

# Statische Berechnung

(Stand: 13.03.2019)

**Gegenstand der  
Berechnung**

Geländerbefestigung an stahlarmierte  
Kunststofffensterprofile, Holzfensterprofile  
und Leichtmetallverbund-Fensterprofile

**Auftraggeber**

Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG  
Industriestraße 1-5  
36419 Geisa

**Auftragsnummer**

19011

**Diese Berechnung umfasst:**

Seite I bis Seite IV  
1 Darstellung Stabgeländer Seite D1  
Seite 1 bis Seite 11  
Seite 100 bis Seite 107

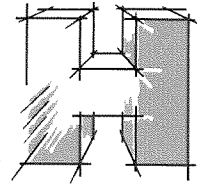
**aufgestellt:**

Ingenieurbüro für Baustatik  
Glas- und Stahlbau  
Dipl.-Ing. H. Hamm  
Beratender Ingenieur  
Internet: [www.info-hamm.de](http://www.info-hamm.de)

Seestraße 9  
63571 Gelnhausen  
Tel. 0 60 51/91 0 91  
Fax. 0 60 51/91 0 93  
E-Mail: [hamm@info-hamm.de](mailto:hamm@info-hamm.de)

**Bearbeiter:**  
Dipl.-Ing. H. Hamm





**Dieser Berechnung liegen die folgenden Unterlagen zugrunde:**

Planungsunterlagen und Angaben der Firma Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG, 36419 Geisa

**Vorschriften**

DIN EN 1990           Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung  
DIN EN 1991           Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke  
DIN EN 1993           Eurocode 3: Entwurf; Berechnung und Bemessung von Stahlbauten  
DIN EN 1995           Eurocode 5: Entwurf; Berechnung und Bemessung von Holzbauten  
DIN EN 1999           Eurocode 9: Entwurf; Berechnung und Bemessung von  
                                  Aluminiumkonstruktionen

DIN EN 1090                           Ausführung von Stahl- und Aluminiumtragwerken

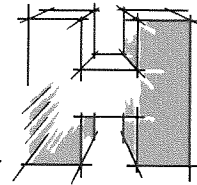
Z-30.3-6                           Allgem. bauaufsichtliche Zulassung  
  nichtrostender Stahl vom 05.03.2018

DIN EN ISO 12944                   Korrosionsschutz  
DIN 55928-8                        Korrosionsschutz von dünnwandigen Bauteilen  
DAST. Richtlinie 022               Feuerverzinken von tragenden Bauteilen (08/2009)  
Merkblatt 434                       "Wetterfester Baustahl" vom Stahl-Informationszentrum

ETB-Richtlinie                       Bauteile die gegen Absturz sichern

**Materialien und Baustoffe**

Baustahl                           DX51  
Bauholz                           NH/BSH C24/GI24h  
Leichtmetall                       gemäß Statik / EN AW-6060 T66  
Nichtrostender Stahl               gemäß Statik



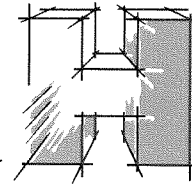
### Inhaltsverzeichnis

### Seite

Deckblatt	I
Bemerkungen zu Unterlagen, Vorschriften, Materialien	II
Inhaltsverzeichnis	III
Vorbemerkung	IV
1 Darstellung Stabgeländer	D1

### Pos. Bezeichnung

1	Kunststofffenster mit Stahlarmierung t = 1,5 mm und t = 2,0 mm	1-7
2	Holzfenster Fertigkeitsklasse $\geq$ C24 Mindestrohddichte 350 kg/m <sup>3</sup>	8-9
3	LM-Verbundprofil EN AW 6060 T66 t = 1,6 mm	10-11
	Bestimmung der max. zulässigen Geländerbreiten, bezogen auf den jeweiligen Schraubentyp für horizontale Nutzlasten von 0,5 kN/m und 1,0 kN/m	100-107



### Vorbemerkung

zur statischen Berechnung vom: 13.03.2019

Die hier vorliegende statische Berechnung beinhaltet den Nachweis der Befestigung eines Stabgeländers im System der Firma Abel Metallsysteme GmbH & Co. KG, Typ Alu-Simplum Small. Es werden drei Befestigungsuntergründe, i. E. stahlarmierte Kunststofffensterprofile, Holzfensterprofile und Leichtmetall-Verbund-Fensterprofile untersucht. Die Befestigung der Geländerkonstruktion erfolgt an den seitlichen Vertikalrändern der Geländerkonstruktion. Die Mindestanzahl der Befestigungselemente sowie deren max. Abstand untereinander werden in der statischen Berechnung entsprechend ausgewiesen.

Die Nachweisführung erfolgt zum einen für den Nachweis der Stoßsicherheit in Anlehnung an DIN 18008-4, Anhang D sowie den Nachweis der Holmlastaufnahme unter Ansatz einer horizontalen Nutzlast.

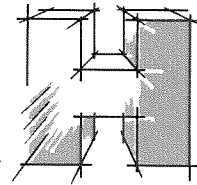
Für die Verschraubung in die stahlarmierten Kunststofffensterprofile mit Stahleinlagen aus dem Werkstoff DX51 wurden die Werte der charakteristischen axialen Auszugswiderstände den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Werkstoff S235 entnommen, da es für den Werkstoff DX51 keine Werte in der Zulassung gibt. Der jeweilige Auszugswert wurde im Verhältnis der Zugfestigkeiten vom Werkstoff DX51 zu S235 abgemindert.

Für die Befestigung in den doppelwandigen Außenschalen der Leichtmetall-Verbund-Fensterprofile wurde die Tragfähigkeit für das Eindrehen der Schrauben durch beide Profilwandungen bestimmt. Dazu muss der Gewindeteil der Bohrschraube beide Profilwandungen durchdringen und einen Gewindeüberstand von mind. drei Gewindegängen aufweisen. Vor Eindrehen der Bohrschrauben sind beide Profilwandungen in einem vorgegebenen Durchmesser vorzubohren.

Als Beanspruchungsgröße zum Nachweis der Stoßsicherheit wurde hilfsweise der Lastansatz aus DIN 18008-4, Anhang D, mit  $q = 0 \text{ kN/m}$  verwendet, da es sich bei der hier vorgesehenen Befestigungsart eher um eine linienförmige Befestigung und nicht um eine Einzelbefestigung handelt.

Bei der Bestimmung der jeweiligen Schraubentragfähigkeiten wurden die charakteristischen Widerstandsgrößen angesetzt, da es sich bei der statischen Ersatzlast nach DIN 18008-4, Anhang D, um die Lastgröße handelt, bei der Versagen gerade noch nicht eintritt. Hilfsweise wird an dieser Stelle auf die gleichartige Regelung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-14.4-728, „absturzsichernde Fensterbefestigungen“ der Firma Würth, verwiesen.

Grundsätzlich zu empfehlen wäre, die hier ermittelte Anzahl von Befestigungselementen sowie deren Abstände durch Bauteilversuche bestätigen zu lassen.

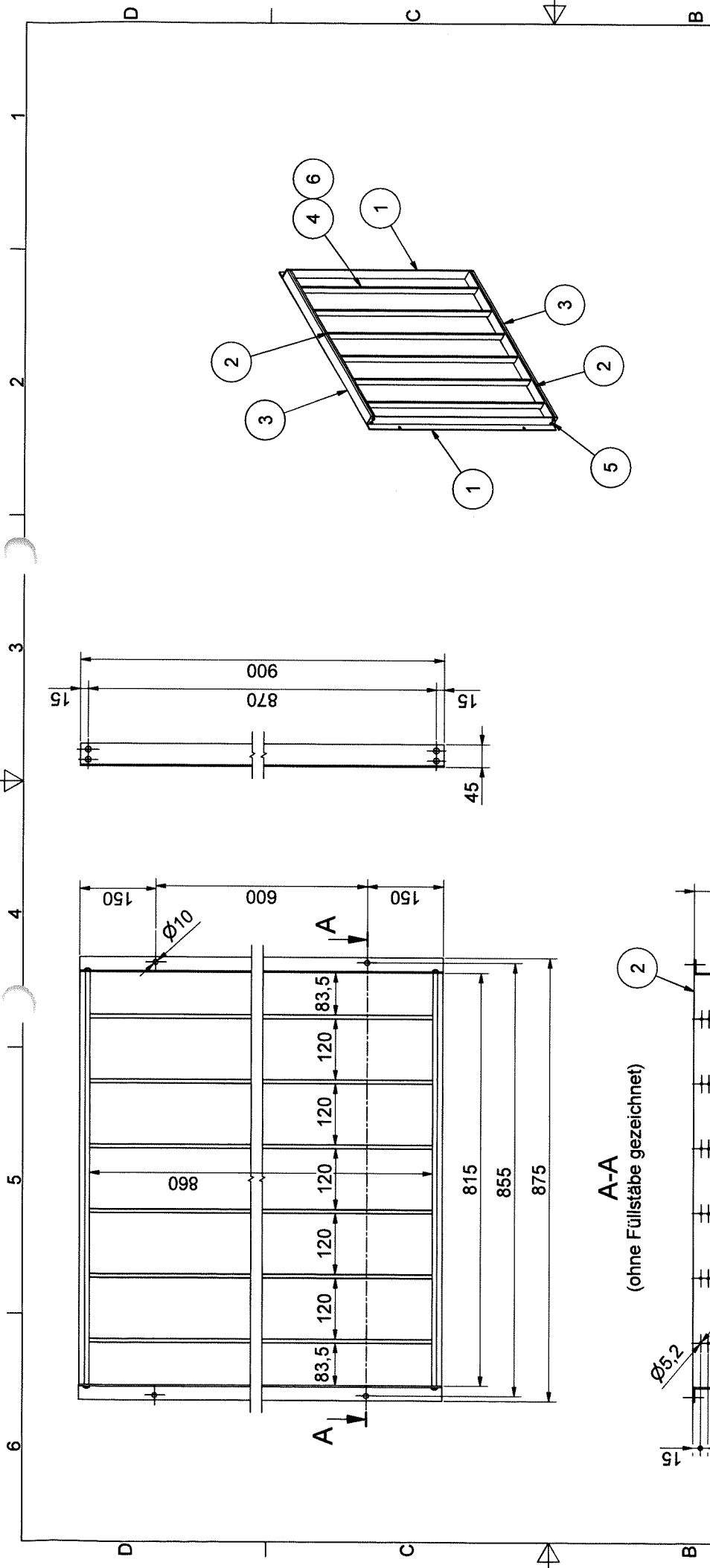


Außer der Ermittlung der erforderlichen Anzahl von Befestigungselementen sowie deren max. Abstände, die zur Gewährleistung der Stoßsicherheit erforderlich sind, wurde für jeden Befestigungstyp die max. Geländerbreite (max. L), jeweils unter Ansatz einer horizontalen Nutzlast von 0,5 kN/m und 1,0 kN/m, berechnet. Bei dieser Berechnung wurde die anteilige Holmlast dem obersten Befestigungselement zugewiesen und dem Bemessungswert des achsialen Auszugswiderstandes gegenüber gestellt.

Bei den Befestigungen an Holzfensterprofilen ist darauf zu achten, dass der oberste Befestigungspunkt mit zwei Holzschrauben auszuführen ist, da nach EC 5 tragende Verbindungen mit nur einer Befestigungsschraube unzulässig sind. Der Achsabstand dieser beiden, paarweise anzuordnenden Befestigungsschrauben, wurde mit 30 mm festgelegt.

In dieser statischen Berechnung werden die für die Bemessung maßgebenden Tragwerksteile / Verglasungen nachgewiesen. Geringer beanspruchte Tragwerksteile / Verglasungen werden ohne weiteren Nachweis baugleich ausgeführt.

Eine Lastverfolgung in weiter führende Bauteile ist nicht Bestandteil dieser statischen Berechnung.

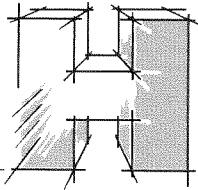


Anzahl Rahmen: 1x  
Anzahl Füllstäbe: 6x

Maßstab:	Dateiname: A1003441.dwg	Material:	
Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-mK DIN ISO 8015		Oberfläche:	
Kunde:	Gesamt: 16.11.2018	Halbzeug:	
Beleg:	2018	Name:	
		Datum:	
		Gezeichnet:	
		Geprüft:	
		Abel Metallsysteme Graph & Co. KG Industriestraße 1-5 36419 Geisa	
		Telefon: 036967-59 37 0 Fax: 036967-59 37 30	
		<b>abel</b> METALLSYSTEME	
		Revision:	Blatt 1
			Format A3

Stückliste			
Pos.	Stück	Art.- Nr.	Benennung
1	2	800372	Winkel für Absturzsicherung, L=900 mm
2	2	347780	Ober- Untergurt; L-815 mm
3	2	347774	Deckschale; L-815 mm
4	6	347772	Füllstab Rechteck; L=860 mm
5	8	549007	Linse Schraube 6,3 x 38
6	24	549013	Blechschrabe 4,8 x 38

Das Urheberrecht an dieser Zeichnung und allen Beilagen, die dem Empfänger persönlich anvertraut sind, verbleibt jederzeit unserer Firma. Ohne unsere schriftliche Genehmigung dürfen sie nicht kopiert und vervielfältigt, auch niemals an dritte Personen mitgeteilt oder zugänglich gemacht werden.



Bestimmung der Mindestanzahl  
von Verschraubungen zur Befestigung  
von Alu-Stabgeländern

Typ: Alu-Simplum SMALL

Fa. Abel Metallsysteme

an Fensterprofile aus Stahlarmiertem  
Kunststoff u. LM-Verbundprofilen

Pos. 1 Kunststofffenster mit Stahl-  
armierung  $t = 1,5\text{mm}$  u.  $t = 2,0\text{mm}$

Pos. 1.1 Bohrschraube

EJOT JT3-6-5,5xL

Bauteil II DXS1

$$N_{R,k}(1,5\text{mm}) \text{ bei S235} = 2,0 \text{ kN}$$

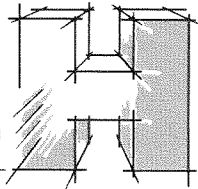
$$N_{R,k}(2,0\text{mm}) \text{ - - -} = 2,9 \text{ kN}$$

Umrechnungsfaktor (DXS1)

$$= \frac{270}{360} = 0,75$$

$$N_{R,k,1,5} = 0,75 \cdot 2,0 \text{ kN} = 1,50 \text{ kN}$$

$$N_{R,k,2,0} = 0,75 \cdot 2,9 \text{ kN} = 2,18 \text{ kN}$$



Pos. 1	2

erf. Schraubenzahl "n"

$$n_{1,5} = 0,9 \text{ m} \cdot \frac{10,0 \text{ kN/m}}{1,5 \text{ kN}} = \underline{\underline{6}}$$

max. Schraubenabstand "e"

$$e_{1,5} = \frac{300 \text{ mm}}{6-1} \leq \underline{\underline{180 \text{ mm}}}$$

erf. Schraubenzahl "n"

$$n_{2,0} = 0,9 \text{ m} \cdot \frac{10,0 \text{ kN/m}}{2,18 \text{ kN}} = 4,13$$

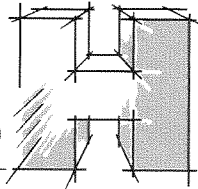
$$\text{aufgerundet} = \underline{\underline{5}}$$

max. Schraubenabstand "e"

$$e_{2,0} = \frac{300 \text{ mm}}{5-1} \leq \underline{\underline{225 \text{ mm}}}$$



	<p><b>Werkstoffe</b></p> <p>Schraube: nichtrostender Stahl (1.4301) - EN 10088, nichtrostender Stahl (1.4404) - EN 10088</p> <p>Scheibe: nichtrostender Stahl (1.4301) - EN 10088</p> <p>Bauteil I: S280GD, S320GD oder S350GD - EN 10346</p> <p>Bauteil II: S235 - EN 10025-1 S280GD, S320GD oder S350GD - EN 10346</p>																																																																																																																																																																																																				
	<p><b>Bohrleistung</b> <math>\Sigma t_i \leq 3,50 \text{ mm}</math></p>																																																																																																																																																																																																				
<p><b>Holz-Unterkonstruktionen</b> keine Eigenschaften festgestellt</p>																																																																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>t_{N,II}</math> [mm]</th> <th>1,00</th> <th>1,13</th> <th>1,25</th> <th>1,50</th> <th>2,00</th> <th>2,50</th> <th>3,00</th> <th>4,00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>M_{i,nom}</math></td> <td colspan="8">7 Nm</td> </tr> <tr> <td rowspan="11"><math>V_{R,k}</math> [kN] für <math>t_{N,I}</math> [mm]</td> <td>0,50</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,55</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,63</td><td>1,40</td><td>1,40</td><td>1,70</td><td>2,00</td><td>2,50 ac</td><td>2,70 ac</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,75</td><td>1,80</td><td>1,80</td><td>2,20</td><td>2,40</td><td>3,00</td><td>3,50 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,88</td><td>2,10</td><td>2,10</td><td>2,50</td><td>2,90</td><td>3,30</td><td>3,60 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,00</td><td>2,50</td><td>2,50</td><td>2,90</td><td>3,20</td><td>4,00</td><td>4,40 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,13</td><td>2,90</td><td>2,90</td><td>3,10</td><td>3,80</td><td>4,40</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,25</td><td>3,40</td><td>3,40</td><td>3,80</td><td>4,20</td><td>5,00</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,50</td><td>4,10</td><td>4,10</td><td>4,70</td><td>5,30</td><td>5,80</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,75</td><td>4,10</td><td>4,10</td><td>4,70</td><td>5,30</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>2,00</td><td>4,10</td><td>4,10</td><td>4,70</td><td>5,30</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="11"><math>N_{R,k}</math> [kN] für <math>t_{N,I}</math> [mm]</td> <td>0,50</td><td>0,59</td><td>0,59</td><td>0,81</td><td>1,08</td><td>1,57 ac</td><td>1,62 ac</td><td>1,62 ac</td> </tr> <tr> <td>0,55</td><td>0,75</td><td>0,75</td><td>1,02</td><td>1,36</td><td>1,98 ac</td><td>2,05 ac</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,63</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90 ac</td><td>3,00 ac</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,75</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>3,90 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>0,88</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>3,90 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,00</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>3,90 a</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,13</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,25</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,50</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>2,90</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>1,75</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td>2,00</td><td>1,10</td><td>1,10</td><td>1,50</td><td>2,00</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td> </tr> </tbody> </table>	$t_{N,II}$ [mm]	1,00	1,13	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	$M_{i,nom}$	7 Nm								$V_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ [mm]	0,50	—	—	—	—	—	—	—	0,55	—	—	—	—	—	—	—	0,63	1,40	1,40	1,70	2,00	2,50 ac	2,70 ac	—	0,75	1,80	1,80	2,20	2,40	3,00	3,50 a	—	0,88	2,10	2,10	2,50	2,90	3,30	3,60 a	—	1,00	2,50	2,50	2,90	3,20	4,00	4,40 a	—	1,13	2,90	2,90	3,10	3,80	4,40	—	—	1,25	3,40	3,40	3,80	4,20	5,00	—	—	1,50	4,10	4,10	4,70	5,30	5,80	—	—	1,75	4,10	4,10	4,70	5,30	—	—	—	2,00	4,10	4,10	4,70	5,30	—	—	—	$N_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ [mm]	0,50	0,59	0,59	0,81	1,08	1,57 ac	1,62 ac	1,62 ac	0,55	0,75	0,75	1,02	1,36	1,98 ac	2,05 ac	—	0,63	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90 ac	3,00 ac	—	0,75	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—	0,88	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—	1,00	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—	1,13	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—	1,25	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—	1,50	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—	1,75	1,10	1,10	1,50	2,00	—	—	—	2,00	1,10	1,10	1,50	2,00	—	—	—	
$t_{N,II}$ [mm]	1,00	1,13	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00																																																																																																																																																																																													
$M_{i,nom}$	7 Nm																																																																																																																																																																																																				
$V_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ [mm]	0,50	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																													
	0,55	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																													
	0,63	1,40	1,40	1,70	2,00	2,50 ac	2,70 ac	—																																																																																																																																																																																													
	0,75	1,80	1,80	2,20	2,40	3,00	3,50 a	—																																																																																																																																																																																													
	0,88	2,10	2,10	2,50	2,90	3,30	3,60 a	—																																																																																																																																																																																													
	1,00	2,50	2,50	2,90	3,20	4,00	4,40 a	—																																																																																																																																																																																													
	1,13	2,90	2,90	3,10	3,80	4,40	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,25	3,40	3,40	3,80	4,20	5,00	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,50	4,10	4,10	4,70	5,30	5,80	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,75	4,10	4,10	4,70	5,30	—	—	—																																																																																																																																																																																													
	2,00	4,10	4,10	4,70	5,30	—	—	—																																																																																																																																																																																													
$N_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ [mm]	0,50	0,59	0,59	0,81	1,08	1,57 ac	1,62 ac	1,62 ac																																																																																																																																																																																													
	0,55	0,75	0,75	1,02	1,36	1,98 ac	2,05 ac	—																																																																																																																																																																																													
	0,63	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90 ac	3,00 ac	—																																																																																																																																																																																													
	0,75	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—																																																																																																																																																																																													
	0,88	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—																																																																																																																																																																																													
	1,00	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	3,90 a	—																																																																																																																																																																																													
	1,13	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,25	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,50	1,10	1,10	1,50	2,00	2,90	—	—																																																																																																																																																																																													
	1,75	1,10	1,10	1,50	2,00	—	—	—																																																																																																																																																																																													
	2,00	1,10	1,10	1,50	2,00	—	—	—																																																																																																																																																																																													
<p><b>Bohrschraube</b></p> <p>JT3-3-5,5 x L JT6-3-5,5 x L JT3-FR-3-5,5 x L JT6-FR-3-5,5 x L</p> <p>mit Sechskantkopf oder Rundkopf mit Torx®-Antrieb und Dichtscheibe <math>\geq \text{Ø}16 \text{ mm}</math></p>		<p><b>Anhang 51</b></p>																																																																																																																																																																																																			



Pos. 1	4
--------	---

Pos. 1.2 Bohrschraube

Refabo Plus  $\phi 5,5 \times L$

Bauteil II DX51

$$N_{R,k} (1,5\text{mm}) \text{ bei S235} = 1,60 \text{ kN}$$

$$N_{R,k} (2,0\text{mm}) \text{ ---} = 2,40 \text{ kN}$$

$$N_{R,k_{1,5}} = 0,75 \cdot 1,60 \text{ kN} = 1,20 \text{ kN}$$

$$N_{R,k_{2,0}} = 0,75 \cdot 2,40 \text{ kN} = 1,80 \text{ kN}$$

$$\text{erf. } n_{1,5} = \frac{0,9\text{m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{1,20 \text{ kN}} = 7,5$$

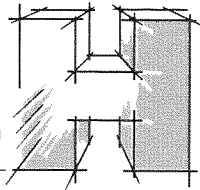
$$\text{auf gerundet} = \underline{\underline{8}}$$

$$e_{1,5} = \frac{900 \text{ mm}}{8-1} \leq \underline{\underline{129 \text{ mm}}}$$

$$\text{erf. } n_{2,0} = \frac{0,9\text{m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{1,80 \text{ kN}} = \underline{\underline{5}}$$

$$e_{2,0} = \frac{900 \text{ mm}}{5-1} = \underline{\underline{225 \text{ mm}}}$$



Pos. 1.3 Gewindefurchende SchraubeEJOT JZ3-6,3xLBauteil II DX 51

$$N_{R,k} (1,5\text{mm}) \text{ bei S235} = 2,70 \text{ kN}$$

$$N_{R,k} (2,0\text{mm}) \text{ ---} = 3,60 \text{ kN}$$

$$N_{R,k,1,5} = 0,75 \cdot 2,70 \text{ kN} = 2,02 \text{ kN}$$

$$N_{R,k,2,0} = 0,75 \cdot 3,60 \text{ kN} = 2,70 \text{ kN}$$

$$e/n_{1,5} = \frac{0,9\text{m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{2,02} = 4,45$$

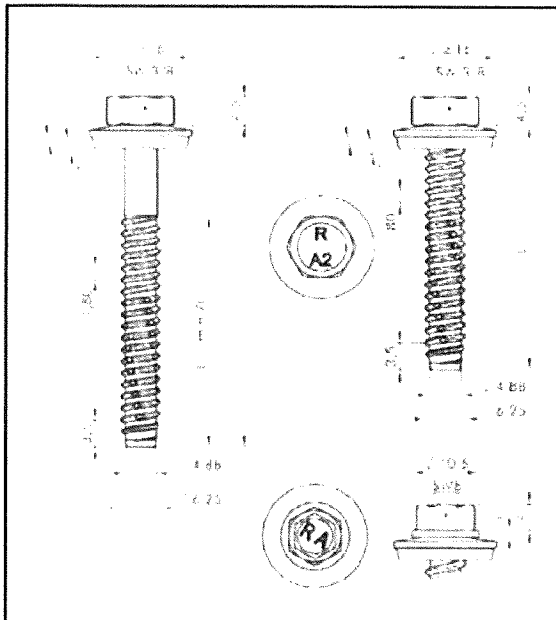
$$\text{aufgerundet} = \underline{\underline{5}}$$

$$e_{1,5} = \frac{900 \text{ mm}}{5-1} = \underline{\underline{225 \text{ mm}}}$$

$$e/n_{2,0} = \frac{0,9\text{m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{2,70 \text{ kN}} = 3,33$$

$$\text{aufgerundet} = \underline{\underline{4}}$$

$$e_{2,0} = \frac{900 \text{ mm}}{4-1} = \underline{\underline{300 \text{ mm}}}$$



**Verbindungs-  
element**

FABA Typ BZ 6,3 x L  
Kopfform ähnlich DIN ISO 1479  
mit Dichtscheibe  $\geq \varnothing 16$  mm

**Werkstoffe**

**Schraube:**  
nichtrostender Stahl  
DIN EN 10088, Werkstoff-Nr. 1.4301

**Scheibe:**  
nichtrostender Stahl, DIN EN 10088  
Werkstoff-Nr. 1.4301  
mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung

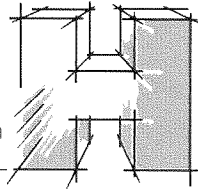
**Hersteller**

REISSER-Schraubentechnik GmbH  
Fritz-Müller-Straße 10

**Vertrieb**

D - 74653 Ingelfingen-Criesbach  
REISSER-Schraubentechnik GmbH  
Fritz-Müller-Straße 10  
74653 Ingelfingen-Criesbach  
Tel.: +49 (0) 7940 127 - 0  
Fax: +49 (0) 7940 127 - 123  
Internet: www.reisser-screws.com

		Bauteil II aus Stahl mit $t_{II}$ in [mm]: S235 nach DIN EN 10025-1 S280GD+xx oder S320GD+xx nach DIN EN 10346								Bauteil II aus Holz; Sortierklasse $\geq$ S10			
		1,25	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	$\geq 7,00$	-	-			
vorbohren mit		$\varnothing 5,0$		$\varnothing 5,3$			$\varnothing 5,5$	$\varnothing 5,7$	-	-			
Anzugsmoment (Richtwert)		anschlagorientiert verschrauben											
		5 Nm											
Bauteil I aus Stahl mit $t_I$ in [mm]: S280GD+xx oder S320GD+xx nach DIN EN 10346	Querkraft $V_{R,k}$ in [kN]	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,63	2,50 ac	2,70 ac	2,90 abcd	3,00 abcd	3,10 abcd	3,10 abcd	3,10 abcd	-	-	-	-
		0,75	2,60 ac	3,10 ac	3,30 ac	3,60 ac	3,70 abcd	3,70 abcd	3,70 abcd	-	-	-	-
		0,88	2,80 ac	3,20 ac	3,80 ac	4,10 ac	4,30 ac	4,40 ac	4,40 ac	-	-	-	-
		1,00	3,20	3,60 ac	4,10 ac	4,80 ac	4,90 ac	5,10 ac	5,10 ac	-	-	-	-
		1,13	3,40	4,00	4,60 ac	5,40 ac	5,60 ac	5,80 ac	5,80 ac	-	-	-	-
		1,25	3,60	4,20	5,00 ac	6,10 ac	6,30 ac	6,50 ac	6,50 ac	-	-	-	-
		1,50	3,70	4,40	5,70	6,80	7,10	7,30	7,30	-	-	-	-
	1,75	3,70	4,70	6,20	7,60	7,70	8,10	8,10	-	-	-	-	
	2,00	3,80	4,90	6,90	7,80	7,90	8,10	8,10	-	-	-	-	
	Zugkraft $N_{R,k}$ in [kN]	0,50	0,97 ac	1,35 ac	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	-	-	-	-
		0,55	1,23 ac	1,71 ac	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	-	-	-	-
		0,63	1,80 ac	2,50 ac	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	-	-	-	-
		0,75	2,00 ac	2,60 ac	3,10 ac	3,60 ac	3,60 abcd	3,60 abcd	3,60 abcd	-	-	-	-
0,88		2,00 ac	2,70 ac	3,30 ac	3,80 ac	3,80 ac	3,80 ac	3,80 ac	-	-	-	-	
1,00		2,00	2,70 ac	3,40 ac	4,00 ac	4,00 ac	4,00 ac	4,00 ac	-	-	-	-	
1,13		2,00	2,70	3,60 ac	4,40 ac	4,40 ac	4,40 ac	4,40 ac	-	-	-	-	
1,25		2,00	2,70	3,60 ac	4,80 ac	4,90 ac	4,90 ac	4,90 ac	-	-	-	-	
1,50	2,00	2,70	3,60	5,60	5,90	5,90	5,90	-	-	-	-		
1,75	2,00	2,70	3,60	5,80	6,90	7,10	7,10	-	-	-	-		
2,00	2,00	2,70	3,60	6,00	7,30	7,60	7,60	-	-	-	-		
Weitere Festlegungen:													
Verbindungselemente zur Verbindung von Bauteilen im Metallleichtbau										Anlage 4.23			
Gewindefurchende Schraube REISSER FABA Typ BZ 6,3 x L													

Pos. 2 HolzfensterFestigkeitsklasse  $\geq$  C24Mindestrohrichte  $350 \text{ kg/m}^3$ Pos. 2.1 Spax-SchraubeT-STAR plus (Nr. 0257000600605) $\phi 6 \times 60$ ,  $L_g = 56 \text{ mm}$  (A2)NKL  $\leq 2$  KLED kurz  $K_{mod} = 0,9$ 

$$R_{ax,k} = 1,25 \cdot 58,8 \cdot 50 = 4.116 \text{ N}$$

$$\cong 4,11 \text{ kN}$$

$$e/n = \frac{0,9 \text{ m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{4,11} = 2,19$$

aufgerundet 3

$$e = \frac{900 \text{ mm}}{3-1} = 450 \text{ mm}$$

$$> 300 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{e \leq 300 \text{ mm}}}$$

## 7. Herausziehen

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

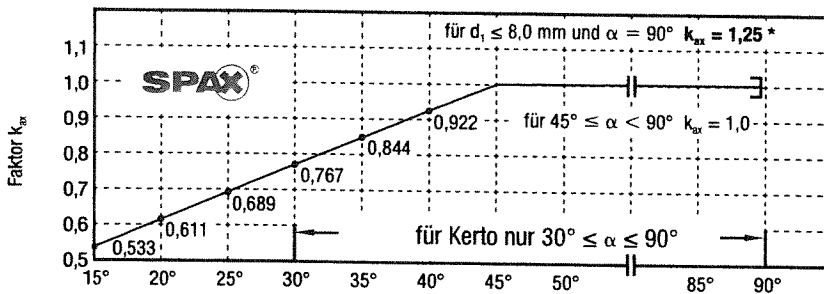
Tabelle 7.14 Charakteristische Werte  $R_{ax,k}$  der Tragfähigkeit mit  $\alpha = 90^\circ$  Einschraubwinkel zwischen Schraubenachse und Holzfaserrichtung [N je mm effektiver Gewindelänge  $l_{ef}$ ] gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl** und **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	<b>SPAX</b>				$d_1$ [mm]							
2	Festigkeitsklasse		$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$f_{t,k}$	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	

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

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!

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

$\alpha$  - 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  $\alpha = 90^\circ$ :  $R_{ax,k} = 58,8 \text{ N/mm} \cdot 65 \text{ mm} \cdot 1,25 = 4.777 \text{ N}$

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

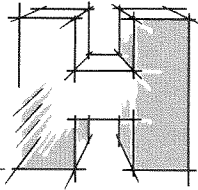
Tabelle 7.15 Charakteristische Werte und Bemessungswerte der Zugtragfähigkeit (Stahl) [N] gültig für SPAX aus **Kohlenstoffstahl** und **Edelstahl**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<b>SPAX</b>		$d_1$ [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	

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

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.

Pos. 3 LM-VerbundprofileEN AW 6060 T66 $t \geq 1,6 \text{ mm}$ Pos. 3.1 BohrschraubeEJOT JT3-3-5,5xLBauteil II (s.o.)  $2 \times 1,5 \text{ mm}$ 

$$N_{R,k}(1,5) = 2 \cdot 0,9 \text{ kN} = 1,80 \text{ kN}$$

$$erf n_{1,5} = \frac{0,9 \text{ m} \cdot 10,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{1,8 \text{ kN}} = \underline{5}$$

$$e_{1,5} = \frac{900 \text{ mm}}{5-1} = \underline{\underline{225 \text{ mm}}}$$

Achtung: Die Bohrschraube ist durch beide Profilwandungen der Außen-  
schale zu führen. Vor dem  
Eindrehen der Bohrschraube  
sind beide Profilwandungen  
im  $\phi 4,2 \text{ mm}$  vorzubohren!



	<p><b>Material:</b></p> <p>Schraube: nichtrostender Stahl (A2) – EN ISO 3506 nichtrostender Stahl (A4) – EN ISO 3506</p> <p>Scheibe: nichtrostender Stahl (A2/A4) – EN ISO 3506 mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung</p> <p>Bauteil I: Aluminiumlegierung mit <math>R_{m,min} = 215 \text{ N/mm}^2</math> – EN 573</p> <p>Bauteil II: Aluminiumlegierung mit <math>R_{m,min} = 215 \text{ N/mm}^2</math> – EN 573</p>
	<p>Bohrleistung: <math>\Sigma t \leq 4,20 \text{ mm}</math></p>
	<p><b>Holz-Unterkonstruktionen:</b> keine Eigenschaften festgestellt</p>

$t_{N,II}$ [mm]	1,50	2,00	2,50	3,00
$M_{t,nom}$	—			
$V_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I} =$	0,50	0,60	0,70	0,80
	1,00	1,10	1,20	1,40
	1,50	1,70	2,00	2,80
	2,00	2,80	2,90	—
	—	—	—	—
$N_{R,II,k}$ [kN]	0,90	1,40	2,10	2,80

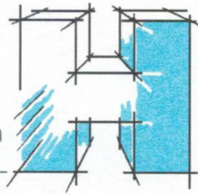
– Durchknöpffähigkeit von Bauteil I nach EN 1999-1-4, Kapitel 8.3.3.1 oder nach Angabe des Herstellers der Aluminiumprofile.

**Befestigungsschrauben JA, JB, JT, JZ und JF**

**Bohrschraube JT3-(FR)-J3-5,5xL, JT6-(FR)-J3-5,5xL**

mit Sechskantkopf oder Rundkopf mit Torx®-Antrieb und Dichtscheibe  $\geq \text{Ø}16 \text{ mm}$

Anhang 57

Pos. 3.2 Gewindefurchende SchraubeFABA Typ BZ 6,3 x LBauteil II (siehe Pos. 3.1)

$$N_{R,k(1,5)} = 2 \cdot 1,17 \text{ kN} = 2,34 \text{ kN}$$

$$\text{auf } n_{1,5} = \frac{0,9 \text{ m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}}{2,34 \text{ kN}} = 3,85$$

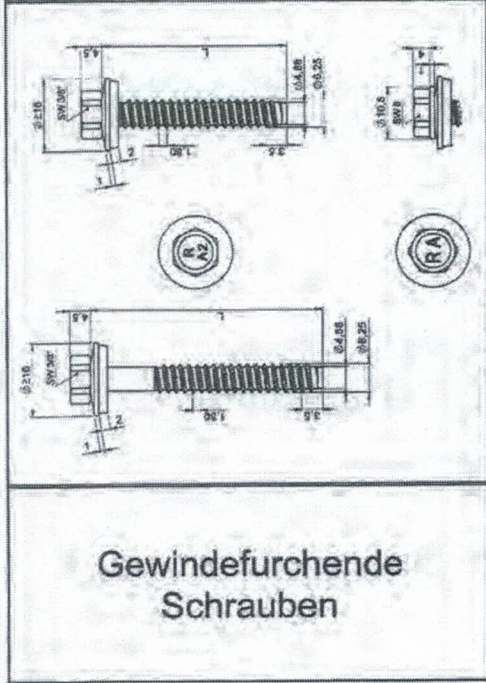
$$\text{aufgerundet} = \underline{\underline{4}}$$

$$e_{1,5} = \frac{900}{4-1} \leq 300 \text{ mm}$$

Hinigung

Die gewindefurchende Schraube ist durch beide Profilkammern der Außenseite zu führen. Vor dem Eindrehen der Schraube sind beide Profilmündungen in  $\phi 4,5 \text{ mm}$  vorzubohren. Wenn Bauteil II  $> 1,5 \text{ mm}$  ist das  $\phi$  nach Anlage 4.1.11 auszuführen!

Bauteil II aus Holz	Bauteil II: $t_H$ in [mm]							Bauteil II aus Holz		
	Aluminium mit Zugfestigkeit $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$									
	1,00	1,20	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00		6,00	$\geq 7,00$
	vorbohren mit									
	0,85 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac	0,89 ac
	0,94 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac	0,98 ac
	1,03 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac	1,07 ac
	1,12 ac	1,16 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac	1,25 ac
	1,21 ac	1,25 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac	1,34 ac
	1,30 ac	1,34 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac
	1,30 ac	1,43 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac
	1,30 ac	1,43 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac
	1,30 ac	1,43 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac	1,62 ac
	0,49	0,64	1,02	1,08	2,09	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
	Auszugs- Kraft $N_{R,k}$ in [kN]									
	Bauteil I: $t_H$ in [mm], Aluminium mit Zugfestigkeit $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$									
	Querkraft $V_{R,k}$ in [kN]									
	Bauteil II: $t_H$ in [mm]									
	Aluminium mit Zugfestigkeit $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$									
	1,10 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac	1,16 ac
	1,22 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac	1,28 ac
	1,34 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac	1,39 ac
	1,46 ac	1,51 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac	1,63 ac
	1,58 ac	1,63 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac	1,75 ac
	1,70 ac	1,75 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac
	1,70 ac	1,86 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac
	1,70 ac	1,86 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac
	1,70 ac	1,86 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac	2,08 ac
	0,63	0,80	1,17	1,36	2,48	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54
	Auszugs- Kraft $N_{R,k}$ in [kN]									
	Bauteil I: $t_H$ in [mm], Aluminium mit Zugfestigkeit $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$									
	Querkraft $V_{R,k}$ in [kN]									



**Werkstoff** Schraube:  
Nichtrostender Stahl, Werkstoff-  
Nr. 1.4301

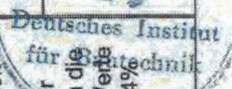
Scheibe:  
Nichtrostender Stahl, Werkstoff-  
Nr. 1.4301  
mit aufvulkanisierter EPDM-  
Dichtung

**Hersteller** REISSER- Schraubentechnik  
GmbH  
Ingelfingen-Criesbach

**Vertrieb** REISSER- Schraubentechnik GmbH  
Fritz-Müller-Straße 10  
74653 Ingelfingen-Criesbach  
Tel.: +49 (0)7940 127-0  
Fax: +49 (0)7940 127-49  
Internet: www.reisser-screws.com

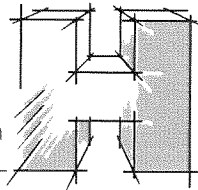
Weitere Festlegungen:  
- Für Bauteil I und Bauteil II aus Aluminium  
mit einer Zugfestigkeit  $R_m \geq 245 \text{ N/mm}^2$   
dürfen die für  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$  angege-  
benen Werte der Querkrafttragfähigkeit  
 $V_{R,k}$  um 14% erhöht werden.  
- Für Bauteil II aus Aluminium mit einer  
Zugfestigkeit  $R_m \geq 245 \text{ N/mm}^2$  dürfen die  
für  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$  angegebenen Werte  
der Auszugstragfähigkeit  $N_{R,II}$  um 14%  
erhöht werden.

Anlage 4.1.11  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. Z-14.1-537  
vom 17. Februar 2014



Gewindenfurchende  
Schrauben

Charakteristische Tragfähigkeitswerte  
für das Verbindungselement  
**FABA Typ BZ 6,3xL**



Bestimmung der max. zulässigen  
Geländebreite, bezogen auf den  
jeweiligen Schraubentyp für  
horizontale Nutzlasten von  
0,5 kN/m und 1,0 kN/m

Zu Pos. 1.1  $t = 1,5 \text{ mm}$

$$N_{R,k} = 1,50 \text{ kN}$$

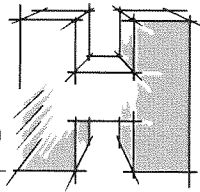
$$N_{R,d} = \frac{1,50 \text{ kN}}{1,33} = 1,15 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{1,15 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83^* = \underline{2,55 \text{ kN}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{1,15 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83^* = \underline{1,27 \text{ kN}}$$

\* ) Lage der obersten Schraube  
zur Holmhöhe

$$\frac{0,9 - 0,15}{0,9} = 0,83$$



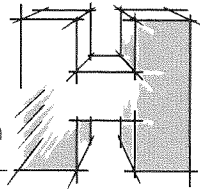
Zu Pos. 1.1  $t = 2,0 \text{ mm}$

$$N_{R,k} = 2,18 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{2,18 \text{ kN}}{1,33} = 1,64 \text{ kN}$$

$$\max L_{(0,5)} = \frac{1,64 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83 = \underline{3,63 \text{ m}}$$

$$\max L_{(1,0)} = \frac{1,64 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{1,81 \text{ m}}$$

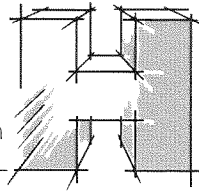
Zu Pos. 1.2 $t = 1,5 \text{ mm}$ 

$$N_{R,k} = 1,20 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{1,20 \text{ kN}}{1,33} = 0,90 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{0,90 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83 = \underline{1,99 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{0,9 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{1,0 \text{ m}}$$



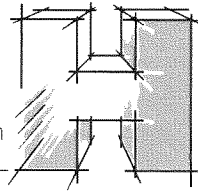
Zu Pos. 1.2       $t = 2,0 \text{ mm}$

$$N_{R,k} = 1,80 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{1,80}{1,33} = 1,35 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{1,35 \cdot 2 \cdot 0,83}{1,5 - 0,5} = \underline{2,99 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{1,35 \cdot 2 \cdot 0,83}{1,5 - 1,0} = \underline{1,50 \text{ m}}$$

Zu Pos. 1.3 $t = 1,5 \text{ mm}$ 

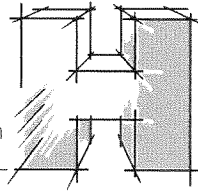
$$N_{R,k} = 2,02 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{2,02 \text{ kN}}{1,33} = 1,52 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{1,52 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83 = \underline{3,36 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{1,52 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{1,68 \text{ m}}$$



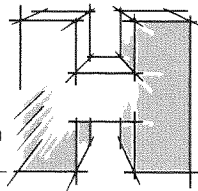
zu Pos. 1.3 $t = 2,0 \text{ mm}$ 

$$N_{R,k} = 2,70 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{2,70 \text{ kN}}{1,33} = 2,03 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{2,03 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83 = \underline{4,43 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{2,03 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{2,25 \text{ m}}$$



zu Pos. 2.1

$$R_{ax,k} = 4,11 \text{ kN}$$

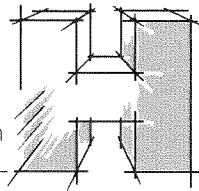
$$R_{ax,d1} = \frac{4,11 \text{ kN} \cdot 0,9}{1,3} = 2,84 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{2,84 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,83 = \underline{6,30 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{2,84 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{3,15 \text{ m}}$$

Achtung -:

Nach ECS müssen für tragende Verbindungen mind. 2 Schrauben angeordnet werden. Daraus ergibt sich die Anforderung die oberste Verbindung mit 2 Schrauben auszuführen. Vertikaler Schraubenabstand  $a_1 = 30 \text{ mm}$



Zu Pos. 3.1

 $t \geq 2 \cdot 1,5 \text{ mm}$ 

$$N_{R,k} = 1,80 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{1,80 \text{ kN}}{1,33}$$

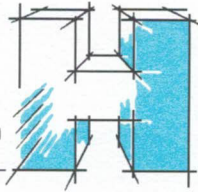
$$= 1,35 \text{ kN}$$

$$\max L(0,5) = \frac{1,35 \cdot 2}{1,5 \cdot 0,5} \cdot 0,93$$

$$= \underline{3,0 \text{ m}}$$

$$\max L(1,0) = \frac{1,35 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,93$$

$$= \underline{1,50 \text{ m}}$$

zu Pos. 3.2

$t \geq 2 \cdot 1,5 \text{ mm}$

$$N_{R,k} = 2,34 \text{ kN}$$

$$N_{R,d} = \frac{2,34 \text{ kN}}{1,33} = 1,76 \text{ kN}$$

$$\max L_{(0,5)} = \frac{1,76 \cdot 2}{1,5 - 0,5} \cdot 0,83 = \underline{3,90 \text{ m}}$$

$$\max L_{(1,0)} = \frac{1,76 \cdot 2}{1,5 \cdot 1,0} \cdot 0,83 = \underline{1,95 \text{ m}}$$