

## Tipp 22/05

### Bemessungswerte für Bolzenverbindungen nach DIN EN 1993-1-8:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 [2]

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit von Verbindungen mit Bolzen können grundsätzlich nach [1], Tabelle 3.10 ermittelt werden. Dabei wird zwischen Bolzen unterschieden, welche nicht austauschbar bzw. austauschbar sind. Im Folgenden sollen nur die nicht austauschbaren Bolzen eingehender betrachtet werden. Es sind somit die folgenden Bemessungswerte zu berücksichtigen.

- gegen Abscheren des Bolzens  $F_{v,Rd} = \frac{0,6 * A * f_{up}}{\gamma_{M2}}$
- gegen Lochleibung im Augenblech  $F_{b,Rd} = \frac{1,5 * t * d * f_y}{\gamma_{M0}}$
- gegen Bolzenbiegung  $M_{Rd} = \frac{1,5 * W_{el} * f_{yp}}{\gamma_{M0}}$
- gegen die Kombination von Abscheren und Biegung des Bolzens  $\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

A	Querschnittfläche des Bolzens
$f_{up}$	Bruchfestigkeit des Bolzens
$\gamma_{M2}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bolzen
t	Dicke des Augenstablechs
d	Bolzendurchmesser
$f_y$	kleinere Wert der Streckgrenze des Bolzenmaterials $f_{ub}$ bzw. des Augenblechmaterials $f_{yk}$
$\gamma_{M0}$	Teilsicherheitsbeiwert für den Querschnittsnachweis ohne Stabilitätsversagen
$W_{el}$	elastisches Widerstandsmoment des Bolzens
$f_{yp}$	Streckgrenze des Bolzens
$M_{Ed}$	einwirkendes Biegemoment
$F_{v,Ed}$	einwirkende Abscherkraft

Nachfolgend sollen die Bemessungswerte gegen Abscheren des Bolzens, gegen Lochleibung im Augenblech und gegen Bolzenbiegung detaillierter betrachtet werden.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes der Tragfähigkeit gegen Abscheren des Bolzens  $F_{v,Rd}$  werden die Querschnittsfläche des Bolzens A, die Bruchfestigkeit des Bolzenmaterials  $f_{up}$  und der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M2}$  benötigt.

Die Querschnittsfläche A kann mit Hilfe der folgenden Gleichung bestimmt werden.

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

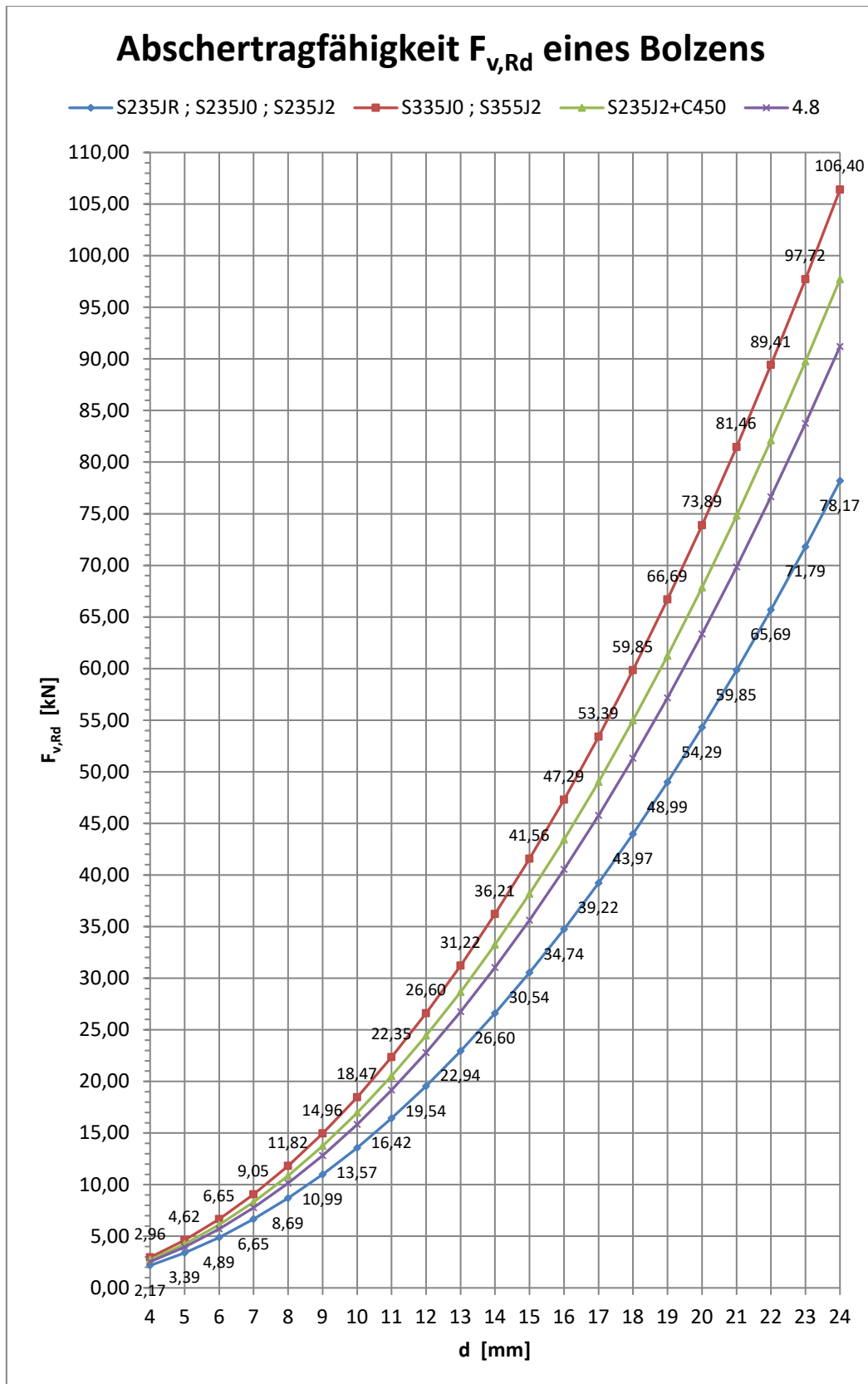
Dabei ist  $d$  der Bolzendurchmesser. Üblicherweise werden Bolzendurchmesser  $4 \text{ mm} \leq d \leq 24 \text{ mm}$  verwendet.

Die Bruchfestigkeit  $f_{up}$  des Bolzens entspricht der Zugfestigkeit  $f_{u,b,k}$  nach [2], Tabelle NA.1. In dieser Tabelle werden die Festigkeiten in Abhängigkeit von der jeweiligen Stahlsorte angegeben, wobei teilweise auch auf die Tabelle 3.1 aus [3] verwiesen wird. Somit ergeben sich die folgenden Bruchfestigkeiten.

- für S235JR, S235J0 und S235J2  $f_{up} = 360 \text{ N/mm}^2$
- für S355J0 und S355J2  $f_{up} = 490 \text{ N/mm}^2$
- für S235J2+C450  $f_{up} = 450 \text{ N/mm}^2$
- für Festigkeitsklasse 4.8  $f_{up} = 420 \text{ N/mm}^2$

Der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M2}$  ist in [1], Tabelle 2.1 definiert. Da in [2] kein von [1] abweichender Wert festgelegt wurde, ist  $\gamma_{M2} = 1,25$  anzusetzen.

Unter Beachtung dieser Vorgaben, kann der Bemessungswert der Abschertragfähigkeit des Bolzens für die verschiedenen Stahlsorten in Abhängigkeit vom Bolzendurchmesser ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Zur Ermittlung des Bemessungswertes der Lochleibungstragfähigkeit von Augenblech und Bolzen  $F_{b,Rd}$  werden die Blechdicke des Augenstabes  $t$ , der Bolzendurchmesser  $d$ , der kleinere Wert der Streckgrenze des Bolzenmaterials  $f_{yb}$  bzw. des Augenblechmaterials  $f_{yk}$  und der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0}$  benötigt. Die Blechdicke des Augenstabes  $t$  ist projektabhängig. Deshalb wurde eine bezogene Lochleibungstragfähigkeit  $\frac{F_{b,Rd}}{t}$  ermittelt. Mit dieser kann dann sehr schnell die im konkreten Projekt vorhandene

Lochleibungstragfähigkeit  $F_{b,Rd}$  ermittelt werden.

Die Streckgrenze  $f_y$  ist abhängig von den verschiedenen Werkstoffkombinationen. Für die in der folgenden Tabelle aufgeführten Werkstoffkombinationen wurde die Streckgrenze  $f_y$  ermittelt.

Bolzen		Augenstabblech		Maßgebende Streckgrenze $f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Stahlsorte	Streckgrenze $f_{yb}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Stahlsorte	Streckgrenze $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
S235JR S235J0 S235J2	235	alle	$\geq 235$	235
alle	$\geq 235$	S235	235	
S355J0 S355J2 S235J2+C450 4.8	$\geq 340$	S275	275	275
4.8	340	S355 S450	$\geq 355$	340
S235J2+C450	350	S355 S450	$\geq 355$	350
S355J0 S355J2	355	S355 S450	$\geq 355$	355

Der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0}$  wird in [3], Abschnitt 6.1 empfohlen. Da in [5] kein von [3] abweichender Wert festgelegt wurde, ist  $\gamma_{M0} = 1,0$  anzusetzen.

Unter Beachtung dieser Vorgaben, kann der bezogene Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit  $\frac{F_{b,Rd}}{t}$  der Bolzenverbindung für die verschiedenen Kombinationen der Stahlsorten in Abhängigkeit vom

Bolzendurchmesser ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.

## Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$ von Augenblech und Bolzen

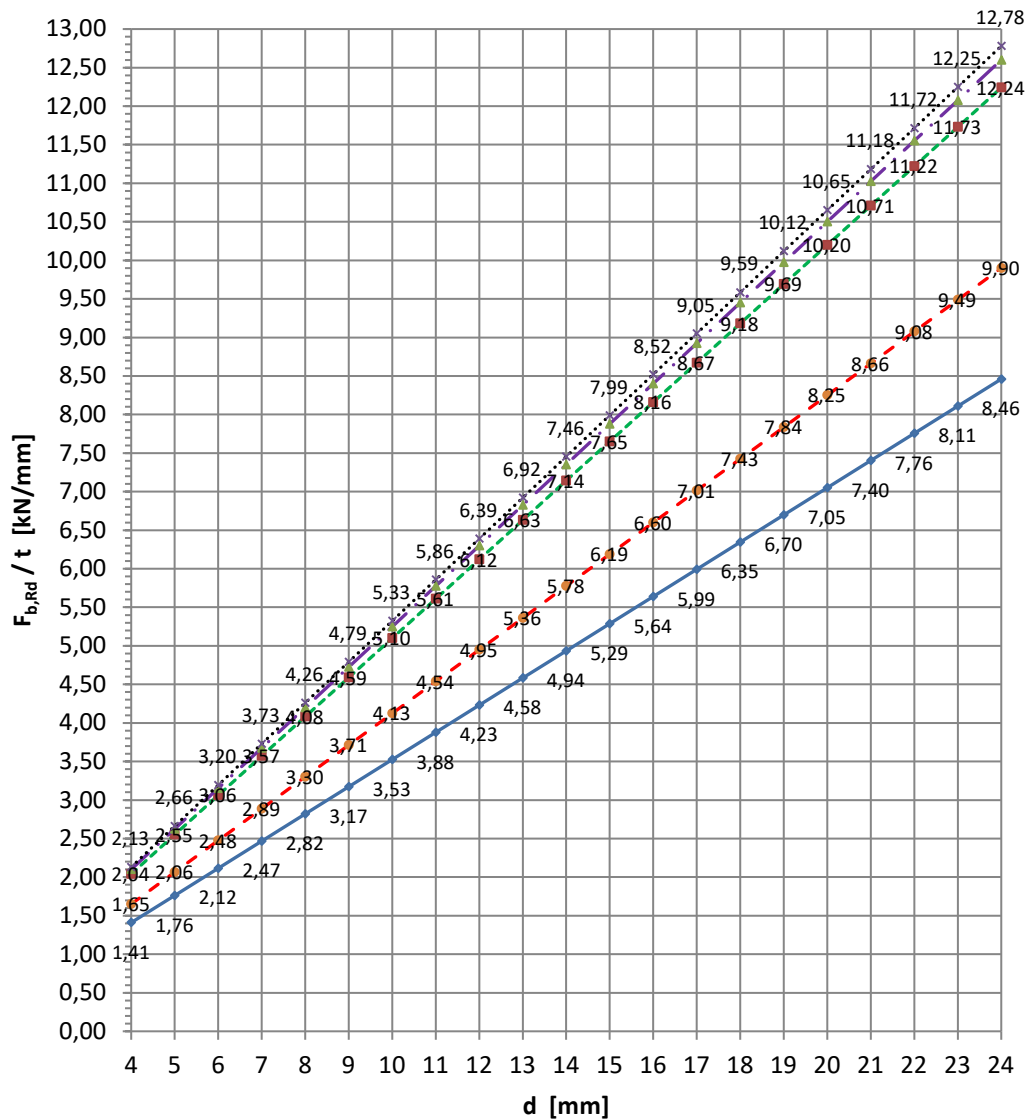
—●— Bolzen: S235JR ; S235J0 ; S235J2 mit allen Augenblechen sowie alle Bolzen mit Augenblechen: S235

-●- Bolzen: S355J0 ; S355J2 ; S235J2+C450 ; 4,8 mit Augenblech: S275

-■- Bolzen: 4.8 mit Augenblech: S355 ; S450

-▲- Bolzen: S235J2+C450 mit Augenblech: S355 ; S450

.....x..... Bolzen: S355J0 ; S355J2 mit Augenblech: S355 ; S450

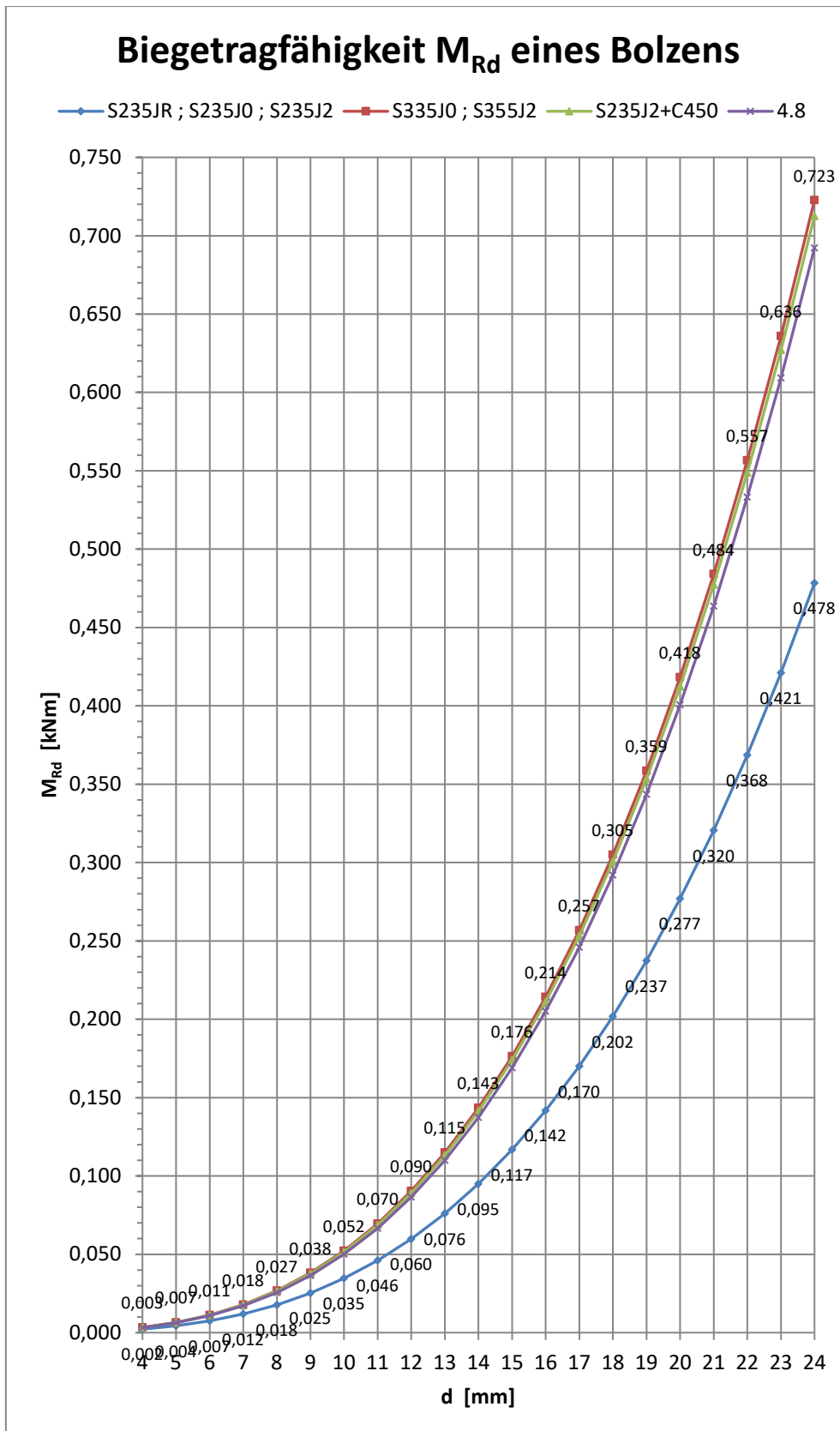


Zur Ermittlung des Bemessungswertes der Biegetragfähigkeit des Bolzens  $M_{Rd}$  werden das elastische Widerstandsmoment des Bolzens  $W_{el}$ , die Streckgrenze des Bolzenmaterials  $f_{yb}$  und der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0}$  benötigt.

Das elastische Widerstandsmoment des Bolzenquerschnitts wird mit der folgenden Gleichung bestimmt.

$$W_{el} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Somit kann der Bemessungswert der Biegetragfähigkeit des Bolzens  $M_{Rd}$  für die verschiedenen Stahlsorten in Abhängigkeit vom Bolzendurchmesser ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Mit Hilfe dieser Diagramme kann sehr schnell der jeweilige Bemessungswert der Tragfähigkeit ermittelt werden. Es sei jedoch noch einmal darauf hingewiesen, dass sich für austauschbare Bolzen geringere Lochleibungs- und Biegetragfähigkeiten ergeben. Diesbezüglich wird auf [1], Tabelle 3.10 verwiesen.

Literatur:

- |     |                            |   |
|-----|----------------------------|---|
| [1] | DIN EN 1993-1-8:2010-12    | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten<br>Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen   |
| [2] | DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode<br>3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten<br>Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen                               |
| [3] | DIN EN 1993-1-1:2010-12    | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den<br>Hochbau   |
| [4] | DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den<br>Hochbau   |
| [5] | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter<br>Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten<br>Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den<br>Hochbau |

## Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr  
Bautechnisches Prüfamnt  
T. Schellenberg  
Gulbener Straße 24  
03046 Cottbus  
Telefon 03342 4266-3500  
Telefax 03342 4266-7608  
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de  
<https://lbv.brandenburg.de>