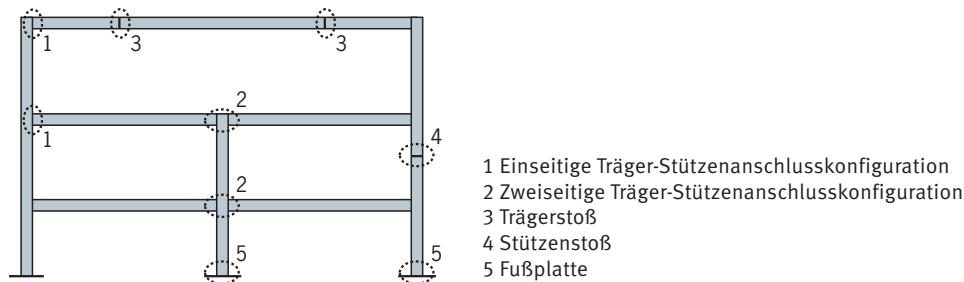
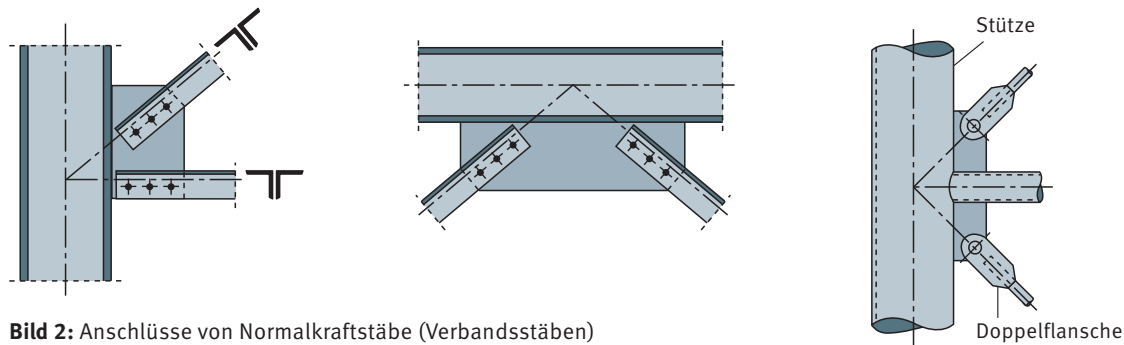
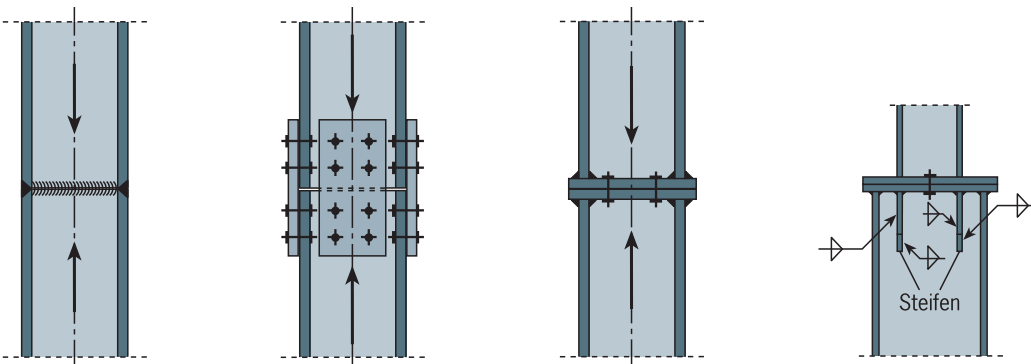


Allgemeines

Der konstruktive Punkt, an dem sich mindestens zwei stabförmige Bauteile bzw. deren Schwerachsen treffen, wird als Knotenpunkt oder Verbindung bezeichnet. Das schlussendliche Zusammenfügen von Bauteilen an den Knotenpunkten zu einem Anschluss erfolgt durch den Einsatz von mechanischen Verbindungsmitteln, zumeist Schrauben, und/oder Schweißnähten, die entweder im Werk oder auf der Baustelle installiert und ausgeführt werden. Um die vielfältigen Querschnittsformen von Stäben und geometrischen Konfigurationen von Knotenpunkten kombinieren zu können, werden Verbindungen vielfach erst durch die konstruktive Ergänzung von Blechen wie z. B. Laschen, Stirnplatten, Knoten- und Fahnenblechen sowie Steifen ausführbar.

Räumliche Stabtragwerke des üblichen Hochbaus lassen sich vielfach für die Berechnung und Bemessung in ebene Teilsysteme zerlegen, so dass die Bemessung der Anschlüsse auch in ebenen Anschlusskonfigurationen durchgeführt werden kann. Anschlusskonfigurationen werden unterteilt in Stöße und Anschlüsse, diese in einseitiger und zweiseitiger Konfiguration. Stöße dienen der Verlängerung von Bauteilen. Die Schwerachsen der Bauteile sind dabei überwiegend parallel oder identisch. Anschlüsse sind Verbindungen zwischen Bauteilen mit nicht parallelen Schwerachsen, die im Idealfall orthogonal zueinander liegen. Anschlusskonfigurationen der Bauteile eines ebenen Rahmentragwerks sind in **Bild 1** dargestellt. Konstruktive Details unterschiedlicher Anschlusskonfigurationen zeigen die **Bilder 2 bis 8** exemplarisch.

**Bild 1:** Anschlusskonfigurationen**Bild 2:** Anschlüsse von Normalkraftstäbe (Verbandsstäben)**Bild 3:** Stützenstöße [5]

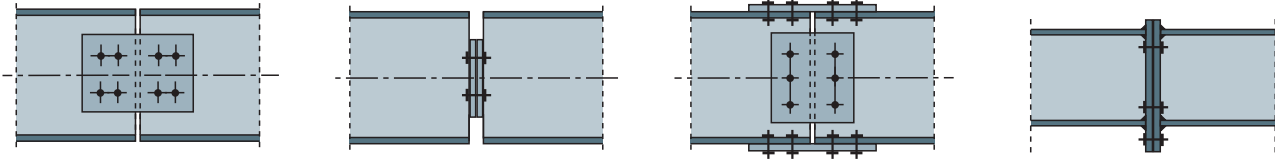


Bild 4: Trägerstöße [5]

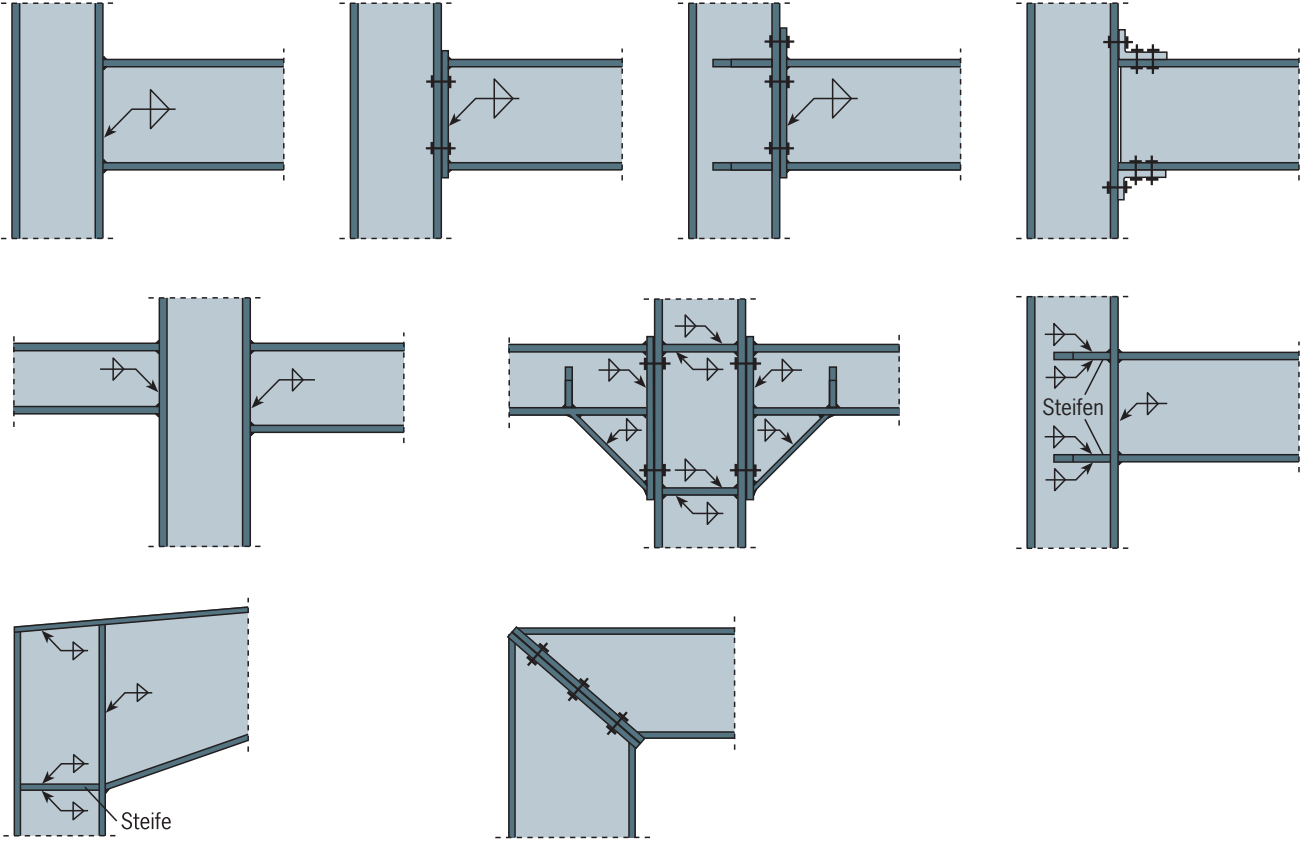


Bild 5: Träger-Stützen-Anschlüsse [5]

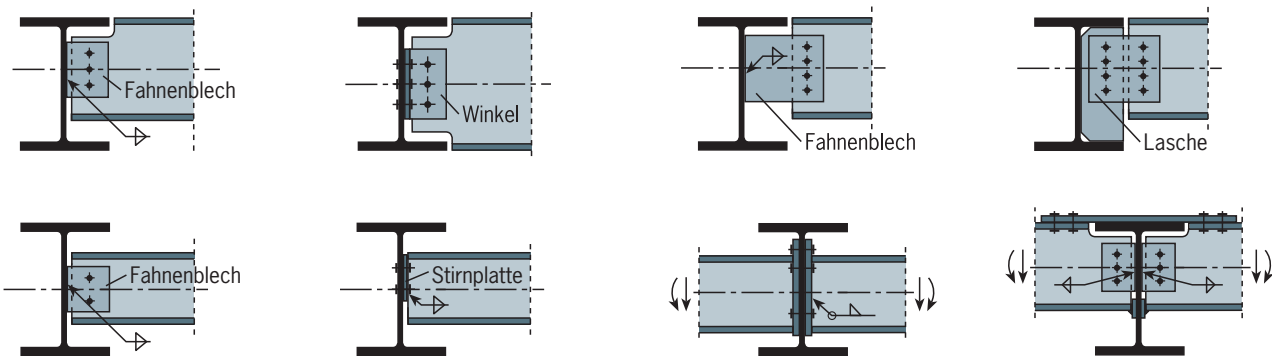


Bild 6: Träger-Träger-Anschlüsse [5]

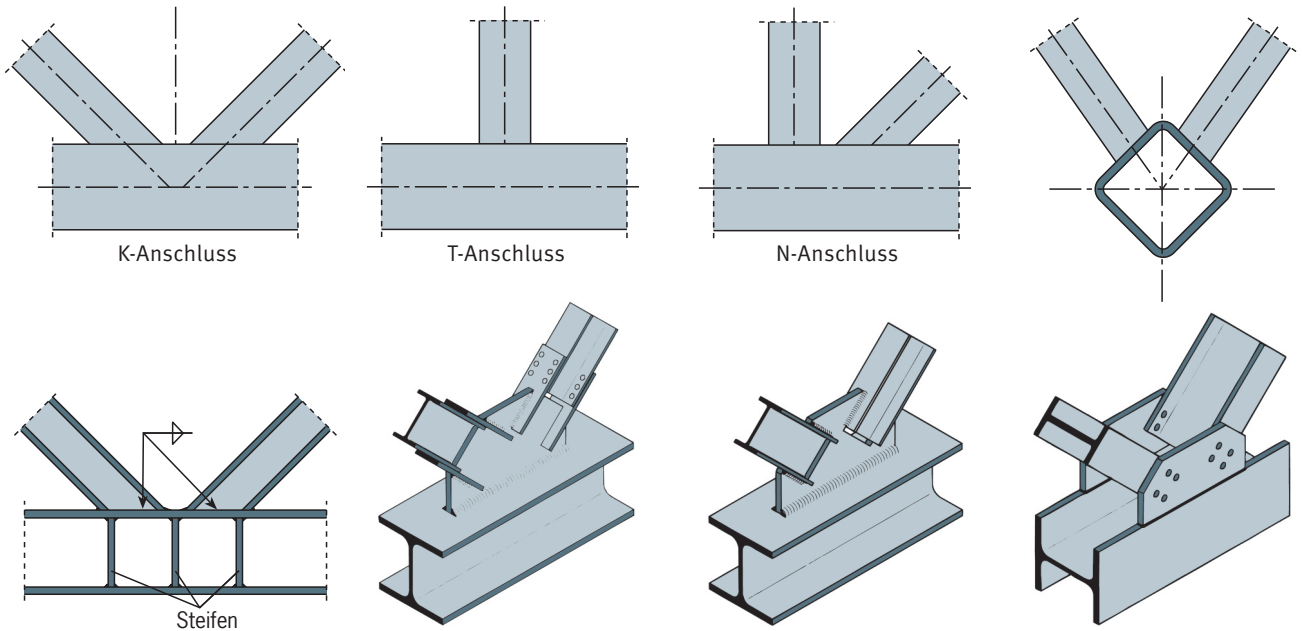


Bild 7: Anschlüsse in Fachwerken mit Hohlprofilen und offenen Walzprofilen

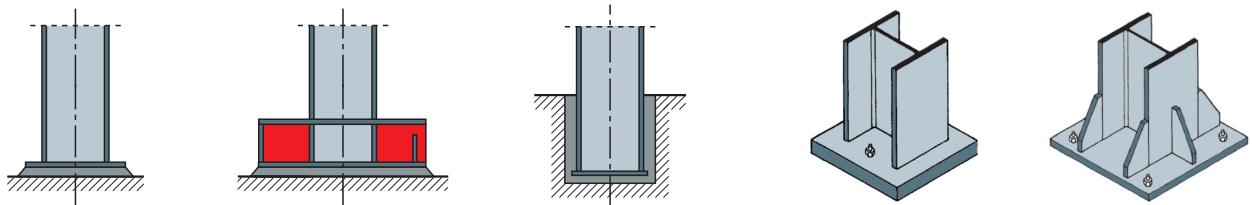


Bild 8: Stützenfüße

Die Anschlüsse in ebenen und räumlichen Fachwerkstrukturen sind ebenso in vielfältigen Varianten ausführbar. Verwendung finden sowohl offene einfach- und/oder doppelsymmetrische Walzprofile als auch runde und rechteckige Hohlprofile. Insbesondere die Verwendung von Hohlprofilen ist durch die vorhandenen Bemessungsregeln für Anschlüsse in DIN EN 1993-1-8 unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich. **Bild 7** zeigt exemplarisch einige Anschlussmöglichkeiten von Hohlprofilen, für die Bemessungsregeln vorhanden sind. Weitere Informationen zu Anschlüssen mit Hohlprofilen können der Literatur entnommen werden, siehe beispielsweise [1].

Die Stäbe des ebenen statischen Teilsystems werden durch die einwirkenden Schnittgrößen Normalkraft N und Biegemoment M sowie durch die zugehörige Querkraft V beansprucht. Welche dieser Schnittgrößen an den Anschlüssen planmäßig auftreten und weitergeleitet werden, hängt zum Einen in der Tragwerksberechnung maßgeblich von der statischen Modellierung und

zum Anderen im realen Bauwerk von der tatsächlichen konstruktiven Ausführung der Anschlüsse ab.

Kenngößen eines Anschlusses

Ein Anschluss kann durch eine Rotationsfeder dargestellt werden, welche die verbundenen Bauteile im Kreuzungspunkt der Schwerachsen verbindet, siehe **Bild 9**. Die Kenngößen der Rotationsfeder können in Form einer Momenten-Rotations-Charakteristik dargestellt werden, die die Beziehung zwischen dem am Anschluss angreifenden Biegemoment $M_{j,Ed}$ und der zugehörigen Rotation ϕ_{Ed} zwischen den verbundenen Bauteilen beschreibt. Für Zwecke der Tragwerksberechnung wird die im Allgemeinen nicht-lineare Momenten-Rotations-Charakteristik durch lineare, bi- oder tri-lineare Kurvenverläufe angenähert, die vollständig unterhalb des tatsächlichen nicht-linearen Kurvenverlaufs liegen müssen. Die Momenten-Rotations-Charakteristik ist durch die Kenngößen Momententragfähigkeit $M_{j,Ed}$, Rotationssteifigkeit S_j und Rotationskapazität ϕ_{Cd} beschrieben, siehe **Bild 9**.

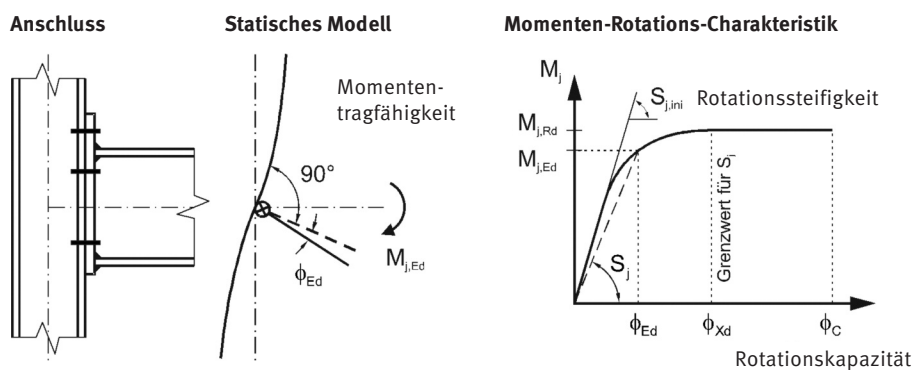


Bild 9: Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses

Grundkomponenten eines Anschlusses

Ein Anschluss besteht aus Grundkomponenten, die die Schnittgrößen der Verbindung von einem zum anderen Bauteil übertragen müssen. *Die Beanspruchbarkeit einer Verbindung ist in der Regel anhand der Beanspruchbarkeiten ihrer Grundkomponenten zu bestimmen.* [DIN EN 1993-1-8] Die Grundkomponenten bestimmen neben der Tragfähigkeit auch die Rotationssteifigkeit und Rotationskapazität. Die Bestimmung der Kenngrößen von Grundkomponenten für Anschlüsse mit H- und I-Querschnitten erfolgt nach systematisierter Vorgehensweise entsprechend DIN EN 1993-1-8. Andere Anschlusskonfigurationen lassen sich durch die Übertragung und Anpassung der geregelten Grundkomponenten oder durch die Anwendung individueller ingenieurmäßiger Modelle unter Einhaltung der folgenden Annahmen berechnen.

Annahmen für die Berechnung [DIN EN 1993-1-8]

Bei der Berechnung von Anschlüssen muss eine wirklichkeitsnahe Verteilung der Schnittgrößen angenommen werden. Für die Verteilung der Kräfte und Momente müssen die folgenden Annahmen getroffen werden:

- die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente steht im Gleichgewicht mit den im Anschluss angreifenden Schnittgrößen,
- jedes Element des Anschlusses kann die ihm zugewiesenen Kräfte und Momente übertragen,
- die Verformungen, welche durch diese Verteilung hervorgerufen werden, überschreiten nicht das Verformungsvermögen der Verbindungsmittel oder der Schweißnähte und der angeschlossenen Bauteile,
- die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente muss den Steifigkeitsverhältnissen im Anschluss entsprechen,
- die Verformungen, die bei elastisch-plastischen Berechnungsmodellen aus Starrkörperverdrehungen und/oder Verformungen in der Tragwerkebene herrühren, sind physikalisch möglich,
- das verwendete Berechnungsmodell steht nicht im Widerspruch zu Versuchsergebnissen.

Exzentrizitäten in Knotenpunkten

Treten in Knotenpunkten Exzentrizitäten auf, so sind in der Regel die Anschlüsse und die angeschlossenen Bauteile für die daraus resultierenden Schnittgrößen zu bemessen. Für Fachwerkträger aus Hohlprofilen dürfen aus Knotenexzentrizitäten resultierende Momente unter bestimmten Randbedingungen vernachlässigt werden, siehe DIN EN 1993-1-8.

Tragwerksberechnung

Für die gesamte Tragwerksberechnung einschließlich der Bemessung der Anschlüsse können linear-elastische oder plastische Berechnungsverfahren angewendet werden. Die Festlegung des Berechnungsverfahrens geht der Tragwerksberechnung voraus. Üblicherweise erfolgt die statische Modellierung des Tragwerks unter Berücksichtigung der Anschlussmodelle *biegesteif* und/oder *gelenkig*, siehe **Tabelle 1**. Die entsprechenden Modelleigenschaften bezüglich der Übertragung von Biegemomenten M und zulässigen Gelenkverdrehungen ϕ müssen in der konstruktiven Festlegung und Ausführung eines Anschlusstyps beibehalten werden. Die Überprüfung zur Übereinstimmung von statischem Anschlussmodell und geplanter Ausführung des Anschlusses erfolgt durch eine Klassifizierung des Anschlusses, die in Abhängigkeit vom festgelegten Berechnungsverfahren vorzunehmen ist, siehe **Tabelle 1**.

Klassifizierung von Anschlüssen

Die Klassifizierung von Anschlüssen nach der Steifigkeit bzw. Tragfähigkeit erfolgt anhand der Grenzwerte für die Anfangs-Rotationssteifigkeit $S_{j,ini}$ bzw. für die Momententragfähigkeit $M_{j,Rd}$ nach **Bild 10**. In Ergänzung zu **Bild 10** sind die Grenzwerte für die Klassifizierung nach der Tragfähigkeit für verschiedene Anschlusskonfigurationen in **Tabelle 2** zusammengestellt. Die Klassifizierung von Anschlüssen unter Verwendung des elastisch-plastischen Berechnungsverfahrens ist in **Bild 11** unter Berücksichtigung verschiedener Kombinationsmöglichkeiten dargestellt.

Ist ein Anschluss aufgrund der Klassifizierung einer der Klassen *verformbar*, *teiltragfähig* oder *nachgiebig* nach **Tabelle 1** zuzuordnen, muss der Anschluss unter Berücksichtigung der Momenten-Rotations-Charakteristik mit einer Rotationsfeder und/oder einem Fließgelenk statisch modelliert werden. Die Eigenschaften des nachgiebigen Anschlussmodells aus Rotationsfeder und/oder Fließgelenk sind in **Tabelle 3** zusammengestellt.

Klassifizierung nach	Berechnungsverfahren			Anschlussmodell für die Tragwerksberechnung
	Linear-elastisch Rotationssteifigkeit	Starr-plastisch Tragfähigkeit	Elastisch-plastisch Rotationssteifigkeit und Tragfähigkeit	
Klasse des Anschlusses	starr	volltragfähig	biegesteif	biegesteif ($M \neq 0$ und $\phi = 0$)
	verformbar ¹⁾	teiltragfähig ¹⁾	nachgiebig ¹⁾	nachgiebig ($M \neq 0$ und $\phi \neq 0$)
	gelenkig	gelenkig	gelenkig	Berücksichtigung der Momenten-Rotations-Charakteristik mit Rotationsfeder und/oder Fließgelenk ¹⁾ gelenkig ($M = 0$ und $\phi \neq 0$)

¹⁾ Details zur Anschlussmodellierung dieser Klassen enthält Tabelle 3.

Tabelle 1: Anschlussmodelle für die Tragwerksberechnung

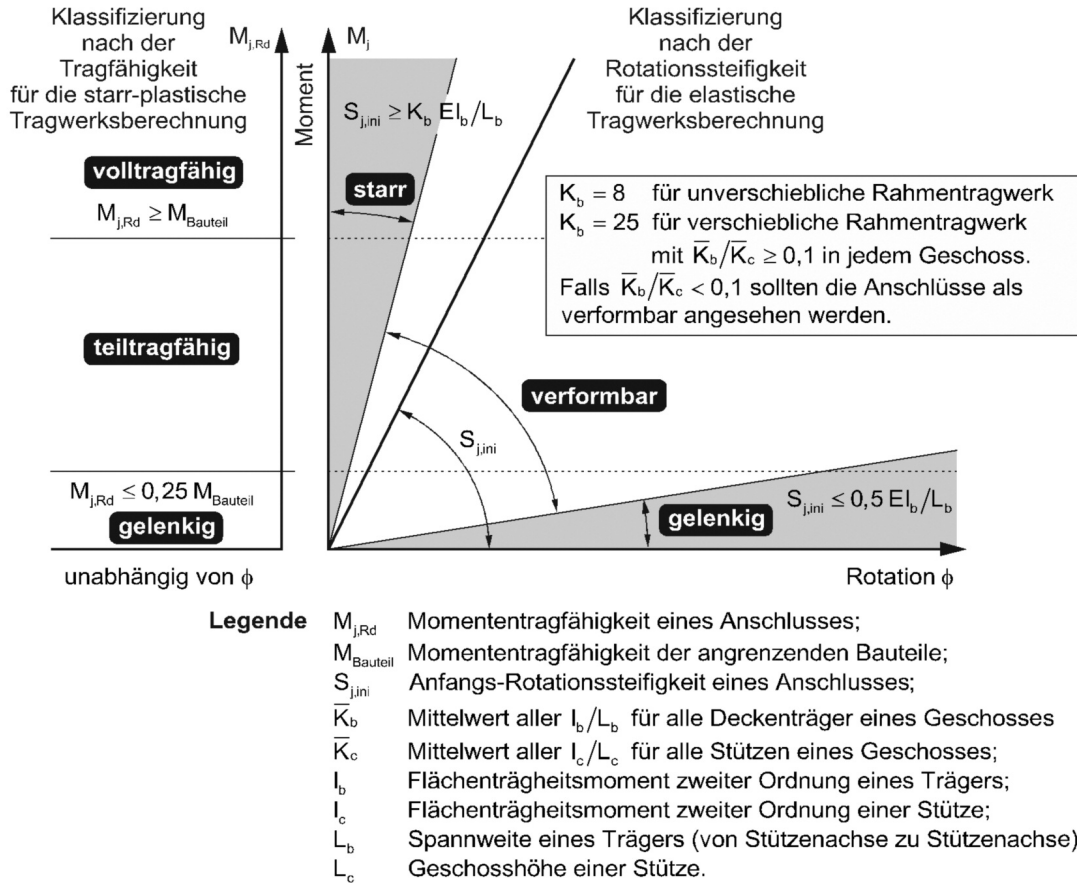


Bild 10: Klassifizierung von Anschlüssen für die Tragwerksberechnung

Klassifizierung nach der Tragfähigkeit	Anschlusskonfiguration	Grenzkriterien der Klassifizierung nach der Momententragfähigkeit
volltragfähig	Stützenkopf	$M_{j,Rd} \geq M_{Bauteil} = \min \begin{cases} M_{b,pl,Rd} \\ M_{c,pl,Rd} \end{cases}$
	zwischen zwei Geschossen	$M_{j,Rd} \geq M_{Bauteil} = \min \begin{cases} M_{b,pl,Rd} \\ 2 M_{c,pl,Rd} \end{cases}$
teiltragfähig	Anschluss, der weder die Kriterien für volltragfähige noch für gelenkige Anschlüsse erfüllt	
gelenkig	siehe Klasse <i>volltragfähig</i>	$M_{j,Rd} \leq 0,25 M_{Bauteil}$ – Übertragung der auftretenden Schnittkräfte, ohne dass größere Momente erzeugt werden – Gelenkverdrehungen infolge der Bemessungswerte der einwirkenden Lasten müssen möglich sein – Ausreichende Rotationskapazität muss vorhanden sein

$M_{b,pl,Rd}$ plastische Momententragfähigkeit eines Trägers.

$M_{c,pl,Rd}$ plastische Momententragfähigkeit einer Stütze.

Tabelle 2: Klassifizierung nach der Momententragfähigkeit

		Momententragfähigkeit			<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #4a7c8c; margin-bottom: 2px;"></div> biegesteif <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #8eb9c1; margin-bottom: 2px;"></div> nachgiebig <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #c1d9e1;"></div> gelenkig </div>
		volltragfähig	teiltragfähig	gelenkig	
Rotationssteifigkeit	starr				
	verformbar				
	gelenkig				

Bild 11: Anschlussmodellierung und Klassifizierung nach der Steifigkeit und Tragfähigkeit für die elastisch-plastische Tragwerksberechnung


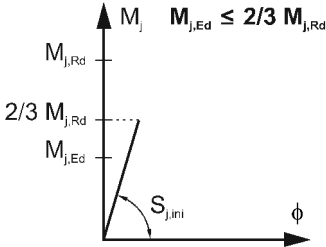
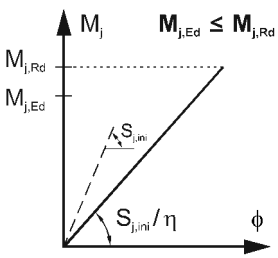

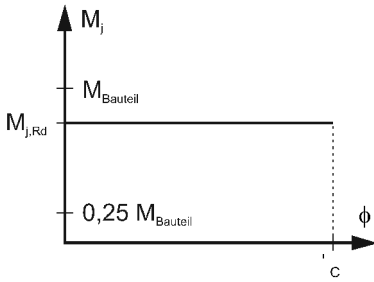

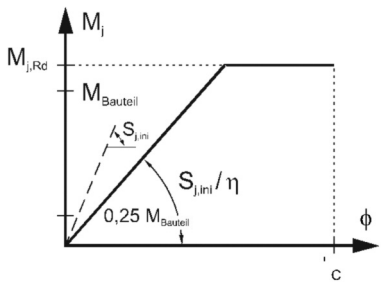

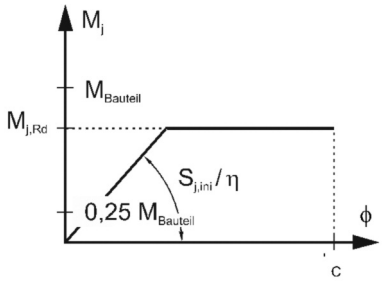

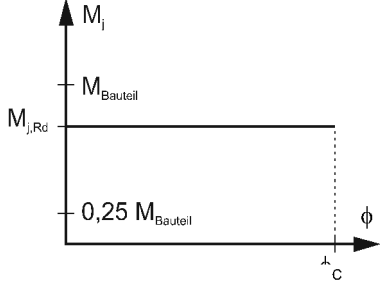
Berechnungsverfahren und Klasse des Anschlusses		
Linear-elastisch	Starr-plastisch	Elastisch-plastisch
verformbar	teiltragfähig	nachgiebig
Anschlussmodell		
<p>Rotationsfeder</p>  <p>$M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$</p>  	<p>Fließgelenk im Anschluss ab $M_{j,Ed} = M_{j,Rd}$</p>  	<p>nachgiebig = verformbar + volltragfähig</p> <p>Rotationsfeder + Fließgelenk im Bauteil ab $M_{j,Ed} = M_{Bauteil}$</p>   <p>nachgiebig = verformbar + teiltragfähig</p> <p>Rotationsfeder + Fließgelenk im Anschluss ab $M_{j,Ed} = M_{j,Rd}$</p>   <p>nachgiebig = starr + teiltragfähig</p> <p>Biegesteifer Anschluss + Fließgelenk im Anschluss ab $M_{j,Ed} = M_{j,Rd}$</p>  

Tabelle 3: Anschlussmodellierung zur Tragwerksberechnung für verformbare, teiltragfähige und nachgiebige Anschlüsse

Berechnung der Rotationssteifigkeit

Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Rotationssteifigkeit für Träger-Stützen-Anschlüsse sowohl in geschweißter Ausführung als auch mit geschraubten Stirnblechen bzw. Flanschwinkeln, für Trägerstöße mit geschraubten Stirnblechen sowie für Fußplattenverbindungen sind in DIN EN 1993-1-8 geregelt. Die Rotationssteifigkeit S_j eines Anschlusses wird anhand der Steifigkeiten der einzelnen Grundkomponenten mit den zugehörigen elastischen Steifigkeitskoeffizienten k_i nach Gleichung (1) berechnet. Mit dem Steifigkeitsverhältnis μ ergibt sich die Anfangs-Rotationssteifigkeit $S_{j,ini}$ nach Gleichung (2). Die Gleichungen (1) und (2) gelten nur bis zu einer zusätzlichen Normalkraftbeanspruchung $N_{b,Ed} \leq 0,05 N_{b,pl,Rd}$. **Bild 12** zeigt exemplarisch das Federmodell für einen unausgesteiften geschweißten Träger-Stützen-Anschluss unter Berücksichtigung der Steifigkeiten der Grundkomponenten. Die erforderlichen Beiwerte zur Bestimmung der Rotationssteifigkeiten nach **Tabelle 3** und Gleichung (1) sind in **Tabelle 4** zusammengestellt.

$$S_j = \frac{E \cdot z^2}{\mu \cdot \sum \frac{1}{k_i}} \quad \text{mit} \quad \mu = \begin{cases} 1,0 & \text{wenn } M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd} \\ (1,5 \cdot M_{j,Ed} / M_{j,Rd})^{\psi} & \text{wenn } 2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd} \end{cases} \quad (1)$$

$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\sum \frac{1}{k_i}} \quad (2)$$

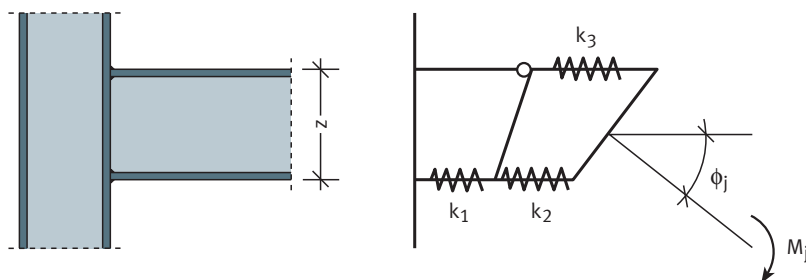


Bild 12: Federmodell eines unversteiften geschweißten Träger-Stützen-Anschlusses [2]

Anschlussausbildung	Anpassungsbeiwert η		Beiwert ψ (Formbeiwert)	Steifigkeitsverhältnis μ_{max}
	Träger-Stützen-Anschlüsse	Andere Anschlüsse ¹⁾		
Geschweißt	2	3	2,7	3
Geschraubtes Stirnblech	2	3	2,7	3
Geschraubter Flanschwinkel	2	3,5	3,1	3,5
Fußplatte	–	3	2,7	3

¹⁾ Andere Anschlüsse sind Träger-Träger-Anschlüsse, Trägerstöße und Stützenfußanschlüsse.

Tabelle 4: Beiwerte für die Rotationssteifigkeit S_j

Anschlüsse mit unversteiften „gelenkigen“ Stirnplatten am Trägersteg werden nach DIN EN 1993-1-8 als nachgiebige Anschlüsse klassifiziert, obwohl in der Tragwerksberechnung gelenkig modellierte Anschlüsse traditionell mit diesem Anschlusstyp ausgeführt werden. Um „gelenkige“ Stirnplattenanschlüsse wie bisher als gelenkigen Anschluss in der Tragwerksberechnung berücksichtigen zu können, und somit auf die Modellierung als nachgiebigen Anschluss verzichten zu können, müssen sowohl eine ausreichende Rotationskapazität als auch eine ausreichende Duktilität für den Anschluss gewährleistet sein. Dies gilt ebenso für „gelenkige“ Fahnenblechanschlüsse und „gelenkige“ Steg-Winkelanschlüsse, für die die Berechnung der vorhandenen Rotationssteifigkeit nicht anhand der vorliegenden Grundkomponenten nach DIN EN 1993-1-8 durchgeführt werden kann. Auch für diese Anschlusstypen, die womöglich den nachgiebigen Anschlüssen zuzuordnen sind, kann mit dem Nachweis ausreichender Rotationskapazität und Duktilität weiterhin die statische Modellierung als gelenkiger Anschluss durchgeführt werden.

In [4] werden Empfehlungen für die Sicherstellung ausreichender Rotationskapazität und Duktilität von „gelenkigen“ Stirnplatten-, Fahnenblech- und Steg-Winkelanschlüssen gegeben. Die Grenzkriterien sind in **Tabelle 5** zusammengestellt.

Kriterium	Ausführung des Anschlusses	
	Unversteifte Stirnplatte am Trägersteg	Fahnenblech mit einer oder zwei vertikalen Schraubenreihen
Ausreichende Rotationskapazität	$h_p \leq d_b$	
	$\phi_{\text{verfügbar}} > \phi_{\text{erf}}$	
	Der auftretende Winkel ϕ_{erf} der Auflagerverdrehung ist unter Berücksichtigung der Bemessungswerte der Einwirkungen für das statische Modell zu ermitteln.	
	$\phi_{\text{verfügbar}} = \frac{t_p}{h_e}$	<p>Wenn $z > \sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p + h_e}{2}\right)^2}$,</p> <p>dann $\phi_{\text{verfügbar}} = \infty$</p> <p>ansonsten</p> $\phi_{\text{verfügbar}} = \arcsin \left(\frac{z}{\sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p + h_e}{2}\right)^2}} \right) - \arctan \left(\frac{z - g_h}{\frac{h_p + h_e}{2}} \right)$
Ausreichende Duktilität	$a \geq \frac{\beta_w \cdot f_y \cdot \gamma_{M2}}{\sqrt{2} \cdot f_u \cdot \gamma_{M0}} \cdot t_s$ mit $t \leq 40 \text{ mm}$	
	$a \geq \begin{cases} 0,46 \cdot t_s & \text{für S235} \\ 0,58 \cdot t_s & \text{für S355} \end{cases}$	
	$t_s = t_{bw}$	$t_s = t_p$
	<p>Entweder</p> $\frac{d}{t_p} \geq 2,8 \sqrt{\frac{f_{y,p}}{f_{ub}}}$ <p>oder</p> $\frac{d}{t_w} \geq 2,8 \sqrt{\frac{f_{y,s}}{f_{ub}}}$ <p>* Stützendes Bauteil: <i>bw</i> Trägersteg <i>cw</i> Stützensteg <i>cf</i> Stützenflansch</p>	$V_{Rd} < \min \{ V_{Rd,1}; V_{Rd,7} \} \quad (1)$ <p>Eine vertikale Schraubenreihe: Entweder für den Trägersteg oder für das Fahnenblech</p> $F_{b,hor,Rd} \leq \min \{ F_{v,Rd}; V_{Rd,7} \cdot \beta \} \quad (2)$ <p>Zwei vertikale Schraubenreihen: Entweder für den Trägersteg oder für das Fahnenblech</p> $\max \left\{ \frac{\alpha^2 + \beta^2}{F_{v,Rd}^2}; \frac{1}{V_{Rd,7}^2} \right\} \leq \left(\frac{\alpha}{F_{b,ver,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{\beta}{F_{b,hor,Rd}} \right)^2$ <p>oder</p> $V_{Rd,6} \leq \min \left\{ \frac{2 \cdot F_{v,Rd}}{3 \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}; \frac{2}{3} V_{Rd,7} \right\}$ <p>Falls (1) und (2) erfüllt sind, ist keine weitere Prüfung erforderlich, ansonsten</p> $F_{b,hor,Rd} \leq \min \{ F_{v,Rd}; V_{Rd,7} \cdot \beta \} \quad (3)$
	<p>V_{Rd} Querkrafttragfähigkeit des Anschlusses</p> <p>$V_{Rd,1}$ Tragfähigkeit der Schrauben gegen Abscheren</p> <p>$V_{Rd,2}$ Tragfähigkeit des Fahnenblechs gegen Lochleibung</p> <p>$V_{Rd,6}$ Tragfähigkeit des Fahnenblechs gegen Biegung</p> <p>$V_{Rd,7}$ Tragfähigkeit des Fahnenblechs gegen lokales Beulen</p> <p>$V_{Rd,8}$ Tragfähigkeit des Trägerstegs gegen Lochleibung</p> <p>$F_{b,hor,Rd}$ Minimale Lochleibungstragfähigkeit einer Schraube mit horizontaler Beanspruchung</p> <p>$F_{b,ver,Rd}$ Minimale Lochleibungstragfähigkeit einer Schraube mit vertikaler Beanspruchung</p> <p>$F_{v,Rd}$ Abschertragfähigkeit einer Schraube</p> <p>α, β Beiwerte für die Geometrie der Schraubengruppe</p>	
	Steg-Winkelanschluss	
	Steg-Winkelanschlüsse können vereinfacht als Kombination aus einem unversteiften Stirnplattenanschluss am Steg und einem Fahnenblechanschluss betrachtet werden. Die Anforderungen an eine ausreichende Rotationskapazität und Duktilität sowie die Berechnungen der Tragfähigkeiten der Grundkomponenten kann anhand der vorgenannten Anschlusstypen abgeleitet werden, siehe [4].	

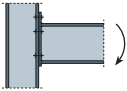
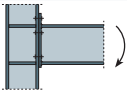
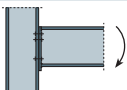
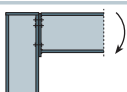
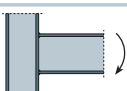
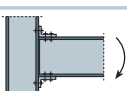
Tabelle 5: Grenzkriterien für ausreichende Rotationskapazität und Duktilität von gelenkigen Anschlüssen [4]

Überslagsberechnung der Steifigkeit von Anschlüssen für die Entwurfsphase

Wird bei der Tragwerksberechnung davon ausgegangen, dass ein nachgiebiger Anschluss aufgrund einer vereinfachten Herstellung ausgeführt werden soll, kann zur statischen Modellierung des Anschlusses die Anfangssteifigkeit $S_{j,app}$ mit Gleichung (3) abgeschätzt werden. Der Hilfswert c ist für übliche Ausführungen und Konfigurationen von Träger-Stütze-Anschlüssen in **Tabelle 5** zusammengestellt. Der Abstand z zwischen den Resultierenden der Zug- und Druckkraft und die Dicke des Stützenflansches t_{fc} sind aufgrund der gewählten Stabquerschnitte bekannt.

$$S_{j,app} = \frac{E \cdot z_2 \cdot t_{fc}}{c} \quad (3)$$

Sind die Voraussetzungen für die Gültigkeit der Hilfswerte entsprechend **Tabelle 5** nicht erfüllt oder können diese noch nicht überprüft werden, muss nach Berechnung und Bemessung des Tragwerks und der Anschlüsse die vorhandene Steifigkeit $S_{j,ini}$ mit der abgeschätzten Steifigkeit $S_{j,app}$ verglichen werden. Sollten Abweichungen vorliegen, kann mit Hilfe der Grenzwerte entsprechend **Tabelle 6** überprüft werden, ob die Abweichungen der Rotationssteifigkeiten Einfluss auf die Schnittgrößenermittlung haben. Sind die Grenzwerte eingehalten, ist eine erneute Tragwerksberechnung mit korrigierter Anschlusssteifigkeit nicht erforderlich.

Ausführung des Anschlusses			Anschlusskonfiguration	
			einseitig ($\beta = 1$)	zweiseitig symmetrisch ($\beta = 0$)
Überstehende Stirnplatte	unversteift		13	7,5
	Steifen im Druck- und Zugbereich		8,5	3
Bündige Stirnplatte	unversteift		14	9,5
	Abschlussplatte am Stützenkopf		11,5	6
Geschweißter Anschluss	unversteift		11,5	6
Geschraubter Winkelanschluss	unversteift		70	65

Voraussetzungen für die Gültigkeit:

Bei Stirnplattenanschlüssen:

- Der Anschluss besteht aus zwei Schraubenreihen in der Zugzone.
- Der Schraubendurchmesser entspricht der 1,5-fachen Stützenflanschdicke ($d \approx 1,5 t_{fc}$).
- Die Schraubenachse befindet sich nahe am Stützensteg, d. h. der Achsabstand vom Ende des Ausrundungsradius entspricht der 1,5-fachen Stützenflanschdicke ($m_c \approx 1,5 t_{fc}$).
- Die Stirnplattendicke entspricht ungefähr der Stützenflanschdicke ($t_p \approx t_{fc}$).

Bei Anschlüssen mit Gurtwinkeln:

- Der Anschluss besteht aus einer Schraubenreihe in der Zugzone.
- Der Schraubendurchmesser entspricht der 1,5-fachen Gurtwinkeldicke ($d \approx 1,5 t_a$).
- Die Schraubenachse befindet sich nahe am Stützensteg, d. h. der Achsabstand vom Ende des Ausrundungsradius entspricht der 1,5-fachen Stützenflanschdicke ($m_c \approx 1,5 t_{fc}$).
- Die Gurtwinkeldicke entspricht ungefähr der Stützenflanschdicke ($t_a \approx t_{fc}$).

β Übertragungsparameter, siehe DIN EN 1993-1-8.

Tabelle 5: Hilfswert c zur überschlägigen Bestimmung der Anfangssteifigkeit $S_{j,app}$ [2]

Rahmen	untere Grenze	obere Grenze
unverschieblich	$S_{j,ini} \geq \frac{8 \cdot S_{j,app} \cdot E_b}{10 \cdot E_b + S_{j,app} \cdot L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{10 \cdot S_{j,app} \cdot E_b}{8 \cdot E_b - S_{j,app} \cdot L_b}$ Wenn $S_{j,ini}$ den Anschluss bereits als starr klassifiziert, gilt: $S_{j,ini} \leq \infty$
verschieblich	$S_{j,ini} \geq \frac{24 \cdot S_{j,app} \cdot E_b}{30 \cdot E_b + S_{j,app} \cdot L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{30 \cdot S_{j,app} \cdot E_b}{24 \cdot E_b - S_{j,app} \cdot L_b}$ Wenn $S_{j,ini}$ den Anschluss bereits als starr klassifiziert, gilt: $S_{j,ini} \leq \infty$

$S_{j,app}$ Nährungswert der Anfangssteifigkeit des Anschlusses.
 $S_{j,ini}$ Tatsächliche Anfangssteifigkeit des Anschlusses.
 E E-Modul
 L_b Trägerlänge
 I_b Trägheitsmoment des Trägerquerschnitts.

Tabelle 6: Grenzwerte der Rotationssteifigkeiten $S_{j,ini}$ zur Gültigkeit der überschlägigen Bestimmung der Anfangssteifigkeit $S_{j,app}$ [2]

Planung von Anschlüssen – auch das

Die Festlegung und Gestaltung von Anschlüssen sollte neben den statischen Anforderungen auch weitere Aspekte der Tragwerksplanung berücksichtigen. Anschlüsse sollten auch den Anforderungen an eine

- planungsgerechte,
- fertigungsgerechte,
- montagegerechte,
- korrosionsschutzgerechte und
- brandschutzgerechte

Gestaltung entsprechen. Siehe hierzu auch die zuvor benannten Arbeitshilfen.

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

Literatur

- [1] Puthli, R., Ummenhofer, T., Wardenier, J., Pertermann, I., Anschlüsse mit Hohlprofilen nach DIN EN 1993-1-8, in: Stahlbau-Kalender 2011, Hrsg.: Kuhlmann, U., Berlin: Ernst & Sohn 2011.
- [2] Ungermann, D., Weynand, K., Jaspart, J.-P. Schmidt, B., Momententragfähige Anschlüsse mit und ohne Steifen, in: Stahlbau-Kalender 2005, Hrsg.: Kuhlmann, U., Berlin: Ernst & Sohn 2005.
- [3] Ungermann, D., Schneider, S., Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-8: Bemessung von Anschlüssen, in: Stahlbau-Kalender 2011, Hrsg.: Kuhlmann, U., Berlin: Ernst & Sohn 2011.
- [4] Jaspart, J.-P., Demonceau, J.F., Renkin, S., Guillaume, M.L., European Recommendations for the Design of Simple Joints in Steel Structures, Hrsg. ECCS – European Convention for Constructional Steelwork, No. 126, 1st Edition 2009.
- [5] Kindmann, R., Stracke, M., Verbindungen im Stahl- und Verbundbau, 2. Auflage. Berlin: Ernst und Sohn 2009.
- [6] Wagenknecht, G., Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3, Band 2, Verbindungen und Konstruktionen, 3. Auflage. Berlin: Beuth 2011.
- [7] DSTV-Arbeitsausschuss Technisches Büro, Richtlinie zur statischen Berechnung von Stahlbauten, Ausgabe: Mai 2010.