SPAX®

Stand 01.2013

EC5 + NA

Bemessungshinweise

Hinweise zur Bemessung von tragenden SPAX-Verbindungen

SPAX construction

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 14

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.1 Allgemein 17

6.2 Vorbohren 18

6.3 Mindestholzdicke wegen Spaltgefahr des Holzes 18

6.4 Mindestabstände 19

7. Bemessungstabellen

Abscheren Holz - Holz 24

Abscheren Stahlblech - Holz 28

Herausziehen 30

Druck 32

8. Sortimentschnellübersicht 33

9. Beispiele

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.

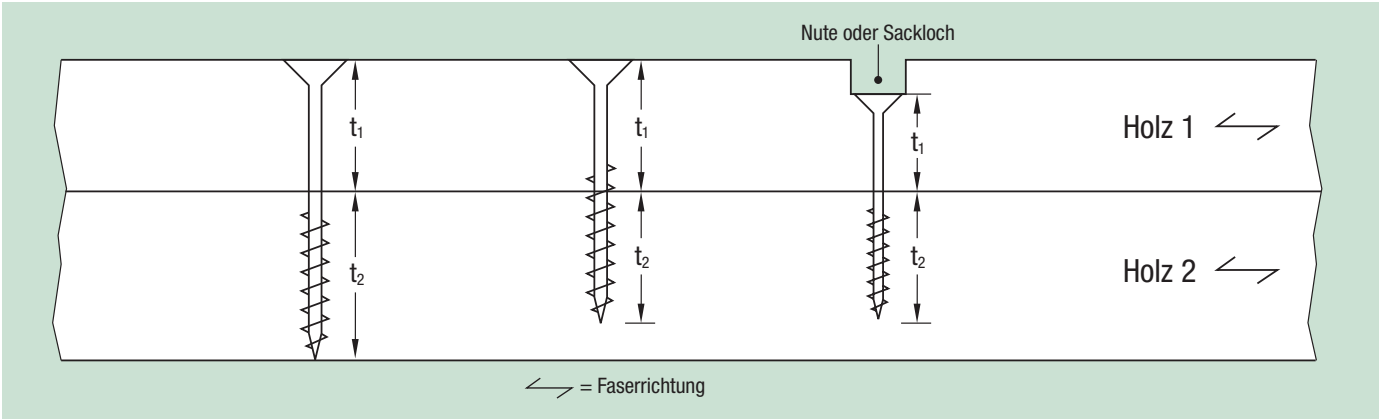
2. Bezeichnungen

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
ΔR_k	Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k (Einhänge- 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. Gewindeaußendurchmesser	[mm]	SPAX Zulassungsanlagen
d_k	Kopfdurchmesser	[mm]	SPAX Zulassungsanlagen
$f_{1,k}$	Charakteristischer Wert des Ausziehparameters	[N/mm²]	SPAX Zulassung
$f_{2,k}$	Charakteristischer Wert des Kopfdurchziehparameters	[N/mm²]	SPAX Zulassung
$f_{h,k}$	Charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit	[N/mm²]	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	[%]	
α	Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung	[°]	SPAX Zulassung
α'	Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung	[°]	
β	Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$	[ ]	EC5; 8.2.2
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Festigkeitseigenschaften des Baustoffs in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	[ ]	NA; Tab. NA.2 + NA.3
ρ_k	Charakteristischer Wert der Rohdichte des Holzes bzw. des Holzwerkstoffes	[kg/m³]	Produktnorm

2. Bezeichnungen

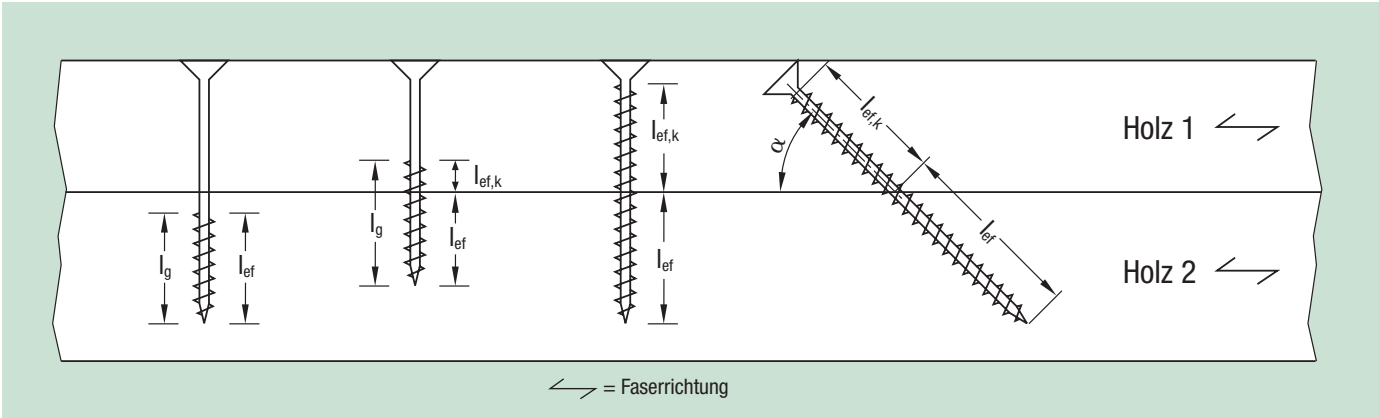
Bemessung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Richtung der Schraubenachse, Abscheren

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

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

$$R_{ax,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{ax,k}}{\gamma_M}$$ [N] $\gamma_M = 1{,}3$ — EC5; 2.4.3

Bemessungswert Zugtragfähigkeit (Stahl):

$$R_{t,u,d} = \frac{R_{t,u,k}}{\gamma_M}$$ [N] $\gamma_M = 1{,}3$ — NA; Tab. NA.2

Bemessungswert Kopfdurchziehen:

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

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	**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.

DIN 1052; E 7.1.1 (4)

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

[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}

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

NA; Tab. NA.1

	A		B
1	**Einwirkung**		**KLED**
2	**Wichten- und Flächenlasten** nach DIN 1055-1		ständig
3	**Lotrechte Nutzlasten** 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 ≤ 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	**Horizontale Lasten** 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		[a]
18	Horizontallasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken,		
19	– für horizontale Nutzlasten,		kurz
20	– für den Überrollschutz		sehr kurz
21	**Windlasten** nach DIN 1055-4		kurz / sehr kurz[b]
22	**Schneelast und Eislast** nach DIN 1055-5		
23	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN ≤ 1.000 m		kurz
24	Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN ≥ 1.000 m		mittel
25	**Anpralllasten** nach DIN 1055-9		sehr kurz
26	**Horizontallasten aus Kran- und Maschinenbetrieb** nach DIN 1055-10		kurz

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.

[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}

EC5; Tab. 3.1

	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						
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
		MBH.HLS1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
29		MBH.HLS1 oder 2	2	–	–	–	0,45	0,80
30	Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5						
31		MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
32		MDF.HLS	2	–	–	–	0,45	0,80

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)

[a] Nur Nutzungsklasse 1:

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

NA; Tab. NA.4

	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:							

4.2 Teilsicherheitsbeiwert γ_M für die Festigkeitseigenschaft auf Materialseite

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

NA; Tab. NA.2 + NA.3

	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

Für den Nachweis von Stahlteilen sind die Teilsicherheitsbeiwerte der DIN DIN EN 1993 zu entnehmen. NA; 2.4.1

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

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_{req}
2. Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit R_k auf Abscheren
3. Mögliche Erhöhung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k
4. Ermittlung der wirksamen Anzahl n_{ef} hintereinander angeordneter Verbindungsmittel

Im Folgenden werden ausschließlich einschnittige Verbindungen betrachtet.

Genaues 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:	NA; Gl. (NA.103) NA; Gl. (NA.104)
– Schraubennenndurchmesser d_1 – 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 Holzrohdichte ρ_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 β der charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten zueinander $\beta = f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$	
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_1	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 Verhältniswerte 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: $\gamma_M = 1{,}1$	NA; Gl. (NA.113) NA; Gl. (NA.106)
– Schraubennenndurchmesser d_1 – 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 Holzrohdichte ρ_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 β der charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten zueinander $\beta = f_{h,2,k}/f_{h,1,k}$	
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_1	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 ΔR_k

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

$\Delta R_k = \min \{R_k; 0{,}25 \cdot R_{ax,k}\}$ — EC5; 8.2.2 (2)

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

Es wird empfohlen auch für eine um ΔR_k erhöhte charakteristische Tragfähigkeit R_k mit $\gamma_M = 1{,}1$ zu rechnen. — Erläuterungen DIN 1052; 12.8.1 (10)

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

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	SPAX®	$k_{ef} = 0{,}5$		$k_{ef} = 0{,}7$		$k_{ef} = 0{,}85$		$k_{ef} = 1{,}0$	
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	$\alpha' = 0°$	$\alpha' = 90°$	$\alpha' = 0°$	$\alpha' = 90°$	$\alpha' = 0°$	$\alpha' = 90°$	$\alpha' = 0°$	$\alpha' = 90°$
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)

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. — 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

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

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

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

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

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

$f_{2,k} = 80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ 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:

ρ_k für Holz-Holz-Verbindungen max. 500kg/m³ annehmen

ρ_k für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen max. 380 kg/m³ 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/mm² beim Anschluss von Holzbauteilen mit Dicken 12 mm $\leq t \leq$ 20 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 Schaftrichtung beansprucht wird, muss die wirksame Anzahl der Verbindungsmittel n_{ef} ermittelt werden.

Tabelle 5.2 Wirksame Anzahl n_{ef} von in Schaftrichtung 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.

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

$$\text{Tragfähigkeit auf Druck } R_{c,\alpha,d} = \min \begin{cases} R_{ax,d} \text{ Bemessungswert des Ausziehwiderstandes des Gewindes} & \text{Z-9.1-519; Gl. 3} \\ R_{ki,d} \text{ Bemessungswert der Tragfähigkeit gegen Ausknicken} \quad \text{(Tab. 7.17)} & \text{Z-9.1-519; Tab. 4} \end{cases}$$

Verstärkung von querdruckbeanspruchten Holzbauteilen

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

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

Z-9.1-519; Gl. 15

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

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:

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

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

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-9.1-519; 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 $45° \leq \alpha \leq 90°$ 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
Laubolz: Holzbauteile **müssen** vorgebohrt werden

SPAX Zulassung; 4.3

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	SPAX®	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

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

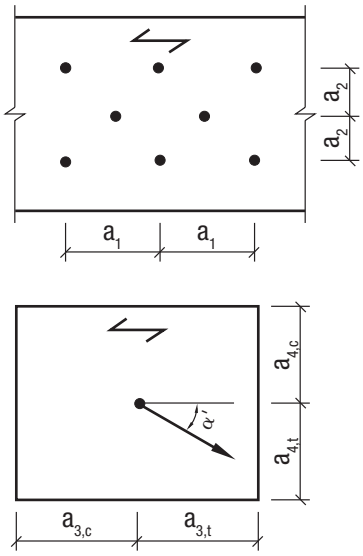
Für Vorgaben siehe Tab. 6.3.

Für vorgebohrte Holzbauteile entfällt die Forderung einer Mindestholzdicke.

6. Bestimmungen für die Ausführung

6.4 Mindestabstände

Tabelle 6.2 Bezeichnung der Mindestabstände gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für SPAX und nach DIN 1052

	A	B
1		EC5 bzw. SPAX®
2		
3	parallel zur Faserrichtung untereinander	a_1
4	rechtwinklig Faserrichtung untereinander	a_2
5	beanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,t}$
6	unbeanspruchtes Hirnholzende	$a_{3,c}$
7	beanspruchter Rand	$a_{4,t}$
8	unbeanspruchter Rand	$a_{4,c}$

EC5; Bild 8.7

SPAX Zulassung

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	SPAX®		Abscheren oder Herausziehen oder kombinierte Beanspruchung		
2			Abstände gemäß EC5; Tab. 8.2		
3–4			$A_{min} < 40 \cdot d_1^2$		Ohne Forderung der Mindestholzdicke, weil vorgebohrt.
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		vorgebohrt
7			$\rho_k \leq 420$ kg/m³	420 kg/m³ $< \rho_k <$ 500 kg/m³	
8	a_1	parallel zur Faserrichtung	$d_1 < 5$ mm: $(5 + 5 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(7 + 8 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(4 + \cos \alpha') \cdot d_1$
9			$d_1 \geq 5$ mm: $(5 + 7 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$		
10	a_2	rechtwinklig zur Faserrichtung	$5 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$	$(3 + \sin \alpha') \cdot d_1$
11–12	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende	$(10 + 5 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$	$(7 + 5 \cdot \cos \alpha') \cdot d_1$
13	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende	$10 \cdot d_1$	$15 \cdot d_1$	$7 \cdot d_1$
14	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand	$d_1 < 5$ mm: $(5 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5$ mm: $(7 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 < 5$ mm: $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
15			$d_1 \geq 5$ mm: $(5 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5$ mm: $(7 + 5 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$	$d_1 \geq 5$ mm: $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$
16	$a_{4,c}$	unbeanspruchter Rand	$5 \cdot d_1$ [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 Zulassung 4.6

	A	B	C	D	E	F
1	SPAX®		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			4CUT-Spitze	CUT-Spitze	4CUT-Spitze oder CUT-Spitze	4CUT-Spitze oder CUT-Spitze [b)]
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	$5 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
9						
10	a_2	rechtwinklig zur Faserrichtung	$(3 + \sin \alpha') \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$ bzw. $2{,}5 \cdot d_1$ (wenn $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$)
11	$a_{3,t}$	beanspruchtes Hirnholzende	$12 \cdot d_1$			c)
12						
13	$a_{3,c}$	unbeanspruchtes Hirnholzende	$12 \cdot d_1$			$5 \cdot d_1$
14	$a_{4,t}$	beanspruchter Rand	$d_1 < 5$ mm: $(3 + 2 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$			c)
15			$d_1 \geq 5$ mm: $(3 + 4 \cdot \sin \alpha') \cdot d_1$			
16	$a_{4,c}$	unbeanspruchter Rand	$3 \cdot d_1$			$3 \cdot d_1$

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

6. Bestimmungen für die Ausführung

Mindestabstände für in Achsrichtung beanspruchte SPAX

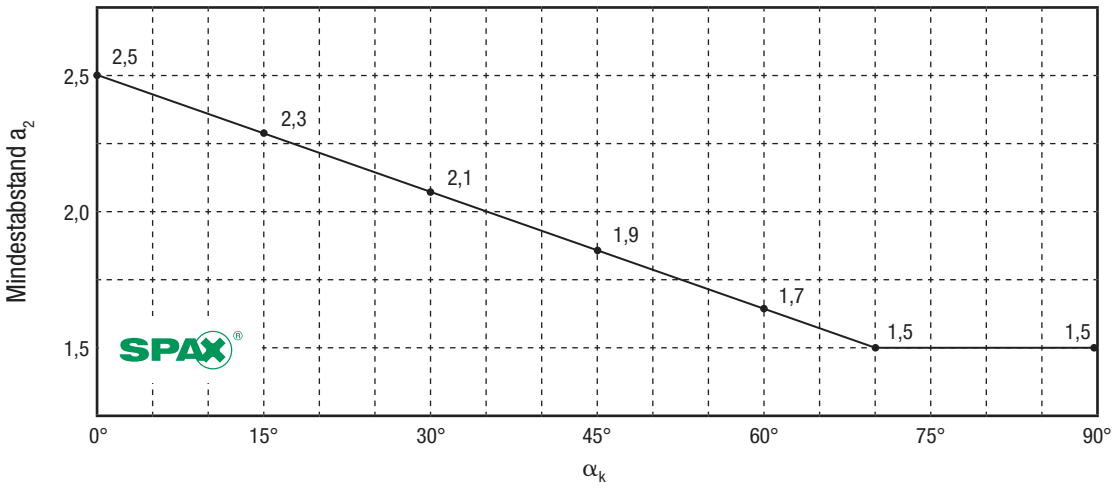
Für gekreuzt angeordnete Schrauben darf der Achsabstand a_2 wie folgt angenommen werden:

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

α_k = Kreuzungswinkel der Schrauben

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

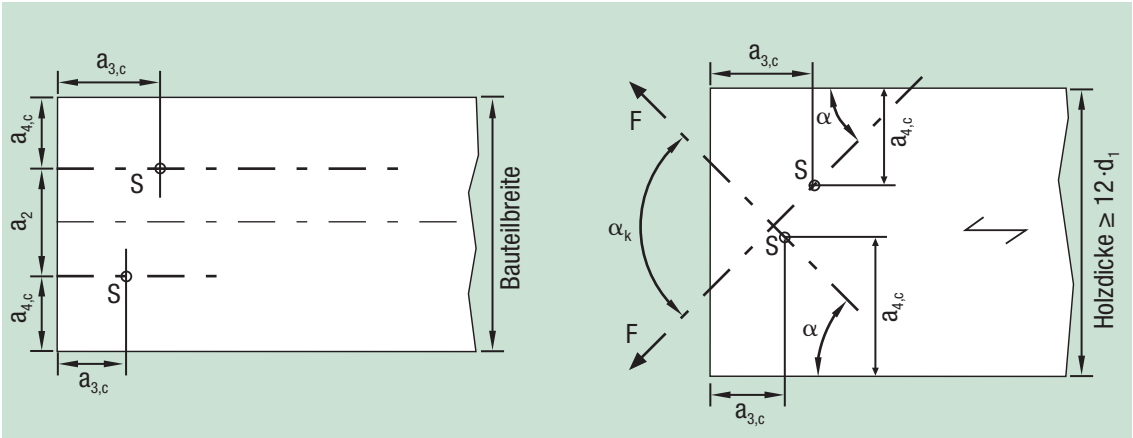
Diagramm 6.1 Mindestabstand a_2 in Abhängigkeit von α_k, dem Kreuzungswinkel der Schrauben



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**



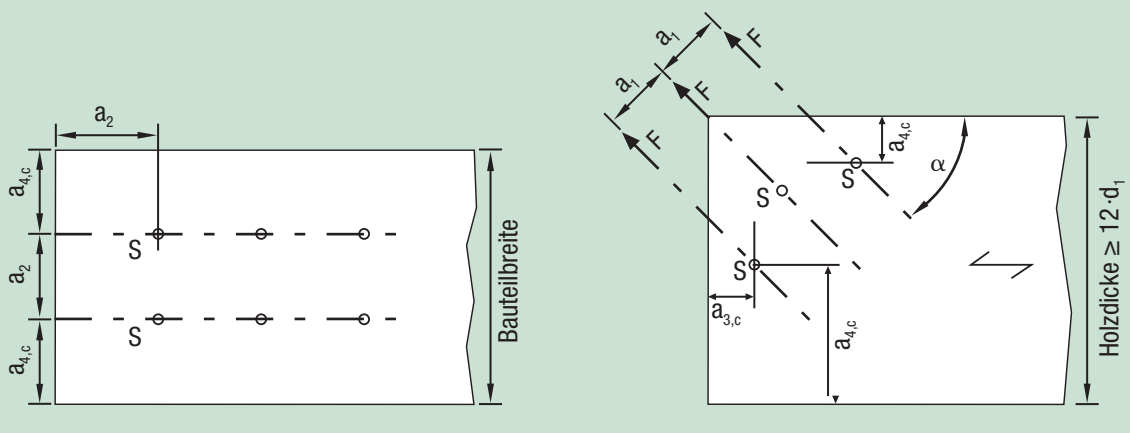
S = Schwerpunkt des im Holz eingeschraubten Schraubenteils.
Für vorgebohrte Holzbauteile entfällt die Forderung der Holzdicke ≥ 12 · d_1.

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 ≥ 12 · 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

NA; Gl. (NA.103)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	SPAX®			ρ_k [kg/m³]								
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	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

$t_{1,req}$: 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	SPAX®	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	0,621	0,914	1,057	1,266
5	vorgebohrt	0,829	0,817	0,806	0,788	0,763	0,746	0,734

Sind die 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 Verhältniswerte $t_1/t_{1,req}$ 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 β = 1, es gilt $t_{1,req} = t_{2,req}$ [mm] gültig für SPAX aus Kohlenstoffstahl, nicht vorgebohrt

NA; Gl. (NA.103)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	SPAX®			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	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

Tabelle 7.2 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SPAX®	d_1 [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Edelstahl	0,886	0,900	0,892	0,893	0,914	0,933	0,942
4	vorgebohrt	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 Verhältniswerte $t_1/t_{1,req}$ 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

NA; Gl. (NA.113)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	SPAX®			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	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

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1{,}1$

Tabelle 7.3 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SPAX®	d_1 [mm]						
2		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	Edelstahl	0,886	0,900	0,892	0,834	0,914	0,933	0,942
4	vorgebohrt	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

ΔR_k - bei einschnittigen Verbindungen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_k erhöht werden. EC5; 8.2.2 (2)

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

Weitere Angaben zum Wert ΔR_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	SPAX®		d_1 [mm]						
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3			Senkkopf, d_k [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 $l_{ef,k} \leq$ [mm]		16	17	19	22	29	35	43
13	für $l_{ef} >$ [mm]		16	17	19	22	32	40	48
14			Tellerkopf, d_k [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 $l_{ef,k} \leq$ [mm]		29	31	34	39	63	78	
24	für $l_{ef} >$ [mm]		29	31	34	39	63	78	

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

Ist die vorhandene kopfseitige Gewindelänge $l_{ef,k}$ und die spitzenseitige Gewindelänge l_{ef} größer als der angebene Tabellenwert kann ein höherer Wert für ΔR_k ermittelt werden.

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

Für Anschlüsse mit Vollgewindeschrauben mit längeren vorhandenen Gewindelängen $l_{ef,k}$ und l_{ef} können höhere Werte für ΔR_k ermittelt werden.

7. Abscheren Stahlblech - Holz

Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe

Tabelle 7.12 Mindesteinschraubtiefe $t_{2,req}$ für Verbindungen mit außenliegenen 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	SPAX®	ρ_k [kg/m³]									
2		310	350	380	400	410	420	430	450	480	
3	**Stahlblech, außenliegend, dünn ($t_s \leq 0{,}5 \cdot d_1$)**										
4	Holz $t_{2,req}$ [mm]	53,2	50,1	48,0	46,8	46,3	45,7	45,2	44,1	42,7	NA; Gl. (NA.112)
5	**Stahlblech, dick ($t_s \geq d_1$)**										
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.109)

Tabelle 7.12 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Nenndurchmesser oder Materialien

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SPAX®	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

NA; Gl. (NA.110)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	SPAX®			d_1 [mm]						
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
3	**Stahlblech, außenliegend, dünn ($t_S \leq 0{,}5 \cdot d_1$)**									
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

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1{,}1$

Tabelle 7.13 a Korrekturfaktoren für SPAX weiterer Materialien

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

NA; Gl. (NA.108)

ΔR_k – bei einschnittigen Verbindungen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k um einen Anteil ΔR_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 α = 90° Einschraubwinkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung [N je mm effektiver Gewindelänge l_{ef}] gültig für SPAX aus Kohlenstoffstahl und Edelstahl

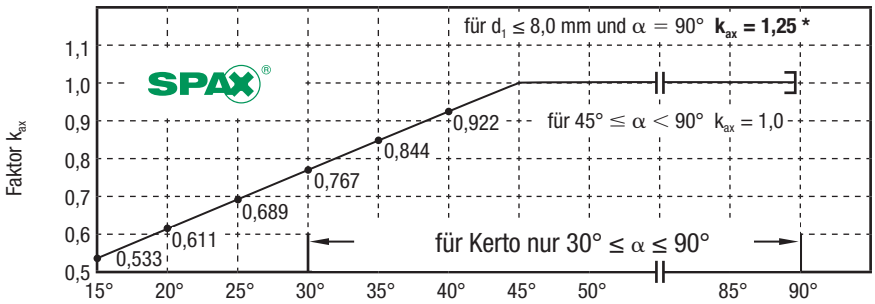
Z-9.1-235; Gl. 2
Z-9.1-449; Gl. 3
Z-9.1-519; Gl. 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	SPAX®				d_1 [mm]						
2	Festigkeitsklasse		ρ_k [kg/m³]	$f_{1,k}$	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 α

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



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

α - Winkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung

Beispiel für: d_1 = 6,0 mm, C24, l_{ef} = 65 mm α = 40° : $R_{ax,k}$ = 58,8 N/mm · 65 mm · 0,922 = 3.524 N
Beispiel für: d_1 = 6,0 mm, C24, l_{ef} = 65 mm α = 90° : $R_{ax,k}$ = 58,8 N/mm · 65 mm · 1,25 = 4.777 N

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	SPAX®		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.

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.

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	SPAX®		d_1 [mm]							
2			4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
3									Teilgew.	Vollgew.
4	**Senkkopf für Halbrundkopf · 1,25**		Kopf-Ø d_K [mm]							
5			8,0	8,8	9,7	11,6	15,1	18,6	22,6	18,6
6	Holz	ρ_k = 350 kg/m³	627	759	922	1.319	2.234	3.390	5.005	3.390
7	Kerto	ρ_k = 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	**Tellerkopf**		Kopf-Ø d_K [mm]							
12			9,6	10,6	11,6	13,6	20,0	25,0	–	
13	Holz	ρ_k = 350 kg/m³	1.129	1.376	1.648	2.266	4.900	7.656	–	
14	Kerto	ρ_k = 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	**U-Scheibe** [1]		U-Scheibe-Ø d [mm]							
19			–				25	32	40 [2]	
20	Holz	ρ_k = 350 kg/m³	–				7.656	12.544	15.006	
21	Kerto	ρ_k = 480 kg/m³					14.400	23.593	28.224	
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	SPAX®	ρ_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	1,653	1,881

Für Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen: Holzwerkstoffplatten höchstens ρ_k mit 380 kg/m³ annehmen.

Kopfdurchziehen ist bei Stahlblech-Holz-Verbindungen nicht maßgebend.

[1] Unterlegscheiben gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-9.1-449 und Z-9.1-519 (siehe Abbildung 8.1)
[2] Gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-9.1-449 und Z-9.1-519 werden d = 35 mm in Rechnung gestellt.

7. Druck

Bemessungswert $R_{ki,d}$

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

Z-9.1-519; Tab. 4

	A	B	C	D	E	F
1	ρ_k [kg/m³]	Einschraubwinkel α [°]	d_1 [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

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

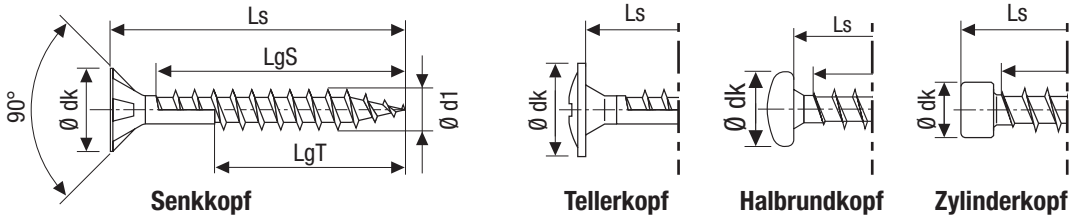


Tabelle 8.1 Vollgewinde

	A	B	C		D	E	F	G
1	Vollgewinde						Vollgewinde	
2	Kohlenstoffstahl						Edelstahl	
3		Z-9.1-519					Z-9.1-519	
4	d_1	6,0	8,0		10,0	12,0	10,0	12,0
5	Kopfform	Zylinderkopf		Senkkopf			Senkkopf	
6	d_k	8,4	10,0	15,1	18,6	18,6	18,6	18,6
7	Spitze	4CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze	CUT-Spitze
8	Abstufung der Länge Ls	Ls					Ls	
9	20 mm Stufung	80 - 200	200 - 300	160 - 300	200 - 300	200 - 300	160, 200 - 300	-
10	50 mm Stufung	-	350 - 450	350 - 600	350 - 600	350 - 600	350 - 400	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_1	4,0	4,5	5,0	6,0	4,0	5,0
5	d_k	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	Ls	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_1 < 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_1	4,0		4,5		5,0		6,0		8,0	10,0	12,0
5	d_k	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	lgV	lgT	lgV	lgT	lgV	lgT	lgV	lgT	lgT	lgT	lgT
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

lgV = Vollgewinde
lgT = Teilgewinde
Für SPAX mit Gewindegröße $d_1 < 4{,}0$ 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_1	4,0		4,5		5,0		6,0	
5	d_k	8,0		8,8		9,7		11,6	
6	Spitze	4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze		4CUT-Spitze	
7	Ls	lgV	lgT	lgV	lgT	lgV	lgT	lgV	lgT
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

lgV = Vollgewinde
lgT = 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_1	4,5		5,0	
5	d_k	8,8		9,7	
6	Spitze	CUT-Spitze		CUT-Spitze	
7	Ls	lgT		lgT	
8	35	25			
9	40	25			
10	45	30			
11	50	32			
12	60	37		37	
13	70	42		52	
14	80			61	

lgT = 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_1	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	8,0
5	d_k	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 $d_1 < 4{,}0$ mm siehe Z-9.1-235.

8. Sortimentschnellübersicht

Abbildung 8.1 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

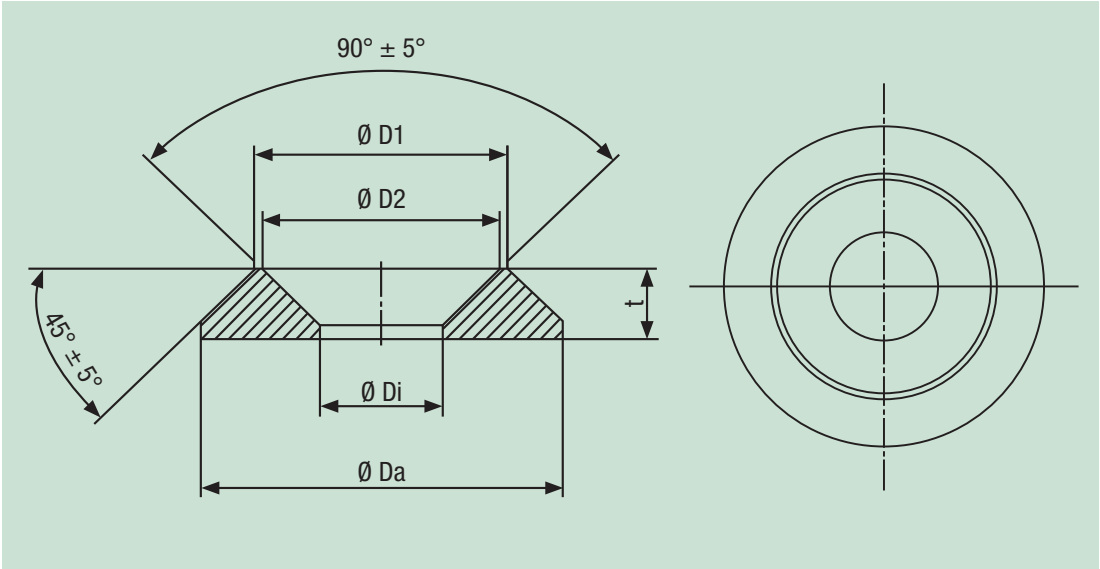


Tabelle 8.6 Unterlegscheiben für Schrauben mit Senkkopf

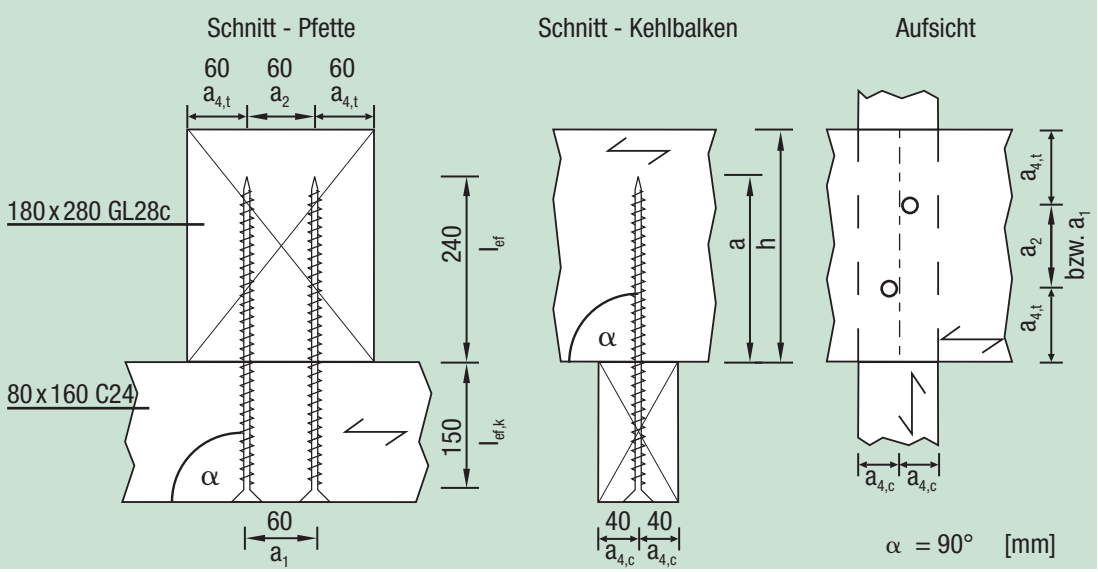
	A	B	C	D	E	F
1	Gewindegröße	6,0	8,0	10,0	12,0	Toleranz
2	Ø Da	18,0	25,0	32,0	40,0	± 0,3
3	Ø Di	6,5	8,5	11,0	13,0	
4	Ø D1	13,5	17,5	22,5	27,0	
5	Ø D2	12,5	16,5	21,5	26,0	
6	t	3,5	5,0	5,6	7,0	

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 -> 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 $A_{min} = 40 \cdot d_1^2 = 40 \cdot 8{,}0\ mm^2 = 2.560\ m^2$ Z-9.1-519; 4.6.1
Kehlbalken: Querschnittsfläche A = 80 mm · 160 mm = 14.400 mm² > 2.560 mm² -> erfüllt
Pfette: Querschnittsfläche A = 180 mm · 280 mm = 54.000 mm² > 2.560 mm² -> erfüllt

Mindestholzdicke $t_{min} = 7 \cdot d_1 = 7 \cdot 8{,}0$ mm = 56 mm (Tab. 6.3 b; E5) Z-9.1-519; 4.6.1
Kehlbalken t_{vorh} = 160 mm > 56 mm -> erfüllt
Pfette t_{vorh} = 280 mm > 56 mm -> erfüllt

Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX (Tab. 6.3 b; E)

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

Tragfähigkeit Abscheren je Schraube

1. Mindestholzdicke bzw. Mindesteinschraubtiefe t_{req} zur Ausbildung eines Fließgelenkes
   t_1 = 160 mm > $t_{1,req}$ = 50,5 mm -> erfüllt (Tab. 7.1; E5)
   t_2 = 240 mm > $t_{2,req}$ = 47,6 mm -> erfüllt (Tab. 7.1; F4)
   -> Abminderung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit R_k nicht erforderlich!

2. Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit R_k
   R_k = 2.312 N (Tab. 7.3; H5)
   γ_M = 1,1
   $R_d = \frac{0{,}8 \cdot 2.312\ N}{1{,}1} =$ 1.681 N

9. Beispiele Holz-Holz 1

Kehlbalken an Pfette mit Vollgewindeschraube

3. Mögliche Erhöhung um den Wert ΔR_k

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

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

$\gamma_M = 1{,}1$

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

$l_{ef} = 240$ mm

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

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$R_{t,u,k} =$ 17.000 N (Tab. 7.15; G3)

$\gamma_M = 1{,}3$

$R_{t,u,d} = \frac{17.000\ \text{N}}{1{,}3} =$ 13.077 N (Tab. 7.15; G4)

3. Kopfdurchziehen

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

3.1 Kopfdurchziehen

$R_{ax,k} =$ 2.234 N (Tab. 7.16; G6)

$\gamma_M = 1{,}3$

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

3.2 kopfseitige Gewindetragfähigkeit

$l_{ef,k} = 150$ mm

$R_{ax,k} = 1{,}25 \cdot 78{,}4\ \text{N/mm} \cdot 150\ \text{mm} =$ 14.700 N (Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; I4)

$\gamma_M = 1{,}3$

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

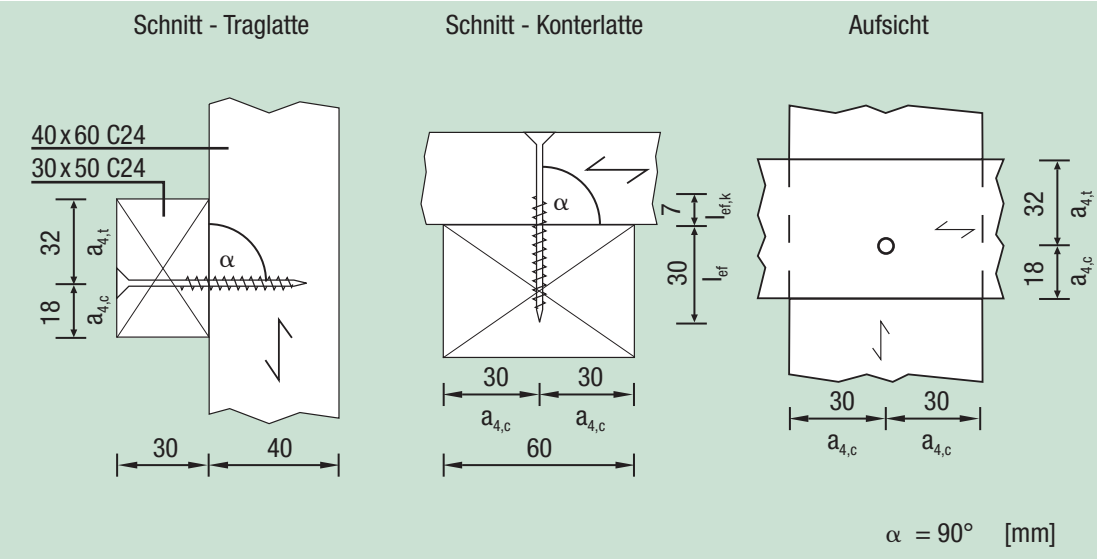
Mindestabstände für ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX **(Tab. 6.3 b; F)**

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

9. Beispiele Holz-Holz 2

Traglatte auf Konterlatte



NKL = 2, KLED = kurz -> k_{mod} = 0,9 (Tab. 4.3; G3)

Gewählt: SPAX Senkkopf 4,5 x 60 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 lgT = 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 $A_{min} = 40 \cdot d_1^2 = 40 \cdot 4{,}5^2$ mm² = 810 mm² (Tab. 6.3 b; C2) Z-9.1-235; 4.5.1.1

Traglatte: Querschnittsfläche A = 50 mm · 30 mm = 1.500 mm² > 810 mm² -> erfüllt
Konterlatte: Querschnittsfläche A = 40 mm · 60 mm = 2.400 mm² > 810 mm² -> erfüllt

Mindestholzdicke $t_{min} = 6 \cdot d_1 = 6 \cdot 4{,}5$ mm = 27 mm (Tab. 6.3 b; C5) Z-9.1-235; 4.5.1.1
Traglatte t_{vorh} = 30 mm > 27 mm -> erfüllt
Konterlatte t_{vorh} = 40 mm > 27 mm -> erfüllt

Mindestabstände für auf Abscheren oder kombiniert beanspruchte SPAX (Tab. 6.3 b; C)

$a_{4,t}$ = 7 · d1 = 7 · 4,5 mm = 31,5 mm gewählt $a_{4,t}$ = 32 mm -> erfüllt
$a_{4,c}$ = 3 · d1 = 3 · 4,5 mm = 13,5 mm gewählt $a_{4,c}$ = 18 mm -> erfüllt

Tragfähigkeit Abscheren je Schraube

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

   t_1 = 30 mm > $t_{1,req}$ = 26 mm · 0,9 = 23,4 mm -> erfüllt (Tab. 7.2; E4 · Tab. 7.2a; C3)
   t_2 = 60 mm - 30 mm = 30 mm > $t_{2,req}$ = 26 mm · 0,9 = 23,4 mm -> erfüllt (Tab. 7.2; E4 · Tab. 7.2a; C3)
   -> Abminderung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit R_k nicht erforderlich!

2. Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit R_k
   R_k = 780 N · 0,9 = 702 N (Tab. 7.3; E4 · Tab. 7.3a; C3)
   γ_M = 1,1
   $R_d = \frac{0{,}9 \cdot 702\ N}{1{,}1} =$ 574 N

9. Beispiele Holz-Holz 2

Traglatte auf Konterlatte

3. Mögliche Erhöhung um den Wert ΔR_k

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

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

$\gamma_M = 1{,}1$

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

Tragfähigkeit Herausziehen je Schraube

1. Herausziehen des Gewindes

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

$R_{ax,k} = 1{,}25 \cdot 44{,}1\ \text{N/mm} \cdot 30\ \text{mm} =$ 1.654 N (Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; F4)

$\gamma_M = 1{,}3$

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

2. Zugtragfähigkeit (Stahl)

$R_{t,u,k} =$ 4.200 N (Tab. 7.15; D5)

$\gamma_M = 1{,}3$

$R_{t,u,d} = \frac{4.200\ \text{N}}{1{,}3} =$ 3.231 N (Tab. 7.15; D6)

3. Kopfdurchziehen

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

3.1 Kopfdurchziehen

$R_{ax,k} =$ 759 N (Tab. 7.16; D6)

$\gamma_M = 1{,}3$

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

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 N (Diagr. 7.1 · Tab. 7.14; F4)

$\gamma_M = 1{,}3$

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

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
Querzugsverstärkung 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 International GmbH & Co. KG

ALTENLOH, BRINCK & CO - GRUPPE

KÖLNER STRASSE 71-77 · D-58256 ENNEPETAL · GERMANY
TEL + 49-(0) 23 33-799-0 · FAX + 49-(0) 23 33-799-199
technik@spax.com · www.spax.com