

Allgemeines

Biegesteife Anschlüsse lassen sich als komplett geschweißte oder als geschraubte Verbindungen herstellen. Sie dienen der Übertragung von Biegemomenten beispielsweise bei Träger-Stützenanschlüssen, Stützenfüßen oder bei Trägerstößen, siehe **Bild 1**. Die gängigsten Verbindungen sind entweder komplett geschweißte Anschlüsse oder geschraubte Stirnblech- oder Winkelverbindungen.

Gemäß DIN EN 1993-1-8 werden Anschlüsse nach ihrer Tragfähigkeit, ihrer Steifigkeit und ihrer Rotationskapazität klassifiziert, siehe auch Arbeitshilfe 2.8. Als biegesteif werden diejenigen Anschlüsse bezeichnet, die als starr und voll tragfähig klassifiziert werden.

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

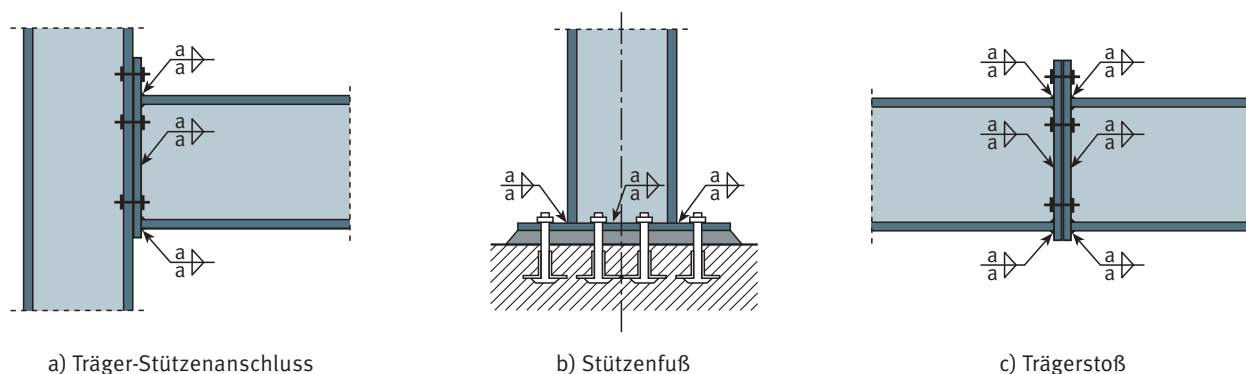
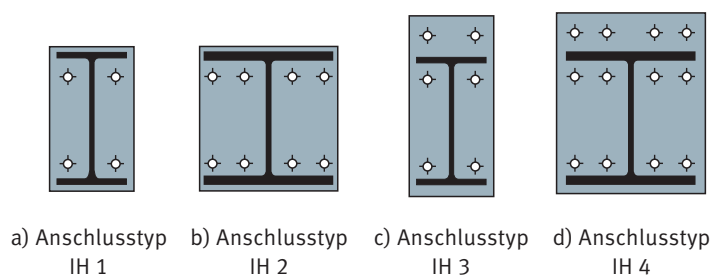
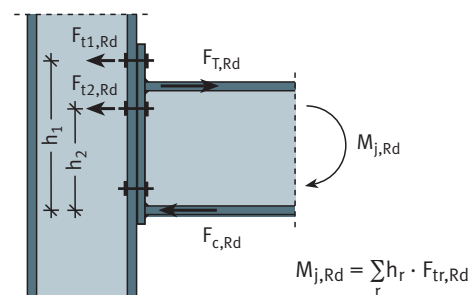
Der Nachweis von biegesteifen Anschlüssen erfolgt nach der Komponentenmethode gemäß DIN EN 1993-1-8. Die Biegetragfähigkeit eines Anschlusses setzt sich aus den Zug- und Druckbeanspruchbarkeiten der einzelnen Grundkomponenten unter Berücksichtigung der inneren Hebelarme des Anschlusses zusammen. **Tabelle 1** (siehe nächste Seite) zeigt eine Übersicht über die einzelnen Grundkomponenten biegesteifer Träger-Stützenanschlüsse.

Biegesteife Stirnplattenanschlüsse sind in dem Ringbuch „Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau – Band 2“ tabelliert. Hierbei wird zwischen den Anschlusstypen „bündige Stirnplatte“ und „überstehende Stirnplatte“ unterschieden, wobei beide Ausführungsformen jeweils als zwei- und als vierreihiger Anschluss tabelliert sind, siehe **Bild 2**.

Bei vorhandenen Bemessungsschnittgrößen und bereits dimensionierten Bauteilquerschnitten lässt sich mit Hilfe der typisierten Verbindungen der erforderliche Anschlusstyp bestimmen.

Momententragfähigkeit von geschraubten Stirnblechverbindungen

Die Momententragfähigkeit von geschraubten Stirnblechverbindungen wird über die Zug- und Drucktragfähigkeit der einzelnen Grundkomponenten bestimmt. Aus der kleinsten Beanspruchbarkeit der Grundkomponenten ergeben sich maximal übertragbare Schraubenkräfte. Die Momententragfähigkeit des Anschlusses wird über die Summe der Schraubenkräfte multipliziert mit ihren jeweiligen Hebelarmen bestimmt. Die Nummerierung der Schraubenreihen beginnt mit der Schraubenreihe, die am weitesten vom angenommenen Druckpunkt des Anschlusses entfernt liegt, siehe **Bild 3**.

**Bild 1:** Ausgewählte biegesteife Anschlüsse**Bild 2:** Anschlusstypen der typisierten Verbindungen im Stahlbau**Bild 3:** Bestimmung der Momententragfähigkeit einer geschraubten Stirnblechverbindung

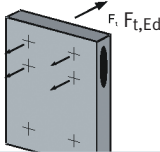
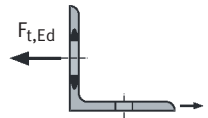
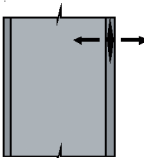
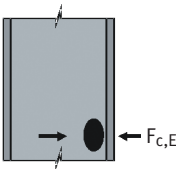
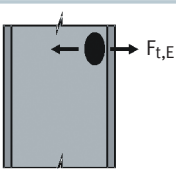
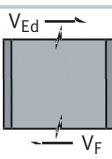
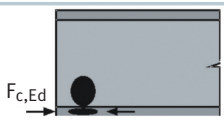
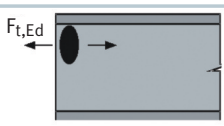
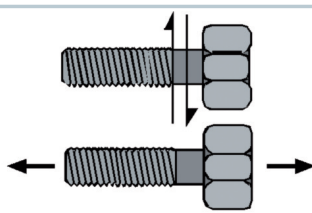
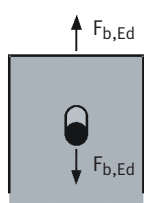
Grundkomponenten zur Ermittlung der Momententragfähigkeit		Anschluss		
		Geschweißter Anschluss	Stirnplattenanschluss	Flanschwinkelanschluss
		Nachweis erforderlich		
Auf Biegung beanspruchte Stirnplatte			•	
Auf Biegung beanspruchter Flanschwinkel				•
Auf Biegung beanspruchter Stützenflansch			•	•
Auf Druck beanspruchter Stützensteg		•	•	•
Auf Zug beanspruchter Stützensteg		•	•	•
Auf Schub beanspruchter Stützensteg		•	•	•
Auf Druck beanspruchter Trägergurt		•	•	•
Auf Zug beanspruchter Trägersteg		•	•	
Auf Zug und Abscheren beanspruchte Schrauben			•	•
Schweißnähte		•	•	
Auf Lochleibung beanspruchte Stirnplatte			•	
Auf Lochleibung beanspruchter Stützenflansch			•	•
Auf Lochleibung beanspruchter Flanschwinkel und Trägerflansch				•

Tabelle 1: Übersicht über die nachzuweisenden Grundkomponenten

Nachweis über äquivalente T-Stummel – Bestimmung der wirksamen Längen l_{eff}

Für die Grundkomponenten, die unmittelbar Schrauben beinhalten (Stirnblech, Fußplatte, Stützenflansch) wird die Normalkrafttragfähigkeit mit dem Modell der äquivalenten T-Stummel bestimmt, siehe DIN EN 1993-1-8, 6.2.4. Hierbei werden drei mögliche Versagenskriterien untersucht, wobei die kleinste Beanspruchbarkeit maßgebend wird:

- Modus 1: Vollständiges Fließen des Flansches,
- Modus 2: Schraubenversagen mit gleichzeitigem Fließen des Flansches,
- Modus 3: Schraubenversagen.

Bei der Bestimmung der Beanspruchbarkeit des Stirnbleches und des Flansches werden wirksame Längen möglicher Fließmuster berechnet, aus denen die Tragfähigkeit des äquivalenten T-Stummels bestimmt wird. Hierfür ist sowohl jede Schraubenreihe einzelnen, als auch als Teil einer Schraubengruppe zu untersuchen. Eine Übersicht über die zu betrachtenden Schraubenreihen und deren Bezeichnungen ist in **Bild 4** dargestellt.

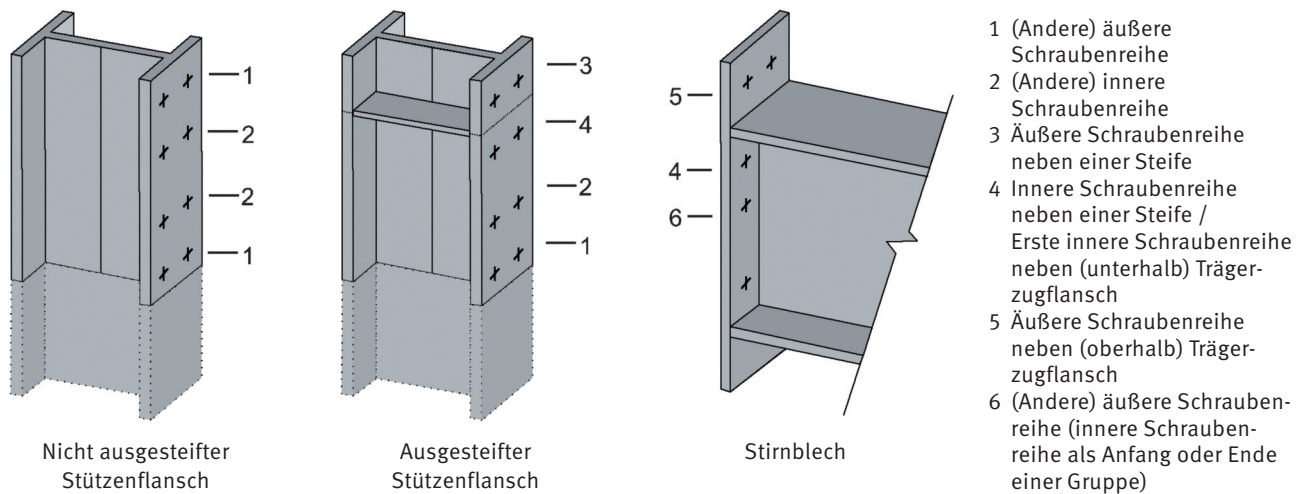


Bild 4: Bezeichnung der möglichen Schraubenreihen

Fließmuster für T-Stummel $\Rightarrow$ Wirksame Längen

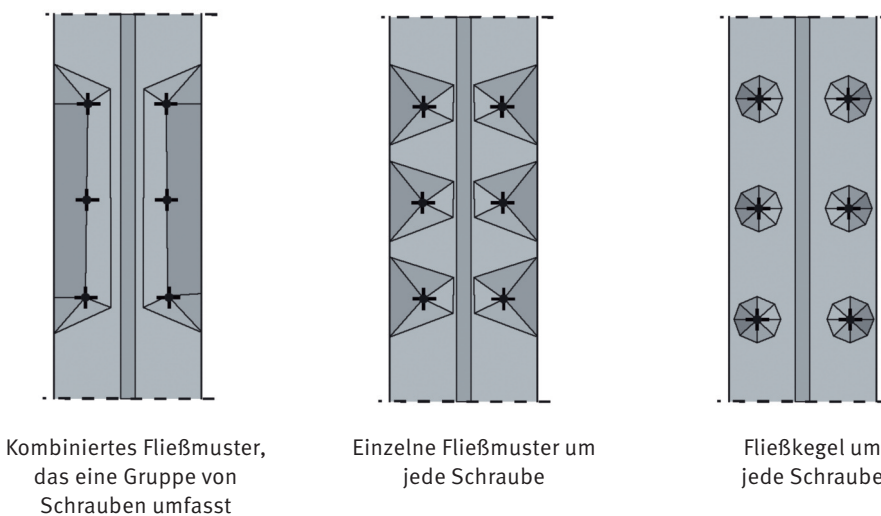


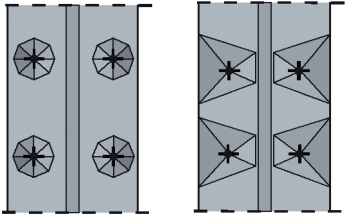
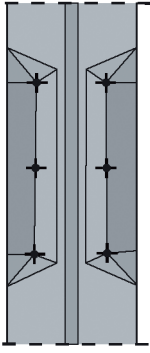
Bild 5: Fließmuster für T-Stummel

Zur Berechnung der wirksamen Längen der äquivalenten T-Stummel werden die Schraubenreihen in Abhängigkeit der Betrachtungsweisen („Schraubenreihe einzeln“ oder „Schraubenreihe als Teil einer Gruppe“) und ihrer geometrischen Lage innerhalb des Anschlusses unterschieden, siehe **Bild 5**.

In **Tabelle 2** (siehe nächste Seite) sind die Formeln zur Berechnung der wirksamen Längen sowie die zugehörigen Fließmuster dargestellt.

Normen

- DIN EN 1993-1-8:2010-12, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009
- DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen

Lage der Schraubenreihe		Individuell		Gruppenbetrachtung	
					
		$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$
1	(Andere) äußere Schraubenreihe	$2 \cdot \pi \cdot m$ $\pi \cdot m + 2 \cdot e_1$	$4 \cdot m + 1,25 \cdot e$ $2 \cdot m + 0,625 \cdot e + e_1$	$\pi \cdot m + p$ $2 \cdot e_1 + p$	$2 \cdot m + 0,625 \cdot e + 0,5 \cdot p$ $e_1 + 0,5 \cdot p$
2	(Andere) innere Schraubenreihe	$2 \cdot \pi \cdot m$	$4 \cdot m + 1,25 \cdot e$	$2 \cdot p$	p
3	Äußere Schraubenreihe neben einer Steife	$2 \cdot \pi \cdot m$ $\pi \cdot m + 2 \cdot e_1$	$e_1 + \alpha \cdot m -$ $(2 \cdot m + 0,625 \cdot e)$		
4	Innere Schraubenreihe neben einer Steife / 1. Innere Schraubenreihe neben (unterhalb) Trägerzugflansch	$2 \cdot \pi \cdot m$	$\alpha \cdot m$	$\pi \cdot m + p$	$0,5 \cdot p + \alpha \cdot m -$ $(2 \cdot m + 0,625 \cdot e)$
5	Äußere Schraubenreihe neben (oberhalb) Trägerzugflansch	$2 \cdot \pi \cdot m_x$ $\pi \cdot m_x + w$ $\pi \cdot m_x + 2 \cdot e$	$4 \cdot m_x + 1,25 \cdot e_x$ $2 \cdot m_x + 0,625 \cdot e_x + e$ $2 \cdot m_x + 0,625 \cdot e_x + 0,5 \cdot w$ $0,5 \cdot b_p$		
6	Andere äußere Schraubenreihe (innere Schraubenreihe als Anfang oder Ende einer Gruppe)	$2 \cdot \pi \cdot m$	$4 \cdot m + 1,25 \cdot e$	$\pi \cdot m + p$	$2 \cdot m + 0,625 \cdot e + 0,5 \cdot p$
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		$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

Die erforderlichen Geometriewerte e , w , b_p , e_x , m_x , p und m_2 können nach **Bild 7** ermittelt werden.

e_1 entspricht dem senkrechten Abstand e_x einer randnahen Schraubenreihe zum freien Rand.

α ist Bild 6 aus DIN EN 1993-1-8 zu entnehmen.

Tabelle 2: Berechnung der wirksamen Längen für äquivalenten T-Stummel gemäß DIN EN 1993-1-8

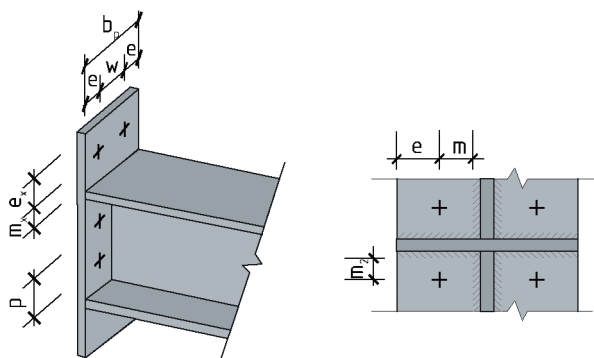


Bild 6: Geometriewerte zur Ermittlung der wirksamen Längen

Literatur

- Sedlacek, G., Weynand, K., Klinkhammer, R., S., Hüller, V.: Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau – Band 2, Stahlbau-Verlagsgesellschaft mbH, Düsseldorf, 2002.
- Stranghöner, N.: Stahlbau im Blick. Das Handbuch für den Stahlbau. 1. Aufl. Düsseldorf: Stahlbau-Verl.-und-Service-GmbH, 2010.
- Wagenknecht, G.: Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3 – Band 2: Verbindungen und Konstruktionen, 3. vollst. überarbeitete Aufl. Berlin: Beuth Verlag Berlin, Wien, Zürich, 2011.
- Ungermann, D., Weynand, K., Jaspart, J.-P., Schmidt, B.: Momententragfähige Anschlüsse mit und ohne Steifen. Stahlbaukalender 2005. Ernst & Sohn, Berlin, 2005.