{y,k}$	Charakteristischer Wert des Fließmoments	[Nm]	SPAX Zulassung
$R_d$	Bemessungswert der Tragfähigkeit je Scherfuge und Verbindungsmittel bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	
$R_k$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit je Scherfuge und Verbindungsmittel bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	[N]	NA; 8.2
$\Delta R_k$	Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit $R_k$ um einen Anteil $\Delta R_k$ (Einhnge- bzw. Seileffekt)	[N]	EC5; 8.2.2 (2)
$R_{ax,d}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse	[N]	
$R_{ax,k}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse je Verbindungsmittel (Herausziehen)	[N]	SPAX Zulassung
$R_{t,u,d}$	Bemessungswert der Stahl-Zugtragfähigkeit	[N]	
$R_{t,u,k}$	Charakteristischer Wert der Stahl-Zugtragfähigkeit	[N]	SPAX Zulassung
$d_1$	Gewindegröße bzw. Gewindeauenddurchmesser	[mm]	SPAX Zulassungsanlagen
$d_k$	Kopfdurchmesser	[mm]	SPAX Zulassungsanlagen
$f_{1,k}$	Charakteristischer Wert des Ausziehparameters	[N/mm <sup>2</sup> ]	SPAX Zulassung
$f_{2,k}$	Charakteristischer Wert des Kopfdurchziehparameters	[N/mm <sup>2</sup> ]	SPAX Zulassung
$f_{h,k}$	Charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit	[N/mm <sup>2</sup> ]	EC5; 8.3 + SPAX Zulassung
$k_{mod}$	Modifikationsbeiwert (Berücksichtigung der Nutzungsklasse NKL und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED)	[ ]	NA; Tab. NA.1
$l_{ef}$	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]	SPAX Zulassungsanlagen
$n_{ef}$	wirksame Anzahl hintereinander angeordneter Verbindungsmittel	[ ]	EC5; 8.3
$t$	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]	NA; 8.2
$u_{gl}$	Holzausgleichsfeuchte	[%]	
$\alpha$	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung	[°]	SPAX Zulassung
$\alpha'$	Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung	[°]	
$\beta$	Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$	[ ]	EC5; 8.2.2
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für Festigkeitseigenschaften des Baustoffs in stndigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	[ ]	NA; Tab. NA.2 + NA.3
$\rho_k$	Charakteristischer Wert der Rohdichte des Holzes bzw. des Holzwerkstoffes	[kg/m <sup>3</sup> ]	Produktnorm

## 2. Bezeichnungen

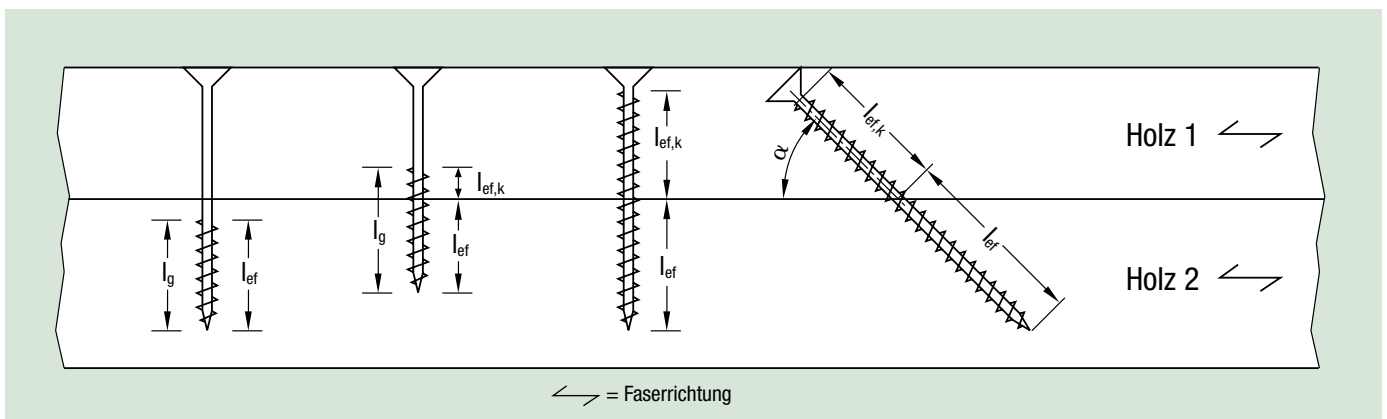
### Bemessung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse, Abscheren

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. Bemessungswert der Tragfähigkeit

#### 3.1 Bemessungswert der Tragfähigkeit Abscheren

Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,1$$

NA; 8.2.4 Gl. (NA.106)

Zur Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit siehe Abschnitt 5.1.

#### 3.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit 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 der jeweiligen SPAX-Zulassung miteinander verglichen.  
Der kleinste Wert davon wird maßgebend.

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} \text{Bemessungswert } R_{ax,d} \text{ für den Versagensfall Herausziehen des Gewindes} \\ \text{Bemessungswert } R_{t,u,d} \text{ für den Versagensfall Zugtragfähigkeit (Stahl)} \\ \text{Bemessungswert } R_{ax,d} \text{ für den Versagensfall Kopfdurchziehen} \end{cases}$$

**Bemessungswert Herausziehen des Gewindes:**

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

EC5; 2.4.3

**Bemessungswert Zugtragfähigkeit (Stahl):**

$$R_{t,u,d} = \frac{R_{t,u,k}}{\gamma_M} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

NA; Tab. NA.2

**Bemessungswert Kopfdurchziehen:**

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

## 4. Bemessungsbeiwerte $k_{mod}$

### 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	<b>NKL</b>	umgebendes Klima <sup>a</sup>	Einbausituation	Mittlere Holzfeuchte $u_{gl}$
2	<b>1</b>	20 °C / rel. Luftfeuchte $\leq 65$ %	Allseitig geschlossen	5 % – 15 % <sup>b</sup>
3	<b>2</b>	20 °C / rel. Luftfeuchte $\leq 85$ %	Überdacht offen	10 % – 20 % <sup>c</sup>
4	<b>3</b>	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)

<sup>a</sup> Die genannten umgebenden klimatischen Bedingungen können für wenige Wochen im Jahr überschritten werden.

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

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



## 4. Bemessungsbeiwerte $k_{mod}$

### 4.1 Modifikationsbeiwert $k_{mod}$

#### Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED

**Tabelle 4.2 Einteilung der Einwirkungen nach DIN 1055-1 und DIN 1055-3, DIN 1055-5, DIN 1055-9, DIN 1055-10 und DIN 1055-100 in Klassen der Lasteinwirkungsdauer KLED**

	A	B
1	Einwirkung	KLED
2	<b>Wichten- und Flächenlasten</b> nach DIN 1055-1	ständig
3	<b>Lotrechte Nutzlasten</b> nach DIN 1055-3	
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	E Fabriken und Werkstätten, Ställe, Lagerräume und Zugänge, Flächen mit erheblichen Menschenansammlungen	lang
9	F Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast $\leq 25$ kN) Zufahrtsrampen zu diesen Flächen	mittel kurz
10	G Flächen für den Betrieb mit Gegengewichtsstaplern	mittel
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	<b>Horizontale Lasten</b> nach DIN 1055-3	
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	<sup>a</sup>
18	Horizontallasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken,	
19	– für horizontale Nutzlasten,	kurz
20	– für den Überrollschutz	sehr kurz
21	<b>Windlasten</b> nach DIN 1055-4	kurz/sehr kurz <sup>b</sup>
22	<b>Schneelast und Eislast</b> nach DIN 1055-5	
23	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN $\leq 1.000$ m	kurz
24	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN $\geq 1.000$ m	mittel
25	<b>Anpralllasten</b> nach DIN 1055-9	sehr kurz
26	<b>Horizontallasten aus Kran- und Maschinenbetrieb</b> nach DIN 1055-10	kurz

NA; Tab. NA.1

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

NA; 2.3.1.2

Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen sind der Klasse der Einwirkungsdauer "ständig" zuzuordnen.

Bei Holzbauteilen darf der Einfluss von Temperaturänderungen vernachlässigt werden.

EC5; 3.1.3 (2)

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

<sup>a</sup> Entsprechend den zugehörigen Lasten

<sup>b</sup> Bei Wind darf für  $k_{mod}$  das Mittel aus kurz und sehr kurz verwendet werden



## 4. Bemessungsbeiwerte $k_{mod}$ und $\gamma_M$

### 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, EN14279	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 Typ EN 636-1 Typ EN 636-2 Typ EN 636-3						
12			1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
13			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
14	OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4						
15			1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
16			1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
17	Spanplatten	EN 312 Typ P4, Typ P5 Typ P5 Typ P6, Typ P7 Typ P7						
18			1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
19			2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
20	Holzfaserplatten, hart	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA1 oder 2 HB.HLA1 oder 2						
21			1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
22			2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
23	Holzfaserplatten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2						
24			1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
25			1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
26	Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS						
27			1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
28			2	–	–	–	0,45	0,80
29								
30			1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
31			2	–	–	–	0,45	0,80
32								

EC5; Tab. 3.1

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

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

NA; Gl. (NA.107)

## 4. Bemessungsbeiwerte $k_{mod}$ und $\gamma_M$

### 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 <sup>a</sup> , GKF <sup>a</sup> , 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	<sup>a</sup> Nur Nutzungsklasse 1:							

NA; Tab. NA.4

### 4.2 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ für die Festigkeitseigenschaft auf Materialseite

Tabelle 4.5 Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  für die Festigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen

	A	B
1	Baustoff	$\gamma_M$
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 zu entnehmen.

Für außergewöhnliche Bemessungssituationen sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  zu 1,0 anzusetzen.

NA; 2.4.1

## 5.1 Tragfähigkeit Abscheren

### Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse

#### Vereinfachtes Nachweisverfahren

Die Bemessung der Tragfähigkeit auf Abscheren kann nach dem vereinfachten Nachweisverfahren gemäß NA 8.2.4 erfolgen.

Für den vereinfachten Nachweis bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse wird die Ausbildung zweier Fließgelenke im jeweiligen Verbindungsmittel vorausgesetzt.

Daher ist das Einhalten von Mindestholzdicken bzw. Mindesteinschraubtiefen für die Anwendbarkeit des vereinfachten Nachweisverfahrens notwendig.

Die Bemessung der Tragfähigkeit auf Abscheren erfolgt in mehreren Arbeitsschritten:

1. Ermittlung der Mindestholzdicke bzw. der Mindesteinschraubtiefe  $t_{\text{req}}$
2. Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit  $R_k$  auf Abscheren
3. Mögliche Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit  $R_k$  um einen Anteil  $\Delta R_k$
4. Ermittlung der wirksamen Anzahl  $n_{\text{ef}}$  hintereinander angeordneter Verbindungsmittel

**Im Folgenden werden ausschließlich einschnittige Verbindungen betrachtet.**

#### Genaueres Nachweisverfahren

Die Bemessung der Tragfähigkeit auf Abscheren kann auch nach dem genauen Nachweisverfahren gemäß EC5 8.2.2 erfolgen.

Basis des genauen Nachweisverfahrens sind die Bemessungsgleichungen nach Johansen, unter Berücksichtigung verschiedener Versagensarten.

Werden die Mindestholzdicken gemäß dem vereinfachten Nachweisverfahren eingehalten, können unter bestimmten Voraussetzungen mit dem vereinfachten Nachweisverfahren höhere Tragfähigkeiten bemessen werden als mit dem genauen Nachweisverfahren. Siehe hierzu NA 8.3.1.2 (NA.8).

## 5.1 Tragfähigkeit Abscheren

### 5.1.1 Ermittlung der Mindestholzdicke $t_{1,req}$ bzw. der Mindesteinschraubtiefe $t_{2,req}$

**Für Holz-Holz-Verbindungen** unter Berücksichtigung von:

- Schraubennennendurchmesser  $d_i$
- charakteristischer Wert des Fließmoments  $M_{y,k}$  gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung
- charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzes 1 ( $f_{h,1,k}$ ) und des Holzes 2 ( $f_{h,2,k}$ ) (abhängig vom jeweiligen charakteristischen Wert der Holzrohddichte  $\rho_k$  und der Ausführungsart der Verbindung: nicht vorgebohrt bzw. vorgebohrt). Lochleibungsfestigkeit unabhängig von CUT- oder 4CUT-Spitze für nicht vorgebohrte Hölzer wie EC5; (8.15). Lochleibungsfestigkeit unabhängig von CUT- oder 4CUT-Spitze für vorgebohrte Hölzer wie EC5; (8.16).
- vom Verhältnis  $\beta$  der charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten zueinander  $\beta = f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$

NA; Gl. (NA.103)  
NA; Gl. (NA.104)

**Zusätzlich für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen**

- Berücksichtigung der Art des Holzwerkstoffes und der Holzwerkstoffdicke  $t$

NA; Tab. NA.13

**Zusätzlich für Stahlblech-Holz-Verbindungen**

- Berücksichtigung der relativen Blechdicke  $t_s$  im Verhältnis zum Schraubendurchmesser  $d_i$

NA; Gl. (NA.109)

Unterschreiten die Holzbauteile die Mindestdicke bzw. die Mindesteinschraubtiefe  $t_{req}$ , muss der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  mit dem kleineren der Verhältnisswerte  $t/t_{req}$  multipliziert werden.

NA; Gl. (NA.112)

### 5.1.2 Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit $R_k$ auf Abscheren

**Für Holz-Holz-Verbindungen** unter Berücksichtigung von:

$$\gamma_M = 1,1$$

- Schraubennennendurchmesser  $d_i$
- charakteristischer Wert des Fließmoments  $M_{y,k}$  gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung
- charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzes 1 ( $f_{h,1,k}$ ) und des Holzes 2 ( $f_{h,2,k}$ ) (abhängig vom jeweiligen charakteristischen Wert der Holzrohddichte  $\rho_k$  und der Ausführungsart der Verbindung: nicht vorgebohrt bzw. vorgebohrt). Lochleibungsfestigkeit unabhängig von CUT- oder 4CUT-Spitze für nicht vorgebohrte Hölzer wie EC5; (8.15). Lochleibungsfestigkeit unabhängig von CUT- oder 4CUT-Spitze für vorgebohrte Hölzer wie EC5; (8.16).
- vom Verhältnis  $\beta$  der charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten zueinander  $\beta = f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$

NA; Gl. (NA.113)  
NA; Gl. (NA.106)

**Zusätzlich für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen**

- Berücksichtigung der Art des Holzwerkstoffes und der Holzwerkstoffdicke  $t$

NA; Gl. (NA.116)

**Zusätzlich für Stahlblech-Holz-Verbindungen**

- Berücksichtigung der relativen Blechdicke  $t_s$  im Verhältnis zum Schraubendurchmesser  $d_i$

NA; Gl. (NA.108)  
NA; Gl. (NA.110)

## 5.1 Tragfähigkeit Abscheren

### 5.1.3 Mögliche Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit $R_k$ um einen Anteil $\Delta R_k$

Bei einschnittigen Verbindungen mit SPAX darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  um einen Anteil  $\Delta R_k$  erhöht werden:

$$\Delta R_k = \min \{R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\}$$

Dabei ist  $R_{ax,k}$  der charakteristische Wert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse, Herausziehen.

Es wird empfohlen auch für eine um  $\Delta R_k$  erhöhte charakteristische Tragfähigkeit  $R_k$  mit  $\gamma_M = 1,1$  zu rechnen.

Die im Kapitel 7 aufgelisteten Tabellenwerte wurden gemäß dem vereinfachten Nachweisverfahren ohne den Anteil  $\Delta R_k$  bemessen. Für ausgewählte Kopfformen siehe  $\Delta R_k$  Tabelle im Kapitel 7.

EC5; 8.2.2 (2)


Erläuterungen  
DIN 1052; 12.8.1 (10)

### 5.1.4 Ermittlung der wirksamen Anzahl $n_{ef}$ hintereinander angeordneter Verbindungsmittel

Für mehrere in Faserrichtung hintereinander angeordnete SPAX muss die wirksame Anzahl der Verbindungsmittel  $n_{ef}$  ermittelt werden, wenn die SPAX in dieser Reihe rechtwinklig zur Faserrichtung nicht mindestens um  $1 \cdot d_1$  gegeneinander versetzt angeordnet sind.

EC5; 8.3.1.1 (8)

**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		$k_{ef} = 0,5$		$k_{ef} = 0,7$		$k_{ef} = 0,85$		$k_{ef} = 1,0$	
3		$a_1 = 4 \cdot d_1$		$a_1 = 7 \cdot d_1$		$a_1 = 10 \cdot d_1$		$a_1 = 14 \cdot d_1$	
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	1,6	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0
8	3	1,7	3,0	2,2	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0
9	4	2,0	4,0	2,6	4,0	3,2	4,0	4,0	4,0
10	5	2,2	5,0	3,1	5,0	3,9	5,0	5,0	5,0
11	6	2,4	6,0	3,5	6,0	4,6	6,0	6,0	6,0
12	7	2,6	7,0	3,9	7,0	5,2	7,0	7,0	7,0
13	8	2,8	8,0	4,3	8,0	5,9	8,0	8,0	8,0
14	9	3,0	9,0	4,7	9,0	6,5	9,0	9,0	9,0
15	10	3,2	10,0	5,0	10,0	7,1	10,0	10,0	10,0

EC5; Gl. (8.17)

$\alpha'$  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.

NA; 8.5 + 8.6

## 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 3.2 der jeweiligen SPAX-Zulassung ermittelt. Der kleinste der Werte wird maßgebend.

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} \text{Bemessungswert } R_{ax,d} \text{ für den Versagensfall Herausziehen des Gewindes} \\ \text{Bemessungswert } R_{t,u,d} \text{ für den Versagensfall Zugtragfähigkeit (Stahl)} \\ \text{Bemessungswert } R_{ax,d} \text{ für den Versagensfall Kopfdurchziehen} \end{cases}$$

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

$$R_{ax,k} = k_{ax} \cdot f_{1,k} \cdot l_{ef} \cdot d_1 \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

$f_{1,k} = 80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$  für Vollholz, BSH, Brett- oder Balkenlagenholz und für SPAX mit  $d_1 \leq 6$  mm in Deckflächen von Kerto

$f_{1,k} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$  für SPAX mit  $d_1 = 8$  mm in Deckflächen von Kerto

$f_{1,k} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$  für SPAX mit  $d_1 > 8$  mm in Deckflächen von Kerto

Für in Schmal- oder Stirnflächen von Kerto eingedrehte Schrauben  $f_{1,k}$  um 20% abmindern.

Z-9.1-235; Gl. 2  
Z-9.1-449; Gl. 3  
Z-9.1-519; Gl. 3

#### Charakteristischer Wert $R_{t,u,k}$ der Zugtragfähigkeit (Stahl)

Der charakteristische Wert der Zugfähigkeit  $R_{t,u,k}$  ist der jeweiligen SPAX-Zulassung zu entnehmen. [N]  $\gamma_M = 1,3$

Z-9.1-235; Tab. 1  
Z-9.1-449; Tab. 1  
Z-9.1-519; Tab. 1

#### Charakteristischer Wert $R_{ax,k}$ Kopfdurchziehen

1) 2) 3) 4) 5) Vergleich Kopfdurchziehen mit Herausziehen des Gewindes im Holzteil unter dem Schraubenkopf

$$R_{ax,k} = \max \begin{cases} f_{2,k} \cdot d_k^2 \\ k_{ax} \cdot f_{1,k} \cdot l_{ef,k} \cdot d_1 \end{cases} \quad [N] \quad \gamma_M = 1,3$$

Z-9.1-235; Gl. 9  
Z-9.1-449; Gl. 9  
Z-9.1-519; Gl. 10

$f_{2,k} = 80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$  für Senkkopf- und Linsensenkkopfschrauben

$f_{2,k} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$  für Rückwand-, Tellerkopf- und Halbrundkopfschrauben

Wobei für beide Gleichungen gilt:

$\rho_k$  für Holz-Holz-Verbindungen max. 500kg/m<sup>3</sup> annehmen

$\rho_k$  für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen max. 380 kg/m<sup>3</sup> annehmen

$d_k = 0$  für Zylinderkopf- und Sechskantschrauben ohne Flansch

1) Kopfdurchziehen ist bei Stahlblech-Holz-Verbindungen nicht maßgebend

-235, -449, -519

2)  $f_{2,k} = 8$  N/mm<sup>2</sup> beim Anschluss von Holzbauteilen mit Dicken  $12 \text{ mm} \leq t \leq 20 \text{ mm}$

-235, -449, -519

3)  $R_{ax,k} \leq 400$  N beim Anschluss von Platten aus Holzwerkstoffen mit Dicken  $t < 12$  mm (! Mindestdicken für Holzwerkstoffe einhalten!)

-235, -449, -519

4) Unterlegscheibendurchmesser  $> 35$  mm dürfen nicht in Rechnung gestellt werden

-449

5) Für  $d_1 = 12$  mm und Verwendung von Holzwerkstoffen nur bei Verwendung von Unterlegscheiben

-449

## 5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

### 5.2.1 Ermittlung der wirksamen Anzahl $n_{ef}$ von Schraubengruppen

Bei einer Verbindung mit einer Schraubengruppe, die durch eine Kraftkomponente in Schafrichtung beansprucht wird, muss die wirksame Anzahl der Verbindungsmittel  $n_{ef}$  ermittelt werden.

**Tabelle 5.2 Wirksame Anzahl  $n_{ef}$  von in Schafrichtung beanspruchten SPAX**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	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
3	2	1,9	7	5,8	12	9,4	17	12,8
4	3	2,7	8	6,5	13	10,1	18	13,5
5	4	3,5	9	7,2	14	10,8	19	14,2
6	5	4,3	10	7,9	15	11,4	20	14,8

EC5, Gl. (8.41)

### 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.

$$\text{Tragfähigkeit auf Druck } R_{c,\alpha,d} = \min \begin{cases} R_{ax,d} & \text{Bemessungswert des Auszieh Widerstandes des Gewindes} \\ R_{ki,d} & \text{Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken} \end{cases} \quad (\text{Tab. 7.17})$$

Z-9.1-519; 3.2.2.4 + Gl. (14)

Z-9.1-519; Gl. 3

Z-9.1-519; Tab. 4

### 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.

$$R_{90,d} = \min \begin{cases} k_{c,90} \cdot B \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min \{R_{ax,d}; R_{ki,d}\} \\ B \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{cases}$$

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

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

Z-9.1-519; Gl. 15



## 5.2 Tragfähigkeit Herausziehen / Druck

### Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\frac{F_d}{R_d} \leq 1$$

### Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \leq 1$$

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

Es muss folgender Anforderung entsprochen werden:

$$\left( \frac{F_d}{R_d} \right)^2 + \left( \frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^2 \leq 1$$

oder

$$\left( \frac{F_d}{R_d} \right)^2 + \left( \frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d} \text{ oder } R_{c,\alpha,d}} \right)^2$$

Z-9.1-235; Gl. (12)  
Z-9.1-449; Gl. (13)

Z-9.1-519; Gl. (16)

## 6. Bestimmungen für die Ausführung

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für SPAX regeln neben der Bemessung auch die sachgemäße Ausführung tragender Holzverbindungen. Wie für die Bemessung, so gilt auch für die Ausführung EC5 + NA, soweit in den jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen nichts anderes bestimmt ist.

Für allgemein bauaufsichtlich zugelassene Holzbauteile sind gegebenenfalls die allgemeinen bauaufsichtlichen 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 vereinfachten Nachweis bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren) vorausgesetzte Fließgelenk in der Schraube ausbilden kann.

### 6.1 Allgemein

Einschraubtiefen $l_{ef} < 4 \cdot d_1$ dürfen nicht in Rechnung gestellt werden. Gilt für Abscheren und Herausziehen.	SPAX Zulassung; 3.1
Das Schraubengewinde darf auch im aufgeschraubten Holzteil sein.	SPAX Zulassung; 4.3
Senkkopfschrauben dürfen mit Unterlegscheiben verwendet werden.	Z-9.1-449; 4.3 Z-9.1-519; 4.3
Sofern unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 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)	Z-9.1-519; 3.2.2.5
Vollholz muss bei Hirnholzanschlüssen mindestens kerngetrennt eingeschnitten sein und darf bei der Herstellung der Verbindungen eine Holzfeuchte von höchstens 18 % haben.	Z-9.1-449; 4.5 Z-9.1-519; 4.5
Querschnittsschwächungen sind rechnerisch zu berücksichtigen. Für SPAX ist bei vorgebohrten Hölzern der Bohrlochdurchmesser und bei nicht vorgebohrten Hölzern der Nenndurchmesser (Gewindeaußendurchmesser $d_1$ ) zu verwenden. Ausgenommen sind Querschnittsschwächungen, verursacht durch SPAX mit Gewindeaußendurchmesser $d_1 \leq 6$ mm, wenn sie ohne Vorbohren eingedreht sind.	EC5; 5.2
Bei Douglasie sind die Mindestabstände in Faserrichtung um 50% zu erhöhen.	Z-9.1-235; 4.5.1.1 Z-9.1-449; 4.6.1.1 Z-9.1-519; 4.6.1
Bei Verwendung von Nadelhölzern dürfen SPAX ohne Vorbohren eingeschraubt werden. Für $d_1 \geq 8$ mm ohne Vorbohren: nur für Holzarten Fichte, Kiefer und Tanne.	Z-9.1-235; 1.2 Z-9.1-449; 1.2 Z-9.1-519; 1.2

## 6. Bestimmungen für die Ausführung

### 6.2 Vorbohren


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

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Nenn-Ø $d_1$ [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Nadelholz	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
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 aus Buche oder Eiche

Brettschichtholz aus Buche, Eiche oder Esche nach allgemeiner bauaufsichtlichen Zulassung

SPAX Zulassung; 4.3

Z-9.1-519; 1.2

Die Schraubenlöcher in Stahlteilen mit geeignetem Durchmesser vorbohren.

SPAX Zulassung; 4.3

Die Schraubenlöcher in zementgebundenen Spanplatten mit  $0,7 \cdot d_1$  vorbohren.

SPAX Zulassung; 4.3

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

SPAX Zulassung; 4.3

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

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

EC5; 8.3.1.2

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

Z-9.1-235; 4.5.1.1

Z-9.1-449; 4.6.1.1

Z-9.1-519; 4.6.1

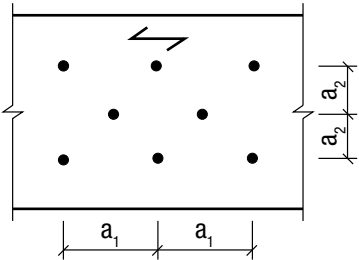
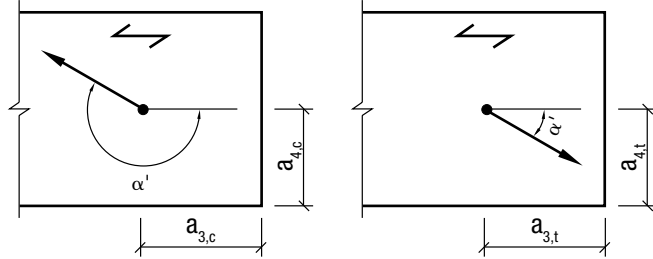
Für Vorgaben siehe Tab. 6.3.

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. <b>SPAX</b> <sup>®</sup>
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			$A_{\min} < 40 \cdot d_1^2$		
4					
5			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		
6			nicht vorgebohrt		
7			$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$	vorgebohrt
8	$a_1$	parallel zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot  \cos \alpha' ) \cdot d_1$	$(7 + 8 \cdot  \cos \alpha' ) \cdot d_1$	$(4 +  \cos \alpha' ) \cdot d_1$
9			$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 7 \cdot  \cos \alpha' ) \cdot d_1$		
10	$a_2$	rechtwinklig zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$	$(3 +  \sin \alpha' ) \cdot d_1$
11	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende $-90^\circ \leq \alpha' \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$	$(15 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$	$(7 + 5 \cos \alpha') \cdot d_1$
12					
13	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende $90^\circ \leq \alpha' \leq 270^\circ$	$10 \cdot d_1$	$15 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$
14	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand $0^\circ \leq \alpha' \leq 180^\circ$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5 \text{ mm:}$ $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
15			$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5 \text{ mm:}$ $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
16	$a_{4,c}$	unbeanspruchter Rand $180^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1^a$	$7 \cdot d_1^a$	$3 \cdot d_1$

$\alpha'$  = Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung

$A_{\min}$  = Mindestholzquerschnittsfläche der zu verbindenden Holzbauteile


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

<sup>a)</sup> 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 4.2.4**

	A	B	C	D	E	F
1			Abscheren oder Herausziehen oder kombinierte Beanspruchung			Herausziehen
2			$A_{\min} \geq 40 \cdot d_1^2$			
3			$SPAX\ d_1 \leq 6\text{ mm}$		$SPAX\ d_1 \geq 8\text{ mm}$	$SPAX\ d_1 \leq 12\text{ mm}$
4			4CUT-Spitze	CUT-Spitze	4CUT-Spitze oder CUT-Spitze	4CUT-Spitze oder CUT-Spitze <sup>b)</sup>
5			$t_{\min} = \max \begin{cases} 6 \cdot d_1 \\ 20\text{ mm} \end{cases}$	$t_{\min} = \max \begin{cases} 5 \cdot d_1 \\ 20\text{ mm} \end{cases}$	$t_{\min} = 7 \cdot d_1$	$t_{\min} = 12 \cdot d_1$ für Kerto-Q und Kerto-S: $t_{\min} = 6 \cdot d_1$
6			nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt	nicht vorgebohrt
7						
8	$a_1$	parallel zur Faserrichtung $0^\circ \leq \alpha' \leq 360^\circ$	$5 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
9						
10	$a_2$	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 $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$ )
11	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende $-90^\circ \leq \alpha' \leq 90^\circ$	$12 \cdot d_1$			c)
12						
13	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende $90^\circ \leq \alpha' \leq 270^\circ$	$12 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
14	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand $0^\circ \leq \alpha' \leq 180^\circ$	$d_1 < 5\text{ mm}:$ $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$			c)
15			$d_1 \geq 5\text{ mm}:$ $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$			
16	$a_{4,c}$	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.

<sup>b)</sup> Für Kerto-Q und Kerto-S wird keine spezielle Spitzenform gefordert

<sup>c)</sup> Für planmäßig ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX sind alle Ränder als unbeansprucht anzusehen

## 6. Bestimmungen für die Ausführung

### Mindestabstände für in Achsrichtung beanspruchte SPAX

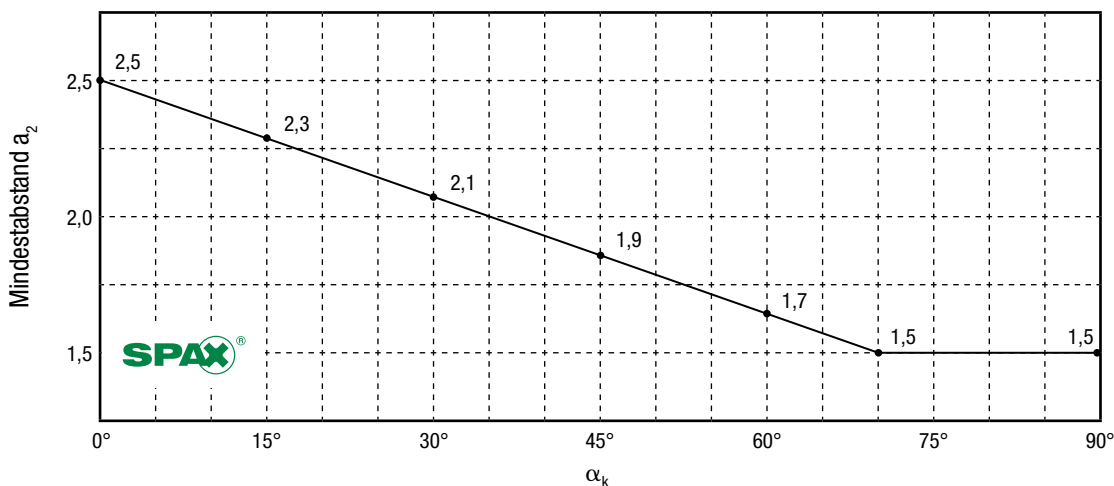
Für gekreuzt angeordnete Schrauben darf der Achsabstand  $a_2$  wie folgt angenommen werden:

$$a_2 = \max \begin{cases} 1,5 \cdot d_1 \\ 2,5 \cdot \left(1 - \frac{\alpha_k}{180^\circ}\right) \cdot d_1 \quad \text{mit } 0^\circ \leq \alpha_k \leq 90^\circ \end{cases}$$

$\alpha_k$  = Kreuzungswinkel der Schrauben

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

Diagramm 6.1 Mindestabstand  $a_2$  in Abhängigkeit von  $\alpha_k$ , dem Kreuzungswinkel der Schrauben

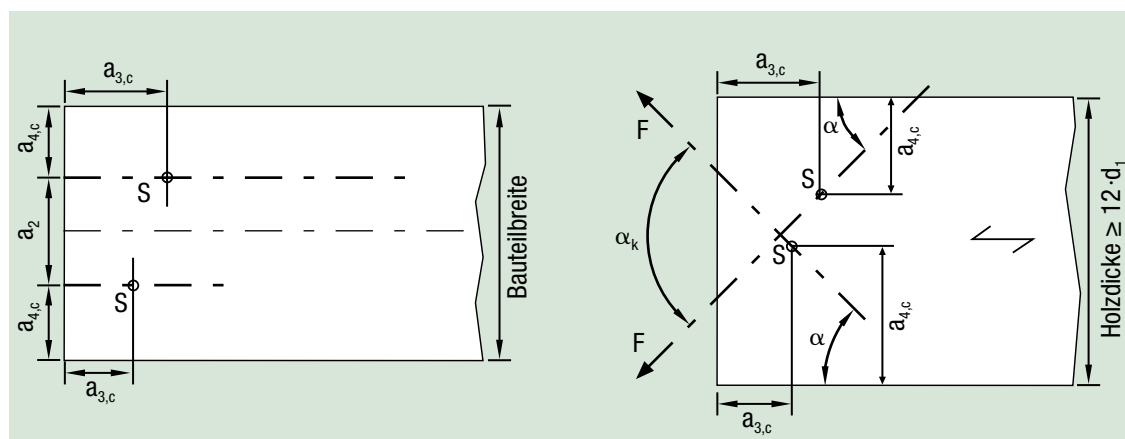


Z-9.1-235; 4.5.2  
Z-9.1-449; 4.6.2  
Z-9.1-519; 4.6.2

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  $\geq 12 \cdot d_1$ .



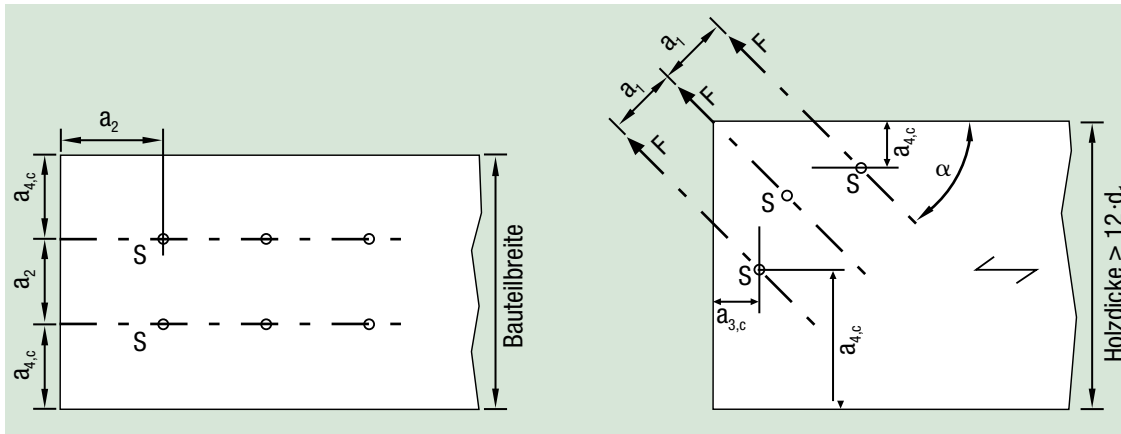
## 6. Bestimmungen für die Ausführung

### Mindestabstände für in Achsrichtung beanspruchte SPAX

Abbildung 6.2 Einsinnige Anordnung (beispielhaft für 3 Schraubenpaare)

Draufsicht

Ansicht




S = Schwerpunkt des im Holz eingeschraubten Schraubenteils.

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

## 7. Abscheren Holz - Holz

### Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe

**Tabelle 7.1 Mindestholzdicke  $t_{1,req}$  bzw. Mindesteinschraubtiefe  $t_{2,req}$  für nicht vorgebohrte Holz-Holz-Verbindungen [mm]**  
gültig für SPAX mit  $d_1=8,0$  mm aus **Kohlenstoffstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]									
2	Festigkeitsklasse		$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	310	350	380	400	410	420	430	450	480
3	C16		310	53,2	49,4	47,0	45,6	44,9	44,2	43,6	42,4	40,7
4	C24	GL24c	350	53,8	50,1	47,6	46,2	45,5	44,8	44,2	43,0	41,3
5	C30	GL24h, GL28c	380	54,3	50,5	48,0	46,6	45,9	45,2	44,6	43,4	41,7
6	C35		400	54,5	50,7	48,3	46,8	46,1	45,5	44,8	43,6	41,9
7		GL28h, GL32c	410	54,7	50,9	48,4	46,9	46,3	45,6	44,9	43,7	42,0
8	C40		420	54,8	51,0	48,5	47,1	46,4	45,7	45,1	43,8	42,1
9		GL32h, GL36c	430	54,9	51,1	48,6	47,2	46,5	45,8	45,2	43,9	42,3
10		GL36h	450	55,1	51,3	48,9	47,4	46,7	46,0	45,4	44,1	42,5
11	Kerto		480	55,4	51,6	49,2	47,7	47,0	46,3	45,7	44,4	42,7


NA; Gl. (NA.103)

$t_{1,req}$ : Dem Rohdichtewert des Seitenholz 1 entsprechende **Spalte** finden. In dieser **Spalte** den Wert aus der dem Rohdichtewert des Seitenholz 2 entsprechenden **Zeile** ablesen.

$t_{2,req}$ : Dem Rohdichtewert des Seitenholz 1 entsprechende **Zeile** finden. In dieser **Zeile** den Wert aus der dem Rohdichtewert des Seitenholz 2 entsprechenden **Spalte** ablesen.

Beispiel: Seitenholz 1 = C24                      zugehörige Mindestholzdicke  $t_{1,req}$  = 50,9 mm                      (T 7.1 E7)  
Seitenholz 2 = GL32c                      zugehörige Mindesteinschraubtiefe  $t_{2,req}$  = 45,5 mm                      (T 7.1 H4)

**Tabelle 7.1 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Nenndurchmesser oder Materialien**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		d <sub>1</sub> [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Kohlenstoffstahl	0,477	0,526	0,583	0,695	1,000	1,133	1,344
4	Edelstahl	0,423	0,474	0,521	0,621	0,914	1,057	1,266
5	vorgebohrt	0,829	0,817	0,806	0,788	0,763	0,746	0,734


Sind die Holzdecken  $t_1$  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)

## 7. Abscheren Holz - Holz


### Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe

**Tabelle 7.2 Mindestholzdicke  $t_{1,req}$  bzw. Mindesteinschraubtiefe  $t_{2,req}$  für Holz-Holz-Verbindungen nicht vorgebohrter Anschlüsse 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				$d_1$ [mm]						
2	Festigkeitsklasse		$\rho_k$ [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	C16		310	25	28	31	37	53	60	72
4	C24	GL24c	350	24	26	29	35	50	57	67
5	C30	GL24h, GL28c	380	23	25	28	33	48	54	65
6	C35		400	22	25	27	33	47	53	63
7		GL28h, GL32c	410	22	24	27	32	46	52	62
8	C40		420	22	24	27	32	46	52	61
9		GL32h, GL36c	430	22	24	26	31	45	51	61
10		GL36h	450	21	23	26	31	44	50	59
11	Kerto		480	20	22	25	30	43	48	57

NA; Gl. (NA.103)

**Tabelle 7.2a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		$d_1$ [mm]						
3	Edelstahl	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
4	vorgebohrt	0,886	0,900	0,892	0,893	0,914	0,933	0,942
		0,829	0,817	0,806	0,788	0,763	0,746	0,734


Sind die Holzdicken  $t_1$  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)

## 7. Abscheren Holz - Holz

### Tragfähigkeit


**Tabelle 7.3 Charakteristische Werte  $R_k$  der Tragfähigkeit einschnittiger Holz-Holz-Verbindungen je Scherfläche [N]**  
gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl**, nicht vorgebohrt

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				$d_1$ [mm]						
2	Festigkeitsklasse		$\rho_k$ [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	C16		310	613	734	877	1.187	2.088	2.765	3.728
4	C24	GL24c	350	651	780	932	1.261	2.218	2.938	3.961
5	C30	GL24h, GL28c	380	679	813	971	1.314	2.312	3.061	4.127
6	C35		400	696	834	996	1.348	2.372	3.141	4.234
7		GL28h, GL32c	410	705	844	1.008	1.365	2.401	3.180	4.287
8	C40		420	713	855	1.020	1.381	2.430	3.218	4.339
9		GL32h, GL36c	430	722	865	1.033	1.397	2.459	3.256	4.390
10		GL36h	450	738	885	1.056	1.430	2.516	3.331	4.491
11	Kerto		480	763	914	1.091	1.476	2.598	3.440	4.638

NA; Gl. (NA.113)

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,1$

**Tabelle 7.3 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		$d_1$ [mm]						
3	Edelstahl	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
4	vorgebohrt	0,886	0,900	0,892	0,834	0,914	0,933	0,942
		1,206	1,225	1,241	1,268	1,310	1,340	1,362

Der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit  $f_{h,k}$  darf entsprechend dem höheren Wert der Rohdichte der miteinander verbundenen Bauteile gewählt werden.

NA; 8.3.1.2

$\Delta R_k$  - bei einschnittigen Verbindungen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  um einen Anteil  $\Delta R_k$  erhöht werden.

EC5; 8.2.2 (2)


$$\Delta R_k = \min \{R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\}$$

Weitere Angaben zum Wert  $\Delta R_k$  finden Sie auf der folgenden Seite in der Tabelle 7.3 b!

## 7. Abscheren Holz - Holz

### Tragfähigkeit

**Tabelle 7.3 b  $\Delta R_k = 0,25 \times R_{ax,k}$  [N] ausgewählter Kopfformen für Kopfdurchziehen**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			d <sub>i</sub> [mm]						
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3			Senkkopf, d <sub>k</sub> [mm]						
4	Festigkeitsklasse		8,0	8,8	9,7	11,6	15,1	18,6	22,6
5	C24	GL24c	157	190	231	330	559	848	1.251
6	C30	GL24h, GL28c	185	224	272	389	658	999	1.475
7	C35		205	248	301	431	730	1.107	1.634
8		GL28h, GL32c	215	260	316	452	767	1.163	1.717
9	C40		226	273	332	475	804	1.221	1.802
10		GL32h, GL36c	237	286	348	498	843	1.279	1.889
11		GL36h	259	314	381	545	923	1.401	2.069
12	für l <sub>ef,k</sub> ≤ [mm]		16	17	19	22	29	35	43
13	für l <sub>ef</sub> > [mm]		16	17	19	22	32	40	48
14			Tellerkopf, d <sub>k</sub> [mm]						-
15			9,6	10,6	11,6	13,6	20	25	
16	C24	GL24c	282	344	412	566	1.225	1.914	
17	C30	GL24h, GL28c	333	406	486	668	1.444	2.256	
18	C35		369	449	538	740	1.600	2.500	
19		GL28h, GL32c	387	472	565	777	1.681	2.627	
20	C40		406	496	593	816	1.764	2.756	
21		GL32h, GL36c	426	519	622	855	1.849	2.889	
22		GL36h	467	569	681	936	2.025	3.164	
23	für l <sub>ef,k</sub> ≤ [mm]		29	31	34	39	63	78	
24	für l <sub>ef</sub> > [mm]		29	31	34	39	63	78	

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,1$  (siehe 5.1.3)

Ist die vorhandene kopfseitige Gewindelänge l<sub>ef,k</sub> und die spitzenseitige Gewindelänge l<sub>ef</sub> größer als der angegebene Tabellenwert kann ein höherer Wert für  $\Delta R_k$  ermittelt werden.


Zur Ermittlung der effektiven Gewindelängen l<sub>ef,k</sub> und l<sub>ef</sub> siehe Abbildung 2.2.

Für Anschlüsse mit Vollgewindeschrauben mit längeren vorhandenen Gewindelängen l<sub>ef,k</sub> und l<sub>ef</sub> können höhere Werte für  $\Delta R_k$  ermittelt werden.

## 7. Abscheren Stahlblech - Holz

### Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe


**Tabelle 7.12 Mindesteinschraubtiefe  $t_{2,req}$  für Verbindungen mit außenliegenden Stahlblechen**  
gültig für SPAX mit  $d_1=8,0$  mm aus **Kohlenstoffstahl**, nicht vorgebohrt

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		$\rho_k$ [kg/m³]								
2		310	350	380	400	410	420	430	450	480
3	<b>Stahlblech, außenliegend, dünn (<math>t_s \leq 0,5 \cdot d_1</math>)</b>									
4	Holz $t_{2,req}$ [mm]	53,2	50,1	48,0	46,8	46,3	45,7	45,2	44,1	42,7
5	<b>Stahlblech, dick (<math>t_s \geq d_1</math>)</b>									
6	Holz $t_{2,req}$ [mm]	62,3	58,6	56,3	54,9	54,2	53,5	52,9	51,7	50,1

NA; Gl. (NA.112)

NA; Gl. (NA.109)

**Tabelle 7.12 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Nenndurchmesser oder Materialien**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		$d_1$ [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Kohlenstoffstahl	0,477	0,526	0,583	0,695	1,000	1,133	1,344
4	Edelstahl	0,423	0,474	0,521	0,580	0,914	1,057	1,266
5	vorgebohrt	0,829	0,817	0,806	0,788	0,763	0,746	0,734

Für Stahlblechdicken  $0,5 \cdot d_1 < t_s < d_1$  darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  geradlinig interpoliert werden. Vereinfachend darf für diesen Fall die Mindestholzdicke  $t_{req}$  geradlinig interpoliert werden.

NA; 8.2.5 (NA.3)

Stahlbleche sind als dünn anzusehen, wenn die Stahlblechdicke  $t_s$  nicht größer als die Hälfte des Schraubendurchmessers  $d_1$  ist.  
Stahlblech = dünn, wenn  $t_s \leq 0,5 \cdot d_1$

EC5; 8.2.3 (1)

Stahlbleche sind als dick anzusehen, wenn die Stahlblechdicke  $t_s$  mindestens gleich dem Schraubendurchmesser  $d_1$  ist.  
Stahlblech = dick, wenn  $t_s \geq d_1$


Ist die Holzdicke  $t_2$  geringer als die Mindestdicke  $t_{2,req}$ , darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  ermittelt werden, indem der Wert  $R_k$  mit dem Verhältniswert  $t_2/t_{2,req}$  multipliziert wird.

NA; 8.2.5 (NA.4)

## 7. Abscheren Stahlblech - Holz

### Tragfähigkeit


**Tabelle 7.13 Charakteristische Werte  $R_k$  der Tragfähigkeit einschnittiger Stahlblech-Holz-Verbindungen je Scherfläche, in Abhängigkeit von der relativen Stahlblechdicke  $t_s$  [N] gültig für SPAX aus Kohlenstoffstahl, nicht vorgebohrt**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				$d_1$ [mm]						
2	Festigkeitsklasse		$\rho_k$ [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	<b>Stahlblech, außenliegend, dünn (<math>t_s \leq 0,5 \cdot d_1</math>)</b>									
4	C16		310	613	734	877	1.187	2.088	2.765	3.728
5	C24	GL24c	350	651	780	932	1.261	2.218	2.938	3.961
6	C30	GL24h, GL28c	380	679	813	971	1.314	2.312	3.061	4.127
7	C35		400	696	834	996	1.348	2.372	3.141	4.234
8		GL28h, GL32c	410	705	844	1.008	1.365	2.401	3.180	4.287
9	C40		420	713	855	1.020	1.381	2.430	3.218	4.339
10		GL32h, GL36c	430	722	865	1.033	1.397	2.459	3.256	4.390
11		GL36h	450	738	885	1.056	1.430	2.516	3.331	4.491
12	Kerto		480	763	914	1.091	1.476	2.598	3.440	4.638

NA; Gl. (NA.110)

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,1$

**Tabelle 7.13 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		$d_1$ [mm]						
3	<b>Stahlblech, dick (<math>t_s \geq d_1</math>)</b>	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
4	Edelstahl	1,414						
5	vorgebohrt	0,886	0,900	0,892	0,834	0,914	0,933	0,942
		1,206	1,225	1,241	1,268	1,310	1,340	1,362

NA; Gl. (NA.108)

$\Delta R_k$  – bei einschnittigen Verbindungen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $R_k$  um einen Anteil  $\Delta R_k$  erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min \{R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\}$$

EC5; 8.2.2 (2)



## 7. Herausziehen

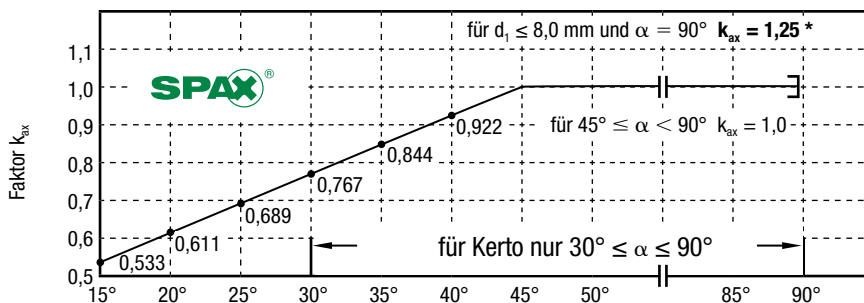
### Charakteristischer Wert $R_{ax,k}$ Herausziehen des Gewindes

**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	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>SPAX</b> <sup>®</sup>			$d_1$ [mm]							
2	Festigkeitsklasse	$\rho_k$ [kg/m³]	$f_{t,k}$	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
3	C16		310	7,688	30,8	34,6	38,4	46,1	61,5	76,9	92,3
4	C24	GL24c	350	9,8	39,2	44,1	49,0	58,8	78,4	98,0	117,6
5	C30	GL24h, GL28c	380	11,552	46,2	52,0	57,8	69,3	92,4	115,5	138,6
6	C35		400	12,8	51,2	57,6	64,0	76,8	102,4	128,0	153,6
7		GL28h, GL32c	410	13,448	53,8	60,5	67,2	80,7	107,6	134,5	161,4
8	C40		420	14,112	56,4	63,5	70,6	84,7	112,9	141,1	169,3
9		GL32h, GL36c	430	14,792	59,2	66,6	74,0	88,8	118,3	147,9	177,5
10		GL36h	450	16,2	64,8	72,9	81,0	97,2	129,6	162,0	194,4
11	Kerto		480		73,7	82,9	92,2	110,6	129,0	138,2	165,9

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,3$

**Diagramm 7.1 Faktor  $k_{ax}$  für die Umrechnung in Abhängigkeit vom Einschraubwinkel  $\alpha$**



\* 1,25-fache Erhöhung nicht auf Kerto anwendbar!

$\alpha$  - Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung


Beispiel für:  $d_1 = 6,0$  mm, C24,  $l_{ef} = 65$  mm  $\alpha = 40^\circ$ :  $R_{ax,k} = 58,8 \text{ N/mm} \cdot 65 \text{ mm} \cdot 0,922 = 3.524 \text{ N}$   
 Beispiel für:  $d_1 = 6,0$  mm, C24,  $l_{ef} = 65$  mm  $\alpha = 90^\circ$ :  $R_{ax,k} = 58,8 \text{ N/mm} \cdot 65 \text{ mm} \cdot 1,25 = 4.777 \text{ N}$

Z-9.1-235; Gl. 2  
Z-9.1-449; Gl. 3  
Z-9.1-519; Gl. 3

Z-9.1-235; Gl. 3-5  
Z-9.1-449; Gl. 4  
Z-9.1-519; Gl. 4

### Charakteristischer Wert $R_{t,u,k}$ 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			$d_1$ [mm]						
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Kohlenstoffstahl	$R_{t,u,k}$	5.000	6.400	7.900	11.300	17.000	28.000	38.000
4		$R_{t,u,d}$	3.846	4.923	6.077	8.692	13.077	21.538	29.231
5	Edelstahl	$R_{t,u,k}$	3.800	4.200	4.900	7.100	10.600	19.000	28.000
6		$R_{t,u,d}$	2.923	3.231	3.769	5.462	8.154	14.615	21.538

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,3$


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

Z-9.1-235; Tab. 1  
Z-9.1-449; Tab. 1  
Z-9.1-519; Tab. 1

## 7. Herausziehen


### Charakteristischer Wert $R_{ax,k}$ Kopfdurchziehen

**Tabelle 7.16 Charakteristische Werte  $R_{ax,k}$  der Tragfähigkeit [N]**  
gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl** und **Edelstahl**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			d <sub>i</sub> [mm]							
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
3									Teilgew.	Vollgew.
4	<b>Senkkopf für Halbrundkopf · 1,25</b>		Kopf-Ø d <sub>k</sub> [mm]							
5			8,0	8,8	9,7	11,6	15,1	18,6	22,6	18,6
6	Holz	ρ <sub>k</sub> = 350 kg/m³	627	759	922	1.319	2.234	3.390	5.005	3.390
7	Kerto	ρ <sub>k</sub> = 480 kg/m³	1.180	1.427	1.734	2.480	4.203	6.377	9.414	6.377
8	für Bauteile aus Holzwerkstoffen mit Dicken t ≤ 20 mm gilt:									
9	12 mm ≤ t ≤ 20 mm		512	620	753	1.076	1.824	2.768	4.086	2.768
10	t < 12 mm		400							
11	<b>Tellerkopf</b>		Kopf-Ø d <sub>k</sub> [mm]							
12			9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0	–	
13	Holz	ρ <sub>k</sub> = 350 kg/m³	1.129	1.376	1.648	2.266	4.900	7.656	–	
14	Kerto	ρ <sub>k</sub> = 480 kg/m³	2.123	2.589	3.100	4.261	9.216	14.400		
15	für Bauteile aus Holzwerkstoffen mit Dicken t ≤ 20 mm gilt:									
16	12 mm ≤ t ≤ 20 mm		737	899	1.076	1.480	3.200	5.000	–	
17	t < 12 mm		400							
18	<b>U-Scheibe <sup>1)</sup></b>		U-Scheibe-Ø d [mm]							
19			–				25	32	40 <sup>2)</sup>	
20	Holz	ρ <sub>k</sub> = 350 kg/m³	–				7.656	12.544	15.006	
21	Kerto	ρ <sub>k</sub> = 480 kg/m³					14.400			
22	für Bauteile aus Holzwerkstoffen mit Dicken t ≤ 20 mm gilt:									
23	12 mm ≤ t ≤ 20 mm		–				5.000	8.192	9.800	
24	t < 12 mm						400			

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,3$

**Tabelle 7.16 a Korrekturfaktoren für rohdichteabhängiges Kopfdurchziehen bei Holz-Holz-Verbindungen gemäß Tabelle 7.16**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		$\rho_k$ [kg/m³]								
2		310	350	380	400	410	420	430	450	480
3		Holz	0,784	1,000	1,179	1,306	1,372	1,440	1,509	1,881

Für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen: Holzwerkstoffplatten höchstens  $\rho_k$  mit  $380 \text{ kg/m}^3$  annehmen.

Kopfdurchziehen ist bei Stahlblech-Holz-Verbindungen nicht maßgebend.

Z-9.1-235; Gl. 9  
Z-9.1-449; Gl. 9  
Z-9.1-519; Gl. 10

<sup>1)</sup> Unterlegscheiben gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-9.1-449 und Z-9.1-519 (siehe Abbildung 8.1)

<sup>2)</sup> Gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-9.1-449 und Z-9.1-519 werden  $d = 35 \text{ mm}$  in Rechnung gestellt.

## 7. Druck

### Bemessungswert $R_{ki,d}$

**Tabelle 7.17 Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken  $R_{ki,d}$  [N]**

	A	B	C	D	E	F
1	$\rho_k$ [kg/m³]	Einschraubwinkel $\alpha$ [°]	$d_i$ [mm]			
2			6,0	8,0	10,0	12,0
3			[N]			
4	310 (C16)	15	5.520	8.530	13.600	20.000
5		30	5.720	8.850	14.100	20.700
6		45	5.890	9.130	14.600	21.400
7		60	6.040	9.380	15.000	21.900
8		75	6.180	9.600	15.300	22.400
9		90	6.300	9.800	15.600	22.800
10	350 (C24, GL24c)	15	5.700	8.820	14.100	20.700
11		30	5.890	9.140	14.600	21.400
12		45	6.060	9.420	15.000	22.000
13		60	6.220	9.660	15.400	22.500
14		75	6.350	9.880	15.700	23.000
15		90	6.470	10.100	16.000	23.400
16	380 (C30, GL24h, GL28c)	15	5.820	9.020	14.400	21.100
17		30	6.010	9.340	14.900	21.800
18		45	6.180	9.610	15.300	22.400
19		60	6.330	9.850	15.700	23.000
20		75	6.460	10.100	16.000	23.400
21		90	6.580	10.300	16.300	23.800
22	410 (GL28h, GL32c)	15	5.930	9.200	14.700	21.500
23		30	6.120	9.510	15.200	22.200
24		45	6.290	9.780	15.600	22.800
25		60	6.440	10.000	15.900	23.300
26		75	6.570	10.200	16.300	23.800
27		90	6.680	10.400	16.600	24.200
28	450 (GL36h)	15	6.060	9.420	15.000	22.000
29		30	6.250	9.730	15.500	22.700
30		45	6.420	10.000	15.900	23.300
31		60	6.560	10.200	16.300	23.800
32		75	6.690	10.400	16.600	24.200
33		90	6.800	10.600	16.900	24.600

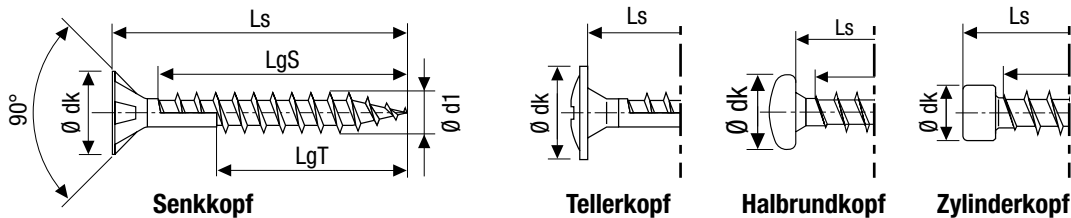
Z-9.1-519; Tab. 4

## 8. Sortimentschnellübersicht

Die nachfolgenden Tabellen stellen einen Teil des Liefersortimentes dar.

Weitere Abmessungen oder Ausführungen finden Sie unter [www.spax.com](http://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	Z-9.1-519					Z-9.1-519	
4	d <sub>1</sub>	6,0	8,0	10,0	12,0	10,0	12,0
5	Kopfform	Zylinderkopf		Senkkopf		Senkkopf	
6	d <sub>k</sub>	8,4	10,0	15,1	18,6	18,6	18,6
7	Spitze	4CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze
8	Abstufung der Länge L <sub>s</sub>	L <sub>s</sub>					L <sub>s</sub>
9	20 mm Stufung	80 - 200	200 - 300	160 - 300	200 - 300	200 - 300	-
10	50 mm Stufung	-	350 - 450	350 - 600	350 - 600	350 - 600	400 - 550
11				800			

**Tabelle 8.2 Halbrundkopf**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Kohlenstoffstahl					Edelstahl	
2	Halbrundkopf					Halbrundkopf	
3	abZ	Z-9.1-235					Z-9.1-235
4	d <sub>1</sub>	4,0	4,5	5,0	6,0	4,0	5,0
5	d <sub>k</sub>	8,0	9,0	9,9	11,9	8,0	9,9
6	Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze
7	L <sub>s</sub>	lg	lg	lg	lg	lg	lg
8	20	18	17	17	17	16	
9	25	23	22	22	22	21	20
10	30	27	27	27	27	25	25
11	35	32	32	32	32	30	
12	40	37	37	37	37	35	35
13	45	42	42	41	41	40	
14	50	47	47	46	46	45	44
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 Gewindegröße d<sub>1</sub> < 4,0 mm siehe Z-9.1-235.

## 8. Sortimentschnellübersicht

**Tabelle 8.3 Senkkopf Kohlenstoffstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Kohlenstoffstahl											
2	Senkkopf											
3	abZ	Z-9.1-235								Z-9.1-449		
4	d <sub>i</sub>	4,0		4,5		5,0		6,0		8,0	10,0	12,0
5	d <sub>k</sub>	8,0		8,8		9,7		11,6		15,1	18,6	22,6
6	Spitze	4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		
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	32	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	70	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 Gewindegröße d<sub>i</sub> < 4,0 mm siehe Z-9.1-235.

## 8. Sortimentschnellübersicht

**Tabelle 8.4 a Senkkopf Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Edelstahl								
2	Senkkopf								
3	abZ	Z-9.1-235							
4	d <sub>1</sub>	4,0		4,5		5,0		6,0	
5	d <sub>k</sub>	8,0		8,8		9,7		11,6	
6	Spitze	4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze	
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 8.4 b Senkkopf Edelstahl mit CUT-Spitze**

	A	B	C	D	E
1	Edelstahl				
2	Senkkopf				
3	abZ	Z-9.1-235			
4	d <sub>1</sub>	4,5			5,0
5	d <sub>k</sub>	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			52
14	80				61

IgT = Teilgewinde

## 8. Sortimentschnellübersicht

**Tabelle 8.5 Tellerkopf**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Kohlenstoffstahl							Edelstahl
2	Rückwandkopf bzw. Tellerkopf							Tellerkopf
3	abZ	Z-9.1-235				Z-9.1-449		Z-9.1-449
4	d <sub>i</sub>	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	8,0
5	d <sub>k</sub>	9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0	20,0
6	Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze	4CUT-Spitze		4CUT-Spitze
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 Gewindegröße d<sub>i</sub> < 4,0 mm siehe Z-9.1-235.



## 8. Sortimentschnellübersicht

Abbildung 8.1 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

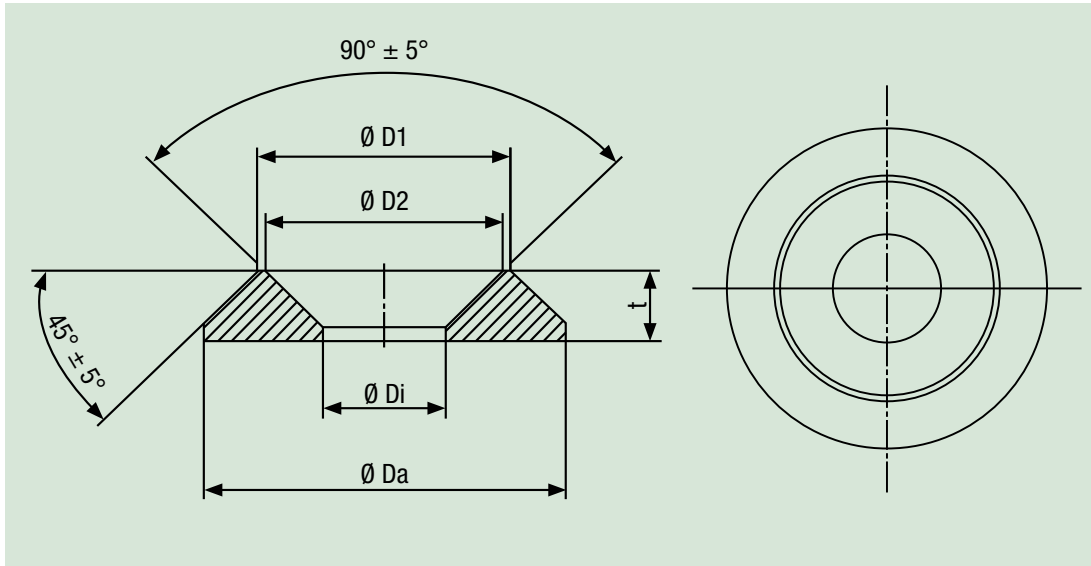


Tabelle 8.6 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

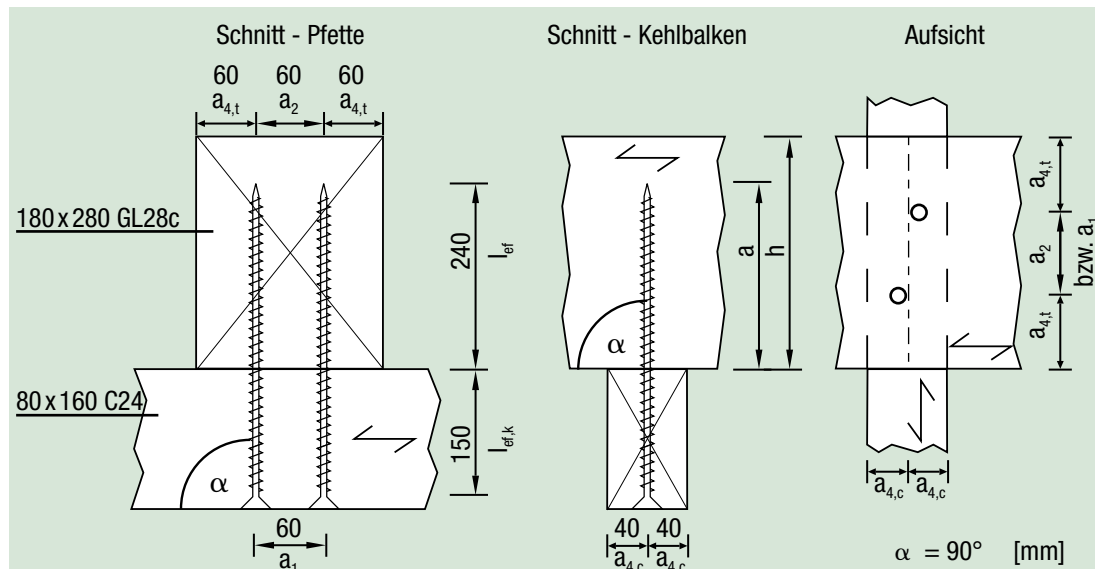
	A	B	C	D	E	F
1	Gewindegröße	6,0	8,0	10,0	12,0	Toleranz
2	Ø Da	18,0	25,0	32,0	40,0	± 0,3
3	Ø Di	6,5	8,5	11,0	13,0	
4	Ø D1	13,5	17,5	22,5	27,0	
5	Ø D2	12,5	16,5	21,5	26,0	
6	t	3,5	5,0	5,6	7,0	

Z-9.1-449  
Z-9.1-519

## 9. Beispiele Holz-Holz 1

### Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube

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



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

(Tab. 4.3; F2+F5)

Gewählt: SPAX Senkkopf 8,0x400 Vollgewinde mit CUT-Spitze, gemäß Zulassung Z-9.1-519 ohne Vorbohren  
Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen (kombiniert)

#### Mindestholzabmessung wegen Spaltgefahr des Holzes

(Tab. 6.3 b; E)

Für SPAX mit  $d_1 = 8,0$  mm Mindestquerschnittsfläche  $A_{min} = 40 \cdot d_1^2 = 40 \cdot 8,0^2 = 2.560$  mm<sup>2</sup>

Kahlbalken: Querschnittsfläche  $A = 80 \text{ mm} \cdot 160 \text{ mm} = 14.400 \text{ mm}^2 > 2.560 \text{ mm}^2 \rightarrow$  erfüllt

Pfette: Querschnittsfläche  $A = 180 \text{ mm} \cdot 280 \text{ mm} = 54.000 \text{ mm}^2 > 2.560 \text{ mm}^2 \rightarrow$  erfüllt

Mindestholzdicke  $t_{min} = 7 \cdot d_1 = 7 \cdot 8,0 \text{ mm} = 56 \text{ mm}$

Kahlbalken  $t_{vorh} = 160 \text{ mm} > 56 \text{ mm} \rightarrow$  erfüllt

Pfette  $t_{vorh} = 280 \text{ mm} > 56 \text{ mm} \rightarrow$  erfüllt

(Tab. 6.3 b; E5)

Z-9.1-519; 4.6.1

Z-9.1-519; 4.6.1

#### Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX

(Tab. 6.3 b; E)

$a_1 = 5 \cdot d_1 = 5 \cdot 8,0 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$	gewählt $a_1 = 60 \text{ mm}$	$\rightarrow$ erfüllt
$a_2 = 3 \cdot d_1 = 3 \cdot 8,0 \text{ mm} = 24 \text{ mm}$	gewählt $a_2 = 60 \text{ mm}$	$\rightarrow$ erfüllt
$a_{3,t} \text{ und } a_{3,c} = 12 \cdot d_1 = 12 \cdot 8,0 \text{ mm} = 96 \text{ mm}$	vorhanden $a_{3,c} > 96 \text{ mm}$	$\rightarrow$ erfüllt
$a_{4,t} = 7 \cdot d_1 = 7 \cdot 8,0 \text{ mm} = 56 \text{ mm}$	gewählt $a_{4,t} = 60 \text{ mm}$	$\rightarrow$ 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

#### Tragfähigkeit Abscheren je Schraube

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

$t_1 = 160 \text{ mm} > t_{1,req} = 50,5 \text{ mm} \rightarrow$  erfüllt

(Tab. 7.1; E5)

$t_2 = 240 \text{ mm} > t_{2,req} = 47,6 \text{ mm} \rightarrow$  erfüllt

(Tab. 7.1; F4)

$\rightarrow$  Abminderung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit  $R_k$  nicht erforderlich!

2. Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit  $R_k$

$R_k = 2.312 \text{ N}$

(Tab. 7.3; H5)

$\gamma_M = 1,1$

$R_d = \frac{0,8 \cdot 2.312 \text{ N}}{1,1} = 1.681 \text{ N}$

## 9. Beispiele Holz-Holz 1

### Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube

3. Mögliche Erhöhung um den Wert  $\Delta R_k$

$$\Delta R_k = \min \begin{cases} 2.312 \text{ N (maßgebend)} \\ 0,25 \cdot 14.700 \text{ N} = 3.675 \text{ N} \end{cases} \quad (\text{siehe unten})$$

$$R_k = 2.312 \text{ N} + 2.312 \text{ N} = 4.624 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$R_d = \frac{0,8 \cdot 4.624 \text{ N}}{1,1} = \underline{\underline{3.363 \text{ N}}} \quad (100 \% \text{ Erhöhung})$$

4. Wirksame Anzahl  $n_{ef}$

Für rechtwinklig zur Holzfaser um mindestens  $1 \cdot d_1$  gegeneinander versetzte SPAX ergibt sich folgende wirksame Anzahl  $n_{ef} = 2$ .

(Kapitel. 5.1.4)

#### Tragfähigkeit Herausziehen je Schraube

1. Herausziehen des Gewindes

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

$$R_{ax,k} = 1,25 \cdot 92,4 \text{ N/mm} \cdot 240 \text{ mm} = 27.720 \text{ N}$$

(Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; I5)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,8 \cdot 27.720 \text{ N}}{1,3} = 17.058 \text{ N}$$

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$$R_{t,u,k} = 17.000 \text{ N}$$

(Tab. 7.15; G3)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{t,u,d} = \frac{17.000 \text{ N}}{1,3} = 13.077 \text{ N}$$

(Tab. 7.15; G4)

3. Kopfdurchziehen

$$R_{ax,k} = \max \begin{cases} 3.1 \text{ Kopfdurchziehen} \\ 3.2 \text{ kopfseitige Gewindetragfähigkeit} \end{cases}$$

- 3.1 Kopfdurchziehen

$$R_{ax,k} = 2.234 \text{ N}$$

(Tab. 7.16; G6)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,8 \cdot 2.234 \text{ N}}{1,3} = 1.375 \text{ N}$$

- 3.2 kopfseitige Gewindetragfähigkeit

$$l_{ef,k} = 150 \text{ mm}$$

$$R_{ax,k} = 1,25 \cdot 78,4 \text{ N/mm} \cdot 150 \text{ mm} = 14.700 \text{ N}$$

(Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; I4)

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,8 \cdot 14.700 \text{ N}}{1,3} = \underline{\underline{9.046 \text{ N}}} \quad (\text{maßgebend})$$

#### 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 Querzugspannungen in Holz 2 nicht erforderlich.

NA/A1; 8.1.4

#### Mindestabstände für ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX

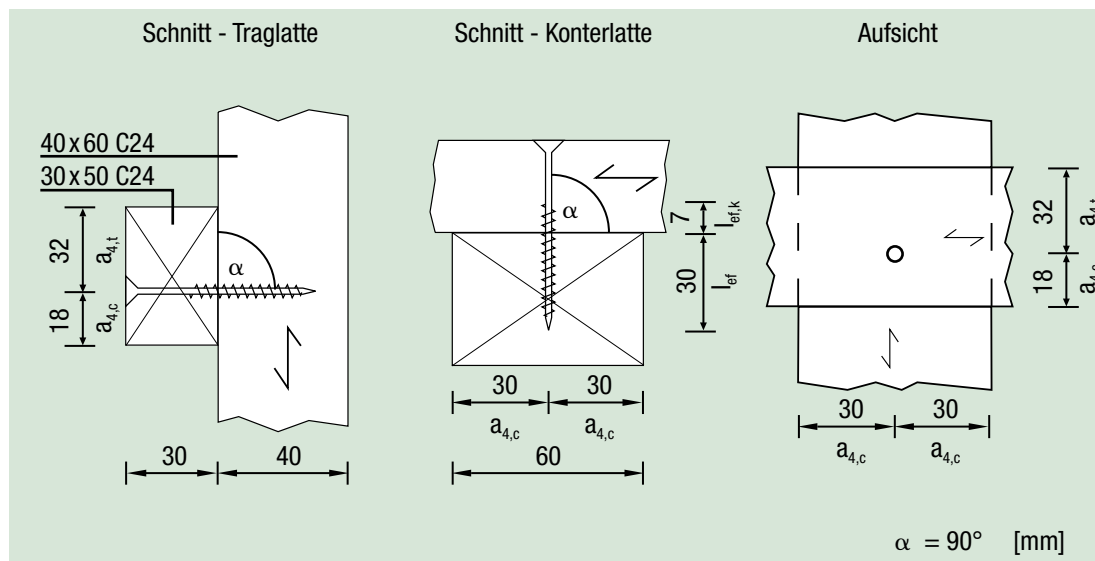
(Tab. 6.3 b; F)

Wären die SPAX ausschließlich auf Herausziehen beansprucht, könnten folgende Mindestabstände angenommen werden:

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

## 9. Beispiele Holz-Holz 2

### Traglatte auf Konterlatte



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

(Tab. 4.3; G3)

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

gemäß Zulassung Z-9.1-235 ohne Vorbohren

Kopfdurchmesser  $d_k = 8,8$  mm

(Tab. 8.4 a; E5)

Teilgewindelänge  $l_{gT} = 37$  mm

(Tab. 8.4 a; E15)

Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen (kombiniert)

#### Mindestholzabmessung wegen Spaltgefahr des Holzes

(Tab. 6.3 b; C)

Für SPAX mit  $d_1 = 4,5$  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)

Z-9.1-235; 4.5.1.1

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

Z-9.1-235; 4.5.1.1

#### Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX

(Tab. 6.3 b; C)

$a_{4,t} = 7 \cdot d_1 = 7 \cdot 4,5 \text{ mm} = 31,5 \text{ mm}$  gewählt  $a_{4,t} = 32 \text{ mm}$   $\rightarrow$  erfüllt

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

#### Tragfähigkeit Abscheren je Schraube

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

$t_1 = 30 \text{ mm} > t_{1,req} = 26 \text{ mm} \cdot 0,9 = 23,4 \text{ mm}$   $\rightarrow$  erfüllt (Tab. 7.2; E4 · Tab. 7.2a; C3)

$t_2 = 60 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 30 \text{ mm} > t_{2,req} = 26 \text{ mm} \cdot 0,9 = 23,4 \text{ mm}$   $\rightarrow$  erfüllt (Tab. 7.2; E4 · Tab. 7.2a; C3)

$\rightarrow$  Abminderung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit  $R_k$  nicht erforderlich!

2. Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit  $R_k$

$R_k = 780 \text{ N} \cdot 0,9 = 702 \text{ N}$

(Tab. 7.3; E4 · Tab. 7.3a; C3)

$\gamma_M = 1,1$

$R_d = \frac{0,9 \cdot 702 \text{ N}}{1,1} = \underline{\underline{574 \text{ N}}}$

## 9. Beispiele Holz-Holz 2

### Traglatte auf Konterlatte

3. Mögliche Erhöhung um den Wert  $\Delta R_k$

$$\Delta R_k = \min \begin{cases} 702 \text{ N} \\ 0,25 \cdot 759 \text{ N} = 190 \text{ N (maßgebend)} \end{cases} \quad (\text{Tab. 7.3b; D5})$$

$$R_k = 702 \text{ N} + 190 \text{ N} = 892 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$R_d = \frac{0,9 \cdot 892 \text{ N}}{1,1} = \underline{\underline{758 \text{ N}}} \quad (32 \% \text{ Erhöhung})$$

### Tragfähigkeit Herausziehen je Schraube

1. Herausziehen des Gewindes

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

$$R_{ax,k} = 1,25 \cdot 44,1 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm} = 1.654 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,9 \cdot 1.654 \text{ N}}{1,3} = 1.145 \text{ N}$$

(Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; F4)

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$$R_{t,u,k} = 4.200 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{t,u,d} = \frac{4.200 \text{ N}}{1,3} = 3.231 \text{ N}$$

(Tab. 7.15; D5)

(Tab. 7.15; D6)

3. Kopfdurchziehen

$$R_{ax,k} = \max \begin{cases} 3.1 \text{ Kopfdurchziehen} \\ 3.2 \text{ kopfseitige Gewindetragfähigkeit} \end{cases}$$

- 3.1 Kopfdurchziehen

$$R_{ax,k} = 759 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,9 \cdot 759 \text{ N}}{1,3} = \underline{\underline{525 \text{ N}}} \quad (\text{maßgebend})$$

(Tab. 7.16; D6)

- 3.2 kopfseitige Gewindetragfähigkeit

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

$$R_{ax,k} = 1,25 \cdot 44,1 \text{ N/mm} \cdot 7 \text{ mm} = 386 \text{ N}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{ax,d} = \frac{0,9 \cdot 386 \text{ N}}{1,3} = 267 \text{ N}$$

(Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; F4)

## 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 Mittelpfette 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

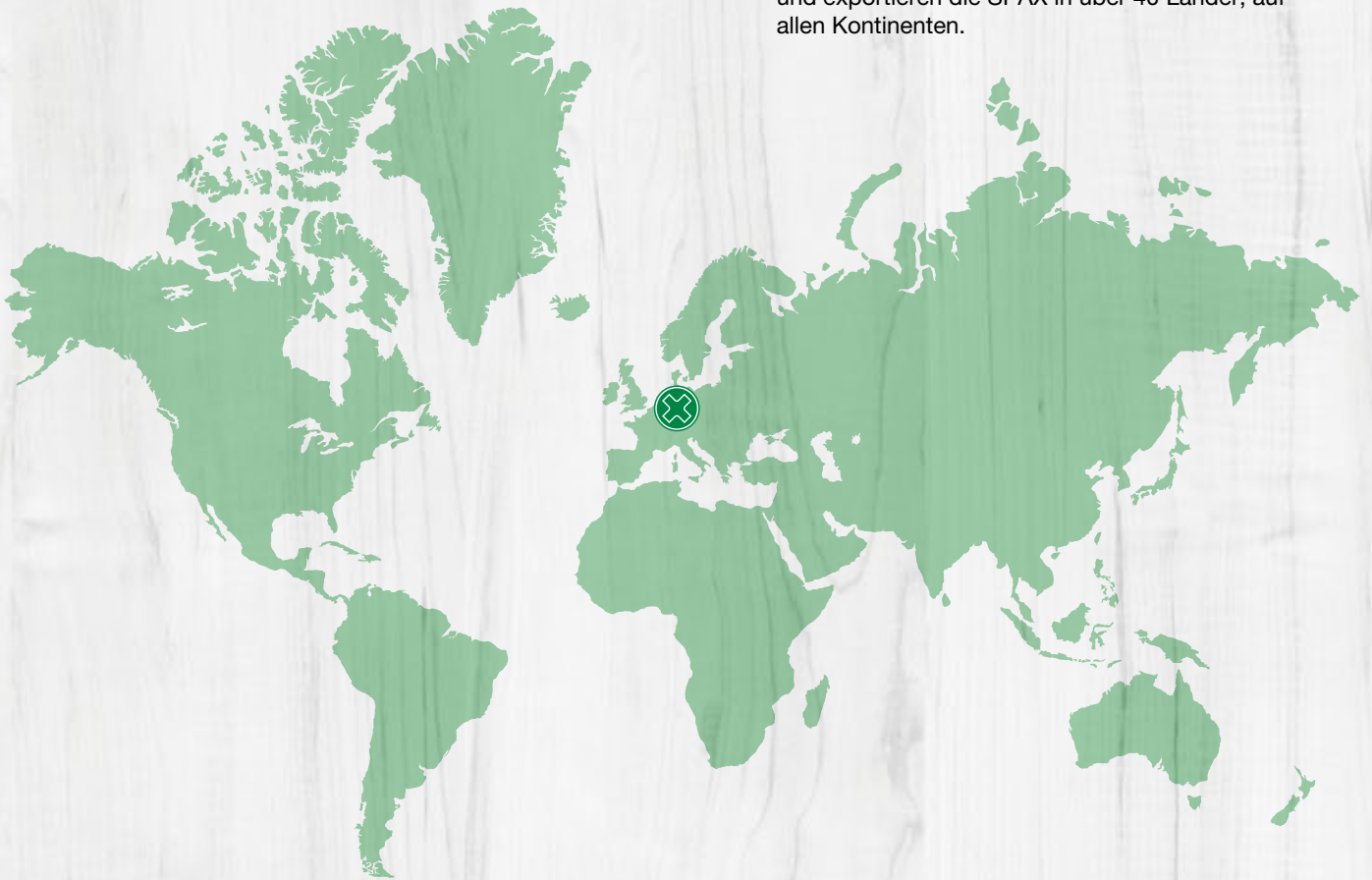
Querzugverstärkung beim SIMPSON Strong-Tie Topverbinder EL bei ungünstigem a/H-Verhältnis mit SPAX-Vollgewindeschrauben

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](https://facebook.com/spax)  
 [youtube.com/user/SPAXinternational](https://youtube.com/user/SPAXinternational)  
 [twitter.com/SPAX\\_DE](https://twitter.com/SPAX_DE)  
 [google.com/+SPAXcom](https://google.com/+SPAXcom)  
 [xing.to/SPAX](https://xing.to/SPAX)  
 [linkedin.com/company/spax-international](https://linkedin.com/company/spax-international)  
 [instagram.com/spax\\_international](https://instagram.com/spax_international)