

Äquivalente T-Stummel (Komponentenmethode) nach DIN EN 1993-1-8

FRILO Software GmbH
www.friilo.eu
info@friilo.eu
Stand: 10.06.2015

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
T-Stummel Modell	2

Einleitung

Die Tragfähigkeit und Steifigkeit von Verbindungen im Stahlbau wird nach EN 1993-1-8 durch Berechnung der Grundkomponenten eines Anschlusses bestimmt. Diese Grundkomponenten sind in Tabelle 6.1 aufgeführt.

Zur Berechnung der Tragfähigkeit einer Grundkomponente geschraubter Anschlüsse kann das Modell des äquivalenten T-Stummels verwendet werden (Abschnitt 6.2.4).

Der Versagensmechanismus eines äquivalenten T-Stummels wird durch Fließlinienmodelle beschrieben.

Mit der Komponentenmethode ist es möglich, neben der Momententragfähigkeit auch das Verformungsverhalten des Anschlusses zu ermitteln. Damit können nachgiebige Verbindungen berücksichtigt werden. Mittels Feder gehen deren Anschlusssteifigkeiten in die Systemberechnung ein und führen so über eine iterative Berechnung zu einer Gesamtoptimierung der Konstruktion.

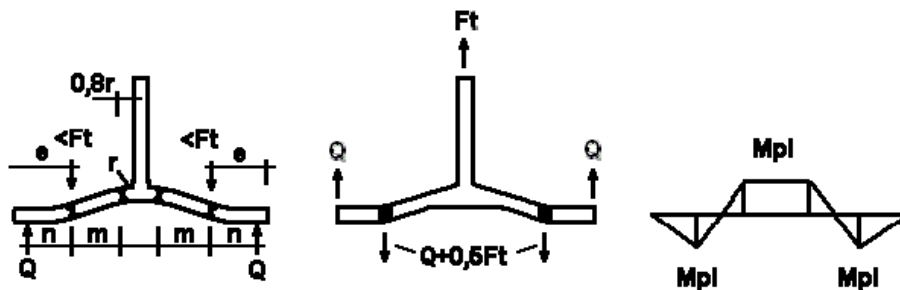
T-Stummel Modell

Ein T-Stummel besteht aus zugbeanspruchtem Steg und biegebeanspruchtem Gurt. In den Schraubenachsen wirkt Zug, der sich an den Außenrändern abstützt, die als starre Lager idealisiert werden.

Eine Besonderheit stellt die Schraubenreihe im nicht ausgesteiften Überstand der Stirnplatte dar. Hier wird ein T-Stummel angenommen, dessen zugbeanspruchter Steg nicht dem Trägersteg, sondern dem Gurt des Trägers entspricht. Er wird also um 90° gedreht angenommen.

Im T-Stummelmodell werden drei Versagensarten unterschieden:

Versagensart 1 : vollständiges Fließen der Gurte



$$F_{t1Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl1Rd}}{m}$$

mit $M_{pl1Rd} = 0,25 \cdot \sum l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot 1,1 \cdot f_{y,d}$

und l_{eff1} : wirksame Länge des T-Stummels für Versagensart 1
 t_f : Dicke Stummelflansch

durch Verwendung von Futterplatten kann die Grenzzugkraft F_{t1Rd} erhöht werden :

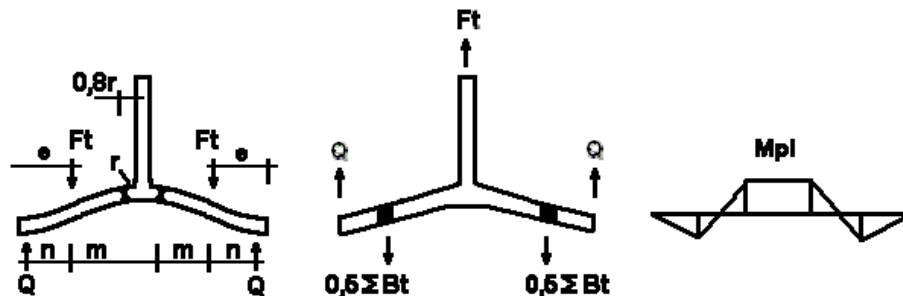
$$F_{t1Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl1Rd} + 2 \cdot M_{bpRd}}{m}$$

mit $M_{bpRd} = 0,25 \cdot \sum l_{eff,1} \cdot t_{bp}^2 \cdot 1,1 \cdot f_{y,d}$

und l_{eff1} : wirksame Länge des T-Stummels für Versagensart 1
 t_{bp} : Dicke Futterplatte

Die Futterplatte soll dabei die gesamte Breite des Stummelflansches überdecken und mindestens der gesamten wirksamen Länge für die betroffenen Schraubenreihen im T-Stummel entsprechen, mit einem Mindestüberstand von $2 \cdot d$ über die Endschrauben (d Nenndurchmesser der Schrauben).

Versagensart 2 : Schraubenversagen und Fließen der Gurte



$$Ft_{2,Rd} = \frac{2 \cdot Mpl_{2,Rd} + n \cdot \sum Bt_{Rd}}{m + n}$$

mit $Mpl_{2,Rd} = 0,25 \cdot \sum l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot 1,1 \cdot fy_d$

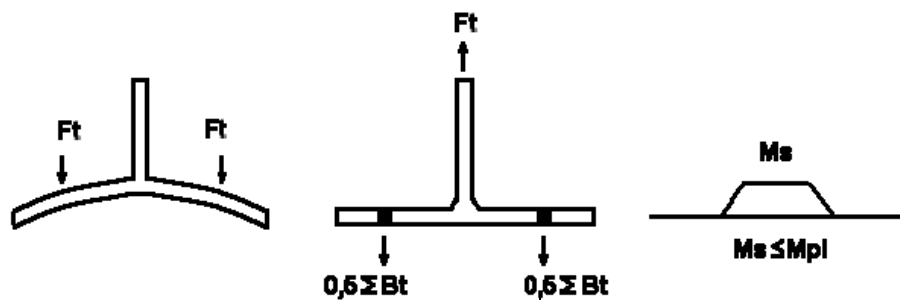
und $l_{eff,2}$: wirksame Länge des T-Stummels für Versagensart 2

t_f : Dicke Stummelflansch

Bt_{Rd} : Minimum aus Durchstanztragfähigkeit Bp_{Rd} und Grenzzugkraft Ft_{Rd} der Schraube aus der Schraubenstatik

$\sum Bt_{Rd}$: Summe Bt_{Rd} aller Schrauben im T-Stummel

Versagensart 3 : Schraubenversagen

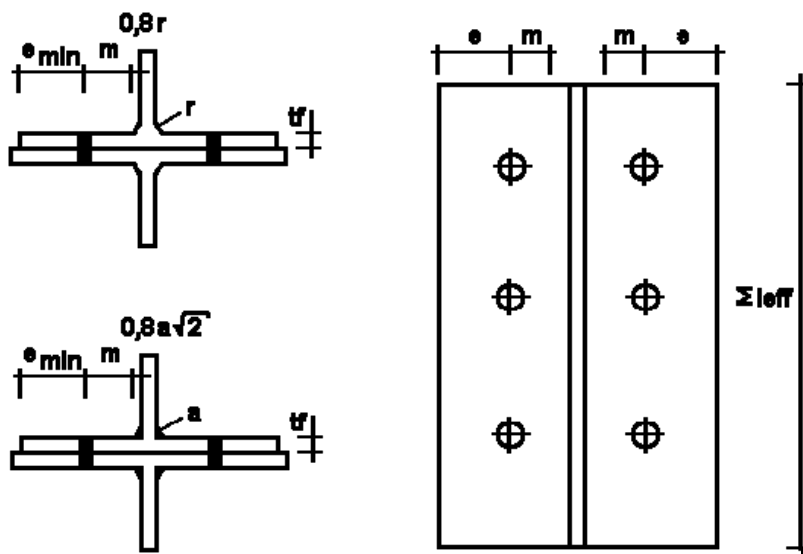


$$Ft_{3,Rd} = \sum Bt_{Rd}$$

mit $\sum Bt_{Rd}$: siehe Versagensart 2

Abmessungen im T-Stummel :

$n = e, \min$ und $n \leq 1,25 \cdot m$



Alternative Methode zur Berechnung **Versagensart 1** nach Tabelle 6.2 :Verfahren 2

Durch genauere Erfassung des Fließlinienverlaufs im Lastverteilungsbereich der Schraubenköpfe kann die Tragfähigkeit der Versagensart 1 erhöht werden. Ein erweitertes Modell setzt die Schraubenkräfte unter der Unterlegscheibe und dem Schraubenkopf bzw. der Schraubenmutter gleichmäßig auf den Gurt verteilt statt konzentriert in der Schraubenachse an.

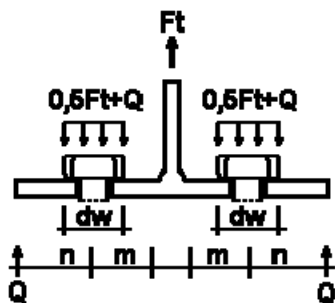
$$F_{t1Rd} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot ew) \cdot Mpl1_{Rd}}{2 \cdot m \cdot n - ew \cdot (m + n)}$$

mit $ew = dw / 4$

dw Durchmesser Unterlegscheibe bzw. Breite Schraubenkopf/-mutter, für Schrauben mit FK 4.6 und 5.6 nimmt das Programm wegen der fehlenden Unterlegscheibe die Breite des Schraubenkopfes an (Eckmaß)

bei Verwendung von Futterplatten bestimmt sich die Grenzzugkraft F_{t1Rd} aus :

$$F_{t1Rd} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot ew) \cdot Mpl1_{Rd} + 4 \cdot n \cdot Mbp_{Rd}}{2 \cdot m \cdot n - ew \cdot (m + n)}$$

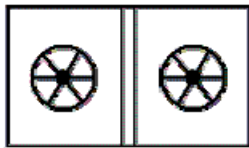


Wirksame Längen l_{eff} der T-Stummel

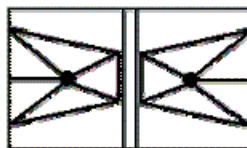
Die wirksamen Längen im Ersatzmodell der T-Stummel entsprechen den Längen der Fließlinien zur jeweiligen Versagensart und können von den geometrischen Längen der Verbindung abweichen. Die Fließlinienlänge einer Schraube bestimmt sich durch deren Lage: randnah, neben einer Aussteifung, am Anfang/Ende einer Gruppe bzw. im inneren einer Gruppe.

Es wird zwischen kreisförmigen und nicht kreisförmigen Mustern der Fließlinien unterschieden.

l_{eff} der Versagensart 2 entspricht den nicht kreisförmigen, l_{eff} der Versagensart 1 entspricht der kleineren Länge aus kreisförmigen und nicht kreisförmigen Mustern. Effektive Längen von T-Stummeln mit mehreren Schraubenreihen setzen sich aus der Summe der Längen jeder Einzelreihe bezüglich deren Lage zusammen.

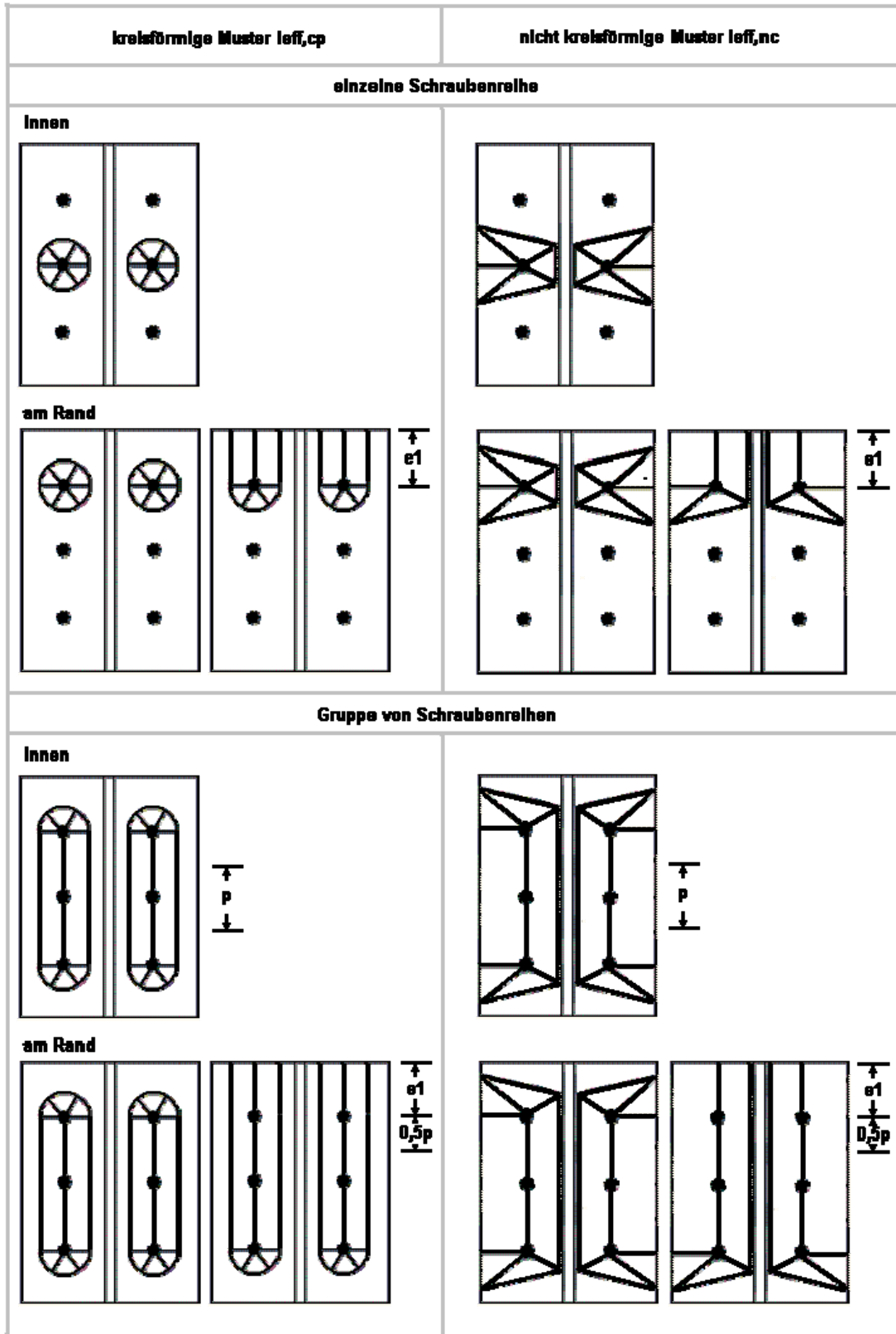


kreisförmige Muster $l_{\text{eff,cp}}$



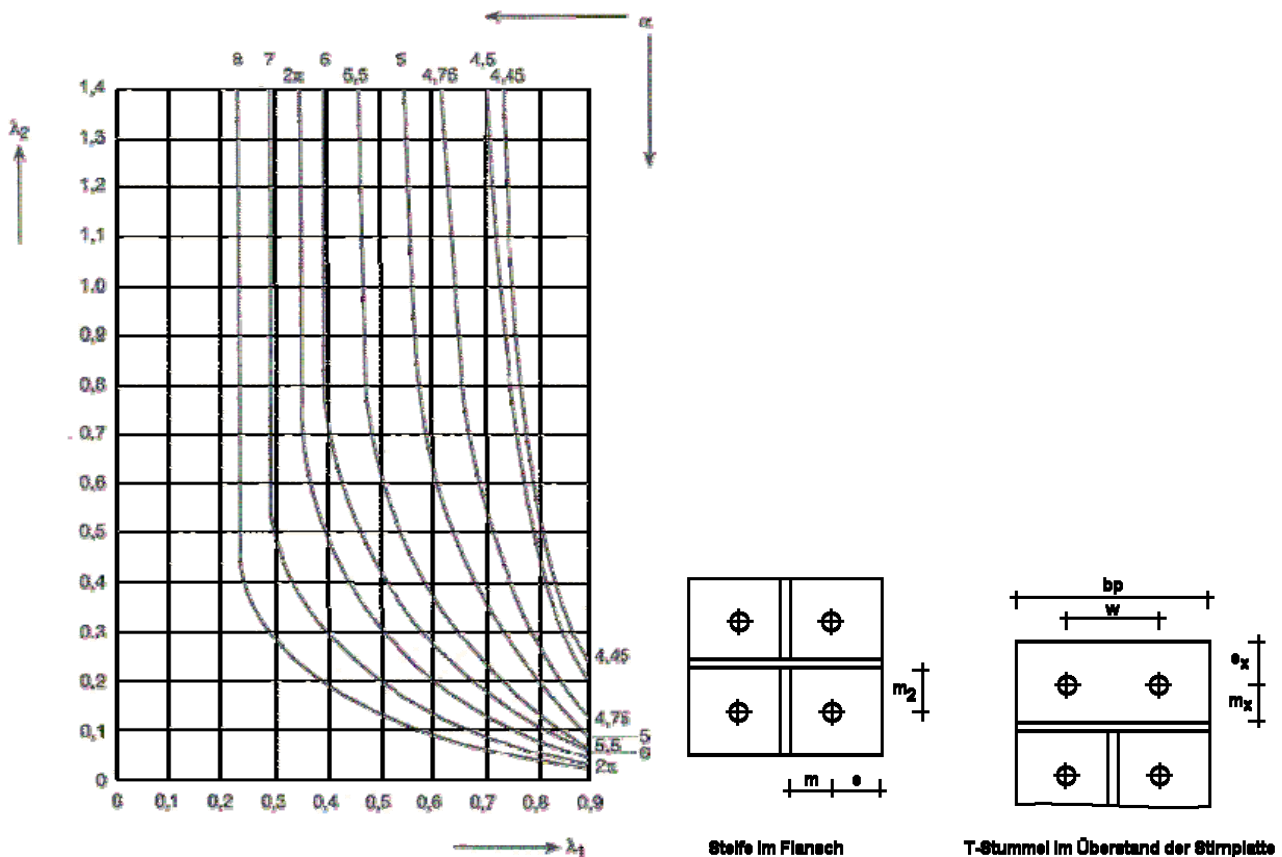
nicht kreisförmige Muster $l_{\text{eff,nc}}$

Beispiel-Fließmuster an nicht ausgesteifter Stütze:



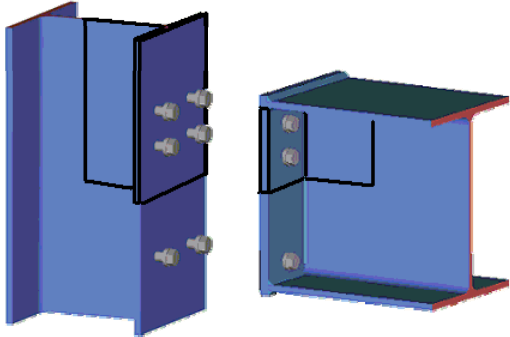
Wirksame Längen l_{eff} :

Lage der Schraubenreihen	einzeln		Gruppe	
	kreisförmig $l_{eff,cp}$	nicht kreisförmig $l_{eff,nc}$	kreisförmig $l_{eff,cp}$	nicht kreisförmig $l_{eff,nc}$
innere Schraubenreihe neben einer Steife	$2 \cdot \pi \cdot m$	$\alpha \cdot m$	$\pi \cdot m + p$	$0,5 \cdot p + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0,625 \cdot e)$
andere innere Schraubenreihe	$2 \cdot \pi \cdot m$	$4 \cdot m + 1,25 \cdot e$	$2 \cdot p$	p
andere äußere Schraubenreihe	$\min \begin{bmatrix} 2 \cdot \pi \cdot m \\ \pi \cdot m + 2 \cdot e_1 \end{bmatrix}$	$\min \begin{bmatrix} 4 \cdot m + 1,25 \cdot e \\ 2 \cdot m + 0,625 \cdot e + e_1 \end{bmatrix}$	$\min \begin{bmatrix} \pi \cdot m + p \\ 2 \cdot e_1 + p \end{bmatrix}$	$\min \begin{bmatrix} 2 \cdot m + 0,625 \cdot e + 0,5 \cdot p \\ e_1 + 0,5 \cdot p \end{bmatrix}$
äußere Schraubenreihe neben einer Steife	$\min \begin{bmatrix} 2 \cdot \pi \cdot m \\ \pi \cdot m + 2 \cdot e_1 \end{bmatrix}$	$e_1 + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0,625 \cdot e)$	-	-
Modus 1	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ jedoch $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ jedoch $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modus 2	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

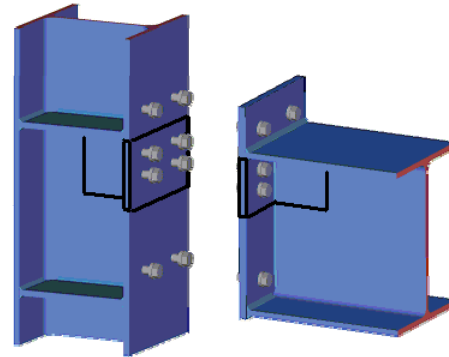


Der Hilfwert α für T-Stummel im Bereich von Aussteifungen ergibt sich nach Bild J 27 in [8] mit den folgenden λ -Werten:

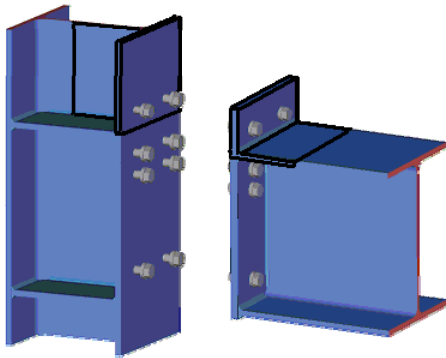
$$\lambda_1 = \frac{m}{m+e} \quad \text{und} \quad \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$$



Bsp.: T-Stummel in nicht ausgesteifter Stütze



Bsp. T-Stummel in ausgesteifter Stütze Teil1



Bsp. T-Stummel in ausgesteifter Stütze Teil 2