

DIN EN 1993-1-8

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatzvermerk
siehe unten

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-8: Design of joints;
German version EN 1993-1-8:2005 + AC:2009

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-8: Calcul des assemblages;
Version allemande EN 1993-1-8:2005 + AC:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 1993-1-8:2005-07;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-3:2010-12,
DIN EN 1993-1-3/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-5:2010-12, DIN EN 1993-1-5/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-9:2010-12, DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-10:2010-12, DIN EN 1993-1-10/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-11:2010-12 und
DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12 Ersatz für DIN 18800-1:2008-11;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-11:2010-12 und DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12 Ersatz für DIN 18801:1983-09;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12 und DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 Ersatz für
DIN 18808:1984-10;
mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12, DIN EN 1993-4-1:2010-12 und DIN EN 1993-4-1/NA:2010-12 Ersatz für
DIN 18914:1985-09;
Ersatz für DIN EN 1993-1-8 Berichtigung 1:2009-12

Gesamtumfang 150 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-8:2005 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung (Sp CEN/TC 250/SC 3)“ begleitet.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen   angezeigt.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1993-1-1:1993-04, DIN V ENV 1993-1-1/A1:2002-05 und DIN V ENV 1993-1-1/A2:2002-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vornorm-Charakter wurde aufgehoben;
- b) in Teil 1-1, Teil 1-8, Teil 1-9 und Teil 1-10 aufgeteilt;
- c) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet und in einen eigenständigen Normteil überführt.

Gegenüber DIN EN 1993-1-8:2005-07, DIN EN 1993-1-8 Berichtigung 1: 2009-12, DIN 18800-1:2008-11, DIN 18801:1983-09, DIN 18808:1984-10 und DIN 18914:1985-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN 1050: 1934-08, 1937xxxx-07, 1946-10, 1957x-12, 1968-06
DIN 1073: 1928-04, 1931-09, 1941-01, 1974-07
DIN 1079: 1938-01, 1938-11, 1970-09
DIN 1073 Beiblatt: 1974-07
DIN 4100: 1931-05, 1933-07, 1934xxxx-08, 1956-12, 1968-12
DIN 4101: 1937xxx-07, 1974-07
DIN 4115: 1950-08
DIN 18800-1: 1981-03, 1990-11, 2008-11
DIN 18800-1/A1: 1996-02
DIN 18801: 1983-09
DIN 18808: 1984-10
DIN 18914: 1985-09
DIN V ENV 1993-1-1: 1993-04
DIN V ENV 1993-1-1/A1: 2002-05
DIN V ENV 1993-1-1/A2: 2002-05
DIN EN 1993-1-8: 2005-07
DIN EN 1993-1-8 Berichtigung 1: 2009-12

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten —
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen**

Eurocode 3: Design of steel structures —
Part 1-8: Design of joints

Eurocode 3: Calcul des structures en acier —
Partie 1-8: Calcul des assemblages

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2004 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 29. Juli 2009 in Kraft und wurde in EN 1993-1-8:2005 eingearbeitet.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Hintergrund des Eurocode-Programms	5
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	6
Nationale Fassungen der Eurocodes	7
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAG)	7
Nationaler Anhang zu EN 1993-1-8	7
1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich	9
1.2 Normative Verweisungen	9
1.2.1 Bezugsnormengruppe 1: Schweißgeeignete Baustähle	9
1.2.2 Bezugsnormengruppe 2: Toleranzen, Maße und technische Lieferbedingungen	9
1.2.3 Bezugsnormengruppe 3: Hohlprofile	10
1.2.4 Bezugsnormengruppe 4: Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	10
1.2.5 Bezugsnormengruppe 5: Schweißzusatzmittel und Schweißen	11
1.2.6 Bezugsnormengruppe 6: Niete	11
1.2.7 Bezugsnormengruppe 7: Bauausführung von Stahlbauten	11
1.3 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	11
1.4 Begriffe	12
1.5 Formelzeichen	14
2 Grundlagen der Tragwerksplanung	21
2.1 Annahmen	21
2.2 Allgemeine Anforderungen	21
2.3 Schnittgrößen	21
2.4 Beanspruchbarkeit von Verbindungen	22
2.5 Annahmen für die Berechnung	22
2.6 Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbelastung, Belastung mit Schwingungen oder mit Lastumkehr	22
2.7 Exzentrizitäten in Knotenpunkten	23
3 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen	23
3.1 Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	23
3.1.1 Allgemeines	23
3.1.2 Vorgespannte Schrauben	24
3.2 Niete	24
3.3 Ankerschrauben	24
3.4 Kategorien von Schraubenverbindungen	24
3.4.1 Scherverbindungen	24
3.4.2 Zugverbindungen	25
3.5 Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete	26
3.6 Tragfähigkeiten einzelner Verbindungsmittel	28
3.6.1 Schrauben und Niete	28
3.6.2 Injektionsschrauben	32
3.7 Gruppen von Verbindungsmitteln	33
3.8 Lange Anschlüsse	34
3.9 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten 8.8 oder 10.9 Schrauben	34
3.9.1 Gleitwiderstand	34
3.9.2 Kombinierte Scher- und Zugbeanspruchung	35
3.9.3 Hybridverbindungen	36
3.10 Lochabminderungen	36
3.10.1 Allgemeines	36
3.10.2 Blockversagen von Schraubengruppen	36

3.10.3	Einseitig angeschlossene Winkel und andere unsymmetrisch angeschlossene Bauteile unter Zugbelastung	37
3.10.4	Anschlusswinkel für indirekten Anschluss	38
3.11	Abstützkräfte	39
3.12	Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit	39
3.13	Bolzenverbindungen	39
3.13.1	Allgemeines	39
3.13.2	Bemessung der Bolzen	40
4	Schweißverbindungen	42
4.1	Allgemeines	42
4.2	Schweißzusätze	43
4.3	Geometrie und Abmessungen	43
4.3.1	Schweißnahtarten	43
4.3.2	Kehlnähte	43
4.3.3	Schlitznähte	44
4.3.4	Stumpfnähte	45
4.3.5	Lochschweißungen	45
4.3.6	Hohlkehlnähte	45
4.4	Schweißen mit Futterblechen	46
4.5	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	46
4.5.1	Schweißnahtlänge	46
4.5.2	Wirksame Nahtdicke	46
4.5.3	Tragfähigkeit von Kehlnähten	47
4.6	Tragfähigkeit von Schlitznähten	49
4.7	Tragfähigkeit von Stumpfnähten	49
4.7.1	Durchgeschweißte Stumpfnähte	49
4.7.2	Nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	49
4.7.3	T-Stöße	49
4.8	Tragfähigkeit von Lochschweißungen	50
4.9	Verteilung der Kräfte	50
4.10	Steifenlose Anschlüsse an Flansche	51
4.11	Lange Anschlüsse	52
4.12	Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	53
4.13	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen	53
4.14	Schweißen in kaltverformten Bereichen	53
5	Tragwerksberechnung, Klassifizierung und statische Modelle	54
5.1	Tragwerksberechnung	54
5.1.1	Allgemeines	54
5.1.2	Elastische Tragwerksberechnung	55
5.1.3	Starr-plastische Tragwerksberechnung	56
5.1.4	Elastisch-plastische Tragwerksberechnung	56
5.1.5	Berechnung von Fachwerkträgern	57
5.2	Klassifizierung von Anschlüssen	58
5.2.1	Allgemeines	58
5.2.2	Klassifizierung nach der Steifigkeit	59
5.2.3	Klassifizierung nach der Tragfähigkeit	61
5.3	Statisches Modell für Träger-Stützenanschlüsse	62
6	Anschlüsse mit H- oder I-Querschnitten	64
6.1	Allgemeines	64
6.1.1	Geltungsbereich	64
6.1.2	Kenngößen	65
6.1.3	Grundkomponenten eines Anschlusses	66
6.2	Tragfähigkeit	69
6.2.1	Schnittgrößen	69
6.2.2	Querkräfte	70

	Seite
6.2.3 Biegemomente	71
6.2.4 Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung	72
6.2.5 Äquivalenter T-Stummel mit Druckbeanspruchung.....	76
6.2.6 Tragfähigkeit der Grundkomponenten	77
6.2.7 Biegetragfähigkeit von Träger-Stützenanschlüssen und Stößen.....	95
6.2.8 Tragfähigkeit von Stützenfüßen mit Fußplatten	100
6.3 Rotationssteifigkeit.....	103
6.3.1 Grundmodell.....	103
6.3.2 Steifigkeitskoeffizienten für die Grundkomponenten eines Anschlusses	106
6.3.3 Stirnblechanschlüsse mit zwei oder mehr Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung	109
6.3.4 Stützenfüße	111
6.4 Rotationskapazität	112
6.4.1 Allgemeines	112
6.4.2 Geschraubte Anschlüsse.....	112
6.4.3 Geschweißte Anschlüsse	113
7 Anschlüsse mit Hohlprofilen	113
7.1 Allgemeines	113
7.1.1 Geltungsbereich.....	113
7.1.2 Anwendungsbereich	114
7.2 Berechnung und Bemessung.....	116
7.2.1 Allgemeines	116
7.2.2 Versagensformen von Anschlüssen mit Hohlprofilen.....	116
7.3 Schweißnähte.....	119
7.3.1 Tragfähigkeit	119
7.4 Geschweißte Anschlüsse von KHP-Bauteilen	120
7.4.1 Allgemeines	120
7.4.2 Ebene Anschlüsse	121
7.4.3 Räumliche Anschlüsse	128
7.5 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe.....	129
7.5.1 Allgemeines	129
7.5.2 Ebene Anschlüsse	130
7.5.3 Räumliche Anschlüsse	140
7.6 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe	142
7.7 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an U-Profil Gurtstäbe	145

Vorwort

Dieses Dokument EN 1993-1-8:2005 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 "Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau" erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist auch für alle anderen Eurocode-Teile verantwortlich.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-1-1.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Hintergrund des Eurocode-Programms

1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Normen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und sie schließlich ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerkomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80'er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*;

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke*;

¹⁾ Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaft und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken (BC/CEN/03/89).

EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauten*;

EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*;

EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Stahl-Beton-Verbundbauten*;

EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*;

EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*;

EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*;

EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*;

EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumkonstruktionen*.

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitglieds-ländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanischer Festigkeit und Standsicherheit und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (EN's und ETA's)

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Angaben in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter Europäischer Normen und Richtlinien für die Europäische Zulassungen selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, in dem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) die Methode zur Verbindung dieser Klasse oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Testverfahren, Entwurfsregeln,
- c) als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen.

Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr. 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr. 2.

Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Baukomponenten, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen, wofür Spezialistenbeiträge erforderlich sein können.

Nationale Fassungen der Eurocodes

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte für γ -Faktoren und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen;
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben;
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;
- Entscheidungen zur Anwendung informativer Anhänge;
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAZ)

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ müssen konsistent sein. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind und die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Nationaler Anhang zu EN 1993-1-8

Diese Norm enthält alternative Methoden, Zahlenangaben und Empfehlungen in Verbindung mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, wo Nationale Festlegungen getroffen werden können. EN 1993-1-8 wird bei der nationalen Einführung einen Nationalen Anhang enthalten, der alle national festzulegenden Parameter enthält, die für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten im jeweiligen Land erforderlich sind.

Nationale Festlegungen sind bei folgenden Regelungen vorgesehen:

- 1.2.6 (Bezugsnormengruppe 6: Niete);

⁴⁾ siehe Artikel 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie, ebenso wie 4.2, 4.3.1, 4.3.2 und 5.2 des Grundlegendokumentes Nr. 1

- 2.2(2);
- 3.1.1(3);
- 3.4.2(1);
- 5.2.1(2);
- 6.2.7.2(9).

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1993-1-8 enthält Regeln für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Anschlüssen aus Stahl mit Stahlsorten S235, S275,  S355, S420, S450 und S460  unter vorwiegend ruhender Belastung.

1.2 Normative Verweisungen

(1) Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

1.2.1 Bezugsnormengruppe 1: Schweißgeeignete Baustähle

EN 10025-1:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine Lieferbedingungen*

EN 10025-2:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Allgemeine Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 10025-3:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornstähle*

EN 10025-4:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornstähle*

EN 10025-5:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle*

EN 10025-6:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 6: Technische Lieferbedingungen für Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand*

1.2.2 Bezugsnormengruppe 2: Toleranzen, Maße und technische Lieferbedingungen

EN 10029:1991, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an — Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen*

EN 10034:1993, *I- und H-Profile aus Baustahl — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10051:1991, *Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen (enthält Änderung A1:1997)*

EN 10055:1995, *Warmgewalzter gleichschenkliger T-Stahl mit gerundeten Kanten und Übergängen — Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10056-1:1998, *Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl — Teil 1: Maße*

EN 10056-2:1993, *Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl — Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10164:1993, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

1.2.3 Bezugsnormengruppe 3: Hohlprofile

EN 10219-1:1997, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10219-2:1997, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

EN 10210-1:1994, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10210-2:1997, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

1.2.4 Bezugsnormengruppe 4: Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

EN 14399-1:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 1: Allgemeine Anforderungen.*

EN 14399-2:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 2: Prüfung der Eignung zum Vorspannen*

EN 14399-3:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 3: System HR; Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-4:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 4: System HV; Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-5:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 5: Flache Scheiben für System HR*

EN 14399-6:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau — Teil 6: Flache Scheiben mit Fase für die Systeme HR und HV*

EN ISO 898-1:1999, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

EN 20898-2:1993, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften — Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*

EN ISO 2320:1997, *Sechskantmuttern aus Stahl mit Klemmteil — Mechanische und funktionelle Eigenschaften (ISO 2320:1997)*

EN ISO 4014:2000, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B (ISO 4014:1999)*

EN ISO 4016:2000, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklasse C (ISO 4016:1999)*

EN ISO 4017:2000, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklassen A und B (ISO 4017:1999)*

EN ISO 4018:2000, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklasse C (ISO 4018:1999)*

EN ISO 4032:2000, *Sechskantmuttern, Typ 1 — Produktklassen A und B (ISO 4032:1999)*

EN ISO 4033:2000, *Sechskantmuttern, Typ 2 — Produktklassen A und B (ISO 4033:1999)*

EN ISO 4034:2000, *Sechskantmuttern — Produktklasse C (ISO 4034:1999)*

EN ISO 7040:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz), Typ 1 — Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7040:1997)*

EN ISO 7042:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 2 — Festigkeitsklassen 5, 8, 10 und 12 (ISO 7042:1997)*

EN ISO 7719:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 1 — Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7719:1997)*

ISO 286-2:1988, *ISO-System für Grenzmaße und Passungen — Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

ISO 1891:1979, *Mechanische Verbindungselemente; Schrauben, Muttern und Zubehör, Benennungen*

EN ISO 7089:2000, *Flache Scheiben — Normale Reihe, Produktklasse A (ISO 7089:2000)*

EN ISO 7090:2000, *Flache Scheiben mit Fase — Normale Reihe, Produktklasse A (ISO 7090:2000)*

EN ISO 7091:2000, *Flache Scheiben — Normale Reihe, Produktklasse C (ISO 7091:2000)*

EN ISO 10511:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil — Niedrige Form (mit nichtmetallischem Einsatz) (ISO 10511:1997)*

EN ISO 10512:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz), Typ 1, mit metrischem Feingewinde — Festigkeitsklassen 6, 8 und 10 (ISO 10512:1997)*

EN ISO 10513:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 2, mit metrischem Feingewinde — Festigkeitsklassen 8, 10 und 12 (ISO 10513:1997)*

1.2.5 Bezugsnormengruppe 5: Schweißzusatzmittel und Schweißen

EN 12345:1998, *Schweißen — Mehrsprachige Benennungen für Schweißverbindungen mit bildlichen Darstellungen*

EN ISO 14555:1998, *Schweißen — Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:1998)*

EN ISO 13918:1998, *Schweißen — Bolzen und Keramikringe zum Lichtbogenbolzenschweißen (ISO 13918:1998)*

EN 288-3:1992, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen (enthält Änderung A1:1997)*

EN ISO 5817:2003, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO/DIS 5817:2000)*

1.2.6 Bezugsnormengruppe 6: Niete

ANMERKUNG Der Nationale Anhang gibt Hinweise zu Bezugsnormen.

1.2.7 Bezugsnormengruppe 7: Bauausführung von Stahlbauten

EN 1090-2, *Anforderungen an die Bauausführung von Stahlbauten*

1.3 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

(1) Es gelten die Regeln der EN 1990, 1.4.

1.4 Begriffe

(1) Nachstehende Begriffe werden in dieser Norm mit folgender Bedeutung verwendet:

1.4.1

Grundkomponente (eines Anschlusses)

Teil eines Anschlusses, der zu einem oder mehreren Kennwerten des Anschlusses beiträgt

1.4.2

Verbindung

konstruktiver Punkt, an dem sich zwei oder mehrere Bauteile treffen; für die Berechnung und Bemessung besteht die Verbindung aus einer Anordnung von Grundkomponenten, die für die Bestimmung der Kennwerte der Verbindung für die Übertragung der Schnittgrößen notwendig sind

1.4.3

angeschlossenes Bauteil

Bauteil, das in einem Anschluss mit anderen Bauteilen verbunden ist

1.4.4

Anschluss

Bereich, in dem zwei oder mehrere Bauteile miteinander verbunden sind; für die Berechnung und Bemessung besteht der Anschluss aus der Anordnung aller Grundkomponenten, die für die Bestimmung der Kennwerte des Anschlusses bei der Übertragung der Schnittgrößen zwischen den angeschlossenen Bauteilen notwendig sind; ein Träger-Stützenanschluss besteht z. B. aus einem Stegfeld mit entweder einer Verbindung (einseitige Anschlusskonfiguration) oder zwei Verbindungen (zweiseitige Anschlusskonfiguration), siehe Bild 1.1

1.4.5

Anschlusskonfiguration

Gestaltung eines Anschlusses oder mehrerer Anschlüsse an einem Knoten, an dem die Achsen von zwei oder mehreren angeschlossenen Bauteilen zusammenlaufen, siehe Bild 1.2

1.4.6

Rotationskapazität

Winkel, um den sich der Anschluss bei vorgegebenem Moment ohne Versagen verformen kann

1.4.7

Rotationssteifigkeit

Moment, um in einem Anschluss die Winkelverformung $\phi = 1$ zu erzeugen

1.4.8

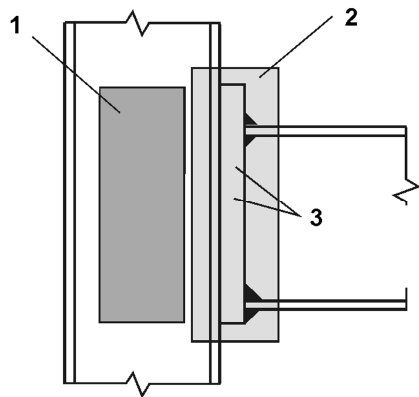
Kennwerte (eines Anschlusses)

Tragfähigkeit, bezogen auf die Schnittgrößen der angeschlossenen Bauteile, die Rotationssteifigkeit und die Rotationskapazität des Anschlusses

1.4.9

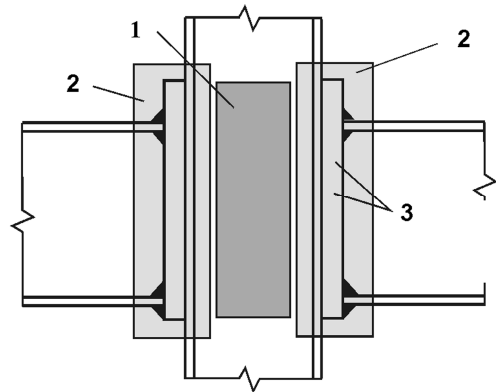
ebener Anschluss

in einer Fachwerk-Konstruktion erfasst der ebene Anschluss die Bauteile, die in der gleichen Ebene liegen



Anschluss =
Schubbeanspruchtes Stegfeld + Verbindung

a) Einseitige Anschlusskonfiguration



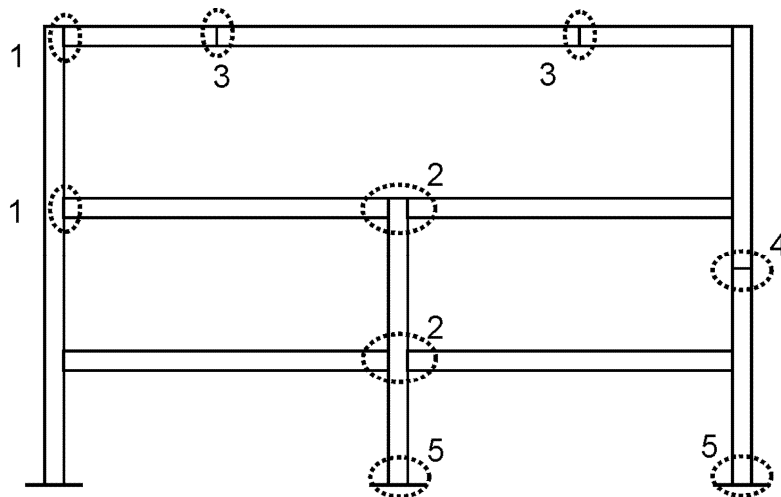
Linker Anschluss =
Schubbeanspruchtes Stegfeld + linke Verbindung
Rechter Anschluss =
Schubbeanspruchtes Stegfeld + rechte Verbindung

b) Zweiseitige Anschlusskonfiguration

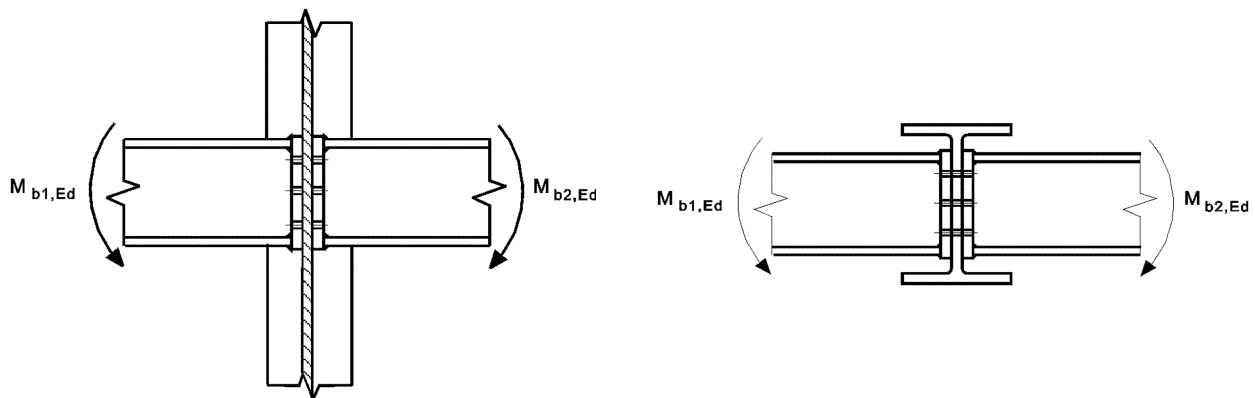
Legende

- 1 Schubbeanspruchtes Stegfeld
- 2 Verbindung
- 3 Komponenten (z. B. Schrauben, Stirnblech)

Bild 1.1 — Teile einer Träger-Stützenanschlusskonfiguration



a) Anschlusskonfigurationen (starke Achse)



Zweiseitige Träger-Stützen-Anschlusskonfiguration

Zweiseitige Träger-Träger-Anschlusskonfiguration

b) Anschlusskonfigurationen (schwache Achse, nur für ausgeglichene Momente $M_{b1,Ed} \approx M_{b2,Ed}$)

Legende

- 1 Einseitige Träger-Stützenanschlusskonfiguration
- 2 Zweiseitige Träger-Stützenanschlusskonfiguration
- 3 Trägerstoß
- 4 Stützenstoß
- 5 Fußplatte

Bild 1.2 — Anschlusskonfigurationen

1.5 Formelzeichen

(1) Folgende Formelzeichen werden im Sinne dieser Norm verwandt:

- d Nennwert des Schraubendurchmessers, des Bolzendurchmessers oder des Durchmessers des Verbindungsmittels;
- d_0 Lochdurchmesser für eine Schraube, einen Niet oder einen Bolzen;
- $d_{0,t}$ Lochgröße im Zugquerschnitt, im Allgemeinen der Lochdurchmesser, außer bei senkrecht zur Zugbeanspruchung angeordneten Langlöchern, dort sollte die Längsabmessung verwendet werden;

$d_{0,v}$	Lochgröße im schubbeanspruchten Querschnitt, im Allgemeinen der Lochdurchmesser, außer bei schubparallelen Langlöchern, dort sollte die Längsabmessung verwendet werden;
d_c	Höhe des Stützenstegs zwischen den Ausrundungen (Höhe des geraden Stegteils);
d_m	Mittelwert aus Eckmaß und Schlüsselweite des Schraubenkopfes oder der Schraubenmutter (maßgebend ist der kleinere Wert);
$f_{H,Rd}$	Bemessungswert der Hertz'schen Pressung;
f_{ur}	Zugfestigkeit des Nietwerkstoffs;
e_1	Randabstand in Krafrichtung, gemessen von der Lochachse zum Blechrand, siehe Bild 3.1;
e_2	Randabstand quer zur Krafrichtung, gemessen von der Lochachse zum Blechrand, siehe Bild 3.1;
e_3	Randabstand eines Langlochs zum parallelen Blechrand, gemessen von der Mittelachse des Langlochs, siehe Bild 3.1;
e_4	Randabstand eines Langlochs zum Blechrand, gemessen vom Mittelpunkt des Endradius in der Achse des Langlochs, siehe Bild 3.1;
ℓ_{eff}	wirksame Länge einer Kehlnaht;
n	Anzahl der Reibflächen bei reibfesten Verbindungen oder Anzahl der Löcher für Verbindungsmittel im schubbeanspruchten Querschnitt;
p_1	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
$p_{1,0}$	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung in einer Außenreihe am Blechrand, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
$p_{1,i}$	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung in einer inneren Reihe, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
p_2	Lochabstand von Verbindungsmitteln quer zur Krafrichtung, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
r	Nummer einer Schraubenreihe;
ANMERKUNG Bei einer biegebeanspruchten Schraubenverbindung mit mehr als einer Schraubenreihe im Zugbereich erfolgt die Nummerierung der Schraubenreihen beginnend mit der Schraubenreihe, die am weitesten von dem Druckpunkt entfernt liegt.	
s_s	Länge der steifen Auflagerung;
t_a	Blechdicke des Flanschwinkels;
t_{fc}	Blechdicke des Stützenflansches;
t_p	Blechdicke der Unterlegscheibe (unter der Schraube oder der Mutter);
t_w	Blechdicke des Steges;
t_{wc}	Blechdicke des Stützensteges;
A	Brutto-Querschnittsfläche einer Schraube (Schaft);
A_0	Querschnittsfläche des Nietlochs;
A_{vc}	Schubfläche einer Stütze, siehe EN 1993-1-1;
A_s	Spannungsquerschnittsfläche einer Schraube oder einer Ankerschraube;
$A_{v,eff}$	wirksame Schubfläche;
$B_{p,Rd}$	Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes des Schraubenkopfes und der Schraubenmutter;

E	Elastizitätsmodul;
$F_{p,Cd}$	Bemessungswert der Vorspannkraft;
$F_{t,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$F_{t,Rd}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube;
$F_{T,Rd}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit des Flansches eines äquivalenten T-Stummels;
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Abschertragfähigkeit einer Schraube;
$F_{b,Rd}$	Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit einer Schraube;
$F_{s,Rd,ser}$	Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
$F_{s,Rd}$	Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$F_{v,Ed,ser}$	Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$M_{j,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit eines Anschlusses;
S_j	Rotationssteifigkeit eines Anschlusses;
$S_{j,ini}$	Anfangs-Rotationssteifigkeit eines Anschlusses;
$V_{wp,Rd}$	Plastische Schubtragfähigkeit des Stegfeldes einer Stütze;
z	Hebelarm;
μ	Reibbeiwert;
ϕ	Rotationswinkel eines Anschlusses.

(2) In Abschnitt 7 werden die folgenden Abkürzungen für Hohlprofile verwendet:

KHP	für ein rundes Hohlprofil „Kreis-Hohlprofil“;
RHP	für ein rechteckiges Hohlprofil „Rechteck-Hohlprofil“, hier einschließlich quadratischer Hohlprofile.

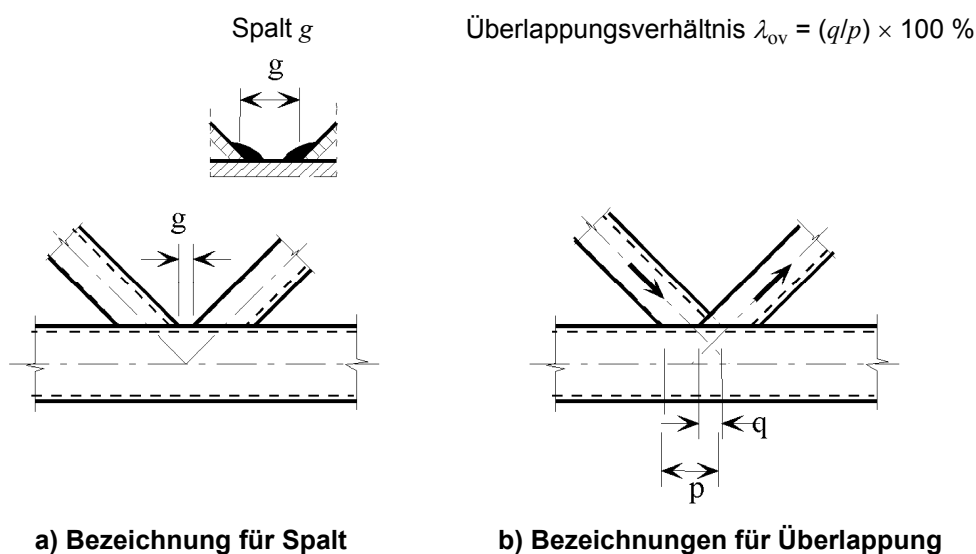


Bild 1.3 — Knotenanschlüsse mit Spalt und mit Überlappung

(3) In Abschnitt 7 werden die folgenden Formelzeichen verwandt:

A_i	Querschnittsfläche eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
A_v	Schubfläche des Gurtstabes;
$A_{v,eff}$	wirksame Schubfläche des Gurtstabes;
L	Systemlänge eines Bauteils;
$M_{ip,i,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit des Anschlusses bei Biegung in der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$M_{ip,i,Ed}$	Bemessungswert des einwirkenden Momentes in der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$M_{op,i,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit des Anschlusses bei Biegung aus der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$M_{op,i,Ed}$	Bemessungswert des einwirkenden Momentes aus der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$N_{i,Rd}$	Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit des Anschlusses für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$N_{i,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$W_{el,i}$	elastisches Widerstandsmoment des Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
$W_{pl,i}$	plastisches Widerstandsmoment des Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
b_i	Gesamtbreite eines RHP-Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3), quer zur Tragwerksebene;
b_{eff}	wirksame (effektive) Breite einer Strebe, die auf den Gurtstab aufgesetzt ist;
$b_{e,ov}$	wirksame (effektive) Breite einer Strebe, die in einem Überlappungsstoß auf eine andere Strebe aufgesetzt ist;
$b_{e,p}$	wirksame (effektive) Breite bei Durchstanzen;
b_p	Blechbreite;
b_w	wirksame (effektive) Breite des Stegblechs eines Gurtstabes;
d_i	Gesamtdurchmesser bei KHP-Bauteilen i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
d_w	Stegblechhöhe von Gurtstäben mit I- oder H-Querschnitt;
e	Ausmittigkeit eines Anschlusses;
f_b	Festigkeitsgrenze für das Stegblech des Gurtstabes infolge lokalen Beulens;
f_{yi}	Streckgrenze des Werkstoffs von Bauteilen i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
f_{y0}	Streckgrenze des Werkstoffs eines Gurtstabes;
g	Spaltweite zwischen den Streben eines K- oder N-Anschlusses (negative Werte für g entsprechen einer Überlappung q); der Abstand g wird an der Oberfläche des Gurtstabes zwischen den Kanten der angeschlossenen Bauteile gemessen, siehe Bild 1.3(a);
h_i	Gesamthöhe des Querschnitts eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3) in der Tragwerksebene;
$\boxed{AC} h_z$	Abstand zwischen den Gleichgewichtspunkten der wirksamen (effektiven) Breite der Teile eines Trägers mit rechteckigem Querschnitt, der mit einer Stütze mit I- oder H-Querschnitt verbunden ist $\boxed{AC}$
k	Beiwert mit Indizes g, m, n oder p, wie in Tabelle erklärt;
ℓ	Knicklänge eines Bauteils;

p	Projektion der Anschlusslänge einer Strebe auf die Oberfläche des Gurtstabes, ohne Berücksichtigung der Überlappung, siehe Bild 1.3(b);
q	Länge der Überlappung, gemessen an der Oberfläche des Gurtstabes zwischen den Streben-Achsen eines K- oder N-Anschlusses, siehe Bild 1.3(b);
r	Ausrundungsradius von I- oder H-Profilen oder Eckradius von rechteckigen Hohlprofilen;
t_f	Flanschdicke von I- oder H-Profilen;
t_i	Wanddicke eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
t_p	Blechdicke;
t_w	Stegdicke von I- oder H-Profilen;
α	Beiwert, wie in Tabelle erklärt;
θ_i	eingeschlossener Winkel zwischen Strebe i und Gurtstab ($i = 1, 2$ oder 3);
κ	Beiwert, wie im Text erklärt;
μ	Beiwert, wie in Tabelle erklärt;
φ	Winkel zwischen Tragwerksebenen bei räumlichen Anschlüssen.

(4) In Abschnitt 7 werden die folgenden Zahlenindizes verwandt:

i	Zahlenindex zur Bestimmung von Bauteilen eines Anschlusses, wobei $i = 0$ für die Bezeichnung des Gurtstabes und $i = 1, 2$ oder 3 für die Bezeichnung der Streben gelten. Bei Anschlüssen mit zwei Streben bezeichnet $i = 1$ im Allgemeinen die Druckstrebe und $i = 2$ die Zugstrebe, siehe Bild 1.4(b). Bei einer einzelnen Strebe wird $i = 1$ verwendet, unabhängig ob druck- oder zugbelastet, siehe Bild 1.4(a);
i und j	Zahlenindex bei überlappenden Anschlüssen, i bezeichnet die überlappende Strebe und j die überlappte Strebe, siehe Bild 1.4(c).

(5) Im Abschnitt 7 werden die folgenden Spannungsverhältnisse verwandt:

n	Verhältnis $(\sigma_{0,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (für RHP-Gurtstäbe);
n_p	Verhältnis $(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (für KHP-Gurtstäbe);
$\sigma_{0,Ed}$	maximale einwirkende Druckspannung im Gurtstab am Anschluss;
$\sigma_{p,Ed}$	ist der Wert von $\sigma_{0,Ed}$ ohne die Spannungen infolge der Komponenten der Strebenkräfte am Anschluss parallel zum Gurt, siehe Bild 1.4.

(6) In Abschnitt 7 werden die folgenden geometrischen Verhältnisse verwandt:

β	Verhältnis der mittleren Durchmesser oder mittleren Breiten von Strebe und Gurtstab:
—	für T-, Y- und X-Anschlüsse:
	$\frac{d_1}{d_0}; \frac{d_1}{b_0}$ oder $\frac{b_1}{b_0}$
—	für K- und N-Anschlüsse:
	$\frac{d_1+d_2}{2d_0}; \frac{d_1+d_2}{2b_0}$ oder $\frac{b_1+b_2+h_1+h_2}{4b_0}$
—	für KT-Anschlüsse:

$$\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3 d_0} ; \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3 b_0} \text{ oder } \frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6 b_0}$$

β_p Verhältnis b_i/b_p ;

γ Verhältnis der Breite oder des Durchmessers des Gurtstabes zum zweifachen seiner Wanddicke:

$$\frac{d_0}{2 t_0} ; \frac{b_0}{2 t_0} \text{ oder } \frac{b_0}{2 t_f}$$

η Verhältnis der Höhe der Strebe zu Durchmesser oder Breite des Gurtstabes:

$$\frac{h_i}{d_0} \text{ oder } \frac{h_i}{b_0}$$

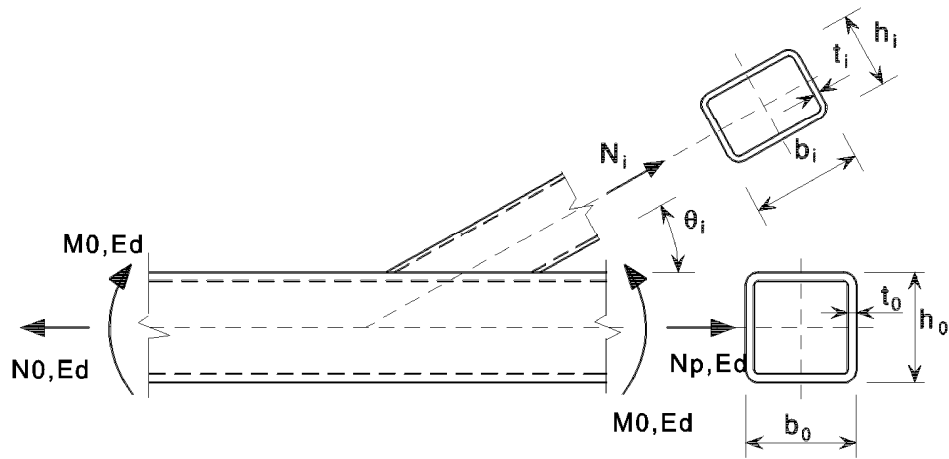
η_p Verhältnis h_i/b_p ;

λ_{ov} Überlappungsverhältnis in Prozent ($\lambda_{ov} = (q/p) \times 100 \%$), wie in Bild 1.3(b) angegeben.

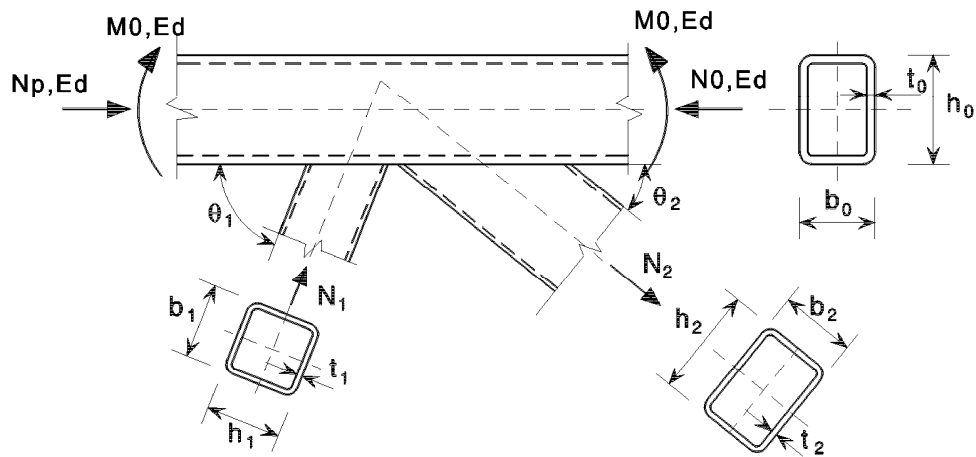
$\lambda_{ov,lim}$ Überlappung, bei der der Schub zwischen den Streben und der Oberfläche eines Gurtstabes kritisch werden kann

(7) Weitere Formelzeichen werden im Text erklärt.

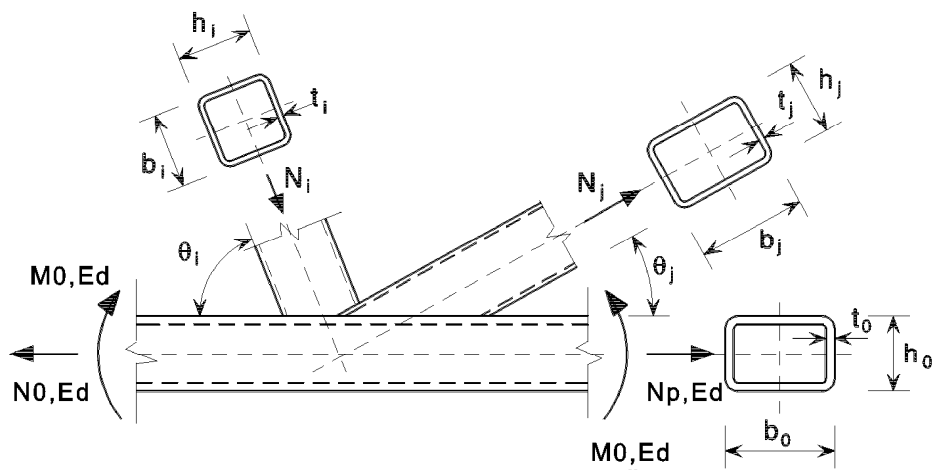
ANMERKUNG Formelzeichen für Kreisprofile sind in Tabelle 7.2 angegeben.



a) Anschluss mit einer Strebe



b) Anschluss mit zwei Streben und Spalt



c) Anschluss mit zwei Streben und Überlappung

Bild 1.4 — Abmessungen und weitere Parameter eines Fachwerk-Knotenanschlusses mit Hohlprofilen

2 Grundlagen der Tragwerksplanung

2.1 Annahmen

(1) Die Regelungen dieses Teils von EN 1993 setzen voraus, dass die Ausführung den in 1.2 angegebenen Herstell- und Liefernormen entspricht und die verwendeten Baustoffe und Bauprodukte den Anforderungen in EN 1993 oder den maßgebenden Baustoff- und Bauproduktspezifikationen entsprechen.

2.2 Allgemeine Anforderungen

(1) $\langle AC \rangle$ P $\langle AC \rangle$ Die Anschlüsse $\langle AC \rangle$ müssen so bemessen werden $\langle AC \rangle$, dass das Tragwerk die grundlegenden Anforderungen dieser Norm und von EN 1993-1-1 erfüllt.

(2) Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für Anschlüsse sind in Tabelle 2.1 angegeben.

Tabelle 2.1 — Teilsicherheitsbeiwerte für Anschlüsse

Beanspruchbarkeit von Bauteilen und Querschnitten	γ_{M0} , γ_{M1} und γ_{M2} siehe EN 1993-1-1
Beanspruchbarkeit von Schrauben	γ_{M2}
Beanspruchbarkeit von Nieten	
Beanspruchbarkeit von Bolzen	
Beanspruchbarkeit von Schweißnähten	
Beanspruchbarkeit von Blechen auf Lochleibung	
Gleitfestigkeit	γ_{M3}
— im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C)	
— im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B)	$\gamma_{M3,ser}$
Lochleibungsbeanspruchbarkeit von Injektionsschrauben	γ_{M4}
Beanspruchbarkeit von Knotenanschlüssen in Fachwerken mit Hohlprofilen	γ_{M5}
Beanspruchbarkeit von Bolzen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	$\gamma_{M6,ser}$
Vorspannung hochfester Schrauben	γ_{M7}
Beanspruchbarkeit von Beton	γ_c siehe EN 1992

ANMERKUNG Der Nationale Anhang gibt Hinweise zu Zahlenwerten für γ_M . Folgende Zahlenwerte werden empfohlen: $\gamma_{M2} = 1,25$; $\gamma_{M3} = 1,25$ und $\gamma_{M3,ser} = 1,1$; $\gamma_{M4} = 1,0$; $\gamma_{M5} = 1,0$; $\gamma_{M6,ser} = 1,0$; $\gamma_{M7} = 1,1$.

(3) $\langle AC \rangle$ P $\langle AC \rangle$ Für ermüdungsbeanspruchte Anschlüsse $\langle AC \rangle$ müssen $\langle AC \rangle$ zusätzlich die Grundsätze in EN 1993-1-9 gelten.

2.3 Schnittgrößen

(1) $\langle AC \rangle$ P $\langle AC \rangle$ Die für den Tragsicherheitsnachweis von Verbindungen erforderlichen Schnittgrößen $\langle AC \rangle$ müssen $\langle AC \rangle$ nach den Grundsätzen in EN 1993-1-1 ermittelt werden.

2.4 Beanspruchbarkeit von Verbindungen

- (1) Die Beanspruchbarkeit einer Verbindung ist in der Regel anhand der Beanspruchbarkeiten ihrer Grundkomponenten zu bestimmen.
- (2) Für die Bemessung von Anschlüssen können linear-elastische oder elastisch-plastische Berechnungsverfahren angewendet werden.
- (3) Werden zur Aufnahme von Scherbeanspruchungen verschiedene Verbindungsmittel mit unterschiedlichen Steifigkeiten verwendet, so ist in der Regel dem Verbindungsmittel mit der höchsten Steifigkeit die gesamte Belastung zuzuordnen. Eine Ausnahme von dieser Regel ist in 3.9.3 angegeben.

2.5 Annahmen für die Berechnung

- (1) $\overline{AC}$ P $\overline{AC}$ Bei der Berechnung von Anschlüssen $\overline{AC}$ muss $\overline{AC}$ eine wirklichkeitsnahe Verteilung der Schnittgrößen angenommen werden. Für die Verteilung der Kräfte und Momente $\overline{AC}$ müssen die folgenden Annahmen getroffen werden: $\overline{AC}$
- a) die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente steht im Gleichgewicht mit den im Anschluss angreifenden Schnittgrößen,
 - b) jedes Element des Anschlusses kann die ihm zugewiesenen Kräfte und Momente übertragen,
 - c) die Verformungen, welche durch diese Verteilung hervorgerufen werden, überschreiten nicht das Verformungsvermögen der Verbindungsmittel oder der Schweißnähte und der angeschlossenen Bauteile,
 - d) die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente $\overline{AC}$ muss $\overline{AC}$ den Steifigkeitsverhältnissen im Anschluss entsprechen,
 - e) die Verformungen, die bei elastisch-plastischen Berechnungsmodellen aus Starrkörperverdrehungen und/oder Verformungen in der Tragwerksebene herrühren, sind physikalisch möglich,
 - f) das verwendete Berechnungsmodell steht nicht im Widerspruch zu Versuchsergebnissen, siehe EN 1990.
- (2) Die Anwendungsregeln in dieser Norm erfüllen die Annahmen in 2.5(1).

2.6 Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbelastung, Belastung mit Schwingungen oder mit Lastumkehr

- (1) Bei schubbeanspruchten Anschlüssen, die Stoßbelastungen oder erheblichen Belastungen aus Schwingungen ausgesetzt sind, sollten nur folgende Anschlussmittel verwendet werden:
- Schweißnähte;
 - Schrauben mit Sicherung gegen unbeabsichtigtes Lösen der Muttern;
 - vorgespannte Schrauben;
 - Injektionsschrauben;
 - andere Schrauben, die Verschiebungen der angeschlossenen Bauteile wirksam verhindern;
 - Niete.
- (2) Darf in einem Anschluss kein Schlupf auftreten (z. B. wegen Lastumkehr), sind in der Regel entweder gleitfeste Schraubverbindungen der Kategorie B oder C, siehe 3.4, Passschrauben, siehe 3.6.1, Niete oder Schweißnähte zu verwenden.

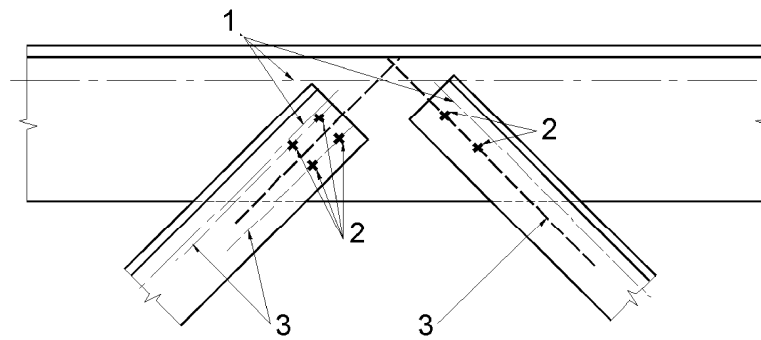
(3) In Windverbänden und/oder Stabilisierungsverbänden dürfen Schrauben der Kategorie A, siehe 3.4, benutzt werden.

2.7 Exzentrizitäten in Knotenpunkten

(1) Treten in Knotenpunkten Exzentrizitäten auf, so sind in der Regel die Anschlüsse und die angeschlossenen Bauteile für die daraus resultierenden Schnittgrößen zu bemessen. Davon ausgenommen sind Konstruktionen, für die nachgewiesen wurde, dass dies nicht erforderlich ist, siehe 5.1.5.

(2) Bei Anschlüssen von Winkel- oder T-Profilen mit einer oder zwei Schraubenreihen sind in der Regel die Exzentrizitäten nach 2.7(1) zu berücksichtigen. Exzentrizitäten in der Anschlussebene und aus der Anschlussebene heraus sind unter Berücksichtigung der Schwerpunktsachsen der Bauteile und der Bezugsachsen der Verbindung zu ermitteln, siehe Bild 2.1. Für den einschenkligen Schraubenanschluss zugbeanspruchter Winkel kann das vereinfachte Bemessungsverfahren nach 3.10.3 angewendet werden.

ANMERKUNG Der Einfluss der Exzentrizität auf druckbeanspruchte Winkelprofile in Gitterstäben ist in EN 1993-1-1, Anhang BB 1.2 geregelt.



Legende

- 1 Schwerpunktsachsen
- 2 Verbindungsmittel
- 3 Bezugsachsen

Bild 2.1 — Bezugsachsen

3 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen

3.1 Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

3.1.1 Allgemeines

(1) Alle Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben müssen in der Regel die Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 erfüllen.

(2) Die Regelungen dieses Teils gelten für Schrauben der in Tabelle 3.1 angegebenen Festigkeitsklassen.

(3) Die Streckgrenzen f_{yb} und die Zugfestigkeiten f_{ub} sind für Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 und 10.9 in Tabelle 3.1 angegeben. Für die Bemessung sind in der Regel diese Werte als charakteristische Werte anzusetzen.

Tabelle 3.1 — Nennwerte der Streckgrenze f_{yb} und der Zugfestigkeit f_{ub} von Schrauben

Schraubenfestigkeitsklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

ANMERKUNG Im Nationalen Anhang darf die Anwendung bestimmter Schraubenklassen ausgeschlossen werden.

3.1.2 Vorgespannte Schrauben

(1) Schraubengarnituren der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 entsprechen, dürfen als vorgespannte Schrauben eingesetzt werden, sofern eine kontrollierte Vorspannung nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 durchgeführt wird.

3.2 Niete

(1) Die Werkstoffkenngrößen, Abmessungen und Toleranzen von Stahl-Nieten müssen in der Regel die Anforderungen der Bezugsnormengruppe 6 in 1.2.6 erfüllen.

3.3 Ankerschrauben

(1) Für Ankerschrauben dürfen die folgenden Werkstoffe verwendet werden:

- Stahlsorten, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 1 in 1.2.1 entsprechen;
- Stahlsorten, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 entsprechen;
- Stahlsorten von Bewehrungsstählen, welche den Anforderungen nach EN 10080 entsprechen,

vorausgesetzt, dass der Nennwert der Streckgrenze bei scherbeanspruchten Ankerschrauben den Wert 640 N/mm² nicht überschreitet. Ohne Scherbeanspruchung liegt die obere Grenze bei 900 N/mm².

3.4 Kategorien von Schraubenverbindungen

3.4.1 Scherverbindungen

(1) Schraubenverbindungen mit Scherbeanspruchung werden in der Regel für die Bemessung in folgende Kategorien unterteilt:

a) Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung

Zu dieser Kategorie gehören Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9. Vorspannung und besondere Oberflächenbehandlungen sind in der Regel nicht erforderlich. Der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft darf weder den Bemessungswert der Schertragfähigkeit nach 3.6 noch den Bemessungswert des Lochleibungswiderstandes nach 3.6 und 3.7 überschreiten.

b) Kategorie B: Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Zu dieser Kategorie gehören hochfeste vorgespannte Schrauben, welche die Anforderungen nach 3.1.2(1) erfüllen. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf in der Regel kein Gleiten auftreten. Der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf in der Regel den Bemessungswert des Gleitwiderstandes nach 3.9 nicht überschreiten. Der Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf in der Regel den Bemessungswert der Schertragfähigkeit nach 3.6 und des Lochleibungswiderstandes nach 3.6 und 3.7 nicht überschreiten.

c) **Kategorie C: Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit**

Zu dieser Kategorie gehören hochfeste vorgespannte Schrauben, welche die Anforderungen nach 3.1.2(1) erfüllen. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf kein Gleiten auftreten. Der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf den Bemessungswert des Gleitwiderstandes nach 3.9 und des Lochleibungswiderstandes nach 3.6 und 3.7 nicht überschreiten.

Zusätzlich darf bei Zugverbindungen der Bemessungswert des plastischen Widerstands des Nettoquerschnitts im kritischen Schnitt durch die Schraubenlöcher $N_{\text{net,Rd}}$ (siehe EN 1993-1-1, 6.2) nicht überschritten werden.

In Tabelle 3.2 sind die Bemessungsnachweise für diese Verbindungskategorien zusammengefasst.

3.4.2 Zugverbindungen

(1) Zugbeanspruchte Schraubenverbindungen werden in der Regel für die Bemessung in folgende Kategorien unterteilt:

a) **Kategorie D: nicht vorgespannt**

Zu dieser Kategorie gehören Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9. Vorspannung ist nicht erforderlich. Diese Kategorie darf bei Verbindungen, die häufig veränderlichen Zugbeanspruchungen ausgesetzt sind, nicht verwendet werden. Der Einsatz in Verbindungen, die durch normale Windlasten beansprucht werden, ist dagegen erlaubt.

b) **Kategorie E: vorgespannt**

Zu dieser Kategorie gehören hochfeste vorgespannte Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9, die nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 kontrolliert vorgespannt werden.

In Tabelle 3.2 sind die Bemessungsregeln für diese Verbindungskategorien zusammengefasst.

Tabelle 3.2 — Kategorien von Schraubenverbindungen

Kategorie	Nachweiskriterium	Anmerkungen
Scherverbindungen		
A Scher-/Lochleibungsverbindung	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Keine Vorspannung erforderlich. Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 dürfen verwendet werden.
B Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitwiderstand für Gebrauchstauglichkeit siehe 3.9.
C Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $\boxed{AC} \sum F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd} \boxed{AC}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitwiderstand für Tragfähigkeit siehe 3.9. $N_{net,Rd}$ siehe 3.4.1(1)c).
Zugverbindungen		
D Nicht vorgespannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Keine Vorspannung erforderlich. Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 dürfen verwendet werden. $B_{p,Rd}$ siehe Tabelle 3.4.
E Vorgespannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. $B_{p,Rd}$ siehe Tabelle 3.4.
Der Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft $F_{t,Ed}$ sollte Beiträge aus Abstützkräften berücksichtigen, siehe 3.11. Schrauben unter Scher- und Zugbeanspruchung gelten in der Regel die Kriterien, die in Tabelle 3.4 angegeben sind.		

ANMERKUNG Wird die Vorspannung nicht für den Gleitwiderstand eingesetzt, sondern aus anderen Gründen für die Ausführung oder als Qualitätsmaßnahme (z. B. für die Dauerhaftigkeit) gefordert, dann kann die Höhe der Vorspannung im Nationalen Anhang festgelegt werden.

3.5 Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete

- (1) Die Grenzwerte für Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete sind in Tabelle 3.3 angegeben.
- (2) Zu Grenzwerten für Rand- und Lochabstände für Konstruktionen unter Ermüdungsbelastung, siehe EN 1993-1-9.

Tabelle 3.3 — Grenzwerte für Rand- und Lochabstände

Rand- und Lochabstände, siehe Bild 3.1	Minimum	Maximum 1), 2), 3)		
		Stahlkonstruktionen unter Verwendung von Stahlsorten nach EN 10025, ausgenommen Stahlsorten nach EN 10025-5		Stahlkonstruktionen unter Verwendung von Stahlsorten nach EN 10025-5
		Stahl, der dem Wetter oder anderen korrosiven Einflüssen ausgesetzt ist	Stahl, der nicht dem Wetter oder anderen korrosiven Einflüssen ausgesetzt ist	Ungeschützter Stahl
Randabstand e_1	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$		Der größte Wert von: $8t$ oder 125 mm
Randabstand e_2	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$		Der größte Wert von: $8t$ oder 125 mm
Randabstand e_3 bei Langlöchern	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Randabstand e_4 bei Langlöchern	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Lochabstand p_1	$2,2d_0$	Der kleinste Wert von: $14t$ oder 200 mm	Der kleinste Wert von: $14t$ oder 200 mm	Der kleinste Wert von: $14t_{\min}$ oder 175 mm
Lochabstand $p_{1,0}$		Der kleinste Wert von: $14t$ oder 200 mm		
Lochabstand $p_{1,i}$		Der kleinste Wert von: $28t$ oder 400 mm		
Lochabstand p_2 ⁵⁾	$2,4d_0$	Der kleinste Wert von: $14t$ oder 200 mm	Der kleinste Wert von: $14t$ oder 200 mm	Der kleinste Wert von: $14t_{\min}$ oder 175 mm
1) Keine Beschränkung der Maximalwerte für Rand- und Lochabstände, außer: — bei druckbeanspruchten Bauteilen zur Verhinderung des lokalen Beulens und zur Vermeidung von Korrosion AC von Bauteilen (die Grenzwerte sind in der Tabelle angegeben), AC die dem Wetter oder anderen korrosiven Einflüssen ausgesetzt sind; — bei zugbeanspruchten Bauteilen AC zur Vermeidung von Korrosion (die Grenzwerte sind in der Tabelle angegeben). AC 2) Der Widerstand druckbeanspruchter Bleche gegen lokales Beulen zwischen den Verbindungsmitteln ist in der Regel nach EN 1993-1-1 unter Verwendung der Knicklänge $0,6 p_1$ zu berechnen. Lokales Beulen braucht nicht nachgewiesen werden, wenn p_1/t kleiner als 9ε ist. Der Randabstand quer zur Krafrichtung darf in der Regel die Anforderungen gegen lokales Beulen von druckbeanspruchten einseitig gestützten Flanschen nicht überschreiten, siehe EN 1993-1-1. Der Randabstand in Krafrichtung wird von dieser Anforderung nicht betroffen. 3) t ist die Dicke des dünnsten außen liegenden Blechs. 4) Die Grenzwerte für Langlochabmessungen sind in Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 angegeben. 5) Bei versetzt angeordneten Schraubenreihen darf der minimale Lochabstand auf $p_2 = 1,2d_0$ reduziert werden, sofern der Minimalabstand L zwischen zwei Verbindungsmitteln größer oder gleich als $2,4d_0$ ist, siehe Bild 3.1b).				

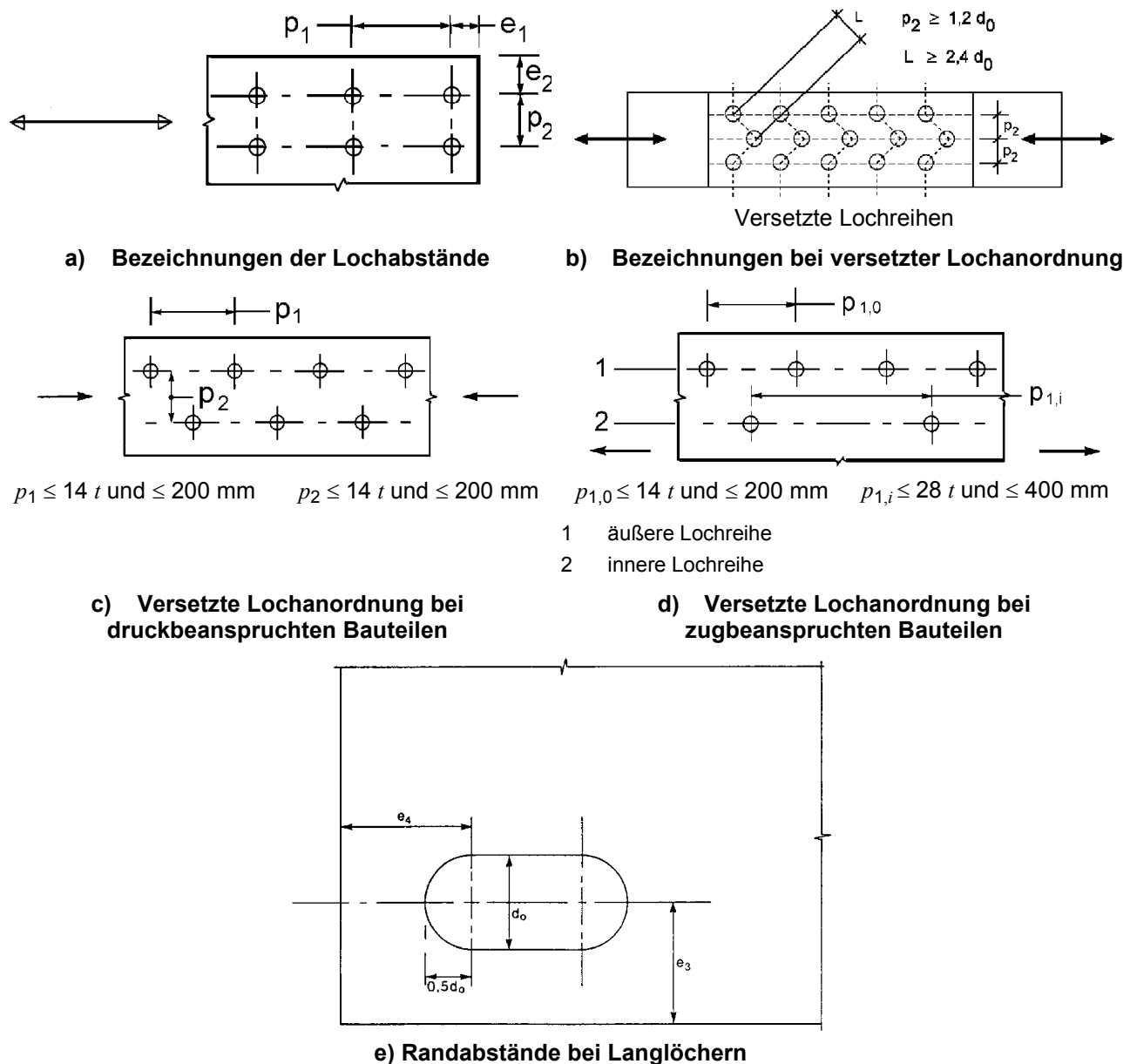


Bild 3.1 — Loch- und Randabstände von Verbindungsmitteln

3.6 Tragfähigkeiten einzelner Verbindungsmittel

3.6.1 Schrauben und Niete

(1) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit einzelner Verbindungsmittel unter Scher- und/oder Zugbeanspruchung sind in Tabelle 3.4 angegeben.

(2) Bei vorgespannten Schrauben, welche den Anforderungen nach 3.1.2(1) entsprechen, ist in der Regel der Bemessungswert der Vorspannkraft, $F_{p,Cd}$, wie folgt anzusetzen:

$$F_{p,Cd} = 0,7 f_{ub} A_s / \gamma_{M7} \quad (3.1)$$

ANMERKUNG Wird die Vorspannung bei der Bemessung nicht angesetzt, siehe Anmerkung zu Tabelle 3.2.

- (3) Die Tragfähigkeit für Zug- oder Scherbeanspruchung im Gewindequerschnitt darf in der Regel nur dann mit dem vollen Wert nach Tabelle 3.4 angesetzt werden, wenn die Schrauben Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 entsprechen. Für Schrauben mit geschnittenem Gewinde, z. B. Ankerschrauben oder Zugstangen, die aus Rundstahl gefertigt werden, dürfen die Werte aus Tabelle 3.4 verwendet werden, sofern die Ausführung EN 1090 entspricht. Für Schrauben mit geschnittenem Gewinde, für welche die Anforderungen nach EN 1090 nicht erfüllt werden, sind die Werte aus Tabelle 3.4 in der Regel mit dem Faktor 0,85 abzumindern.
- (4) Die Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ in Tabelle 3.4 ist in der Regel nur anzusetzen, wenn die Schraubenlöcher ein normales Lochspiel entsprechend Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 haben.
- (5) M12 und M14 Schrauben dürfen auch mit einem Lochspiel von 2 mm eingesetzt werden, sofern der Bemessungswert der Abschertragfähigkeit kleiner oder gleich dem Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit ist und wenn zusätzlich für Schrauben der Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 und 10.9 die Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ nach Tabelle 3.4 mit dem Faktor 0,85 abgemindert wird.
- (6) Passschrauben sind in der Regel wie Schrauben mit normalem Lochspiel zu bemessen.
- (7) In der Regel darf bei Passschrauben das Gewinde nicht in der Scherfuge liegen.
- (8) Bei Passschrauben sollte die Länge des Gewindes im auf Lochleibung beanspruchten Blech nicht mehr als 1/3 der Blechdicke betragen, siehe Bild 3.2.
- (9) Für das Lochspiel bei Passschrauben gilt in der Regel Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7.
- (10) In einschnittigen Anschlüssen mit nur einer Schraubenreihe, siehe Bild 3.3, sollten Unterlegscheiben sowohl unter dem Schraubenkopf als auch unter der Mutter eingesetzt werden. Die Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$ der Schrauben ist zu begrenzen auf:

$$F_{b,Rd} \leq 1,5 f_u d t \gamma_{M2} \quad (3.2)$$

ANMERKUNG Verbindungen mit nur einem Niet sollten bei einschnittigen Anschlüssen nicht verwendet werden.

- (11) Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 in einschnittigen Anschlüssen mit nur einer Schraube oder nur einer Schraubenreihe sind in der Regel gehärtete Unterlegscheiben zu verwenden.
- (12) Übertragen Schrauben oder Niete Scher- und Lochleibungskräfte über Futterbleche mit einer Dicke t_p größer als ein Drittel des Durchmessers d , siehe Bild 3.4, so ist in der Regel die Schertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ nach Tabelle 3.4 mit einem Beiwert β_p abzumindern:

$$\beta_p = \frac{9d}{8d + 3t_p} \quad \text{jedoch } \beta_p \leq 1 \quad (3.3)$$

- (13) Bei zweischnittigen Verbindungen mit Futterblechen auf beiden Seiten des Stoßes ist in der Regel für den Wert t_p die Dicke des dickeren Futterblechs anzusetzen.
- (14) Verbindungen mit Nieten sind in der Regel für die Übertragung von Scher- und Lochleibungskräften zu bemessen. Bei Zugbeanspruchung darf der Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft $F_{t,Ed}$ den Bemessungswert der Tragfähigkeit $F_{t,Rd}$ nach Tabelle 3.4 nicht überschreiten.
- (15) Bei Einsatz der Stahlsorte S235 darf die Zugfestigkeit des Nietwerkstoffs f_{ur} „nach dem Schlagen“ mit 400 N/mm² angesetzt werden.
- (16) Im Allgemeinen sollte die Klemmlänge der Niete bei Schlagen mit Niethammer den Wert 4,5d und bei hydraulischem Nieten den Wert 6,5d nicht überschreiten.

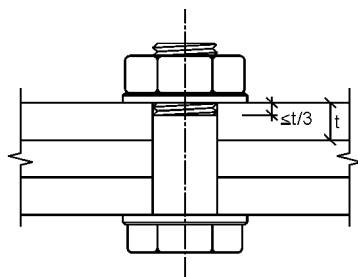


Bild 3.2 — In ein Schraubenloch hineinragendes Gewinde von Passschrauben

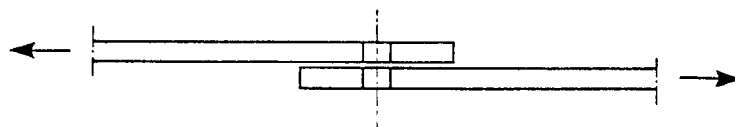


Bild 3.3 — Einschnittige Verbindung mit einer Schraubenreihe

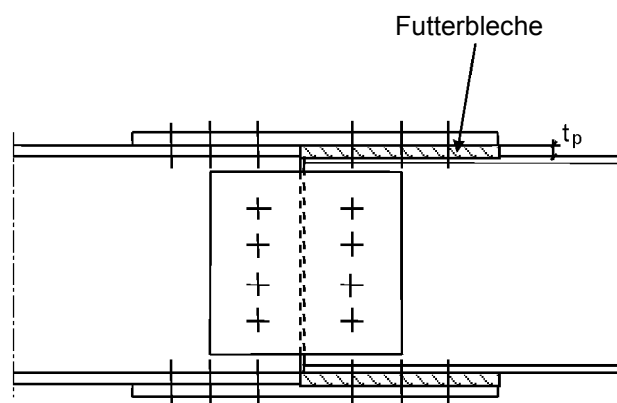


Bild 3.4 — Verbindungsmittel durch Futterbleche

Tabelle 3.4 — Beanspruchbarkeit einzelner Verbindungsmittel mit Scher- und/oder Zugbeanspruchung

Versagenskriterium	Schrauben	Niete
Abscheren je Scherfuge	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ - wenn das Gewinde der Schraube in der Scherfuge liegt (A ist die Spannungsquerschnittsfläche A_s der Schraube): - für Festigkeitsklassen 4.6, 5.6 und 8.8: $\alpha_v = 0,6$ - für Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 6.8 und 10.9: $\alpha_v = 0,5$ - wenn der Schaft der Schraube in der Scherfuge liegt (A ist die Schaftquerschnittsfläche der Schraube): $\alpha_v = 0,6$	$F_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
Lochleibung ^{1), 2), 3)}	$\langle AC \rangle F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \langle AC \rangle$ wobei α_b der kleinste Wert ist von α_d, $\frac{f_{ub}}{f_u}$ oder 1,0; in Krafrichtung: - für am Rand liegende Schrauben: $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$, - für innen liegende Schrauben: $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$ quer zur Krafrichtung: $\langle AC \rangle$ für am Rand liegende Schrauben: k_1 ist der kleinste Wert von $2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7$, $1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ und 2,5 $\langle AC \rangle$ - für innen liegende Schrauben: k_1 ist der kleinste Wert von $1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ oder 2,5	
Zug ²⁾	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ wobei $k_2 = 0,63$ für Senkschrauben, sonst $k_2 = 0,9$.	$F_{t,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
Durchstanzen	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$	kein Nachweis erforderlich
Kombination von Scher-/Lochleibung und Zug	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0$	

Tabelle 3.4 (fortgesetzt)

1)	Die Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$ wird
—	bei großem Lochspiel statt normalem Lochspiel mit dem Beiwert 0,8 abgemindert;
—	bei Langlöchern mit Längsachse quer zur Krafrichtung mit dem Beiwert 0,6 gegenüber normalem Lochspiel abgemindert.
2)	Bei Senkschrauben
—	wird bei der Bestimmung der Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$ die Blechdicke t als Dicke des maßgebenden Verbindungsbleches abzüglich der Hälfte der Senkung, angesetzt;
—	gelten bei der Bestimmung der Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd}$ die Regeln der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4; andernfalls sollte eine entsprechende Anpassung der Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd}$ erfolgen.
3)	Bei schräg angreifenden Schraubenkräften darf die Lochleibungstragfähigkeit getrennt für die Kraftkomponenten parallel und senkrecht zum Rand nachgewiesen werden.

3.6.2 Injektionsschrauben

3.6.2.1 Allgemeines

(1) Injektionsschrauben können bei Verbindungen der Kategorie A, B und C, siehe 3.4, als Alternative zu normalen Schrauben und Nieten verwendet werden.

(2) Herstellung und Einbau von Injektionsschrauben erfolgt nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7.

3.6.2.2 Beanspruchbarkeiten

(1) Die Bemessungsregeln in 3.6.2.2(2) bis 3.6.2.2(6) gelten für Injektionsschrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9. Schraubengruppen sollten den Anforderungen in Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 genügen, bei Vorspannung der Schrauben siehe jedoch auch 3.6.2.2(3).

(2) Der Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft einer Schraube der Kategorie A im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf in der Regel weder den Bemessungswert der Schertragfähigkeit $F_{t,Rd}$ der Schraube oder einer Schraubengruppe nach 3.6 und 3.7, noch der Lochleibungstragfähigkeit des Injektionsharzes nach 3.6.2.2(5) überschreiten.

(3) Für Verbindungen der Kategorie B und C sind in der Regel vorgespannte Injektionsschrauben einzusetzen; dabei sind Schraubengarnituren nach 3.1.2(1) zu verwenden.

(4) Die Bemessungswerte der einwirkenden Scherkraft in Verbindungen der Kategorie B im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der einwirkenden Scherkraft in Verbindungen der Kategorie C im Grenzzustand der Tragfähigkeit dürfen in der Regel die Bemessungswerte des Gleitwiderstandes der Verbindung nach 3.9 sowie der Lochleibungstragfähigkeit des Injektionsharzes nach 3.6.2.2(5), die für die jeweiligen Grenzzustände gelten, nicht überschreiten. Zusätzlich darf, als wäre keine Injektion vorhanden, in der Regel der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft in Verbindungen der Kategorie B und C im Grenzzustand der Tragfähigkeit weder den Bemessungswert der Schertragfähigkeit der Schraube nach 3.6 noch den Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit der Stahlbleche nach 3.6 und 3.7 überschreiten.

(5) Die Lochleibungstragfähigkeit des Injektionsharzes, $F_{b,Rd,resin}$, kann wie folgt ermittelt werden:

$$F_{b,Rd,resin} = \frac{k_t k_s d t_{b,resin} \beta f_{b,resin}}{\gamma_{M4}} \quad (3.4)$$

Dabei ist

$F_{b,Rd,resin}$ der Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit des Injektionsharzes;

β der Beiwert abhängig vom Verhältnis der Blechdicken der verbundenen Bleche, siehe Tabelle 3.5 und Bild 3.5;

$f_{b,resin}$ die Festigkeit des Injektionsharzes bei Lochleibungsbeanspruchung, ermittelt nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7;

- $t_{b,resin}$ die effektive Lochleibungsdicke bei Injektionsschrauben entsprechend Tabelle 3.5;
- k_t 1,0 im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (lange Einwirkungsdauer);
1,2 im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
- k_s 1,0 bei Löchern mit normalem Lochspiel oder $(1,0 - 0,1 m)$ bei übergroßen Löchern;
- m die Differenz, in mm, zwischen normalem Lochspiel und übergroßem Lochspiel. Bei kurzen Langlöchern nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7, $m = 0,5 \times$ (Differenz, in mm, zwischen Lochlänge und Lochweite).

(6) Bei Schrauben mit einer größeren Klemmlänge als $3d$ sollte die effektive Lochleibungsdicke $t_{b,resin}$ der Injektionsschrauben den Wert $3d$ nicht überschreiten, siehe Bild 3.6.

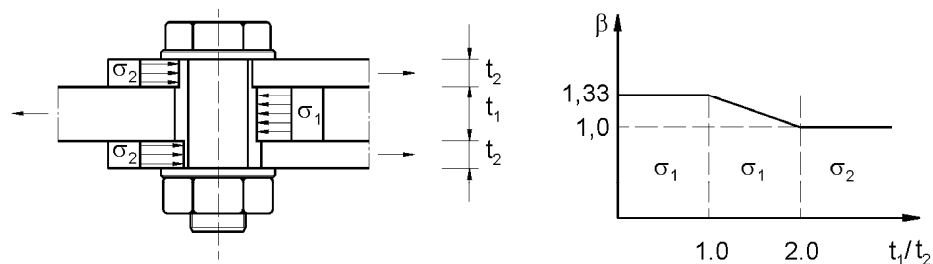


Bild 3.5 — Beiwert β in Abhängigkeit vom Verhältnis der Blechdicken

Tabelle 3.5 — Werte für β und $t_{b,resin}$

t_1/t_2	β	$t_{b,resin}$
$\geq 2,0$	1,0	$2 t_2 \leq 1,5 d$
$1,0 < t_1/t_2 < 2,0$	$1,66 - 0,33 (t_1/t_2)$	$t_1 \leq 1,5 d$
$\leq 1,0$	1,33	$t_1 \leq 1,5 d$

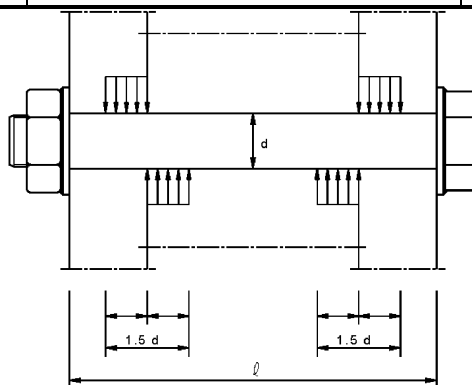


Bild 3.6 — Begrenzung der effektiven Länge von langen Injektionsschrauben

3.7 Gruppen von Verbindungsmitteln

(1) Die Beanspruchbarkeit von Gruppen von Verbindungsmitteln darf als Summe der Lochleibungstragfähigkeiten $F_{b,Rd}$ der einzelnen Verbindungsmittel angenommen werden, sofern die jeweilige Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ der einzelnen Verbindungsmittel mindestens so groß ist wie der Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$. Andernfalls ist die Beanspruchbarkeit der Gruppe von Verbindungsmitteln in

der Regel durch Multiplikation der Anzahl an Verbindungsmitteln mit der kleinsten vorhandenen Abschertragfähigkeit bzw. Lochleibungstragfähigkeit zu ermitteln.

3.8 Lange Anschlüsse

(1) Wenn der Abstand L_j zwischen den Achsen des ersten und des letzten Verbindungsmittels in einem langen Anschluss, gemessen in Richtung der Kraftübertragung, siehe Bild 3.7, mehr als $15 d$ beträgt, so ist in der Regel der Bemessungswert der Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ aller Verbindungsmittel, berechnet nach Tabelle 3.4, mit einem Abminderungsbeiwert β_{Lf} abzumindern. Dieser Abminderungsbeiwert ergibt sich zu:

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d} \quad (3.5)$$

jedoch $\beta_{Lf} \leq 1,0$ und $\beta_{Lf} \geq 0,75$

(2) Die Regelung in 3.8(1) gilt nicht, wenn eine gleichmäßige Verteilung der Kraftübertragung über die Länge des Anschlusses erfolgt, z. B. bei der Übertragung der Schubkraft zwischen Stegblech und Flansch eines Querschnitts.

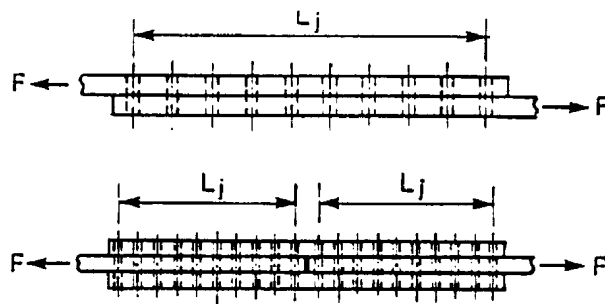


Bild 3.7 — Lange Anschlüsse

3.9 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten 8.8 oder 10.9 Schrauben

3.9.1 Gleitwiderstand

(1) Der Bemessungswert des Gleitwiderstandes vorgespannter hochfester Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 oder 10.9 ist in der Regel wie folgt zu ermitteln:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} \quad \boxed{\text{AC}} \quad (3.6a) \quad \boxed{\text{AC}}$$

$$\boxed{\text{AC}} \quad F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3,ser}} F_{p,C} \quad (3.6b) \quad \boxed{\text{AC}}$$

Dabei ist

k_s der Beiwert, siehe Tabelle 3.6;

n die Anzahl $\boxed{\text{AC}}$ der Reiboberflächen; $\boxed{\text{AC}}$

μ die Reibungszahl, entweder durch Versuche nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 für die jeweilige Reiboberfläche zu ermitteln oder der Tabelle 3.7 zu entnehmen.

(2) Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 nach Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 mit kontrollierter Vorspannung nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 ist in der Regel die Vorspannkraft $F_{p,C}$ in Gleichung (3.6) wie folgt anzunehmen:

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad (3.7)$$

Tabelle 3.6 — Zahlenwerte k_s

Beschreibung	k_s
Schrauben in Löchern mit normalem Lochspiel	1,0
Schrauben in übergroßen Löchern oder in kurzen Langlöchern, deren Längsachse quer zur Krafrichtung liegt	0,85
Schrauben in großen Langlöchern, deren Längsachse quer zur Krafrichtung liegt	0,7
Schrauben in kurzen Langlöchern, deren Längsachse parallel zur Krafrichtung liegt	0,76
Schrauben in großen Langlöchern, deren Längsachse parallel zur Krafrichtung liegt	0,63

Tabelle 3.7 — Reibungszahl μ für vorgespannte Schrauben

Gleitflächenklassen (siehe Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7)	Reibungszahl μ
A	0,5
B	0,4
C	0,3
D	0,2

ANMERKUNG 1 Anforderungen an Versuche und deren Bewertung sind in Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Einstufung von anderen Vorbehandlungen in Gleitflächenklassen sollte auf der Grundlage von Versuchen und mit Proben vorgenommen werden, deren Oberflächen der Vorbehandlung im wirklichen Bauwerk nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 entsprechen.

ANMERKUNG 3 Die Definition der Gleitflächenklassen ist in Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 enthalten.

ANMERKUNG 4 Bei beschichteten Oberflächen besteht die Möglichkeit eines zeitabhängigen Verlustes der Vorspannung.

3.9.2 Kombinierte Scher- und Zugbeanspruchung

(1) Wenn eine gleitfeste Verbindung zusätzlich zur einwirkenden Abscherkraft $F_{v,Ed}$ oder $F_{v,Ed,ser}$ durch eine einwirkende Zugkraft $F_{t,Ed}$ oder $F_{t,Ed,ser}$ beansprucht wird, ist in der Regel der Gleitwiderstand je Schraube wie folgt anzunehmen:

$$\text{bei Kategorie B Verbindungen: } F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed,ser})}{\gamma_{M3,ser}} \quad (3.8a)$$

$$\text{bei Kategorie C Verbindungen: } F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} \quad (3.8b)$$

(2) Stehen in einer biegebeanspruchten Verbindung die Zugkräfte in den Schrauben mit der über Kontakt übertragenden Druckkraft im Gleichgewicht, so ist eine Abminderung des Gleitwiderstandes nicht erforderlich.

3.9.3 Hybridverbindungen

(1) Als Ausnahme zu 2.4(3) darf der Gleitwiderstand von Verbindungen der Kategorie C in 3.4 mit vorgespannten Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 mit der Tragfähigkeit von Schweißnähten überlagert werden, vorausgesetzt, dass das endgültige Anziehen der Schrauben nach der vollständigen Ausführung der Schweißarbeiten erfolgt.

3.10 Lochabminderungen

3.10.1 Allgemeines

(1) Lochabminderungen bei der Bemessung von Bauteilen sind in der Regel entsprechend EN 1993-1-1 vorzunehmen.

3.10.2 Blockversagen von Schraubengruppen

(1) Das Blockversagen einer Schraubengruppe wird durch das Schubversagen des Blechs entlang der schubbeanspruchten Schraubenreihe verursacht. Dies geschieht in Kombination mit dem Zugversagen des Blechs entlang der zugbeanspruchten Schraubenreihe am Kopf der Schraubengruppe. Bild 3.8 stellt das Blockversagen dar.

(2) Für eine symmetrisch angeordnete Schraubengruppe unter zentrischer Belastung ergibt sich der Widerstand gegen Blockversagen $V_{\text{eff},1,\text{Rd}}$ zu:

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = f_u A_{\text{nt}} / \gamma_{\text{M}2} + \frac{f_y}{\sqrt{3}} A_{\text{nv}} / \gamma_{\text{M}0} \quad (3.9)$$

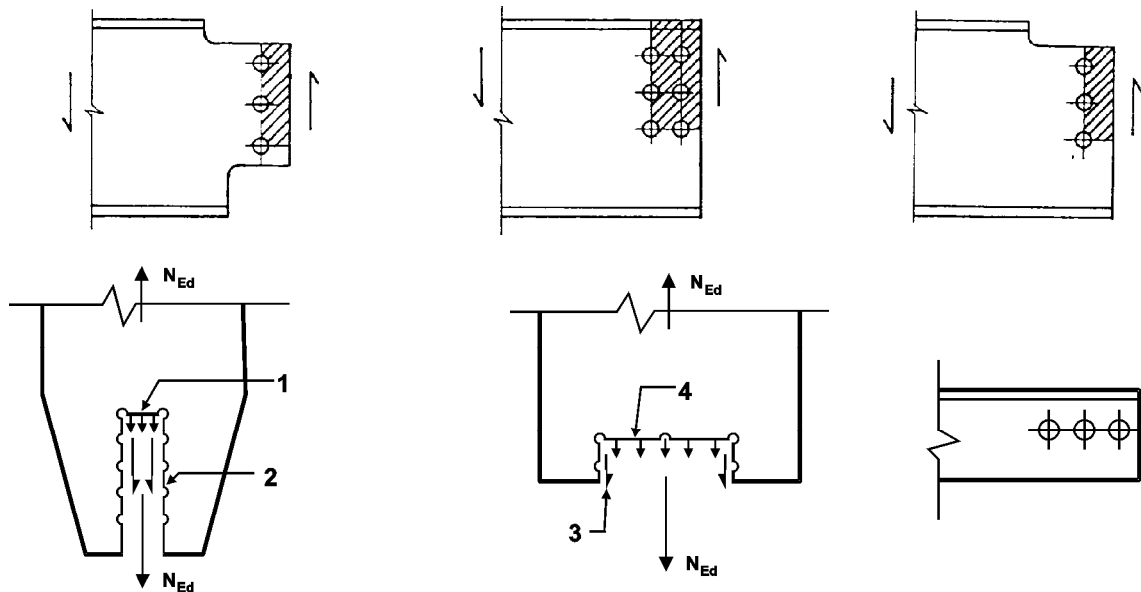
Dabei ist

A_{nt} die zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche;

A_{nv} die schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche.

(3) Für eine Schraubengruppe unter exzentrischer Belastung ergibt sich der Widerstand gegen Blockversagen $V_{\text{eff},2,\text{Rd}}$ zu:

$$V_{\text{eff},2,\text{Rd}} = 0,5 f_u A_{\text{nt}} / \gamma_{\text{M}2} + \frac{f_y}{\sqrt{3}} A_{\text{nv}} / \gamma_{\text{M}0} \quad (3.10)$$



Legende

- 1 kleine Zugkraft
- 2 große Schubkraft
- 3 kleine Schubkraft
- 4 große Zugkraft

Bild 3.8 — Blockversagen von Schraubengruppen

3.10.3 Einseitig angeschlossene Winkel und andere unsymmetrisch angeschlossene Bauteile unter Zugbelastung

(1) Die Exzentrizität von Anschlüssen, siehe 2.7(1), sowie die Einflüsse von Loch- und Randabständen der Schrauben sind in der Regel bei der Bestimmung der Tragfähigkeiten von:

- unsymmetrischen Bauteilen;
- symmetrischen Bauteilen, deren Anschluss unsymmetrisch erfolgt, z. B. bei einseitig angeschlossenen Winkeln,

zu berücksichtigen.

(2) Einseitig mit einer Schraubenreihe angeschlossene Winkel, siehe Bild 3.9, dürfen wie zentrisch belastete Winkel bemessen werden, wenn die Tragfähigkeit $N_{u,Rd}$ mit einem effektiven Nettoquerschnitt wie folgt bestimmt wird:

$$\text{mit 1 Schraube:} \quad N_{u,Rd} = \frac{2,0(e_2 - 0,5d_0)t f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.11)$$

$$\text{mit 2 Schrauben:} \quad N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{\text{net}} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.12)$$

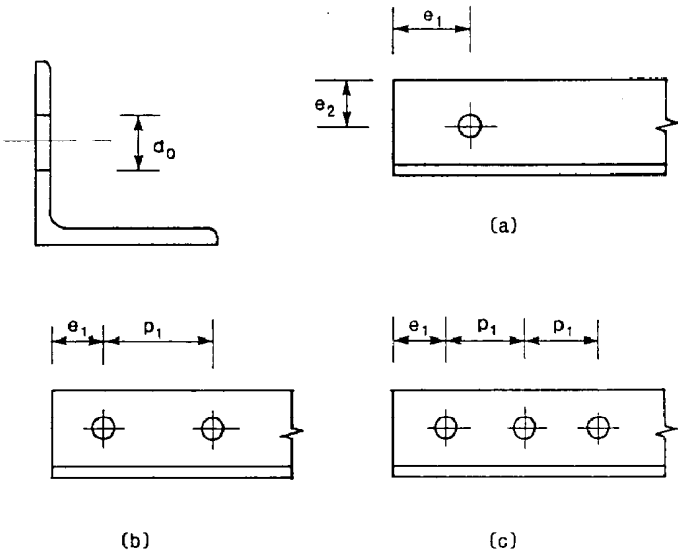
$$\text{mit 3 oder mehr Schrauben:} \quad N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{\text{net}} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.13)$$

Dabei ist

- β_2 und β_3 die Abminderungsbeiwerte in Abhängigkeit vom Lochabstand p_1 , siehe Tabelle 3.8. Für Zwischenwerte von p_1 darf der Wert β interpoliert werden;
- A_{net} die Nettoquerschnittsfläche des Winkels. Wird ein ungleichschenkliger Winkel am kleineren Schenkel angeschlossen, so ist A_{net} in der Regel für einen äquivalenten gleichschenkligen Winkel mit den kleineren Schenkelabmessungen zu berechnen.

Tabelle 3.8 — Abminderungsbeiwerte β_2 und β_3

Lochabstand	p_1	$\leq 2,5 d_0$	$\geq 5,0 d_0$
2 Schrauben	β_2	0,4	0,7
3 Schrauben oder mehr	β_3	0,5	0,7



Legende

- a) 1 Schraube
- b) 2 Schrauben
- c) 3 Schrauben

Bild 3.9 — Einseitig angeschlossene Winkel

3.10.4 Anschlusswinkel für indirekten Anschluss

- (1) Anschlusswinkel für indirekten Anschluss, wie z. B. in Bild 3.10 dargestellt, verbinden z. B. abstehende Schenkel von Winkelprofilen mit den Knotenblechen und sind in der Regel für das 1,2fache der Kraft in dem abstehenden Schenkel des angeschlossenen Winkels zu bemessen.
- (2) Die Verbindungsmittel zwischen dem Anschlusswinkel und dem abstehenden Schenkel des angeschlossenen Winkelprofils sind in der Regel für das 1,4fache der Kraft in dem abstehenden Schenkel des angeschlossenen Winkels zu bemessen.
- (3) Anschlusswinkel zur Verbindung von U-Profilen oder ähnlichen Bauteilen sind in der Regel für das 1,1fache der Kraft in dem abstehenden Flansch des U-Profils zu bemessen.

(4) Die Verbindungsmittel zwischen Anschlusswinkel und U-Profil oder ähnlichen Bauteilen sind in der Regel für das 1,2fache der Kraft, die in dem angeschlossenen U-Profil-Flansch vorliegt, zu bemessen.

(5) Auf keinen Fall sollten weniger als zwei Schrauben oder Niete zur Verbindung eines Anschlusswinkels für indirekten Anschluss mit einem Knotenblech oder einer ähnlichen Komponente verwendet werden.

(6) Die Verbindung des Anschlusswinkels an ein Knotenblech oder eine ähnliche Komponente sollte bis an das Ende des angeschlossenen Bauteils durchgeführt werden. Die Verbindung des Anschlusswinkels an das angeschlossene Bauteil sollte vom Ende des angeschlossenen Bauteils über das Ende des Knotenblechs hinausgeführt werden.

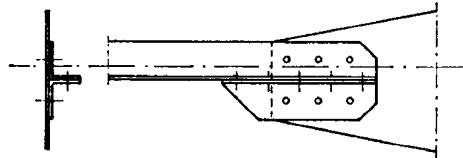


Bild 3.10 — Anschlusswinkel für indirekten Anschluss

3.11 Abstützkräfte

(1) Werden Verbindungsmittel auf Zug belastet, so sind bei der Bemessung zusätzliche Abstützkräfte zu berücksichtigen, sofern diese infolge von Hebelwirkungen aus Blechkontakten auftreten können.

ANMERKUNG Die Regelungen in 6.2.4 berücksichtigen implizit solche Abstützkräfte.

3.12 Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Tritt in einem Anschluss ein äußeres Moment auf, so darf die Verteilung der einwirkenden Kräfte auf die Verbindungsmittel entweder linear (d. h. proportional zum Abstand vom Rotationszentrum) oder plastisch (d. h. jede Verteilung, die das Gleichgewicht erfüllt, ist möglich, vorausgesetzt, dass die Tragfähigkeiten der Komponenten nicht überschritten werden und die Duktilitäten der Komponenten ausreichend sind) ermittelt werden.

(2) Die lineare Verteilung der einwirkenden Kräfte ist in der Regel in folgenden Fällen zu verwenden:

- Schrauben in gleitfesten Verbindungen der Kategorie C,
- Scher-/Lochleibungsverbindungen, bei denen die Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd}$ kleiner ist als die Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd}$,
- Verbindungen unter Stoßbelastung, Schwingbelastung oder mit Lastumkehr (außer Windlasten).

(3) Für einen nur durch zentrische Schubkraft beanspruchten Anschluss darf für die Verbindungsmittel eine gleichmäßige Lastverteilung angenommen werden, wenn nur Verbindungsmittel der gleichen Größe und Klassifizierung verwendet werden.

3.13 Bolzenverbindungen

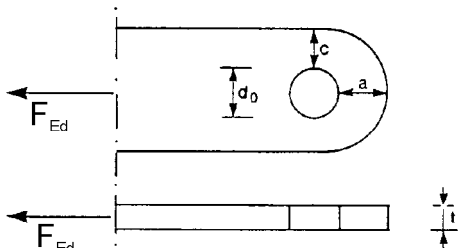
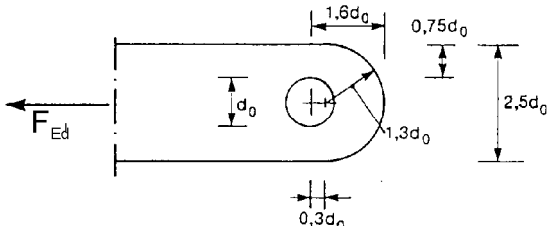
3.13.1 Allgemeines

(1) Bolzen sind in der Regel gegen Lösen zu sichern.

(2) Bolzenverbindungen, in denen keine Verdrehung in den Augen erforderlich ist, dürfen wie Einschraubverbindungen bemessen werden, wenn die Bolzenlänge kleiner als das Dreifache des Bolzendurchmessers ist, siehe 3.6.1. Anderenfalls gelten die Regelungen in 3.13.2.

(3) Für Augenstäbe sind in der Regel die Anforderungen in Tabelle 3.9 einzuhalten.

Tabelle 3.9 — Geometrische Anforderungen an Augenstäbe

Möglichkeit A: Dicke t vorgegeben	 $a \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2d_0}{3} \quad : \quad c \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d_0}{3}$
Möglichkeit B: Geometrie vorgegeben	 $t \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{f_y}} \quad : \quad d_0 \leq 2,5t$

(4) Bauteile mit Bolzenverbindungen sind in der Regel so zu konstruieren, dass Exzentrizitäten vermieden werden; auf ausreichende Dimensionierung des Übergangs von Augenstab zu Bauteil ist zu achten.

3.13.2 Bemessung der Bolzen

- (1) Die Bemessungsregeln für massive Rundbolzen sind in Tabelle 3.10 angegeben.
- (2) Die einwirkenden Biegemomente in einem Bolzen sind in der Regel unter der Annahme zu berechnen, dass die Augenstabelle gelenkige Auflager bilden. Dabei ist anzunehmen, dass die Lochleibungspressung zwischen dem Bolzen und den Augenstabelle gleichmäßig über die jeweilige Kontaktfläche verteilt ist, siehe Bild 3.11.
- (3) Soll der Bolzen austauschbar sein, ist neben den Anforderungen in 3.13.1 und 3.13.2 die Lochleibungsspannung wie folgt zu beschränken:

$$\sigma_{h,Ed} \leq f_{h,Rd} \quad (3.14)$$

Dabei ist

$$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \sqrt{\frac{E F_{b,Ed,ser} (d_0 - d)}{d^2 t}} \quad (3.15)$$

$$f_{h,Rd} = 2,5 f_y / \gamma_{M6,ser} \quad (3.16)$$

Dabei ist

d der Bolzendurchmesser;

d_0 der Bolzenlochdurchmesser;

$F_{b,Ed,ser}$ der Bemessungswert der einwirkenden Lochleibungskraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Tabelle 3.10 — Bemessungsregeln für Bolzenverbindungen

Versagenskriterium	Bemessungsregeln
Abscheren des Bolzens	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Lochleibung von Augenblech und Bolzen	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$
Bei austauschbaren Bolzen zusätzlich	$F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_y / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Biegung des Bolzens	$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$
Bei austauschbaren Bolzen zusätzlich	$M_{Rd,ser} = 0,8 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Kombination von Abscheren und Biegung des Bolzens	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
d Bolzendurchmesser; f_y kleinerer Wert der Streckgrenze f_{yb} des Bolzenwerkstoffs und des Werkstoffs des Augenstabs; f_{up} Bruchfestigkeit des Bolzens; f_{yp} Streckgrenze des Bolzens; t Dicke des Augenstablechs; A Querschnittsfläche des Bolzens.	

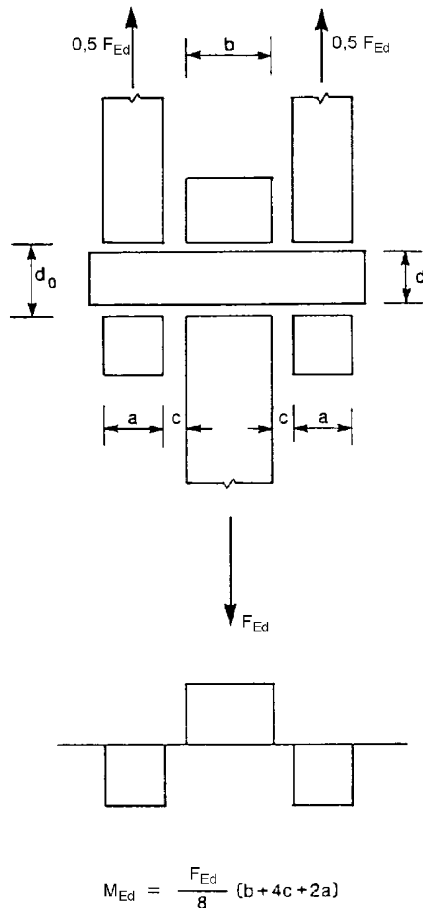


Bild 3.11 — Biegemoment in einem Bolzen

4 Schweißverbindungen

4.1 Allgemeines

(1) Die Bestimmungen dieses Abschnittes beziehen sich auf schweißbare Baustähle, die den Anforderungen nach EN 1993-1-1 entsprechen und Erzeugnisdicken von 4 mm oder mehr aufweisen. Weiterhin beschränkt sich die Gültigkeit auf Anschlüsse, in denen das Schweißgut mit dem Grundwerkstoff hinsichtlich der mechanischen Kenngrößen verträglich ist, siehe 4.2.

Für Schweißnähte bei dünneren Erzeugnisdicken gilt EN 1993-1-3; zu Schweißnähten von Hohlprofilen mit Blechdicken von 2,5 mm und mehr siehe Abschnitt 7.

Für das Schweißen von Kopfbolzendübeln ist EN 1994-1-1 zu beachten.

ANMERKUNG Zu weiteren Bestimmungen für das Schweißen von Kopfbolzendübeln siehe auch EN ISO 14555 und EN ISO 13918.

(2) **AC** P **AC** Für Schweißnähte, die auf Ermüdung beansprucht werden, **AC** müssen **AC** auch die Grundsätze in EN 1993-1-9 gelten.

(3) Im Allgemeinen ist, sofern nicht anderweitig festgelegt, Qualitätsstandard C nach EN ISO 25817 erforderlich. Der Umfang der Schweißnahtprüfung ist in der Regel unter Verwendung der Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 festzulegen. Die Qualitätsanforderungen an Schweißnähte sollten nach EN ISO 25817 gewählt werden. Zu Qualitätsanforderungen an ermüdungsbeanspruchte Schweißnähte, siehe EN 1993-1-9.

- (4) Die Terrassenbruchgefahr ist in der Regel zu beachten.
- (5) Hinweise zum Terrassenbruch gibt EN 1993-1-10.

4.2 Schweißzusätze

- (1) Für die Schweißzusätze gelten in der Regel die Normen der Bezugsnormengruppe 5 in 1.2.5.
- (2) Die für das Schweißgut spezifizierten Werte der Streckgrenze, Bruchfestigkeit, Bruchdehnung und Mindestkerbschlagarbeit müssen in der Regel mindestens den spezifizierten Werten für den verschweißten Grundwerkstoff entsprechen.

ANMERKUNG Grundsätzlich liegt die Wahl von Elektroden mit höherer Güte als die für die verwendeten Stahlsorten auf der sicheren Seite.

4.3 Geometrie und Abmessungen

4.3.1 Schweißnahtarten

- (1) Diese Norm gilt für die Bemessung von Kehlnähten, Schlitznähten, Stumpfnähten, Lochschweißungen und Hohlkehlnähten. Stumpfnähte können entweder durchgeschweißt oder nicht durchgeschweißt sein. Schlitznähte sowie Lochschweißungen können sowohl an Kreislöchern als auch an Langlöchern verwendet werden.
- (2) Die üblichen Schweißnahtarten und Anschlussformen sind in EN 12345 dargestellt.

4.3.2 Kehlnähte

4.3.2.1 Allgemeines

- (1) Kehlnähte dürfen für die Verbindung von Bauteilen verwendet werden, wenn die Flanken einen Öffnungswinkel von 60° bis 120° bilden.
- (2) Kleinere Winkel als 60° sind ebenfalls zulässig. In diesen Fällen sollte die Schweißnaht allerdings als eine nicht durchgeschweißte Stumpfnaht behandelt werden.
- (3) Bei Öffnungswinkeln über 120° ist in der Regel die Beanspruchbarkeit der Kehlnähte durch Versuche nach EN 1990, Anhang D nachzuweisen.
- (4) An den Enden von Bauteilen sollten Kehlnähte durchgehend mit voller Abmessung und einer Mindestlänge gleich der doppelten Schenkellänge der Naht um die Ecken der Bauteile herumgeführt werden, wo immer eine solche Umschweißung möglich ist.

ANMERKUNG Bei unterbrochen geschweißten Kehlnähten gilt diese Regelung nur für den letzten Schweißnahtabschnitt am Bauteilende.

- (5) Umschweißungen an den Bauteilenden sollten in den Zeichnungen angegeben werden.
- (6) Zur Exzentrizität von einseitigen Kehlnähten siehe 4.12.

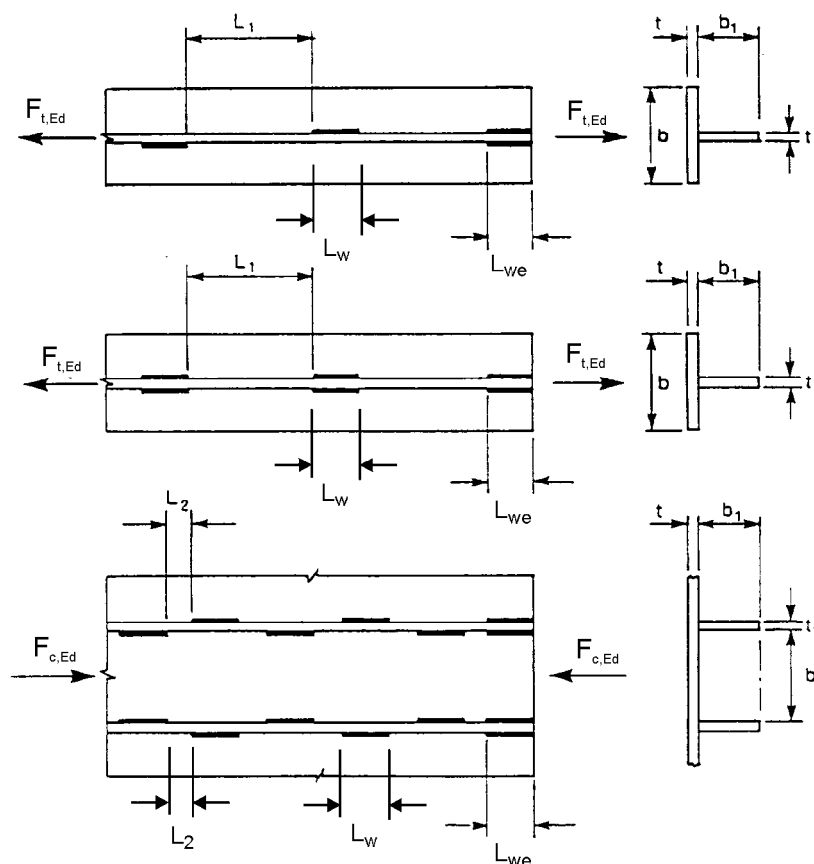
4.3.2.2 Unterbrochen geschweißte Kehlnähte

- (1) Unterbrochen geschweißte Kehlnähte sind bei Korrosionsgefährdung in der Regel nicht anzuwenden.
- (2) Für die unverschweißten Spaltlängen (L_1 oder L_2) zwischen den einzelnen Schweißabschnitten L_w einer unterbrochen geschweißten Kehlnaht gelten die Anforderungen in Bild 4.1.

(3) Die unverschweißte Spaltlänge (L_1 oder L_2) einer unterbrochen geschweißten Kehlnaht sollte an der gegenüberliegenden Seite oder an derselben Seite bestimmt werden, je nach dem, welche kürzer ist.

(4) Bei Bauteilen, die mit unterbrochen geschweißten Kehlnähten verbunden werden, sollten am Ende stets Schweißabschnitte L_{we} vorgesehen werden.

(5) Bei einem mit unterbrochen geschweißten Kehlnähten zusammengesetzten Bauteil sollte an jedem Blechende beidseitig ein Schweißabschnitt mit einer Länge von mindestens $3/4$ der Breite des schmalen Bleches vorgesehen werden, siehe Bild 4.1.



Der kleinste Wert von $L_{we} \geq 0,75 b$ und $0,75 b_1$

Für zusammengesetzte zugbeanspruchte Bauteile:

Der kleinste Wert von $L_1 \leq 16 t$ und $16 t_1$ und 200 mm

Für zusammengesetzte druck- oder schubbeanspruchte Bauteile:

Der kleinste Wert von $L_2 \leq 12 t$ und $12 t_1$ und $0,25 b$ und 200 mm

Bild 4.1 — Unterbrochen geschweißte Kehlnähte

4.3.3 Schlitznähte

(1) Schlitznähte, einschließlich Kehlnähte in Kreis- oder Langlöchern, dürfen nur verwendet werden, um Schub zu übertragen oder um Beulen oder Klaffen von überlappten Teilen zu verhindern.

(2) Für eine Schlitznaht sollte der Durchmesser eines Kreisloches oder die Breite eines Langloches nicht kleiner sein als die vierfache Blechdicke.

(3) Die Enden von Langlöchern sollten halbkreisförmig ausgeführt werden, außer wenn die Langlöcher über den Rand des betreffenden Teiles hinaus gehen.

(4) Die Abstände der Mittelpunkte von Schlitznähten sollten die Grenzwerte zur Vermeidung lokalen Beulens nicht überschreiten, siehe Tabelle 3.3.

4.3.4 Stumpfnähte

(1) Eine durchgeschweißte Stumpfnah ist eine Schweißnaht mit vollständigem Einbrand und vollständiger Verschmelzung des Schweißwerkstoffes mit dem Grundmaterial über die gesamte Dicke der Verbindung.

(2) Bei einer nicht durchgeschweißten Stumpfnah ist die Durchschweißung kleiner als die volle Dicke des Grundmaterials.

(3) Unterbrochen geschweißte Stumpfnähte sind in der Regel zu vermeiden.

(4) Bezüglich der Exzentrizität von einseitigen nicht durchgeschweißten Stumpfnähten siehe 4.12.

4.3.5 Lochschweißungen

(1) Lochschweißungen können verwendet werden, um:

- Schub zu übertragen,
- Beulen oder das Klaffen von überlappten Teilen zu verhindern, und
- Komponenten von mehrteiligen Bauteilen zu verbinden.

Sie sollten jedoch nicht in zugbeanspruchten Verbindungen verwendet werden.

(2) Für eine Lochschweißung sollte der Durchmesser eines Kreisloches oder die Breite eines Langloches mindestens 8 mm größer sein als die Blechdicke.

(3) Die Enden von Langlöchern sollten entweder halbkreisförmig sein, oder es sollten ausgerundete Ecken mit einem Radius vorgesehen werden, der mindestens der Blechdicke entspricht, außer wenn die Langlöcher über den Rand des betreffenden Teiles hinausgehen.

(4) Die Dicke einer Lochschweißung sollte bei Blechdicken bis zu 16 mm der Blechdicke entsprechen. Bei Blechdicken über 16 mm sollte die Dicke der Lochschweißung mindestens der Hälfte der Blechdicke entsprechen, jedoch nicht kleiner als 16 mm sein.

(5) Die Abstände der Mittelpunkte von Lochschweißungen sollten die Grenzwerte zur Vermeidung lokalen Beulens nicht überschreiten, siehe Tabelle 3.3.

4.3.6 Hohlkehlnähte

(1) Die wirksame Nahtdicke von Hohlkehlnähten, die bündig zur Oberfläche von Bauteilen mit Vollquerschnitt verlaufen, ist in Bild 4.2 definiert. Zur Bestimmung der wirksamen Nahtdicke von Hohlkehlnähten bei Rechteckhohlprofilen siehe 7.3.1(7).

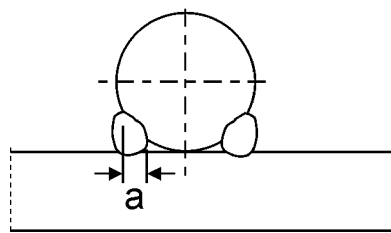


Bild 4.2 — Wirksame Nahtdicke von Hohlkehlnähten an Vollquerschnitten

4.4 Schweißen mit Futterblechen

- (1) Wird mit Futterblechen geschweißt, so sollte das Futterblech bündig zum Rand des zu verschweißenden Bauteils angepasst werden.
- (2) Liegt zwischen zwei zu verschweißenden Bauteilen ein Futterblech mit einer kleineren Dicke als der zur Übertragung der Kraft erforderlichen Schenkellänge der Schweißnaht, so ist in der Regel die erforderliche Schenkellänge der Schweißnaht um den Betrag der Futterblechdicke zu vergrößern.
- (3) Liegt zwischen zwei zu verschweißenden Bauteilen ein Futterblech mit einer gleichgroßen oder größeren Dicke als der zur Übertragung der Kraft erforderlichen Schenkellänge der Schweißnaht, sollten die Bauteile jeweils mit dem Futterblech mit einer separaten Schweißnaht verbunden werden, die zur Übertragung der Kräfte ausreicht.

4.5 Beanspruchbarkeit von Kehlnähten

4.5.1 Schweißnahtlänge

- (1) **[AC]** Als wirksame Länge l_{eff} einer Kehlnaht **[AC]** ist die Gesamtlänge mit voller Nahtdicke anzusetzen. Diese kann als die tatsächliche Länge der Schweißnaht abzüglich des zweifachen Betrages der wirksamen Kehlnahtdicke a angesetzt werden. Ist die Kehlnaht über die gesamte Länge einschließlich der Nahtenden voll ausgeführt, braucht keine Abminderung der wirksamen Länge um die Nahtenden durchgeführt werden.
- (2) Kehlnähte, deren wirksame Länge weniger als 30 mm oder das 6fache der Nahtdicke beträgt, je nach dem welcher Wert größer ist, sollten für die Übertragung von Kräften nicht in Betracht gezogen werden.

4.5.2 Wirksame Nahtdicke

- (1) Die wirksame Nahtdicke a einer Kehlnaht ist in der Regel als die bis zum theoretischen Wurzelpunkt gemessene Höhe des einschreibbaren (gleichschenkligen oder nicht gleichschenkligen) Dreiecks anzunehmen, siehe Bild 4.3.
- (2) Die wirksame Nahtdicke einer Kehlnaht sollte mindestens 3 mm betragen.
- (3) Bei der Bestimmung der Beanspruchbarkeit einer Kehlnaht mit tiefem Einbrand darf eine vergrößerte Nahtdicke berücksichtigt werden, siehe Bild 4.4, wenn der über den theoretischen Wurzelpunkt hinausgehende Einbrand durch eine Verfahrensprüfung nachgewiesen wird.

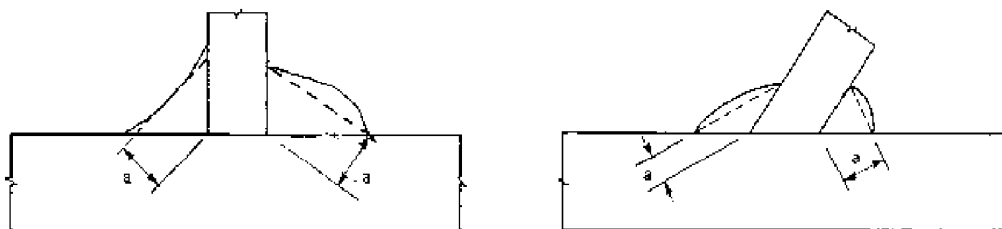


Bild 4.3 — Kehlnahtdicke

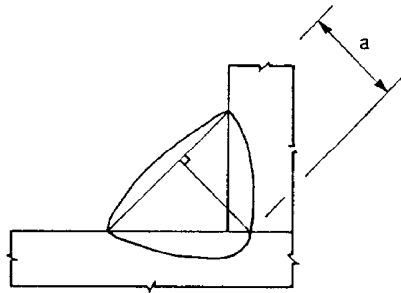


Bild 4.4 — Kehlnahtdicke bei tiefem Einbrand

4.5.3 Tragfähigkeit von Kehl Nähten

4.5.3.1 Allgemeines

(1) Die Tragfähigkeit von Kehl Nähten ist in der Regel mit Hilfe des richtungsbezogenen Verfahrens, siehe 4.5.3.2, oder des vereinfachten Verfahrens, siehe 4.5.3.3, zu ermitteln.

4.5.3.2 Richtungsbezogenes Verfahren

(1) Bei diesem Verfahren werden die Kräfte, die je Längeneinheit übertragen werden können, aufgeteilt in Anteile parallel und rechtwinklig zur Längsachse der Schweißnaht und normal und rechtwinklig zur Lage der wirksamen Kehl nahtfläche.

(2) Die wirksame Kehl nahtfläche A_w ist mit $A_w = \Sigma a \ell_{\text{eff}}$ zu ermitteln.

(3) Die Lage der wirksamen Kehl nahtfläche wird im Wurzelpunkt konzentriert angenommen.

(4) Die einwirkende Spannung wird gleichmäßig über den Nahtquerschnitt verteilt angenommen und führt, wie in Bild 4.5 dargestellt, zu folgenden Normal- und Schubspannungen:

- $\sigma_{\perp}$ Normalspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
- $\sigma_{\parallel}$ Normalspannung parallel zur Schweißnahtachse
- $\tau_{\perp}$ Schubspannung (in der Ebene der Kehl nahtfläche) senkrecht zur Schweißnahtachse
- $\tau_{\parallel}$ Schubspannung (in der Ebene der Kehl nahtfläche) parallel zur Schweißnahtachse.

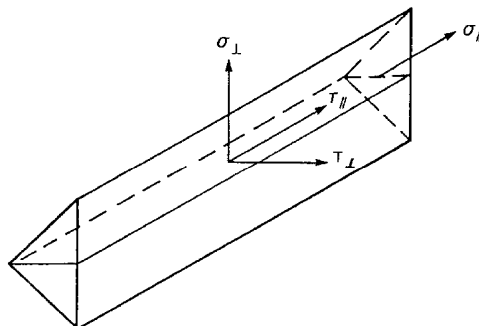


Bild 4.5 — Spannungen im wirksamen Kehl nahtquerschnitt

(5) Bei der Bestimmung der Beanspruchbarkeit der Kehl naht werden die Normalspannungen $\sigma_{\parallel}$ parallel zur Schweißnahtachse vernachlässigt.

(6) Die Tragfähigkeit einer Kehlnaht ist ausreichend, wenn die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \text{ und } \sigma_{\perp} \leq 0,9 f_u / \gamma_{M2} \quad (4.1)$$

Dabei ist

f_u die Zugfestigkeit des schwächeren der angeschlossenen Bauteile;

β_w der Korrelationsbeiwert, siehe Tabelle 4.1.

(7) Bei der Bemessung von Kehlnähten zwischen Bauteilen mit unterschiedlichen Stahlsorten sind in der Regel die Werkstoffkenngrößen des Bauteils mit der geringeren Festigkeit zu verwenden.

Tabelle 4.1 — Korrelationsbeiwert β_w für Kehlnähte

Norm und Stahlsorte			Korrelationsbeiwert β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

(1) Als alternatives Verfahren zu 4.5.3.2 darf die Tragfähigkeit einer Kehlnaht als ausreichend angenommen werden, wenn an jedem Punkt längs der Naht die Resultierende aller auf die wirksame Kehlnahtfläche einwirkenden Kräfte je Längeneinheit folgende Bedingung erfüllt:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

Dabei ist

$F_{w,Ed}$ der Bemessungswert der auf die wirksame Kehlnahtfläche einwirkenden Kräfte je Längeneinheit;

$F_{w,Rd}$ der Bemessungswert der Tragfähigkeit der Schweißnaht je Längeneinheit.

(2) Die Tragfähigkeit $F_{w,Rd}$ der Schweißnaht je Längeneinheit ist unabhängig von der Orientierung der wirksamen Kehlnahtfläche zur einwirkenden Kraft wie folgt zu ermitteln:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a \quad (4.3)$$

Dabei ist

$f_{vw,d}$ der Bemessungswert der Scherfestigkeit der Schweißnaht.

(3) Die Scherfestigkeit der Schweißnaht $f_{vw,d}$ ist wie folgt zu ermitteln:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (4.4)$$

Dabei sind

f_u und β_w nach Definitionen in 4.5.3.2(6).

4.6 Tragfähigkeit von Schlitznähten

(1) Die Tragfähigkeit einer Schlitznaht ist in der Regel nach einem der in 4.5 angegebenen Verfahren zu ermitteln.

4.7 Tragfähigkeit von Stumpfnähten

4.7.1 Durchgeschweißte Stumpfnähte

(1) Die Tragfähigkeit von durchgeschweißten Stumpfnähten ist in der Regel mit der Tragfähigkeit des schwächeren der verbundenen Bauteile gleichzusetzen. Das trifft zu, wenn die Schweißnaht mit Schweißzusätzen ausgeführt wird, die entsprechend Schweißgutprüfungen Mindestwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit aufweisen, die nicht geringer sind als die für den Grundwerkstoff.

4.7.2 Nicht durchgeschweißte Stumpfnähte

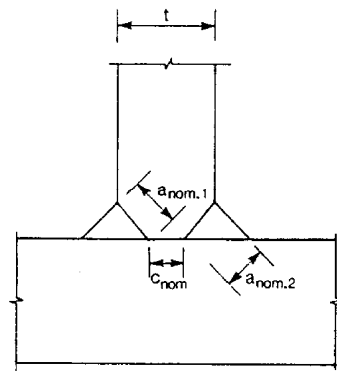
(1) Die Tragfähigkeit von nicht durchgeschweißten Stumpfnähten ist in der Regel wie für Kehlnähte mit tiefem Einbrand zu ermitteln, siehe 4.5.2(3).

(2) Die Nahtdicke einer nicht durchgeschweißten Stumpfnahnt sollte nicht größer sein als die mit dem Schweißverfahren erreichbare Tiefe des Einbrandes, siehe 4.5.2(3).

4.7.3 T-Stöße

(1) Die Tragfähigkeit eines T-Stoßes mit beidseitig angeordneten nicht durchgeschweißten Stumpfnähten, die durch darüber gelegte Kehlnähte verstärkt sind, kann wie bei einer durchgeschweißten Stumpfnahnt (siehe 4.7.1) ermittelt werden, wenn die gesamte Nahtdicke, abgesehen von dem unverschweißten Spalt, mindestens der Dicke t des Stegblechteils entspricht und der ungeschweißte Spalt nicht größer als $t/5$ oder 3 mm ist (der kleinere Wert ist maßgebend), siehe  Bild 4.6. 

(2) Die Tragfähigkeit eines T-Stoßes, der die in 4.7.3(1) angegebenen Anforderungen nicht erfüllt, ist in der Regel, je nach Tiefe des Einbrandes, wie für eine Kehlnahnt oder eine Kehlnahnt mit tiefem Einbrand zu ermitteln, siehe 4.5. Die Nahtdicke ist in der Regel nach den Bestimmungen für Kehlnähte, siehe 4.5.2, oder nicht durchgeschweißten Stumpfnähten, siehe 4.7.2, zu ermitteln.



$$a_{\text{nom},1} + a_{\text{nom},2} \geq t$$

Der kleinere Wert: $c_{\text{nom}} \leq t/5$ und 3 mm

Bild 4.6 — Wirksam durchgeschweißter T-Stoß

4.8 Tragfähigkeit von Lochschweißungen

(1) Die Tragfähigkeit $F_{w,Rd}$ einer Lochschweißung, siehe 4.3.3, ist in der Regel wie folgt zu ermitteln:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w \quad (4.5)$$

Dabei ist

$f_{vw,d}$ der Bemessungswert der Scherfestigkeit der Schweißnaht, siehe 4.5.3.3(3);

A_w die wirksame Schweißnahtfläche, in diesem Falle die Fläche des Loches.

4.9 Verteilung der Kräfte

(1) Die Verteilung der einwirkenden Kräfte in einer geschweißten Verbindung darf entweder mit der Annahme elastischen oder plastischen Verhaltens nach 2.4 und 2.5 berechnet werden.

(2) Eine vereinfachte Verteilung der einwirkenden Kräfte auf die Schweißnähte eines Anschlusses darf angenommen werden.

(3) Eigenspannungen und Spannungen, die nicht aus der Kräfteübertragung durch die Schweißnähte herrühren, brauchen nicht in den Schweißnahtnachweis einbezogen werden. Dies gilt insbesondere für Normalspannungen parallel zur Schweißnahtachse.

(4) Schweißanschlüsse sind in der Regel so zu konstruieren, dass sie ein ausreichendes Verformungsvermögen aufweisen. Allerdings sollte die Duktilität von Schweißnähten nicht von vornherein in Ansatz gebracht werden.

(5) Wenn sich in den Anschlüssen plastische Gelenke bilden können, sind in der Regel die Schweißnähte so zu bemessen, dass sie mindestens dieselbe Tragfähigkeit aufweisen wie das schwächste angeschlossene Bauteil.

(6) Wenn in Anschlüssen auf Grund von Gelenkrotationen plastische Rotationskapazität gefordert wird, sind die Schweißnähte für eine Tragfähigkeit auszulegen, mit der ein Bruch der Nähte vor dem Fließen des angrenzenden Bauteils verhindert wird.

(7) Bei der Ermittlung der Tragfähigkeit unterbrochen geschweißter Schweißnähte unter Verwendung der Gesamtlänge ℓ_{tot} , ist die Scherkraft für die Schweißnaht je Längeneinheit $F_{w,Ed}$ mit dem Beiwert $(e+\ell)/\ell$ zu vergrößern, siehe Bild 4.7.

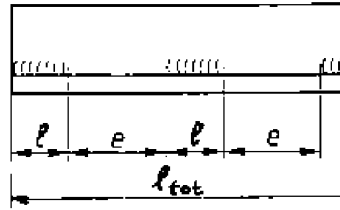


Bild 4.7 — Berechnung der Scherkräfte auf unterbrochen geschweißte Schweißnähte

4.10 Steifenlose Anschlüsse an Flansche

(1) Wird ein Blech (oder Trägerflansch) quer an den Flansch eines I-, H- oder anderen Querschnitts ohne Steifen angeschweißt, siehe Bild 4.8, und ist die Anforderung in 4.10(3) erfüllt, so ist in der Regel für die einwirkende Kraft senkrecht zu dem Flansch der folgende Nachweis zu führen:

- für Stege von I- oder H-Querschnitten, nach 6.2.6.2 oder nach 6.2.6.3;
- für das Querblech von RHP-Trägern, nach Tabelle 7.13;
- für Flansche nach Gleichung (6.20) in 6.2.6.4.3(1), wobei die einwirkende Kraft über eine wirksame Breite b_{eff} nach 4.10(2) oder 4.10(4) verteilt, angenommen werden darf.

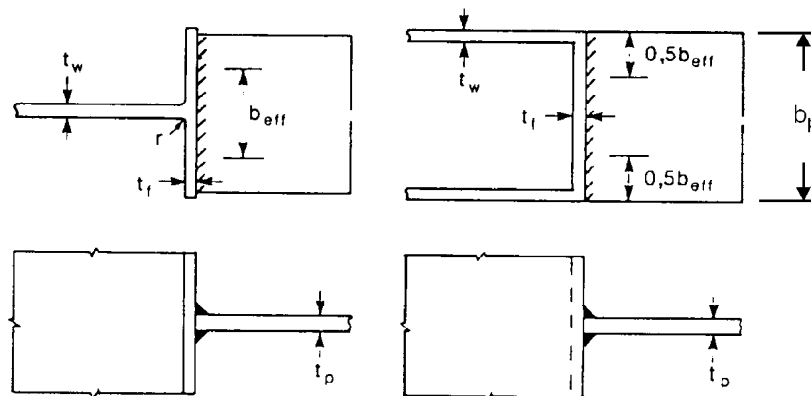


Bild 4.8 — Wirksame Breite bei steifenlosen T-Stößen

(2) Bei einem unausgesteiften I- oder H-Querschnitt ist in der Regel die wirksame Breite b_{eff} wie folgt zu ermitteln:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f \quad (4.6a)$$

Dabei gilt

$$k = (t_f / t_p) (f_{y,f} / f_{y,p}) \text{ jedoch } k \leq 1 \quad (4.6b)$$

Dabei ist

$f_{y,f}$ die Streckgrenze des Flansches des I- oder H-Querschnitts;

$f_{y,p}$ die Streckgrenze des angeschweißten Blechs.

Die Abmessung s sollte wie folgt bestimmt werden:

$$\text{— für gewalzte I- oder H-Querschnitte: } s = r \quad (4.6c)$$

$$\text{— für geschweißte I- oder H-Querschnitte: } s = \sqrt{2} a \quad (4.6d)$$

(3) Bei einem unausgesteiften I- oder H-Querschnitt sollte die wirksame Breite b_{eff} folgende Bedingung erfüllen:

$$b_{\text{eff}} \geq (f_{y,p} / f_{u,p}) b_p \quad (4.7)$$

Dabei ist

$f_{u,p}$ die Zugfestigkeit des angeschweißten Blechs;

b_p die Breite des angeschweißten Blechs.

Wird die Bedingung (4.7) nicht erfüllt, ist der Anschluss auszusteifen.

(4) Bei anderen Querschnitten, z. B. Kasten- oder U- Querschnitte, bei denen die Breite des angeschweißten Blechs der Breite des Flansches entspricht, ist in der Regel die wirksame Breite b_{eff} wie folgt zu ermitteln:

$$b_{\text{eff}} = 2t_w + 5t_f \text{ jedoch } b_{\text{eff}} \leq 2t_w + 5k t_f \quad (4.8)$$

ANMERKUNG Für Hohlprofile siehe Tabelle 7.13.

(5) In jedem Fall, auch für $b_{\text{eff}} \leq b_p$, sind die Schweißnähte des an den Flansch angeschlossenen Blechs so zu bemessen, dass sie die Kraft $b_p t_p f_{y,p} / \gamma_{M0}$, die der Fließbeanspruchbarkeit des Blechs bei Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung entspricht, übertragen können.

4.11 Lange Anschlüsse

(1) Bei überlappten Stößen ist in der Regel die Tragfähigkeit einer Kehlnaht mit einem Abminderungsbeiwert β_{Lw} abzumindern, um die Auswirkungen ungleichmäßiger Spannungsverteilungen über die Länge zu berücksichtigen.

(2) Die Regelungen in 4.11 gelten nicht, wenn die Spannungsverteilung in der Schweißnaht durch die Spannungsverteilung im angrenzenden Grundmaterial erzeugt wird, wie z. B. im Fall einer Halsnaht zwischen Flansch und Stegblech eines Blechträgers.

(3) Bei überlappten Stößen, die länger als $150a$ sind, ist der Abminderungsbeiwert β_{Lw} , hier als $\beta_{Lw,1}$ bezeichnet, wie folgt anzunehmen:

$$\beta_{Lw,1} = 1,2 - 0,2L_j / (150a) \text{ jedoch } \beta_{Lw,1} \leq 1,0 \quad (4.9)$$

Dabei ist

L_j die Gesamtlänge der Überlappung in Richtung der Kraftübertragung.

(4) Bei Kehlnähten, die Quersteifen in Blechträgern anschließen und länger als 1,7 m sind, darf der Abminderungsbeiwert β_{Lw} , hier als $\beta_{Lw,2}$ bezeichnet, wie folgt angesetzt werden:

$$\beta_{Lw,2} = 1,1 - L_w / 17 \text{ jedoch } \beta_{Lw,2} \leq 1,0 \text{ und } \beta_{Lw,2} \geq 0,6 \quad (4.10)$$

Dabei ist

L_w die Länge der Schweißnaht, in m.

4.12 Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte

- (1) Lokale Exzentrizitäten sollten möglichst vermieden werden.
- (2) Lokale Exzentrizitäten (relativ zur Wirkungslinie der einwirkenden Kraft) sind in der Regel in folgenden Fällen zu berücksichtigen:
 - wenn ein Biegemoment um die Längsachse der Schweißnaht Zug in der Schweißnahtwurzel erzeugt, siehe Bild 4.9(a);
 - wenn eine Zugkraft senkrecht zur Längsachse der Schweißnaht ein Biegemoment und damit Zug in der Schweißnahtwurzel erzeugt, siehe Bild 4.9(b).
- (3) Lokale Exzentrizitäten an einer Schweißnaht brauchen nicht berücksichtigt werden, wenn diese Teil einer Schweißnahtgruppe um den Umfang eines Hohlprofils sind.

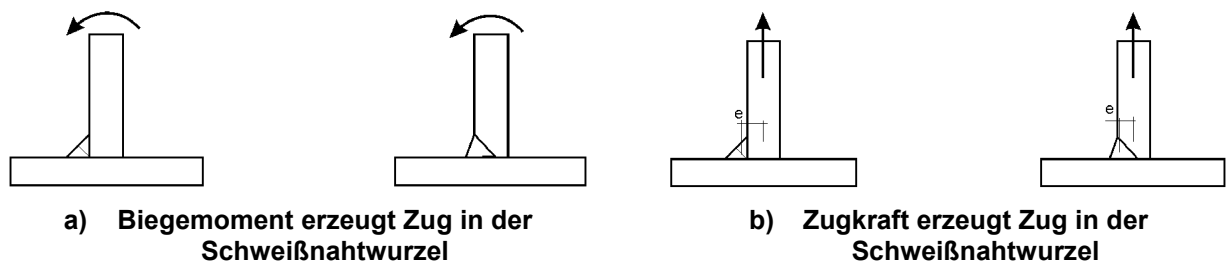


Bild 4.9 — Einseitige Kehlnähte und einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte

4.13 Einschenkliger Anschluss von Winkelprofilen

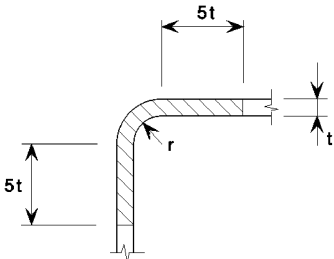
- (1) Bei einschenkligem Anschluss von Winkelprofilen darf die Exzentrizität der überlappten Endverbindungen vernachlässigt und das Bauteil wie unter zentrisch angreifender Kraft bemessen werden, wenn eine wirksame Querschnittsfläche verwendet wird.
- (2) Bei gleichschenkligen Winkeln oder ungleichschenkligen Winkeln, die am größeren Schenkel angeschlossen sind, darf die wirksame Querschnittsfläche gleich der Bruttoquerschnittsfläche angesetzt werden.
- (3) Bei ungleichschenkligen Winkeln, die an dem kleineren Schenkel angeschlossen sind, ist als wirksame Querschnittsfläche die Bruttoquerschnittsfläche eines gleichschenkligen Winkels mit der Schenkellänge gleich dem kleineren Schenkel anzusetzen. Zur Bestimmung der Beanspruchbarkeit des Querschnitts siehe EN 1993-1-1. Bei der Bestimmung der Knickbeanspruchbarkeit eines ungleichschenkligen Winkels unter Druck ist EN 1993-1-1 zu beachten und die tatsächliche Bruttoquerschnittsfläche zu verwenden.

4.14 Schweißen in kaltverformten Bereichen

- (1) Im Bereich von $5t$ beidseits kaltverformter Bereiche, siehe Tabelle 4.2, darf geschweißt werden, wenn eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist:
 - die kaltverformten Bereiche wurden nach dem Kaltverformen und vor dem Schweißen normalisiert;
 - Das Verhältnis r/t erfüllt die Grenzwerte in Tabelle 4.2.

Tabelle 4.2 — Bedingungen für das Schweißen in kaltverformten Bereichen und Umgebung

r/t	Dehnungen infolge der Kaltverformung (%)	Maximale Dicke (mm)		
		Allgemeines		Durch Aluminium vollberuhigter Stahl (Al $\geq 0,02$ %)
		Überwiegend statische Lasten	Überwiegend ermüdungs- beansprucht	
≥ 25	≤ 2	jede	jede	jede
≥ 10	≤ 5	jede	16	jede
$\geq 3,0$	≤ 14	24	12	24
$\geq 2,0$	≤ 20	12	10	12
$\geq 1,5$	≤ 25	8	8	10
$\geq 1,0$	≤ 33	4	4	6



ANMERKUNG Bei kaltgeformten Hohlprofilen nach EN 10219, die nicht die in Tabelle 4.2 festgelegten Grenzen erfüllen, kann vorausgesetzt werden, dass sie diese Grenzen erfüllen, sofern diese Profile eine Dicke aufweisen, die nicht größer als 12,5 mm und Al-beruhigt sind mit einer Qualität von J2H, K2H, MH, MLH, NH oder NLH und ferner $C \leq 0,18$ %, $P \leq 0,020$ % und $S \leq 0,012$ % erfüllen.

In anderen Fällen ist Schweißen nur innerhalb eines Abstandes von 5 t von den Kanten zulässig, wenn durch Prüfungen bewiesen werden kann, dass Schweißen für diese besondere Anwendung zulässig ist.

5 Tragwerksberechnung, Klassifizierung und statische Modelle

5.1 Tragwerksberechnung

5.1.1 Allgemeines

(1) Die Auswirkung der Momenten-Rotations-Charakteristika der Anschlüsse auf die Verteilung der Schnittgrößen in einem Tragwerk und auf die Tragwerksverformungen ist in der Regel zu berücksichtigen, außer wenn die Auswirkungen vernachlässigbar klein sind.

(2) Zur Überprüfung, ob die Momenten-Rotations-Charakteristika der Anschlüsse zu berücksichtigen sind, dürfen die drei folgenden vereinfachten Modelle für die Anschlüsse verwendet werden:

- gelenkig, bei dem angenommen wird, dass keine Biegemomente übertragen werden;
- biegesteif, bei dem angenommen wird, dass die Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses bei der Tragwerksberechnung nicht berücksichtigt werden muss;
- nachgiebig, bei dem die Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses bei der Tragwerksberechnung zu berücksichtigen ist.

(3) Das zutreffende Anschlussmodell kann nach Tabelle 5.1 in Verbindung mit der Klassifizierung des Anschlusses und dem verwendeten Berechnungsverfahren bestimmt werden.

(4) Die Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses darf für Berechnungen durch vereinfachte Kurvenverläufe angenähert werden. Dazu gehören einfache lineare Abschätzungen (z. B. bi-linear oder tri-linear), vorausgesetzt, der angenommene Kurvenverlauf liegt vollständig unterhalb der wirklichen Momenten-Rotations-Charakteristik.

Tabelle 5.1 — Anschlussmodelle

Berechnungsverfahren	Klassifizierung des Anschlusses		
	gelenkig	biegesteif	nachgiebig
Elastisch	gelenkig	biegesteif	nachgiebig
Starr-Plastisch	gelenkig	volltragfähig	teiltragfähig
Elastisch-Plastisch	gelenkig	biegesteif und volltragfähig	nachgiebig und teiltragfähig nachgiebig und volltragfähig biegesteif und teiltragfähig
Anschlussmodell	gelenkig	biegesteif	nachgiebig

5.1.2 Elastische Tragwerksberechnung

(1) Bei linear-elastischen Berechnungsverfahren sind die Anschlüsse in der Regel nach ihrer Rotationssteifigkeit zu klassifizieren, siehe 5.2.2.

(2) Die Anschlüsse müssen in der Regel ausreichende Tragfähigkeiten haben, um die in den Anschlüssen berechneten Schnittgrößen übertragen zu können.

(3) Bei verformbaren Anschlüssen ist für die Berechnungen in der Regel die Rotationssteifigkeit S_j anzusetzen, die zu dem Biegemoment $M_{j,Ed}$ gehört. Ist $M_{j,Ed}$ kleiner als $2/3 M_{j,Rd}$, so darf für die Tragwerksberechnung die Anfangssteifigkeit $S_{j,ini}$ benutzt werden, siehe Bild 5.1(a).

(4) Als Vereinfachung für 5.1.2(3) darf die Rotationssteifigkeit in den Berechnungen für alle einwirkenden Momente $M_{j,Ed}$ mit $S_{j,ini}/\eta$ angesetzt werden, siehe Bild 5.1(b), wobei der Anpassungsbeiwert η für die Steifigkeit der Tabelle 5.2 zu entnehmen ist.

(5) Für Anschlüsse von H- oder I-Profilen wird S_j in 6.3.1 angegeben.

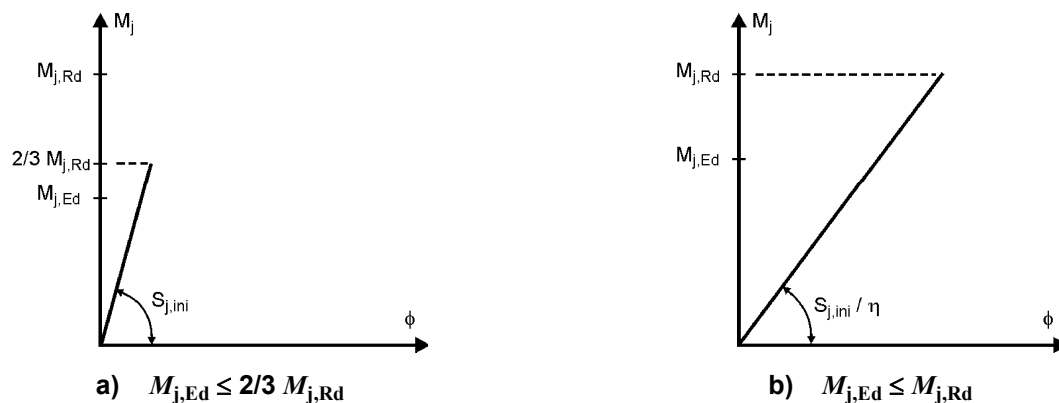


Bild 5.1 — Rotationssteifigkeit für linear-elastische Tragwerksberechnungen

Tabelle 5.2 — Anpassungsbeiwert η für die Steifigkeit

Anschlussausbildung	Träger-Stützen-Anschlüsse	Andere Anschlüsse (Träger-Träger-Anschlüsse, Trägerstöße, Stützenfußanschlüsse)
Geschweißt	2	3
Geschraubtes Stirnblech	2	3
Geschraubter Flanschwinkel	2	3,5
Fußplatte	—	3

5.1.3 Starr-plastische Tragwerksberechnung

- (1) Bei starr-plastischer Tragwerksberechnung sind die Anschlüsse nach ihrer Tragfähigkeit zu klassifizieren, siehe 5.2.3.
- (2) Für Anschlüsse von H- oder I-Profilen wird $M_{j,Rd}$ in 6.2 angegeben.
- (3) Für Anschlüsse von Hohlprofilen dürfen die Verfahren in Abschnitt 7 angewendet werden.
- (4) Die Anschlüsse müssen ausreichende Rotationskapazität haben, um die Rotationsanforderungen, die sich aus der Tragwerksberechnung ergeben, erfüllen zu können.
- (5) Für Anschlüsse von H- oder I-Profilen ist die Rotationskapazität in der Regel nach 6.4 zu überprüfen.

5.1.4 Elastisch-plastische Tragwerksberechnung

- (1) Bei elastisch-plastischer Tragwerksberechnung sind die Anschlüsse in der Regel sowohl nach der Steifigkeit, siehe 5.2.2, als auch nach der Tragfähigkeit, siehe 5.2.3, zu klassifizieren.
- (2) Für Anschlüsse von H- oder I-Profilen wird $M_{j,Rd}$ in 6.2, S_j in 6.3.1 und ϕ_{Cd} in 6.4 angegeben.
- (3) Für Anschlüsse von Hohlprofilen dürfen die Verfahren in Abschnitt 7 angewendet werden.
- (4) Bei der Ermittlung des Schnittgrößenverlaufs ist die Momenten-Rotations-Charakteristik der Anschlüsse in der Regel zu berücksichtigen.
- (5) Vereinfachend darf eine bi-lineare Momenten-Rotations-Charakteristik nach Bild 5.2 verwendet werden. Der Anpassungsbeiwert η für die Steifigkeit ist dann nach Tabelle 5.2 bestimmt werden.

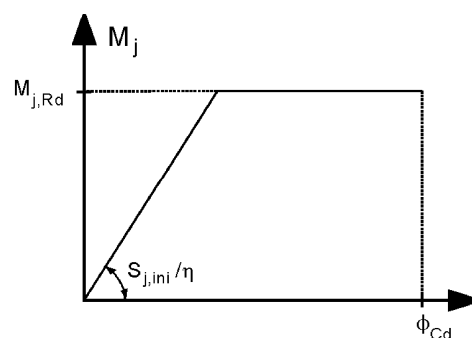


Bild 5.2 — Vereinfachte bi-lineare Momenten-Rotations-Charakteristik

5.1.5 Berechnung von Fachwerkträgern

(1) Die Regelungen in 5.1.5 gelten nur für Tragwerke, deren Anschlüsse nach Abschnitt 7 nachgewiesen werden.

(2) Für die Verteilung der Normalkräfte in einem Fachwerkträger darf vereinfachend von gelenkigen Anschlüssen der Stäbe ausgegangen werden, siehe auch 2.7.

(3) Sekundäre Momente in Anschlüssen, die aus den tatsächlichen Steifigkeiten der Anschlüsse herrühren, dürfen bei der Bemessung der Stäbe und Anschlüsse vernachlässigt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- die geometrischen Abmessungen der Anschlüsse liegen in den Gültigkeitsgrenzen, die jeweils in Tabelle 7.1, Tabelle 7.8, Tabelle 7.9 oder Tabelle 7.20 angegeben sind;
- das Verhältnis von Systemlänge zu Bauteilhöhe der Stäbe in der Ebene des Fachwerks unterschreitet nicht einen bestimmten Grenzwert. Für Hochbauten darf der Grenzwert mit 6 angenommen werden. Größere Grenzwerte können für andere Anwendungen gelten, siehe entsprechende Teile von EN 1993;
- $\boxed{\text{AC}}$ die Knotenexzentrizität ist innerhalb der in 5.1.5(5) festgelegten Grenzen. $\boxed{\text{AC}}$

(4) Momente infolge Querbelastrung zwischen den Knotenpunkten (unabhängig davon, ob in Fachwerkebene oder rechtwinklig dazu) sind in der Regel bei der Bemessung der querbelastrten Bauteile selbst zu berücksichtigen. Werden die Bedingungen in 5.1.5(3) eingehalten, darf davon ausgegangen werden, dass:

- die Streben gelenkig an den Gurtstab angeschlossen sind, so dass keine Übertragung von Momenten aus den Gurtstäben auf die Streben oder umgekehrt stattfindet;
- die Gurtstäbe als Durchlaufträger mit gelenkigen Auflagern an den Knotenpunkten wirken.

(5) Momente aus Knotenexzentrizitäten dürfen bei der Bemessung von zugbeanspruchten Gurtstäben und Streben vernachlässigt werden. Sie dürfen ebenfalls bei der Bemessung von Anschlüssen vernachlässigt werden, wenn die Knotenexzentrizitäten in den folgenden Grenzen liegen:

$$-0,55 d_0 \leq e \leq 0,25 d_0 \quad (5.1a)$$

$$-0,55 h_0 \leq e \leq 0,25 h_0 \quad (5.1b)$$

Dabei ist

- e die Knotenexzentrizität, siehe Bild 5.3;
- d_0 der Durchmesser des Gurtstabes;
- h_0 die Höhe des Gurtstabes in der Fachwerkebene.

(6) Bei der Bemessung von druckbeanspruchten Gurtstäben sind die aus den Knotenexzentrizitäten resultierenden Momente in der Regel zu berücksichtigen, auch wenn die Knotenexzentrizitäten innerhalb der in 5.1.5(5) genannten Grenzen liegen. In diesem Fall sind die Momente aus der Knotenexzentrizität auf die beiden angeschlossenen druckbeanspruchten Gurtstäbe nach ihrer relativen Steifigkeit I/L zu verteilen, wobei L die Systemlänge der Gurtstäbe zwischen den Knotenpunkten ist.

(7) Liegen die Knotenexzentrizitäten außerhalb der in 5.1.5(5) genannten Grenzen, dann sind die aus den Knotenexzentrizitäten resultierenden Momente nicht nur bei der Bemessung $\boxed{\text{AC}}$ der Bauteile $\boxed{\text{AC}}$, sondern auch bei der Bemessung der Anschlüsse zu berücksichtigen. In diesem Fall sind die Momente aus der Knotenexzentrizität zwischen allen Bauteilen, die sich an einem Knoten treffen, nach ihrer relativen Steifigkeit I/L zu verteilen.

(8) Die Spannungen in den Gurtstäben infolge von Gurtmomenten sind auch bei der Bestimmung der Beiwerte k_m , k_n und k_p für die Bemessung der Anschlüsse zu berücksichtigen, siehe Tabelle 7.2 bis Tabelle 7.5, Tabelle 7.10 und Tabelle 7.12 bis Tabelle 7.14.

(9) Wann Momente bei der Bemessung zu berücksichtigen sind, ist in Tabelle 5.3 zusammengefasst.

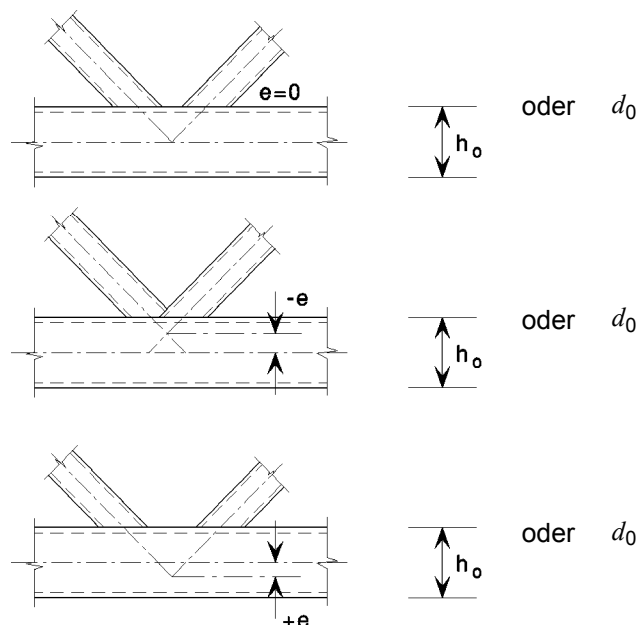


Bild 5.3 — Knotenexzentrizitäten

Tabelle 5.3 — Berücksichtigung von Biegemomenten

Komponente	Biegemomente hervorgerufen durch		
	Sekundäreinflüsse	Querbelastrung	Knotenexzentrizität
Druckbeanspruchter Gurt	Nein, sofern 5.1.5(3) erfüllt ist	Ja	Ja
Zugbeanspruchter Gurt			AC Nein, sofern 5.1.5(3) und (5) erfüllt sind AC
Strebe			AC Nein, sofern 5.1.5(3) und (5) erfüllt sind AC
Anschluss			AC Nein, sofern 5.1.5(3) und (5) erfüllt sind AC

5.2 Klassifizierung von Anschlüssen

5.2.1 Allgemeines

(1) Alle Anschlussdetails müssen in der Regel die Voraussetzungen des zu Grunde gelegten Berechnungsverfahrens erfüllen, ohne dass dadurch unzulässige Auswirkungen auf andere Teile des Tragwerks entstehen.

(2) Anschlüsse können nach ihrer Steifigkeit, siehe 5.2.2, und nach ihrer Tragfähigkeit, siehe 5.2.3, klassifiziert werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann AC hierzu AC weitere Hinweise geben, z. B. zu 5.2.2.1(2).

5.2.2 Klassifizierung nach der Steifigkeit

5.2.2.1 Allgemeines

- (1) Ein Anschluss kann je nach vorhandener Rotationssteifigkeit als starr, gelenkig oder verformbar klassifiziert werden, indem die Anfangssteifigkeit $S_{j,ini}$ mit den Grenzkriterien in 5.2.2.5 verglichen wird.

ANMERKUNG Zur Bestimmung von $S_{j,ini}$ für Anschlüsse von H- oder I-Profilen siehe 6.3.1. Regelungen zur Bestimmung von $S_{j,ini}$ für Anschlüsse von Hohlprofilen sind in dieser Norm nicht angegeben.

- (2) Die Klassifizierung eines Anschlusses kann auf der Grundlage von Laborversuchen oder Anwendungserfahrungen oder auf der Grundlage von Nachrechnungen erfolgen, die sich auf Versuchsergebnisse stützen.

5.2.2.2 Gelenkige Anschlüsse

- (1) Ein gelenkiger Anschluss muss in der Regel in der Lage sein, die auftretenden Schnittkräfte zu übertragen, ohne dass größere Momente erzeugt werden, welche unzulässige Auswirkungen auf die angeschlossenen Bauteile oder das Gesamttragwerk haben könnten.

- (2) Ein gelenkiger Anschluss muss in der Regel in der Lage sein, die auftretenden Gelenkverdrehungen infolge der Bemessungswerte der einwirkenden Lasten auszuführen.

5.2.2.3 Starre Anschlüsse

- (1) Bei starren Anschlüssen kann angenommen werden, dass diese eine ausreichend große Rotationssteifigkeit haben, so dass bei der Berechnung der Verformungen volle Stetigkeit der Biegelinien angesetzt werden kann.

5.2.2.4 Verformbare Anschlüsse

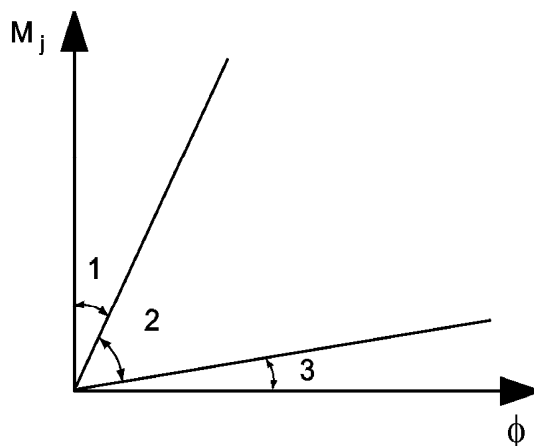
- (1) Ein Anschluss, der weder die Merkmale für starre Anschlüsse noch für gelenkige Anschlüsse erfüllt, ist als verformbarer Anschluss einzustufen.

ANMERKUNG Verformbare Anschlüsse führen zu einem vorausberechenbaren Zusammenwirken der Bauteile im Tragwerk, das durch die Momenten-Rotations-Charakteristik gesteuert wird.

- (2) Verformbare Anschlüsse sollten in der Lage sein, alle auftretenden Schnittgrößen zu übertragen.

5.2.2.5 Grenzkriterien

- (1) Grenzkriterien für Anschlüsse (ausgenommen Stützenfuß-Anschlüsse) sind in 5.2.2.1(1) und Bild 5.4 angegeben.



Zone 1: starr, wenn $S_{j,ini} \geq K_b EI_b / L_b$

Dabei ist

- $K_b = 8$ bei Rahmentragwerken, bei denen zusätzliche Aussteifungen die Horizontalverschiebungen um mindestens 80 % verringern
- $K_b = 25$ bei anderen Rahmentragwerken, vorausgesetzt, dass in jedem Geschoss $K_b / K_c \geq 0,1^a$

Zone 2: verformbar

In Zone 2 sind alle Anschlüsse als verformbar anzusehen. Die Anschlüsse in den Zonen 1 oder 3 können bei Bedarf auch als verformbar behandelt werden.

Zone 3: gelenkig, wenn $S_{j,ini} \leq 0,5 EI_b / L_b$

^a Bei Rahmentragwerken mit $K_b / K_c < 0,1$ sollten die Anschlüsse als verformbar angesehen werden.

Legende

- K_b Mittelwert aller I_b / L_b für alle Deckenträger eines Geschosses;
- K_c Mittelwert aller I_c / L_c für alle Stützen eines Geschosses;
- I_b Flächenträgheitsmoment zweiter Ordnung eines Trägers;
- I_c Flächenträgheitsmoment zweiter Ordnung einer Stütze;
- L_b Spannweite eines Trägers (von Stützenachse zu Stützenachse);
- L_c Geschosshöhe einer Stütze.

Bild 5.4 — Klassifizierung von Anschlüssen nach der Steifigkeit

(2) Stützenfußanschlüsse können als starr klassifiziert werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- bei Rahmentragwerken, bei denen zusätzliche Aussteifungen die Horizontalverschiebungen um mindestens 80 % verringern und die Einflüsse der Seitenverschiebungen vernachlässigt werden können:
 - wenn $\bar{\lambda}_0 \leq 0,5$; (5.2a)
 - wenn $0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93$ und $S_{j,ini} \geq 7 (2 \bar{\lambda}_0 - 1) EI_c / L_c$; (5.2b)
 - wenn $\bar{\lambda}_0 \geq 3,93$ und $S_{j,ini} \geq 48 EI_c / L_c$. (5.2c)
- bei anderen Rahmentragwerken wenn $S_{j,ini} \geq 30 EI_c / L_c$. (5.2d)

Dabei ist

$\bar{\lambda}_0$ der Schlankheitsgrad einer Stütze, bei der beide Enden gelenkig angenommen werden;

I_c, L_c wie in Bild 5.4 angegeben.

5.2.3 Klassifizierung nach der Tragfähigkeit

5.2.3.1 Allgemeines

(1) Ein Anschluss kann als volltragfähig, gelenkig oder teiltragfähig klassifiziert werden, indem seine Momententragfähigkeit $M_{j,Rd}$ mit den Momententragfähigkeiten der angeschlossenen Bauteile verglichen wird. Dabei gelten die Momententragfähigkeiten der angeschlossenen Bauteile direkt am Anschluss.

5.2.3.2 Gelenkige Anschlüsse

(1) Ein gelenkiger Anschluss muss in der Regel in der Lage sein, die auftretenden Schnittkräfte zu übertragen, ohne dass größere Momente erzeugt werden, welche unzulässige Auswirkungen auf die angeschlossenen Bauteile oder das Gesamttragwerk haben könnten.

(2) Ein gelenkiger Anschluss muss in der Regel in der Lage sein, die auftretenden Gelenkverdrehungen infolge der Bemessungswerte der einwirkenden Lasten auszuführen.

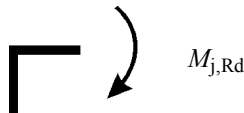
(3) Ein Anschluss darf als gelenkig angesehen werden, wenn seine Momententragfähigkeit $M_{j,Rd}$ nicht größer als 1/4 der Momententragfähigkeit des volltragfähigen Anschlusses ist und ausreichende Rotationskapazität besteht.

5.2.3.3 Volltragfähige Anschlüsse

(1) Die Tragfähigkeit eines volltragfähigen Anschlusses darf in der Regel nicht geringer sein als die Tragfähigkeit der angeschlossenen Bauteile.

(2) Ein Anschluss darf als volltragfähig eingestuft werden, wenn er die Kriterien in Bild 5.5 erfüllt.

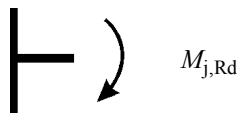
a) Stützenkopf



Entweder $M_{j,Rd} \geq M_{b,p\ell,Rd}$

oder $M_{j,Rd} \geq M_{c,p\ell,Rd}$

b) zwischen zwei Geschossen



Entweder $M_{j,Rd} \geq M_{b,p\ell,Rd}$

oder $M_{j,Rd} \geq 2 M_{c,p\ell,Rd}$

Dabei ist

$M_{b,p\ell,Rd}$ die plastische Momententragfähigkeit eines Trägers

$M_{c,p\ell,Rd}$ die plastische Momententragfähigkeit einer Stütze

Bild 5.5 — Volltragfähige Anschlüsse

5.2.3.4 Teiltragfähige Anschlüsse

(1) Ein Anschluss, der weder die Kriterien für volltragfähige Anschlüsse noch für gelenkige Anschlüsse erfüllt, ist als teiltragfähig einzustufen.

5.3 Statisches Modell für Träger-Stützenanschlüsse

(1) Bei der Modellbildung für das Verformungsverhalten eines Träger-Stützenanschlusses sind die Schubverformungen des Stützenstegfeldes und die Rotationsverformungen der Verbindungen zu berücksichtigen.

(2) Die Anschlüsse sind für die durch die angeschlossenen Bauteile eingetragenen Schnittgrößen, nämlich die Biegemomente $M_{b1,Ed}$ und $M_{b2,Ed}$, die Normalkräfte $N_{b1,Ed}$ und $N_{b2,Ed}$ und die Querkraft $V_{b1,Ed}$ und $V_{b2,Ed}$ zu bemessen, siehe Bild 5.6.

(3) Die resultierende Schubkraft $V_{wp,Ed}$ in einem Stützenstegfeld ist wie folgt zu ermitteln:

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed})/z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed})/2 \quad (5.3)$$

Dabei ist

z der Hebelarm, siehe 6.2.7.

(4) Für eine wirklichkeitsnahe Berechnung des Verhaltens des Anschlusses sollten das Stützenstegfeld und die einzelnen Verbindungen unter Berücksichtigung der Schnittgrößen der Bauteile am Anschnitt des Stützenstegfeldes getrennt modelliert werden, siehe Bild 5.6(a) und Bild 5.7.

(5) Vereinfachend zu 5.3(4) können einseitige Anschlüsse auch in Form punktförmiger Einzelanschlüsse und zweiseitige Anschlüsse auch in Form von zwei getrennten, punktförmigen interagierenden Einzelanschlüssen in den Schwerachsen modelliert werden. Somit ergeben sich für einen zweiseitigen Träger-Stützenanschluss zwei Momenten-Rotations-Charakteristiken, nämlich für jede Anschlussseite eine.

(6) Bei einem zweiseitigen Träger-Stützenanschluss sollte jeder dieser Einzelanschlüssen durch eine eigene Rotationsfeder modelliert werden, siehe Bild 5.8, deren Momenten-Rotations-Charakteristik sowohl das Verhalten des Stützenstegfeldes als auch der jeweiligen Verbindungen berücksichtigt.

(7) Bei der Bestimmung der Momententragfähigkeit und der Rotationssteifigkeit jedes Anschlusses sollte der mögliche Einfluss des Stützenstegfeldes durch die Übertragungsparameter β_1 und β_2 berücksichtigt werden.

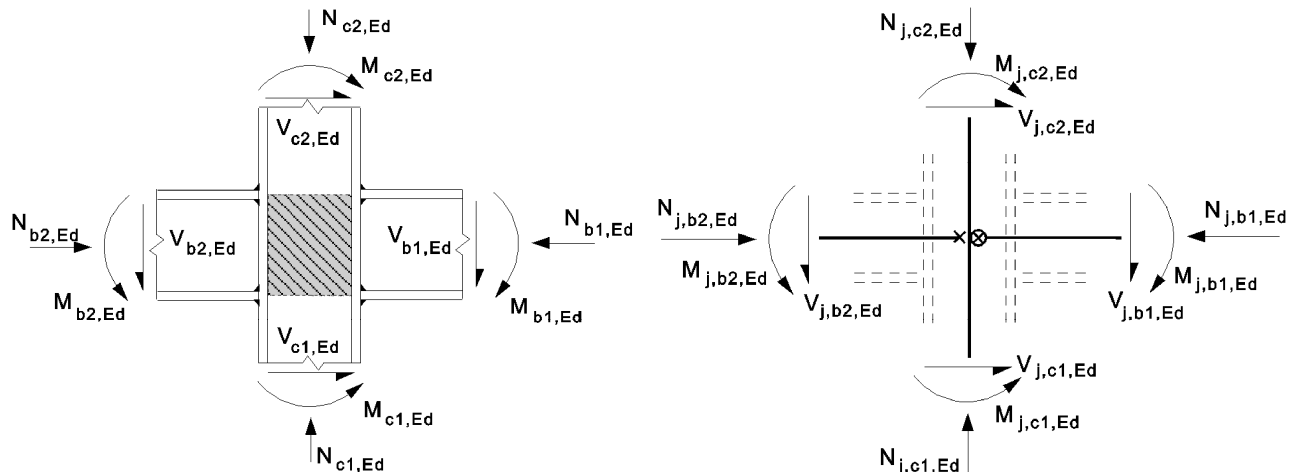
Dabei ist

β_1 der Übertragungsparameter β für den rechten Anschluss;

β_2 der Übertragungsparameter β für den linken Anschluss.

ANMERKUNG Die Übertragungsparameter β_1 und β_2 werden in 6.2.7.2(7) und 6.3.2(1) verwendet. Sie werden auch in 6.2.6.2(1) und 6.2.6.3(4) in Verbindung mit der Tabelle 6.3 benutzt, um den Abminderungsbeiwert ω für den Schub zu bestimmen.

(8) Näherungswerte für β_1 und β_2 für die Trägeranschlussmomente $M_{b1,Ed}$ und $M_{b2,Ed}$ am Anschnitt zum Stützenstegfeld, siehe Bild 5.6(a), können der Tabelle 5.4 entnommen werden.

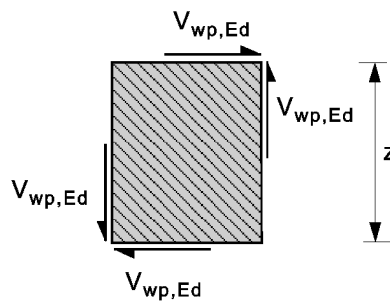


a) Werte am Ansatz des Stegfeldes

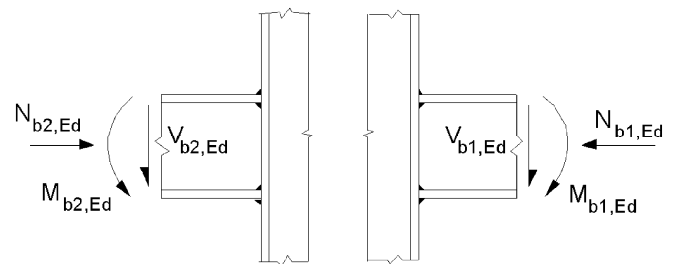
b) Werte am Knotenpunkt der Schwerachsen

Positive Richtung der Schnittgrößen in den Gleichungen (5.3) und (5.4)

Bild 5.6 — Schnittgrößen, die auf den Anschluss einwirken

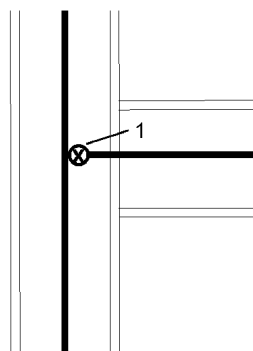


a) Schubkäfe im Stützenstegfeld

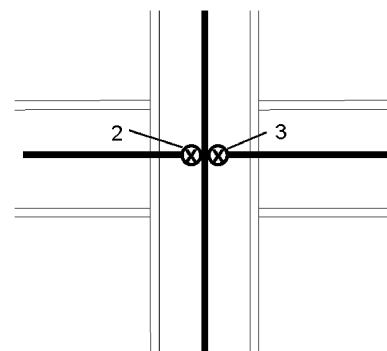


b) Verbindungen mit den Schnittgrößen der angeschlossenen Träger

Bild 5.7 — Schnittgrößen, die auf ein Stützenstegfeld am Knoten einwirken



Einseitiger Anschluss



Zweiseitiger Anschluss

Legende

- 1 Anschluss
- 2 Anschluss 2 linke Seite
- 3 Anschluss 1 rechte Seite

Bild 5.8 — Vereinfachte statische Modelle für Anschlüsse

- (9) Als Alternative zu 5.3(8) können genauere Werte für β_1 und β_2 , die sich auf die Momente $M_{j,b1,Ed}$ und $M_{j,b2,Ed}$ am Schnittpunkt der Systemlinien nach Bild 5.6(b) beziehen, wie folgt ermittelt werden:

$$\beta_1 = |1 - M_{j,b2,Ed} / M_{j,b1,Ed}| \leq 2 \quad (5.4a)$$

$$\beta_2 = |1 - M_{j,b1,Ed} / M_{j,b2,Ed}| \leq 2 \quad (5.4b)$$

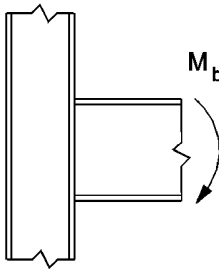
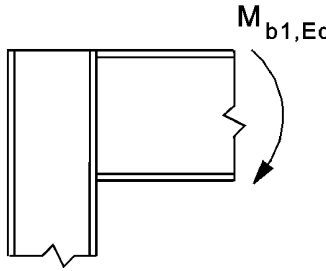
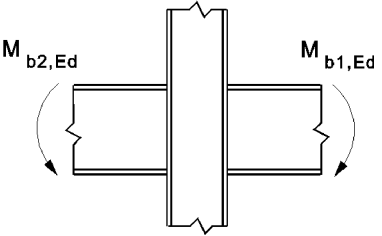
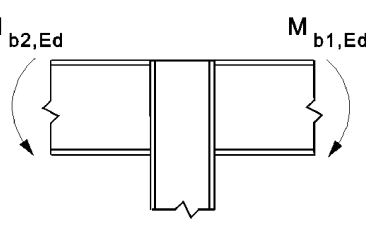
Dabei ist

$M_{j,b1,Ed}$ das Moment am Schnittpunkt des rechten Trägers;

$M_{j,b2,Ed}$ das Moment am Schnittpunkt des linken Trägers.

- (10) Bei einem unausgesteiften zweiseitigen Träger-Stützenanschluss mit zwei Trägern unterschiedlicher Höhe ist bei der Bestimmung der Momententragfähigkeit der tatsächliche Schubspannungsverlauf im Stützenstegfeld zu berücksichtigen.

Tabelle 5.4 — Näherungswerte für den Übertragungsparameter β

Ausführung der Anschlüsse	Einwirkung	Wert β
 	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
 	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta = 0^a$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$
^a In diesem Falle ist β der genaue Wert.		

6 Anschlüsse mit H- oder I-Querschnitten

6.1 Allgemeines

6.1.1 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt enthält Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Kenndaten von beliebigen Anschlüssen für Tragwerksberechnungen. Für die Anwendung dieser Verfahren wird ein Anschluss als eine Zusammenstellung von Grundkomponenten dargestellt, siehe 1.3(1).

(2) Die in dieser Norm verwendeten Grundkomponenten sind in Tabelle 6.1 aufgeführt. Die Kenngrößen dieser Grundkomponenten können nach den Regelungen dieser Norm bestimmt werden. Weitere Grundkomponenten sind möglich, wenn deren Kenngrößen mit Versuchen oder mit numerischen Verfahren, die an Versuchen kalibriert sind, bestimmt werden, siehe EN 1990.

ANMERKUNG Die in dieser Norm angegebenen Berechnungsverfahren für Grundkomponenten sind allgemein gültig und können auf ähnliche Komponenten in anderen Anschlusskonfigurationen übertragen werden. Allerdings beruhen die hier angegebenen Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Momententragfähigkeit, der Rotationssteifigkeit und der Rotationskapazität eines Anschlusses auf einer Verteilung der inneren Kräfte und Momente, die zu den in Bild 1.2 dargestellten Anschlusskonfigurationen gehört. Bei anderen Anschlusskonfigurationen sind die Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Momententragfähigkeit, Rotationssteifigkeit und Rotationskapazität an die dafür zutreffende Verteilung der inneren Kräfte und Momente anzupassen.

6.1.2 Kenngrößen

6.1.2.1 Momenten-Rotations-Charakteristik

(1) Ein Anschluss kann durch eine Rotationsfeder dargestellt werden, welche die verbundenen Bauteile im Kreuzungspunkt der Schwerpunktlinien verbindet, siehe z. B. Bild 6.1(a) und (b) für einen einseitigen Träger-Stützenanschluss. Die Kenngrößen der Feder 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. Im Allgemeinen ist diese Momenten-Rotations-Charakteristik nicht-linear, siehe Bild 6.1(c).

(2) Die Momenten-Rotations-Charakteristik liefert die drei wesentlichen Kenngrößen, siehe Bild 6.1(c):

- Momententragfähigkeit;
- Rotationssteifigkeit;
- Rotationskapazität.

ANMERKUNG In bestimmten Fällen enthält die wirkliche Momenten-Rotations-Kurve Anfangsverdrehungen auf Grund von Schraubenschlupf, Passungenauigkeiten oder bei Stützenfußanschlüssen durch Fundament-Boden-Interaktion. Solche möglicherweise nicht unerheblichen Anfangsverdrehungen sollten in der Momenten-Rotations-Charakteristik berücksichtigt werden.

(3) Die Momenten-Rotations-Charakteristik eines Träger-Stützenanschlusses darf in der Regel zu keinem Widerspruch mit den Annahmen für die Gesamttragwerksberechnung und für die Bemessung der einzelnen Bauteile führen, siehe EN 1993-1-1.

(4) Wird die Momenten-Rotations-Charakteristik von Anschlüssen und Stützenfüßen von I- oder H-Querschnitten nach 6.3.1(4) ermittelt, kann angenommen werden, dass die Bedingungen in 5.1.1(4) für die Vereinfachung dieser Charakteristik für Zwecke der Tragwerksberechnung erfüllt sind.

6.1.2.2 Momententragfähigkeit

(1) Die Momententragfähigkeit $M_{j,Rd}$, die dem maximalen Moment der Momenten-Rotations-Charakteristik entspricht, siehe Bild 6.1(c), ist in der Regel nach 6.1.3(4) zu ermitteln.

6.1.2.3 Rotationssteifigkeit

(1) Die Rotationssteifigkeit S_j , die nach Bild 6.1(c) der Sekantensteifigkeit entspricht, ist in der Regel nach 6.3.1(4) zu ermitteln. Diese Definition von S_j gilt für Verdrehungen bis zu dem Wert ϕ_{Xd} in einer Momenten-Rotations-Charakteristik, bei dem das Moment $M_{j,Ed}$ den Wert $M_{j,Rd}$ erreicht, nicht jedoch darüber hinaus, siehe Bild 6.1(c). Die Anfangssteifigkeit $S_{j,ini}$ ist die Steigung des elastischen Bereichs der Momenten-Rotations-Charakteristik und ist in der Regel nach 6.1.3(4) zu ermitteln.

6.1.2.4 Rotationskapazität

(1) Mit der Rotationskapazität ϕ_{Cd} eines Anschlusses wird die maximale Rotation in einer Momenten-Rotations-Charakteristik bezeichnet, siehe Bild 6.1(c). ϕ_{Cd} ist in der Regel nach 6.1.3(4) zu ermitteln.

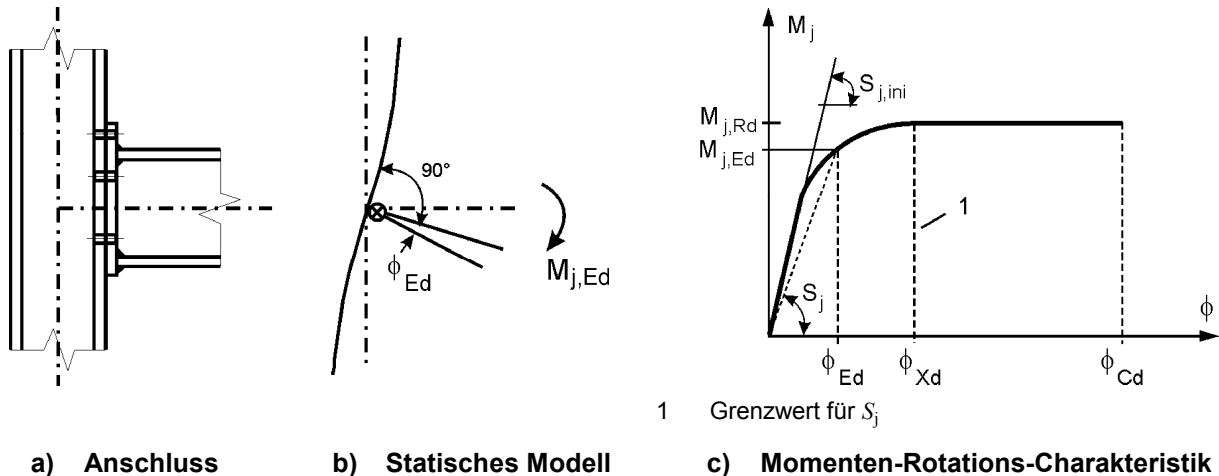


Bild 6.1 — Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses

6.1.3 Grundkomponenten eines Anschlusses

- (1) Die Momenten-Rotations-Charakteristik eines Anschlusses hängt von den Kenngrößen seiner Grundkomponenten ab, die in der Regel nach 6.1.3(2) auszuwählen sind.
- (2) Die Grundkomponenten und Hinweise zur Bestimmung ihrer Kenngrößen sind Tabelle 6.1 zu entnehmen.
- (3) Bestimmte Komponenten können verstärkt werden. Einzelheiten zu den verschiedenen Verstärkungsmöglichkeiten sind in 6.2.4.3 und 6.2.6 angegeben.
- (4) Die Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Grundkomponenten eines Anschlusses und den Kenngrößen des Anschlusses sind in den folgenden Abschnitten angegeben:
 - für die Momententragfähigkeit in 6.2.7 und 6.2.8;
 - für die Rotationssteifigkeit in 6.3.1;
 - für die Rotationskapazität in 6.4.

Tabelle 6.1 — Grundkomponenten eines Anschlusses

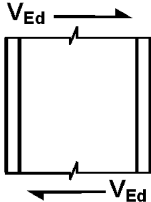
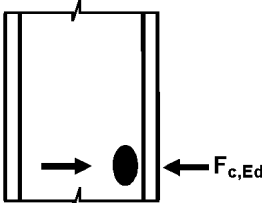
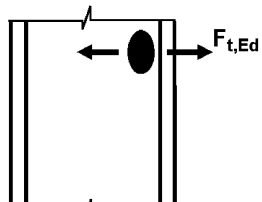
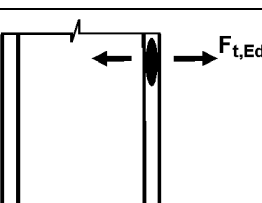
Komponente			Verweis auf Berechnungsverfahren		
			Tragfähigkeit	Steifigkeitskoeffizient	Rotationskapazität
1	Stützenstegfeld mit Schubbeanspruchung		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 6.4.3
2	Stützensteg mit Querdrukbeanspruchung		6.2.6.2	6.3.2	6.4.2 6.4.3
3	Stützensteg mit Querkzugbeanspruchung		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 6.4.3
4	Stützenflansch mit Biegung		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 6.4.3

Tabelle 6.1 (fortgesetzt)

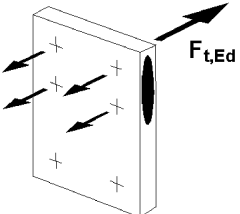
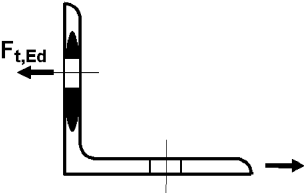
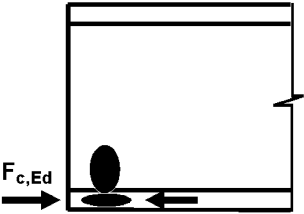
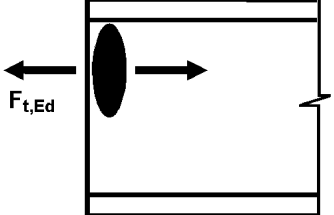
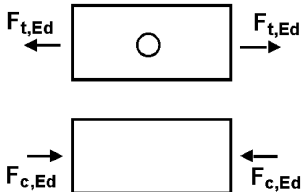
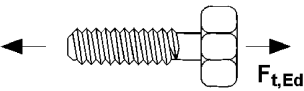
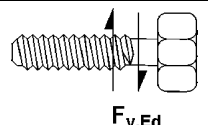
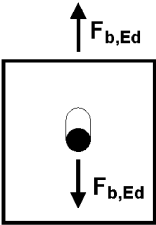
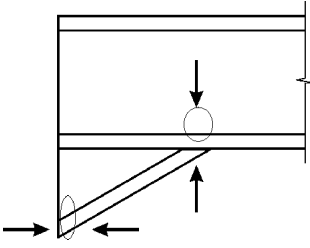
Komponente			Verweis auf Berechnungsverfahren		
			Tragfähigkeit	Steifigkeitskoeffizient	Rotationskapazität
5	Stirnblech mit Biegebeanspruchung		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2
6	Flanschwinkel mit Biegebeanspruchung		6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
7	Träger- oder Stützenflansch und -steg mit Druckbeanspruchung		6.2.6.7	6.3.2	a
8	Trägersteg mit Zugbeanspruchung		6.2.6.8	6.3.2	a
9	Blech mit Zug- oder Druckbeanspruchung		auf Zug: — EN 1993-1-1 auf Druck: — EN 1993-1-1	6.3.2	a
10	Schrauben mit Zugbeanspruchung		mit Stützenflansch: — 6.2.6.4 mit Stirnblech: — 6.2.6.5 mit Flanschwinkel: — 6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
11	Schrauben mit Abscherbeanspruchung		3.6	6.3.2	6.4.2

Tabelle 6.1 (fortgesetzt)

Komponente			Verweis auf Berechnungsverfahren		
			Tragfähigkeit	Steifigkeitskoeffizient	Rotationskapazität
12	Schrauben mit Lochleibungsbeanspruchung (im Trägerflansch, Stützenflansch, Stirnblech oder Winkel)		3.6	6.3.2	a
13	Beton (einschließlich Mörtel) mit Druckbeanspruchung		6.2.6.9	6.3.2	a
14	Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Druck		6.2.6.10	6.3.2	a
15	Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Zug		6.2.6.11	6.3.2	a
16	Ankerschrauben mit Zugbeanspruchung		6.2.6.12	6.3.2	a
17	Ankerschrauben mit Abscherbeanspruchung		6.2.2	a	a
18	Ankerschrauben mit Lochleibungsbeanspruchung		6.2.2	a	a
19	Schweißnähte		4	6.3.2	a
20	Vouten		6.2.6.7	6.3.2	a
a Dazu enthält diese Norm keine Regelungen.					

6.2 Tragfähigkeit

6.2.1 Schnittgrößen

(1) Außer in den in 6.2.1(2) und 6.2.1(3) spezifizierten Fällen darf angenommen werden, dass die Beanspruchungen der angeschlossenen Bauteile die Tragfähigkeit der Grundkomponenten eines Anschlusses nicht beeinflussen.

(2) Die Druckspannung in einer Stütze ist in der Regel bei der Ermittlung der Tragfähigkeit des Stützenstegfeldes mit Querdruck zu berücksichtigen, siehe 6.2.6.2(2).

(3) Der Schub in einem Stützenstegfeld ist in der Regel bei der Ermittlung der Tragfähigkeit der folgenden Grundkomponenten zu berücksichtigen:

- Stützensteg mit Querdruck, siehe 6.2.6.2;
- Stützensteg mit Querzug, siehe 6.2.6.3.

6.2.2 Querkräfte

(1) In geschweißten Verbindungen oder geschraubten Verbindungen mit geschweißten Stirnblechen sind in der Regel die Schweißnähte am Steg des angeschlossenen Trägers für die gesamte Querkraft ohne Mitwirkung der Schweißnähte an den Trägerflanschen zu bemessen.

(2) In geschraubten Verbindungen mit Stirnblechen sollte die Tragfähigkeit jeder einzelnen Schraubenreihe für gleichzeitig wirkende Quer- und Zugkräfte nach den in Tabelle 3.4 angegebenen Kriterien überprüft werden. Dabei ist der Einfluss von Abstützkräften auf die Zugkraft in den Schrauben zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Vereinfachend darf angenommen werden, dass bei den für die Zugbeanspruchung benötigten Schrauben die volle Zugtragfähigkeit vorhanden ist, wenn die Querkraft den Wert aus folgenden Beiträgen nicht überschreitet:

- a) die volle Abschertragfähigkeit der Schrauben, die nicht für die Zugbeanspruchung herangezogen werden und
- b) das (0,4/1,4)fache der vollen Abschertragfähigkeit der Schrauben, die die volle Zugbeanspruchung aufnehmen müssen.

(3) In geschraubten Verbindungen mit Flanschwinkeln kann angenommen werden, dass der Winkel, der an den druckbeanspruchten Trägerflansch anschließt, die volle Querkraft des Trägers auf die Stütze überträgt, wenn:

- der Spalt g zwischen Trägerende und Stützenflansch nicht größer ist als die Dicke t_a des Flanschwinkels;
- die Querkraft nicht größer ist als die Abschertragfähigkeit der Schrauben, welche den Flanschwinkel mit der Stütze verbinden;
- der Trägersteg die Anforderungen in EN 1993-1-5, Abschnitt 6 erfüllt.

(4) Die Schubtragfähigkeit eines Anschlusses kann aus der Verteilung der Kräfte und Momente auf die Grundkomponenten des Anschlusses und den Tragfähigkeiten der Grundkomponenten abgeleitet werden, siehe Tabelle 6.1.

(5) Wenn für die Aufnahme der Querkräfte an Fußplatten keine speziellen Schubelemente vorgesehen sind, wie z. B. Blockanker oder Dübel, so ist in der Regel nachzuweisen, dass die Querkräfte $\overline{AC}$ gestrichener Text $\overline{AC}$ durch den Gleitwiderstand zwischen Fußplatte und Fundament, siehe 6.2.2(6), $\overline{AC}$ und, $\overline{AC}$ falls die Schraubenlöcher nicht übergroß sind, durch die Abschertragfähigkeit der Ankerschrauben, $\overline{AC}$ siehe 6.2.2(7), zusammen $\overline{AC}$ übertragen werden können. Die Lochleibungstragfähigkeit von Blockankern oder Dübeln im Beton ist in der Regel nach EN 1992 zu überprüfen.

(6) Der Gleitwiderstand $F_{f,Rd}$ zwischen Fußplatte und Mörtelschicht ist wie folgt zu bestimmen:

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed} \quad (6.1)$$

Dabei ist

$C_{f,d}$ der Reibbeiwert zwischen Fußplatte und Mörtelschicht. Folgende Werte können verwendet werden:

- für Sand-Zement-Mörtel $C_{f,d} = 0,20$
- für andere Mörtel-Zusammensetzungen sollte der Reibbeiwert $C_{f,d}$ nach EN 1990, Anhang D durch Versuche bestimmt werden;

$N_{c,Ed}$ Bemessungswert der einwirkenden Druckkraft in der Stütze.

ANMERKUNG Wird die Stütze durch eine Zugkraft belastet, gilt $F_{f,Rd} = 0$.

(7) Die Abschertragfähigkeit $F_{vb,Rd}$ einer Ankerschraube ist als Minimum der beiden Werte $F_{1,vb,Rd}$ und $F_{2,vb,Rd}$ zu bestimmen:

— $F_{1,vb,Rd}$ Abschertragfähigkeit der Ankerschraube, nach 3.6.1

$$\text{— } \boxed{\text{AC}} F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \boxed{\text{AC}} \quad (6.2)$$

Dabei ist

$$\alpha_{bc} = 0,44 - 0,0003 f_{yb}$$

f_{yb} die Streckgrenze der Ankerschraube, wobei $235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yb} \leq 640 \text{ N/mm}^2$.

(8) $\boxed{\text{AC}}$ Zwischen einer Fußplatte und einer Mörtelschicht ist der Gesamtschubwiderstand $F_{v,Rd}$ $\boxed{\text{AC}}$ in der Regel wie folgt zu bestimmen:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n F_{vb,Rd} \quad (6.3)$$

Dabei ist

n die Anzahl der Ankerschrauben in der Fußplatte.

(9) Beton und Bewehrung des Stützenfußfundaments sollten nach EN 1992 bestimmt werden.

6.2.3 Biegemomente

(1) Die Biegetragfähigkeit eines Anschlusses kann aus der Verteilung der Kräfte und Momente auf die Grundkomponenten des Anschlusses und den Tragfähigkeiten der Grundkomponenten abgeleitet werden, siehe Tabelle 6.1.

(2) Ist die einwirkende Längskraft N_{Ed} in dem angeschlossenen Bauteil nicht größer als 5 % der plastischen Beanspruchbarkeit $N_{p\ell,Rd}$ des Querschnittes, so kann die Biegetragfähigkeit eines Träger-Stützenanschlusses oder Trägerstoßes $M_{j,Rd}$ nach 6.2.7 ermittelt werden.

(3) Die Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ eines Stützenfußes kann nach 6.2.8 ermittelt werden.

(4) In allen Anschlüssen sollten die Schweißnahtdicken so gewählt werden, dass die Biegetragfähigkeit des Anschlusses $M_{j,Rd}$ nicht durch die Tragfähigkeit der Schweißnähte, sondern immer durch die Tragfähigkeiten der anderen Grundkomponenten begrenzt wird.

(5) Ist in einem Lastfall in einem Träger-Stützenanschluss oder einem Trägerstoß ein plastisches Gelenk mit Rotationskapazität erforderlich, dann sollten die Schweißnähte mindestens für das Minimum der beiden folgenden Werte bemessen werden:

- die plastische Biegetragfähigkeit des angeschlossenen Bauteils $M_{p\ell,Rd}$
- die α -fache Biegetragfähigkeit des Anschlusses $M_{j,Rd}$

Dabei ist

- $\alpha = 1,4$ für Rahmen, deren Aussteifungen das Kriterium (5.1) nach EN 1993-1-1, 5.2.1(3) erfüllen;
- $\alpha = 1,7$ für alle anderen Fälle.

(6) Steht in einer geschraubten Verbindung mehr als eine Schraubenreihe unter Zugbeanspruchung, dann kann zur Vereinfachung der Berechnung der Beitrag der näher am Druckpunkt liegenden Schraubenreihen vernachlässigt werden.

6.2.4 Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung

6.2.4.1 Allgemeines

(1) Zur Berechnung der Tragfähigkeit der folgenden Grundkomponenten geschraubter Anschlüsse kann das Modell des äquivalenten T-Stummels mit Zugbeanspruchung verwendet werden:

- Stützenflansch mit Biegebeanspruchung;
- Stirnblech mit Biegebeanspruchung;
- Flanschwinkel mit Biegebeanspruchung;
- Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Zugbeanspruchung.

(2) Verfahren zur Berechnung dieser Grundkomponenten als äquivalente T-Stummel einschließlich der notwendigen Werte für $e_{\min}$, ℓ_{eff} und m sind in 6.2.6 angegeben.

(3) Es kann davon ausgegangen werden, dass die Versagensarten des Flansches eines äquivalenten T-Stummels die gleichen sind wie die der verschiedenen Grundkomponenten, für welche der T-Stummel als Modell gilt.

(4) Die wirksame Länge $\Sigma \ell_{\text{eff}}$ eines äquivalenten T-Stummels, siehe Bild 6.2, ist so anzusetzen, dass die Tragfähigkeiten der Grundkomponente des Anschlusses und des äquivalenten T-Stummelflansches gleich groß sind.

ANMERKUNG Die wirksame Länge eines äquivalenten T-Stummels ist eine Ersatzlänge und stimmt nicht unbedingt mit der wirklichen Länge der Grundkomponente des Anschlusses überein.

(5) Der Bemessungswert der Zugtragfähigkeit eines T-Stummelflansches ist in der Regel nach Tabelle 6.2 zu bestimmen.

ANMERKUNG In den Werten der Zugtragfähigkeit in Tabelle 6.2 sind Abstützkräfte bereits enthalten.

(6) Wenn Abstützkräfte auftreten können, siehe Tabelle 6.2, ist die Zugtragfähigkeit $F_{T,Rd}$ eines T-Stummelflansches als der kleinste der Werte für die drei möglichen Versagensarten Modus 1, Modus 2 und Modus 3 anzusetzen.

(7) Treten keine Abstützkräfte auf, siehe Tabelle 6.2, ist die Zugtragfähigkeit $F_{T,Rd}$ eines T-Stummelflansches als der kleinste der Werte für die beiden möglichen Versagensarten nach Tabelle 6.2 festzulegen.

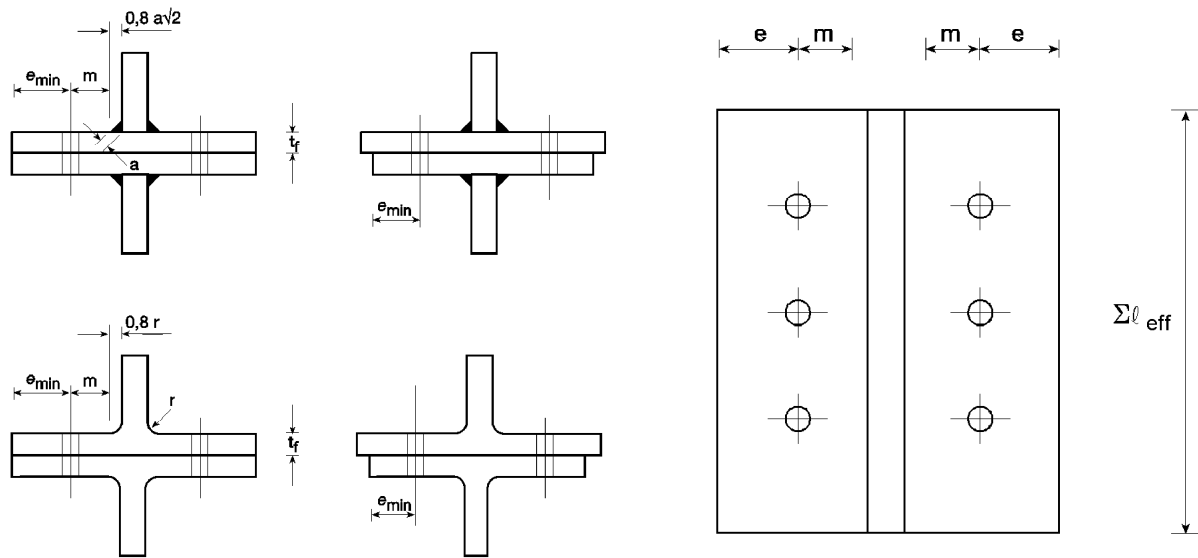


Bild 6.2 — Abmessungen eines äquivalenten T-Stummelflansches

Tabelle 6.2 — Tragfähigkeit $F_{T,Rd}$ eines T-Stummelflansches bei Zugbeanspruchung

	Abstützkräfte können auftreten, d. h. $L_b \leq L_b^*$		keine Abstützkräfte
Modus 1	Verfahren 1	Verfahren 2 (alternatives Verfahren)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
ohne Futterplatten	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
mit Futterplatten	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Modus 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$		
Modus 3	$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$		

Modus 1: Vollständiges Fließen des Flansches
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des Flansches
Modus 3: Schraubenversagen

L_b — Dehnlänge der Schraube, angesetzt mit der gesamten Klemmlänge (Gesamtdicke des Blechpakets und der Unterlegscheiben), plus der halben Kopfhöhe und der halben Mutternhöhe oder
— Dehnlänge der Ankerschraube, angesetzt mit der Summe aus dem 8fachen Schraubendurchmesser, den Dicken der Mörtelschicht, der Fußplatte, der Unterlegscheiben und der halben Mutternhöhe

$L_b^* = \frac{8,8 m^3 A_s n_b}{\Sigma l_{eff,1} t_f^3}$

$F_{T,Rd}$ Bemessungswert der Zugtragfähigkeit eines T-Stummelflansches
 Q Abstützkraft
 $M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$
 $M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$
 $M_{bp,Rd} = 0,25 \Sigma l_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$
 $n = e_{min}$ jedoch $n \leq 1,25m$
 n_b Anzahl der Schraubenreihen (mit 2 Schrauben je Reihe)
 $F_{t,Rd}$ Bemessungswert der Zugtragfähigkeit der Schraube, siehe Tabelle 3.4;
 $\Sigma F_{t,Rd}$ Summe aller $F_{t,Rd}$ der Schrauben in dem T-Stummel;
 $\Sigma l_{eff,1}$ Wert für Σl_{eff} für Modus 1;
 $\Sigma l_{eff,2}$ Wert für Σl_{eff} für Modus 2;
 e_{min} , m und t_f siehe Bild 6.2.
 $f_{y,bp}$ Streckgrenze der Futterplatten;
 t_{bp} Dicke der Futterplatten;
 $e_w = d_w/4$;
 d_w Durchmesser der Unterlegscheibe oder Eckmaß des Schraubenkopfes oder der Mutter, je nach Maßgeblichkeit.

Tabelle 6.2 (fortgesetzt)

ANMERKUNG 1 Bei geschraubten Träger-Stützenanschlüssen oder Trägerstößen kann damit gerechnet werden, dass Abstützkräfte auftreten. ANMERKUNG 2 Bei Verfahren 2 wird angenommen, dass die auf den T-Stummelflansch einwirkende Schraubenkraft gleichmäßig unter der Unterlegscheibe, dem Schraubenkopf oder der Mutter verteilt ist, siehe Skizze, und es nicht zu einer Kraftkonzentration an der Schraubenachse kommt. Diese Annahme führt zu einem höheren Wert der Tragfähigkeit für Modus 1, während die Werte für $F_{T,1-2,Rd}$ und für Modus 2 und Modus 3 unverändert bleiben.
--

6.2.4.2 Einzelne Schraubenreihen, Schraubengruppen und Gruppen von Schraubenreihen

(1) Obwohl bei Verwendung eines äquivalenten T-Stummels zur Berechnung der Grundkomponente eines Anschlusses nach 6.2.4.1(1) die Kräfte in jeder Schraubenreihe des T-Stummelflansches allgemein gleich groß sind, ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Kräfte in den verschiedenen Schraubenreihen auftreten können.

(2) Bei der Berechnung einer Gruppe von Schraubenreihen mit äquivalenten T-Stummeln kann es notwendig sein, die Gruppe in einzelne Schraubenreihen aufzuteilen, und diese jeweils durch einen eigenen äquivalenten T-Stummel zu modellieren.

(3) Bei der Modellierung einer Gruppe von Schraubenreihen mit äquivalenten T-Stummeln, sollten die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- a) die Kraft auf jede Schraubenreihe, gerechnet mit Betrachtung nur dieser einzelnen Schraubenreihe, sollte die Tragfähigkeit dieser Reihe nicht überschreiten;
- b) die Gesamtkraft auf jede Gruppe von Schraubenreihen, die jeweils zwei oder mehrere benachbarte Schraubenreihen innerhalb derselben Schraubengruppe umfasst, sollte die Tragfähigkeit dieser Gruppe von Schraubenreihen nicht überschreiten.

(4) Bei der Ermittlung der Zugtragfähigkeit einer Grundkomponente mit dem Modell des äquivalenten T-Stummelflansches sollten die folgenden Parameter berechnet werden:

- a) die Tragfähigkeit einer einzelnen Schraubenreihe, indem nur diese Schraubenreihe betrachtet wird;
- b) der Beitrag jeder einzelnen Schraubenreihe zu der Tragfähigkeit von zwei oder mehr benachbarten Schraubenreihen innerhalb einer Schraubengruppe, wenn nur diese Schraubenreihen betrachtet werden.

(5) Im Falle einer einzelnen Schraubenreihe sollte $\Sigma \ell_{eff}$ gleich der wirksamen Länge ℓ_{eff} gesetzt werden, die in 6.2.6 für diese einzelne Schraubenreihe tabelliert ist.

(6) Im Falle einer Gruppe von Schraubenreihen sollte $\Sigma \ell_{eff}$ als Summe der wirksamen Längen ℓ_{eff} angesetzt werden, die in 6.2.6 für jede einzelne Schraubenreihe als Teil der Schraubengruppe tabelliert sind.

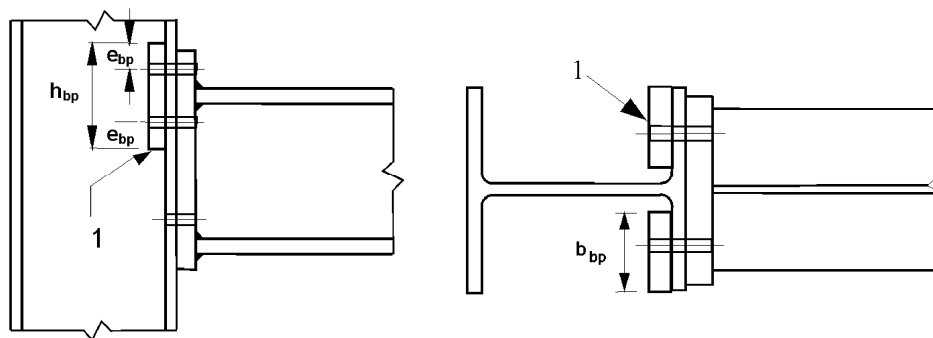
6.2.4.3 Verstärkungsbleche

(1) Stützenflansche mit Biegung können mit Hilfe lastverteilerender Bleche nach Bild 6.3 verstärkt werden.

(2) Die Breite von Verstärkungsblechen entspricht in der Regel mindestens dem Abstand zwischen dem Rand des Stützenflansches und dem Beginn der Eckausrundung oder der Naht abzüglich 3 mm.

(3) Die Länge des Verstärkungsblechs sollte über die äußerste Schraubenreihe hinausgehen, die an der Zugübertragung beteiligt ist, siehe Bild 6.3.

(4) Wenn Verstärkungsbleche verwendet werden, ist die Zugtragfähigkeit $F_{T,Rd}$ des T-Stummels in der Regel mit den Verfahren in Tabelle 6.2 zu ermitteln.



$$h_{bp} \geq \Sigma l_{eff,1}$$

$$e_{bp} \geq 2d$$

Legende

1 Verstärkungsblech

Bild 6.3 — Stützenflansch mit Verstärkungsblechen

6.2.5 Äquivalenter T-Stummel mit Druckbeanspruchung

(1) Bei Anschlüssen von Stahl mit Beton kann der äquivalente T-Stummelflansch mit Druckbeanspruchung verwendet werden, um die Tragfähigkeit für die Kombination folgender Grundkomponenten zu bestimmen:

- Fußplatte mit Biegung aufgrund der Lagerpressung;
- Beton und/oder Mörtelfüllung unter der Lagerpressung.

(2) Die gesamte wirksame Länge l_{eff} und die gesamte wirksame Breite b_{eff} des äquivalenten T-Stummels sind so anzusetzen, dass die Tragfähigkeiten der Grundkomponente des Anschlusses und des äquivalenten T-Stummels gleich groß sind.

ANMERKUNG [AC] Die Werte für die wirksame Länge und die wirksame Breite [AC] eines äquivalenten T-Stummels [AC] sind Ersatzwerte für diese Längen [AC] und können von den wirklichen Abmessungen der Grundkomponenten des Anschlusses abweichen.

(3) Die Tragfähigkeit eines T-Stummelflansches $F_{C,Rd}$ auf Druck wird wie folgt bestimmt:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff} \quad (6.4)$$

Dabei ist

b_{eff} die wirksame Breite des T-Stummelflansches, siehe 6.2.5(5) und 6.2.5(6);

l_{eff} die wirksame Länge des T-Stummelflansches, siehe 6.2.5(5) und 6.2.5(6);

f_{jd} der Bemessungswert der Beton- oder Mörtelfestigkeit unter Lagerpressung, siehe 6.2.5(7).

(4) Für die Spannungsverteilung unter dem T-Stummel darf eine gleichmäßige Verteilung nach Bild 6.4(a) und Bild 6.4(b) angenommen werden. Die Druckspannung auf der Auflagerfläche darf den Bemessungswert der Beton- oder Mörtelfestigkeit f_{jd} unter Lagerpressung nicht überschreiten, wenn die zusätzliche Ausbreitungsbreite c folgenden maximalen Wert annimmt:

$$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} \quad (6.5)$$

Dabei ist

t die Dicke des T-Stummelflansches;

f_y die Streckgrenze des T-Stummelflansches.

(5) Ist die wirkliche Abmessung der Grundkomponente des Anschlusses (der Fußplatte), welche durch den T-Stummel abgebildet wird, kleiner als die Ausbreitungsbreite c , so ist die wirksame Fläche nach Bild 6.4(a) anzusetzen.

(6) Ist die wirkliche Abmessung der Grundkomponente des Anschlusses (der Fußplatte), welche durch den T-Stummel abgebildet wird, größer als Ausbreitungsbreite c , so ist der den Wert c übersteigende Anteil zu vernachlässigen, siehe Bild 6.4(b).

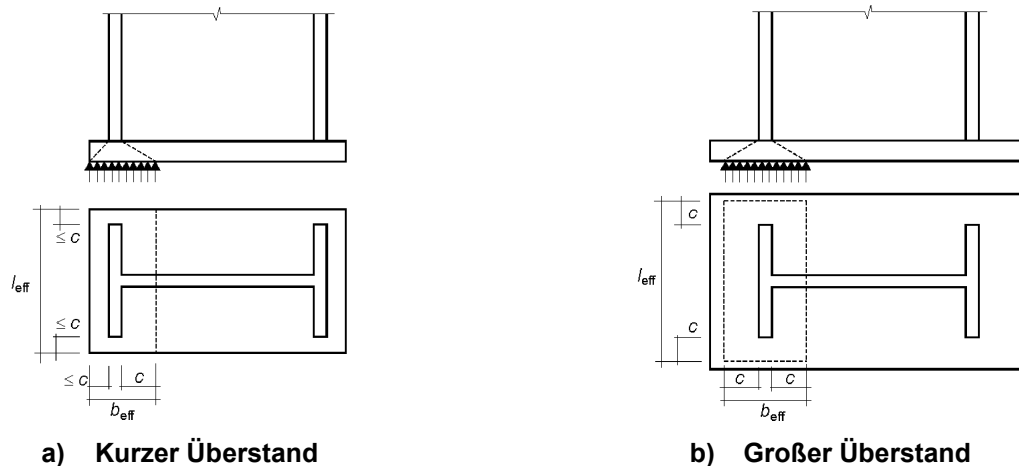


Bild 6.4 — Fläche des äquivalenten T-Stummels mit Druckbeanspruchung

(7) Der Bemessungswert der Beton- oder Mörtelfestigkeit f_{jd} unter Lagerpressung wird in der Regel wie folgt bestimmt:

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff}) \quad (6.6)$$

Dabei ist

β_j der Anschlussbeiwert. Dieser kann mit 2/3 angesetzt werden, wenn die charakteristische Festigkeit des Mörtels nicht kleiner als das 0,2fache der charakteristischen Festigkeit des Fundamentbetons ist und die Dicke des Mörtels nicht größer als das 0,2fache der kleinsten Abmessung der Stahlfußplatte ist. Wenn die Dicke des Mörtels größer als 50 mm ist, sollte die charakteristische Festigkeit des Mörtels mindestens so hoch sein wie die des Fundamentbetons.

F_{Rdu} die Tragfähigkeit unter konzentrierten Lasten nach EN 1992, wobei $A_{c0} = b_{eff} l_{eff}$ angesetzt wird.

6.2.6 Tragfähigkeit der Grundkomponenten

6.2.6.1 Stützensteg mit Schubbeanspruchung

(1) Die Anwendbarkeit der Bemessungsverfahren in 6.2.6.1(2) bis 6.2.6.1(14) ist auf Schlankheiten des Stützenstegs $\frac{d_c}{t_w} \leq 69 \varepsilon$ begrenzt.

(2) Bei einem einseitigen Anschluss oder bei einem beidseitigen Anschluss mit ähnlich hohen Trägern ist die plastische Schubtragfähigkeit $V_{wp,Rd}$ des nicht ausgesteiften Stützenstegfeldes, das durch den Bemessungswert der einwirkenden Schubkraft $V_{wp,Ed}$ belastet wird, siehe 5.3(3), wie folgt zu ermitteln:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad (6.7)$$

Dabei ist

A_{vc} die Schubfläche der Stütze, siehe EN 1993-1-1.

(3) Die Schubtragfähigkeit kann durch Stegsteifen oder zusätzliche Stegbleche erhöht werden.

(4) Werden zusätzliche Stegsteifen in der Druck- und Zugzone der Stütze eingesetzt, kann die plastische Schubtragfähigkeit des Stützenstegfeldes $V_{wp,Rd}$ um den Wert $V_{wp,add,Rd}$ vergrößert werden. Es gilt:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s} \text{ jedoch } V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s} \quad (6.8)$$

Dabei ist

d_s der Achsabstand zwischen den Stegsteifen;

$M_{pl,fc,Rd}$ die plastische Biegetragfähigkeit eines Stützenflansches;

$M_{pl,st,Rd}$ die plastische Biegetragfähigkeit einer Stegsteife.

ANMERKUNG Bei geschweißten Anschlüssen sollten die Stegsteifen der Stütze in den Achsen der Trägerflansche liegen.

(5) Werden diagonale Stegsteifen eingesetzt, sollte die plastische Schubtragfähigkeit des Stützenstegfeldes nach EN 1993-1-1 bestimmt werden.

ANMERKUNG Dabei wird bei zweiseitigen Träger-Stützenanschlüssen angenommen, dass beide Träger etwa die gleiche Trägerhöhe haben.

(6) Wird ein Stützensteg durch ein zusätzliches Stegblech verstärkt, siehe Bild 6.5, so kann die Schubfläche A_{vc} um $b_s t_{wc}$ vergrößert werden. Wird ein weiteres zusätzliches Stegblech auf der anderen Stegseite angebracht, sollte keine weitere Vergrößerung der Schubfläche angesetzt werden.

(7) Zusätzliche Stegbleche können auch zur Vergrößerung der Rotationssteifigkeit eines Anschlusses eingesetzt werden, die durch Vergrößerung der Steifigkeit des Stützensteges für Schub-, Druck- oder Zugbeanspruchung bewirkt wird, siehe 6.3.2(1).

(8) Zusätzliche Stegbleche sollten die gleiche Stahlgüte haben wie die Stütze.

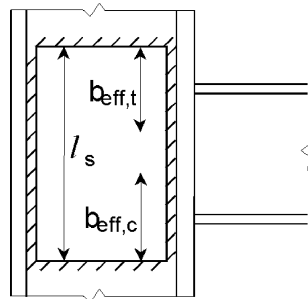
(9) Die Breite b_s sollte mindestens so groß sein, dass die Schweißnähte um das zusätzliche Stegblech an die ECKAUSRUNDUNG heranreichen.

(10) Die Länge ℓ_s sollte so groß sein, dass sich das zusätzliche Stegblech über die effektive Breite des Steges unter der Querkzugbeanspruchung und der Querkdruckbeanspruchung hinaus erstreckt, siehe Bild 6.5.

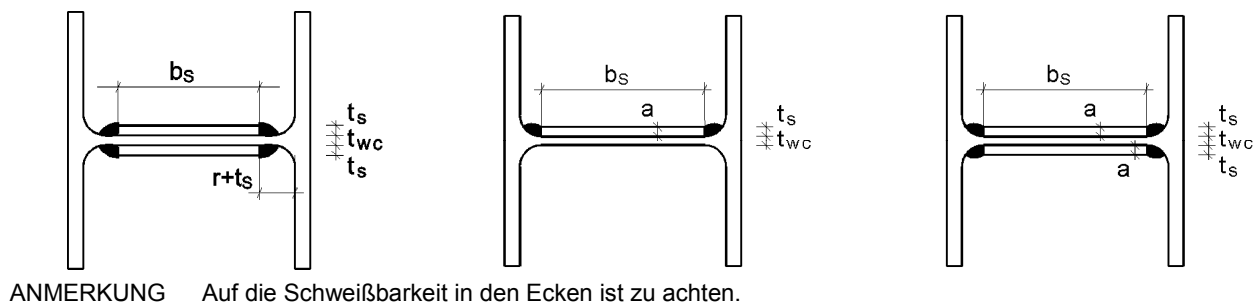
(11) Die Dicke t_s des zusätzlichen Stegbleches sollte mindestens der Stützenstegdick t_{wc} entsprechen.

(12) Die Schweißnähte zwischen dem zusätzlichen Stegblech und dem Profil sind für die Bemessungswerte der Kräfte zu bemessen.

- (13) Die Breite b_s eines zusätzlichen Stegbleches sollte kleiner als $40\varepsilon t_s$ sein.
- (14) In nicht-korrosiver Umgebung können auch unterbrochene Schweißnähte eingesetzt werden.



a) Anordnung



ANMERKUNG Auf die Schweißbarkeit in den Ecken ist zu achten.

b) Beispiele für Querschnitte mit Längsnähten

Bild 6.5 — Beispiele für Verstärkungen mit zusätzlichen Stegblechen

6.2.6.2 Stützensteg mit Beanspruchung durch Querdruck

- (1) Für die Tragfähigkeit eines nicht ausgesteiften Stützenstegs, der durch Querdruck beansprucht wird, gilt:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \text{ jedoch } F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} \quad (6.9)$$

Dabei ist

ω der Abminderungsbeiwert, der mögliche Interaktionseffekte mit der Schubbeanspruchung im Stützenstegfeld nach Tabelle 6.3 berücksichtigt;

$b_{eff,c,wc}$ die wirksame Breite des Stützenstegs für Querdruck:

— für einen geschweißten Anschluss:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.10)$$

Dabei sind

a_c , r_c und a_b wie in Bild 6.6 angegeben.

— für eine geschraubte Stirnblechverbindung:

$$b_{\text{eff,c,wc}} = t_{\text{fb}} + 2\sqrt{2} a_p + 5(t_{\text{fc}} + s) + s_p \quad (6.11)$$

Dabei ist

s_p die Länge, die mit der Annahme einer Ausbreitung von 45° durch das Stirnblech (mindestens t_p und bis zu $2t_p$, wenn der Überstand des Stirnblechs über den Flansch hinaus ausreichend groß ist) ermittelt wird.

— für eine geschraubte Verbindung mit Flanschwinkeln:

$$b_{\text{eff,c,wc}} = 2t_a + 0,6r_a + 5(t_{\text{fc}} + s) \quad (6.12)$$

Dabei ist

— bei einer Stütze mit gewalztem I- oder H-Querschnitt: $s = r_c$

— bei einer Stütze mit geschweißtem I- oder H-Querschnitt: $s = \sqrt{2} a_c$

ρ Abminderungsbeiwert für Plattenbeulen:

— für $\bar{\lambda}_p \leq 0,72$: $\rho = 1,0$ (6.13a)

— für $\bar{\lambda}_p > 0,72$: $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2$ (6.13b)

Dabei ist

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{\text{eff,c,wc}} d_{\text{wc}} f_{y,\text{wc}}}{E t_{\text{wc}}^2}} \quad (\text{Plattenschlankheitsgrad}) \quad (6.13c)$$

mit folgenden Werten für d_{wc}

— bei einer Stütze mit gewalztem I- oder H-Querschnitt: $d_{\text{wc}} = h_c - 2(t_{\text{fc}} + r_c)$

— bei einer Stütze mit geschweißtem I- oder H-Querschnitt: $d_{\text{wc}} = h_c - 2(t_{\text{fc}} + \sqrt{2} a_c)$

k_{wc} Abminderungsbeiwert nach 6.2.6.2(2).

Tabelle 6.3 — Abminderungsbeiwert ω für die Interaktion mit Schubbeanspruchung

Übertragungsparameter β	Abminderungsbeiwert ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2 (1 - \beta) (1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1) (\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{\text{eff,c,wc}} t_{\text{wc}} / A_{\text{vc}})^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2(b_{\text{eff,c,wc}} t_{\text{wc}} / A_{\text{vc}})^2}}$
A_{vc} Schubfläche der Stütze, siehe 6.2.6.1; β Übertragungsparameter, siehe 5.3 (7).	

(2) Überschreitet die maximale Längsdruckspannung $\sigma_{\text{com,Ed}}$ im Steg (am Ende des Ausrundungsradius bei einem gewalzten Profil oder am Schweißnahtübergang bei einem geschweißten Profil) infolge Druckkraft und Biegemoment in der Stütze den Wert $0,7 f_{y,\text{wc}}$, so ist deren Auswirkung auf die Tragfähigkeit zu berücksichtigen, indem der Wert für $F_{\text{c,wc,Rd}}$ nach Gleichung (6.9) mit dem folgenden Beiwert k_{wc} abgemindert wird:

- falls $\sigma_{\text{com,Ed}} \leq 0,7 f_{y,\text{wc}}$: $k_{\text{wc}} = 1$
- falls $\sigma_{\text{com,Ed}} > 0,7 f_{y,\text{wc}}$: $k_{\text{wc}} = 1,7 - \sigma_{\text{com,Ed}} / f_{y,\text{wc}}$ (6.14)

ANMERKUNG Im Allgemeinen beträgt der Abminderungsbeiwert $k_{\text{wc}} = 1,0$ und keine Reduzierung ist notwendig. Daher kann die Abminderung in Vorberechnungen vernachlässigt werden, bei denen noch keine Längsspannungen bekannt sind.

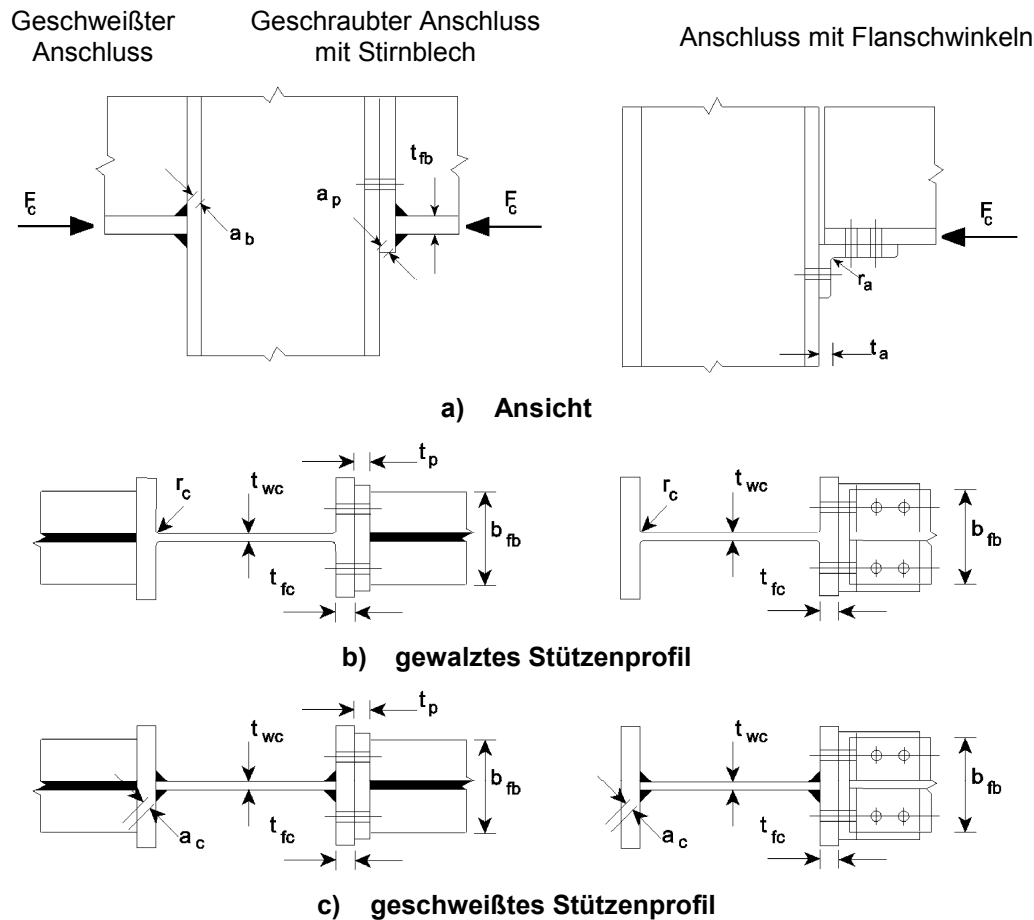


Bild 6.6 — Querdruck bei einer nichtausgesteiften Stütze

(3) Das knickstabähnliche Beulen eines nicht ausgesteiften Stützensteges infolge Querdruck, siehe Bild 6.7, sollte konstruktiv verhindert werden.

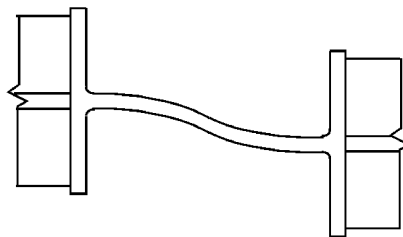


Bild 6.7 — Knickstabähnliches Beulen eines nichtausgesteiften Stützensteges

(4) Die Tragfähigkeit des Stützensteges für Querdruck kann durch Stegsteifen oder zusätzliche Stegbleche vergrößert werden.

(5) Quersteifen oder geeignet angeordnete Diagonalsteifen können einzeln oder zusammen im Stützenstegfeld verwendet werden, um die Tragfähigkeit des Stützensteges für Querdruck zu vergrößern.

ANMERKUNG Bei geschweißten Anschlüssen sollten die Quersteifen in der Achse der Trägerflansche liegen. Bei geschraubten Anschlüssen sollten die Steifen in der Achse der Druckkräfte (Druckpunkt) liegen. Der Druckpunkt ist in Bild 6.15 definiert.

(6) Wird ein nicht ausgesteifter Stützensteg durch ein zusätzliches Stegblech nach 6.2.6.1 verstärkt, so darf die effektive Dicke des Stegblechs mit $1,5 t_{wc}$ angesetzt werden. Wenn zusätzliche Stegbleche beidseitig am

Steg angebracht werden, darf die effektive Dicke mit $2,0 t_{wc}$ angesetzt werden. Bei der Berechnung des Abminderungsbeiwerts ω zur Berücksichtigung der Interaktion mit der Schubbeanspruchung darf die Schubfläche A_{vc} des Stegs nur auf den Wert angehoben werden, der auch bei der Erhöhung der Schubtragfähigkeit zulässig ist, siehe 6.2.6.1(6).

6.2.6.3 Stützensteg mit Beanspruchung durch Querkzug

(1) Die Tragfähigkeit eines nicht ausgesteiften Stützenstegs für Beanspruchung durch Querkzug wird in der Regel wie folgt bestimmt:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

Dabei ist

ω der Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Interaktion mit der Schubbeanspruchung im Stützenstegfeld.

(2) Bei einer geschweißten Verbindung wird in der Regel die wirksame Breite $b_{eff,t,wc}$ der Komponente Stützensteg mit Querkzug wie folgt ermittelt:

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.16)$$

Dabei ist

— bei einer Stütze mit gewalztem I- oder H- Querschnitt: $s = r_c$

— bei einer Stütze mit geschweißtem I- oder H- Querschnitt: $s = \sqrt{2} a_c$

a_c und r_c wie in Bild 6.8 und a_b wie in Bild 6.6 angegeben.

(3) Bei einer geschraubten Verbindung wird in der Regel die wirksame Breite $b_{eff,t,wc}$ der Komponente Stützensteg mit Querkzug mit der wirksamen Länge des äquivalenten T-Stummels für den Stützenflansch gleichgesetzt, siehe 6.2.6.4.

(4) Der Abminderungsbeiwert ω zur Berücksichtigung der Interaktion mit der Schubbeanspruchung im Stützenstegfeld ist in der Regel nach Tabelle 6.3 mit dem Wert $b_{eff,t,wc}$ nach 6.2.6.3(2) oder 6.2.6.3(3) zu ermitteln.

(5) Die Tragfähigkeit des Stützensteges für Querkzug kann durch Stegsteifen oder zusätzliche Stegbleche vergrößert werden.

(6) Die Stegsteifen können als Quersteifen und/oder entsprechend angeordnete Diagonalsteifen ausgebildet werden, um die Tragfähigkeit des Stützensteges für Querkzug zu vergrößern.

ANMERKUNG Bei geschweißten Anschlüssen liegen üblicherweise die Quersteifen in der Achse der Trägerflansche.

(7) Schweißnähte zwischen Diagonalsteifen und Stützenflansch sollten als voll durchgeschweißte Nähte mit Kapplage ausgeführt werden, damit die Schweißnahtdicke gleich der Steifendicke ist.

(8) Wird ein nicht ausgesteifter Stützensteg durch zusätzliche Stegbleche entsprechend 6.2.6.1 verstärkt, so hängt die Tragfähigkeit für Querkzug von der Dicke der Längsnähte entlang der zusätzlichen Stegbleche ab. Die wirksame Dicke des Stegs $t_{w,eff}$ wird in der Regel wie folgt bestimmt:

— sind die Längsnähte durchgeschweißte Stumpfnähte der Nahtdicke $a \geq t_s$ gilt:

— bei einseitigem zusätzlichem Stegblech: $t_{w,eff} = 1,5 t_{wc}$ (6.17)

— bei beidseitigen zusätzlichen Stegblechen: $t_{w,eff} = 2,0 t_{wc}$ (6.18)

— sind die Längsnähte Kehlnähte der Nahtdicke $a \geq t_s / \sqrt{2}$ gilt sowohl für einseitige als auch für beidseitige zusätzliche Stegbleche:

— für die Stahlgüten S 235, S 275 oder S 355: $t_{w,eff} = 1,4 t_{wc}$ (6.19a)

— für die Stahlgüten S 420 oder S 460: $t_{w,eff} = 1,3 t_{wc}$ (6.19b)

(9) Bei der Berechnung des Abminderungsbeiwerts ω zur Berücksichtigung der Interaktion mit der Schubbeanspruchung darf die Schubfläche A_{vc} des durch zusätzliche Stegbleche verstärkten Stegs nur auf den Wert angehoben werden, der auch bei der Erhöhung der Schubtragfähigkeit zulässig ist, siehe 6.2.6.1(6).

6.2.6.4 Stützenflansch mit Biegebeanspruchung

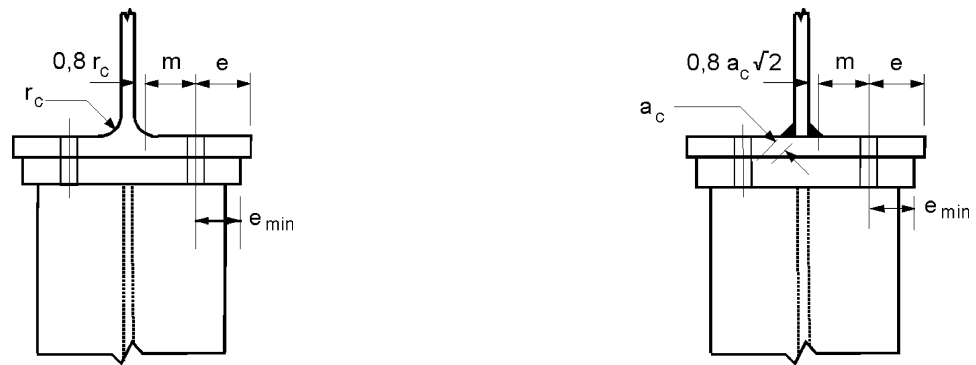
6.2.6.4.1 Nicht ausgesteifter Stützenflansch und geschraubte Verbindung

(1) Die Tragfähigkeit und die Versagensform eines nicht ausgesteiften Stützenflansches, der in Verbindung mit Schrauben mit Zugbeanspruchung auf Biegung beansprucht wird, sind in der Regel mit Hilfe des äquivalenten T-Stummelflansches für folgende Fälle zu ermitteln, siehe 6.2.4:

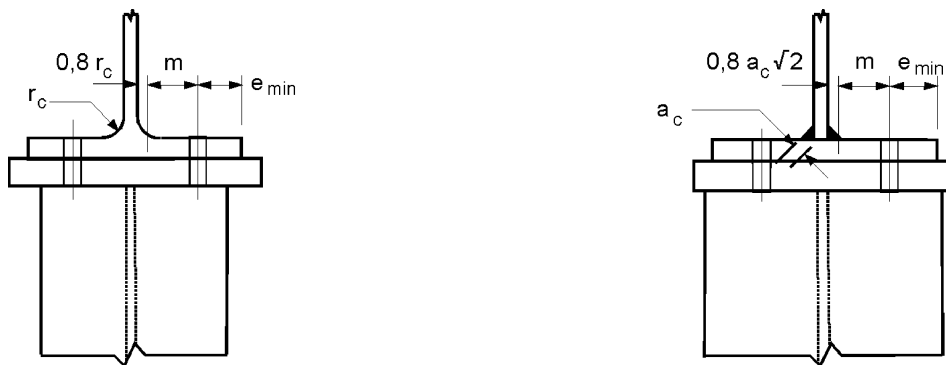
- jede einzelne Schraubenreihe ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich;
- jede Gruppe von Schraubenreihen ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich.

(2) Die Maße e_{min} und m für die Ermittlung nach 6.2.4 sind Bild 6.8 zu entnehmen.

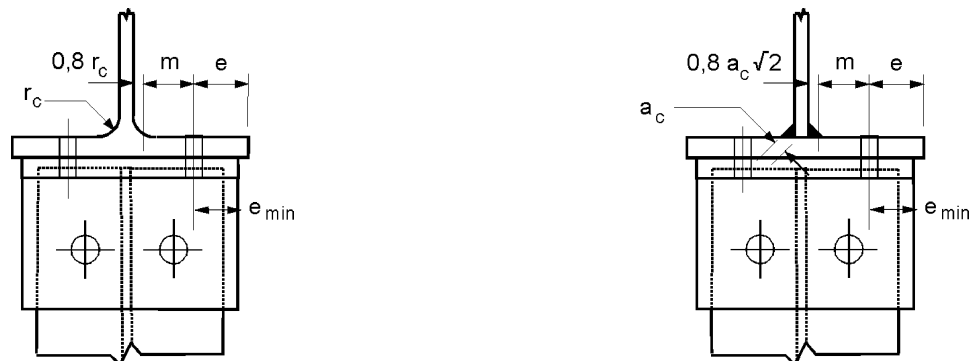
(3) Die wirksame Länge des äquivalenten T-Stummelflansches sollte für die einzelnen Schraubenreihen und die Schraubengruppe nach 6.2.4.2 mit den Werten ermittelt werden, die in Tabelle 6.4 für die einzelnen Schraubenreihen angegeben sind.



a) Geschweißtes Stirnblech schmaler als der Stützenflansch



b) Geschweißtes Stirnblech breiter als der Stützenflansch



c) Flanschwinkel

Bild 6.8 — Maße für e , e_{min} , r_c und m

Tabelle 6.4 — Wirksame Längen für nicht ausgesteifte Stützenflansche

Lage der Schraubenreihe	Schraubenreihe einzeln betrachtet		Schraubenreihe als Teil einer Gruppe von Schraubenreihen	
	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$
Innere Schraubenreihe	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Äußere Schraubenreihe	der kleinere Wert von: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	der kleinere Wert von: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	der kleinere Wert von: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	der kleinere Wert von: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Modus 1:	$\ell_{\text{eff},1} = \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\ell_{\text{eff},1} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},1} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\Sigma \ell_{\text{eff},1} \leq \Sigma \ell_{\text{eff,cp}}$	
Modus 2:	$\ell_{\text{eff},2} = \ell_{\text{eff,nc}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},2} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$	
e_1 ist der Abstand von der Mitte der Verbindungsmittel in der Endreihe zum benachbarten freien Ende des Stützenflansches, gemessen in der Richtung der Achse des Stützenprofils (siehe Zeile 1 und Zeile 2 in Bild 6.9). </				

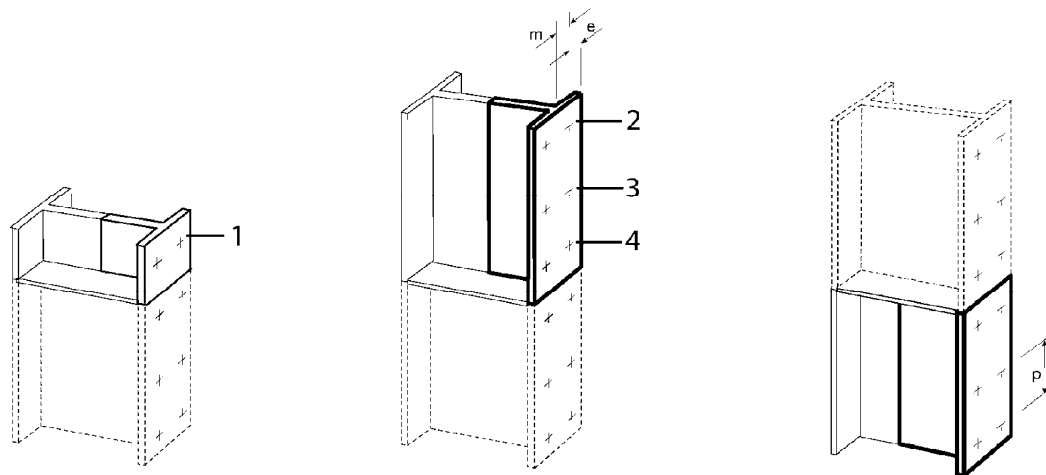
6.2.6.4.2 Ausgesteifter Stützenflansch und Anschluss mit geschraubtem Stirnblech oder Flanschwinkeln

(1) Mit Quersteifen und/oder entsprechend angeordneten Diagonalsteifen kann die Biegetragfähigkeit des Stützenflansches vergrößert werden.

(2) Die Tragfähigkeit und die Versagensform eines ausgesteiften Stützenflansches, der in Verbindung mit Schrauben mit Zugbeanspruchung auf Biegung beansprucht wird, sind mit Hilfe des äquivalenten T-Stummelflansches für folgende Fälle zu ermitteln, siehe 6.2.4:

- jede einzelne Schraubenreihe ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich;
- jede Gruppe von Schraubenreihen ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich.

(3) Treten Gruppen von Schraubenreihen auf beiden Seiten einer Steife auf, sind diese getrennt mit T-Stummelflanschen zu untersuchen, siehe Bild 6.9. Die Tragfähigkeit und Versagensform sind dann für jeden äquivalenten T-Stummel zu bestimmen.



Legende

- 1 Äußere Schraubenreihe neben einer Steife
- 2 Andere äußere Schraubenreihe
- 3 Andere innere Schraubenreihe
- 4 Innere Schraubenreihe neben einer Steife

Bild 6.9 — Untersuchung eines ausgesteiften Stützenflansches mit verschiedenen T-Stummel-Modellen

- (4) Die Maße $e_{\min}$ und m für die Ermittlung nach 6.2.4 sind Bild 6.8 zu entnehmen.
- (5) Die wirksamen Längen ℓ_{eff} der äquivalenten T-Stummelflansche sind in der Regel nach 6.2.4.2 mit den Werten zu ermitteln, die in Tabelle 6.5 für die einzelnen Schraubenreihen angegeben sind. Der α -Wert in Tabelle 6.5 ist nach Bild 6.11 zu ermitteln.
- (6) Für die Steifen gelten die Anforderungen nach 6.2.6.1.

Tabelle 6.5 — Wirksame Längen für ausgesteifte Stützenflansche

Lage der Schraubenreihe	Schraubenreihe einzeln betrachtet		Schraubenreihe als Teil einer Gruppe von Schraubenreihen	
	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$
Innere Schraubenreihe neben einer Steife	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Andere innere Schraubenreihe	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Andere äußere Schraubenreihe	der kleinere Wert von: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	der kleinere Wert von: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	der kleinere Wert von: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	der kleinere Wert von: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Äußere Schraubenreihe neben einer Steife	der kleinere Wert von: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e)$	nicht relevant	nicht relevant
Modus 1:	$\ell_{\text{eff},1} = \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\ell_{\text{eff},1} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},1} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\Sigma \ell_{\text{eff},1} \leq \Sigma \ell_{\text{eff,cp}}$	
Modus 2:	$\ell_{\text{eff},2} = \ell_{\text{eff,nc}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},2} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$	

α ist Bild 6.11 zu entnehmen.

 e_1 ist der Abstand von der Mitte der Verbindungsmittel in der Endreihe zum benachbarten freien Ende des Stützenflanschs, gemessen in der Richtung der Achse des Stützenprofils (siehe Zeile 1 und Zeile 2 in Bild 6.9). 

6.2.6.4.3 Nicht ausgesteifter Stützenflansch und geschweißte Verbindung

(1) Bei einem geschweißten Anschluss ist in der Regel die Tragfähigkeit $F_{\text{fc,Rd}}$ eines nicht ausgesteiften Stützenflansches, der infolge Querkzug- oder Querkdruckbeanspruchung aus dem Trägerflansch auf Biegung belastet wird, wie folgt zu bestimmen:

$$F_{\text{fc,Rd}} = b_{\text{eff,b,fc}} t_{\text{fb}} f_{\text{y,fb}} / \gamma_{\text{M0}} \quad (6.20)$$

Dabei ist

$b_{\text{eff,b,fc}}$ die wirksame Breite b_{eff} , die in 4.10 für die Betrachtung des Trägerflansches als Platte definiert ist.

ANMERKUNG Die Anforderungen in AC 4.10 AC sind ebenfalls zu beachten.

6.2.6.5 Stirnblech mit Biegebeanspruchung

(1) Die Tragfähigkeit und die Versagensform eines Stirnblechs, das in Verbindung mit Schrauben mit Zugbeanspruchung auf Biegung beansprucht wird, sind mit Hilfe des äquivalenten T-Stummelflansches für folgende Fälle zu ermitteln, siehe 6.2.4:

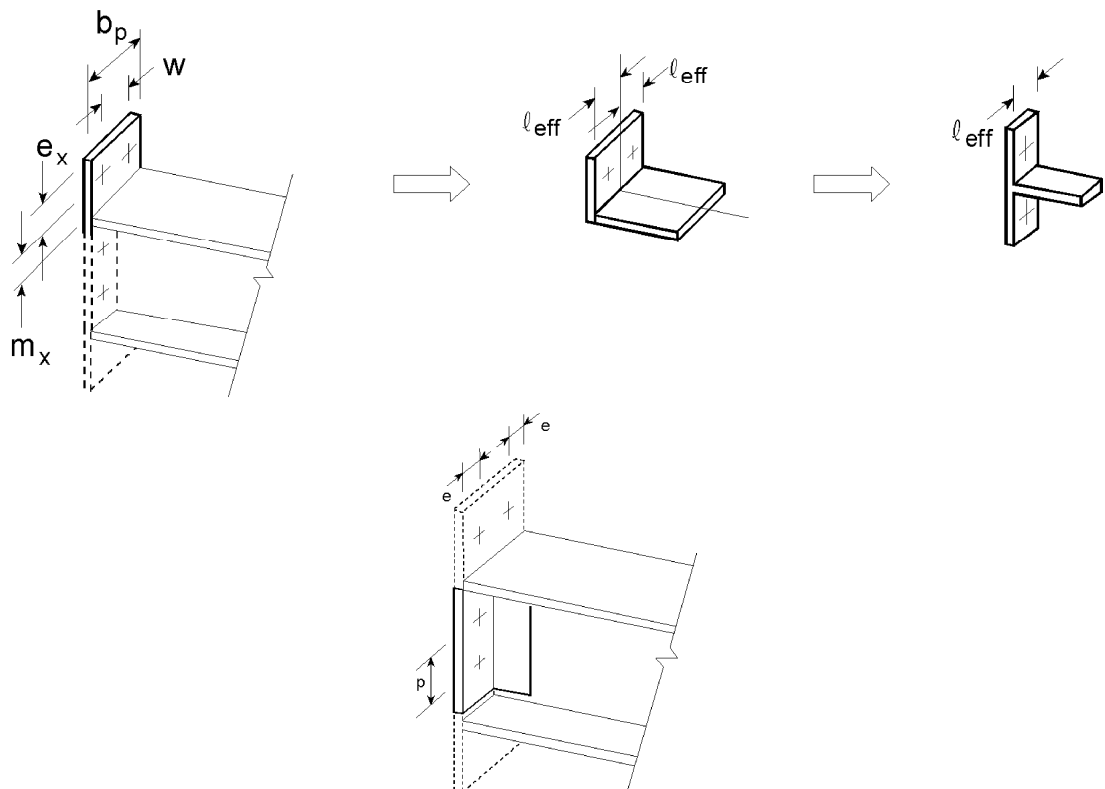
- jede einzelne Schraubenreihe ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich;
- jede Gruppe von Schraubenreihen ist für die Übertragung der Zugkräfte erforderlich.

(2) Treten Gruppen von Schraubenreihen im Stirnblech auf beiden Seiten einer Steife auf, sind diese in der Regel getrennt mit äquivalenten T-Stummeln zu untersuchen. Dies gilt besonders bei Stirnblechen, bei denen die Schraubenreihe des überstehenden Teils gesondert als äquivalenter T-Stummel anzusetzen ist, siehe Bild 6.10. Die Tragfähigkeit und die Versagensform sind dann für jeden äquivalenten T-Stummel zu bestimmen.

(3) Das Maß $e_{\min}$ für den Teil des Stirnblechs zwischen den Trägerflanschen, siehe 6.2.4, ist Bild 6.8 zu entnehmen. Für den überstehenden Teil des Stirnblechs ist $e_{\min}$ identisch mit e_x , siehe Bild 6.10.

(4) Die wirksame Länge ℓ_{eff} des äquivalenten T-Stummelflansches sollte nach 6.2.4.2 mit den Werten ermittelt werden, die in Tabelle 6.6 für die einzelnen Schraubenreihen angegeben sind.

(5) Die Werte für m und m_x in Tabelle 6.6 sind Bild 6.10 zu entnehmen.



Das überstehende Stirnblech und die Stirnbleche zwischen den Trägerflanschen werden mit zwei verschiedenen äquivalenten T-Stummelflanschen untersucht.

Bei der Berechnung der Tragfähigkeit des äquivalenten T-Stummelflansches für überstehende Stirnbleche sind e_x und m_x anstelle von e und m zu verwenden.

Bild 6.10 — Behandlung von überstehenden Stirnblechen als separate T-Stummelflansche

Tabelle 6.6 — Wirksame Längen für Stirnbleche

Lage der Schraubenreihe	Schraubenreihe einzeln betrachtet		Schraubenreihe als Teil einer Gruppe von Schraubenreihen	
	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$	Kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,cp}}$	Nicht kreisförmiges Muster $\ell_{\text{eff,nc}}$
Äußere Schraubenreihe neben Trägerzugflansch	der kleinste Wert von: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	der kleinste Wert von: $4m_x + 1,25e_x$ $e+2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	—	—
Innere Schraubenreihe neben Trägerzugflansch	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $-(2m + 0,625e)$
Andere innere Schraubenreihe	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$2p$	p
Andere äußere Schraubenreihe	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$\pi m + p$	$2m+0,625e+0,5p$
Modus 1:	$\ell_{\text{eff},1} = \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\ell_{\text{eff},1} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},1} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$ jedoch $\Sigma \ell_{\text{eff},1} \leq \Sigma \ell_{\text{eff,cp}}$	
Modus 2:	$\ell_{\text{eff},2} = \ell_{\text{eff,nc}}$		$\Sigma \ell_{\text{eff},2} = \Sigma \ell_{\text{eff,nc}}$	

α ist Bild 6.11 zu entnehmen.

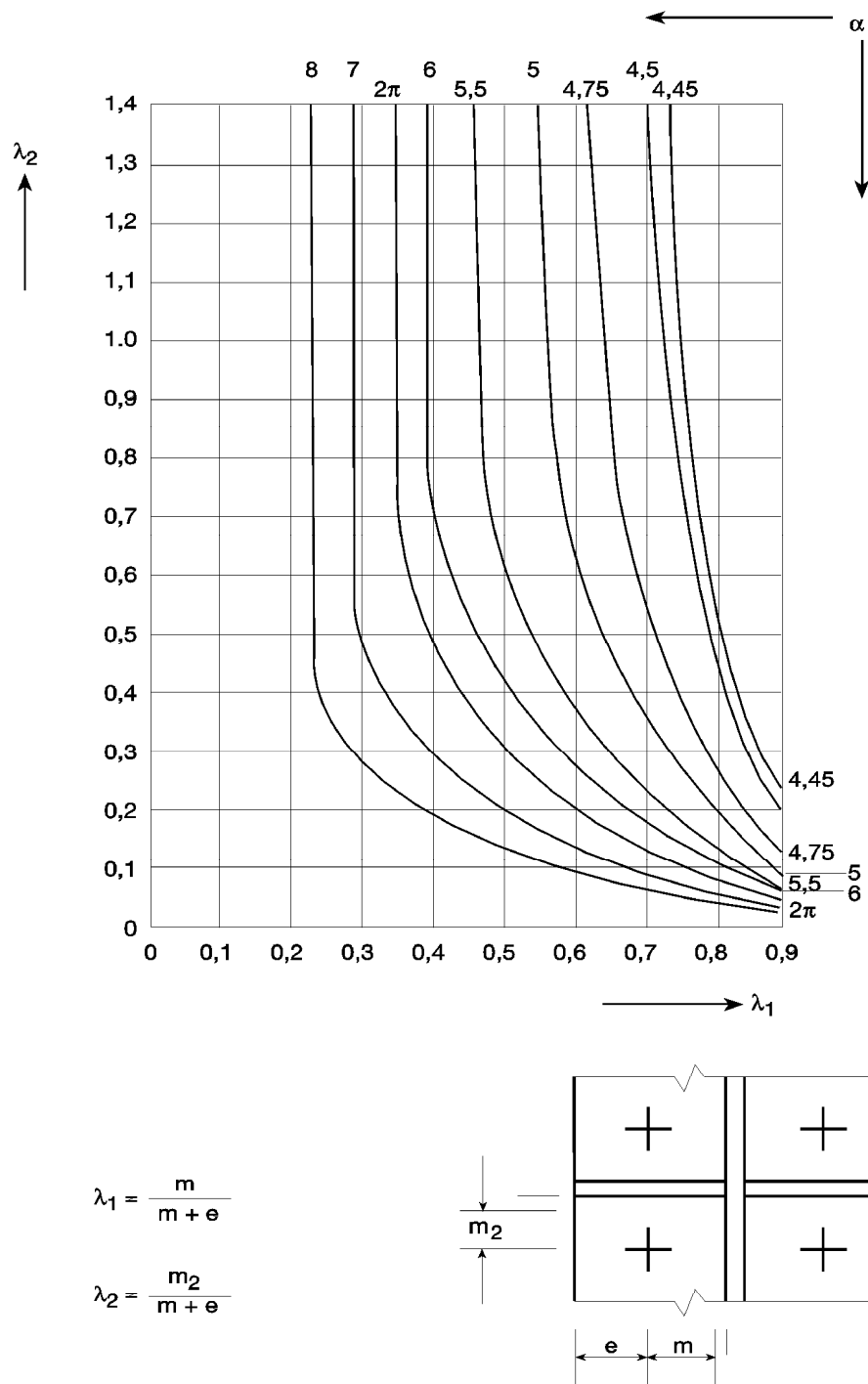


Bild 6.11 — α -Werte für ausgesteifte Stützenflansche und Stirnbleche

6.2.6.6 Flanschwinkel mit Biegebeanspruchung

(1) Die Tragfähigkeit und die Versagensform von Flanschwinkeln, die in Verbindung mit Schrauben mit Zugbeanspruchung auf Biegung beansprucht werden, sind mit Hilfe des äquivalenten T- Stummelflansches zu ermitteln, siehe 6.2.4.

(2) Die wirksame Länge ℓ_{eff} eines äquivalenten T-Stummelflansches ist mit $0,5b_a$ anzusetzen, wobei b_a die Länge des Winkels nach Bild 6.12 ist.

(3) Die Maße $e_{\min}$ und m , siehe 6.2.4, sind Bild 6.13 zu entnehmen.

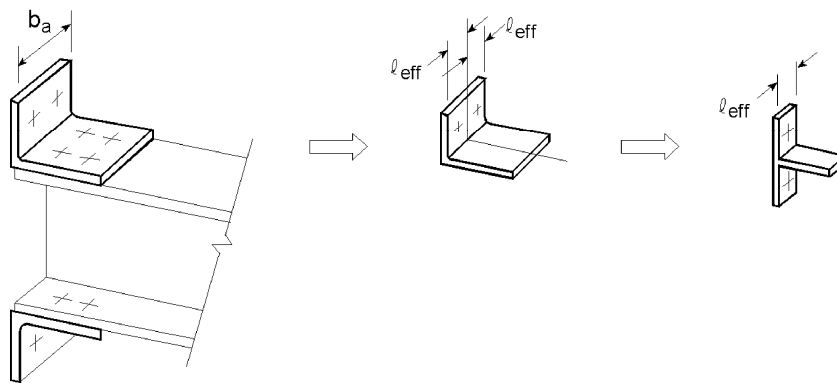
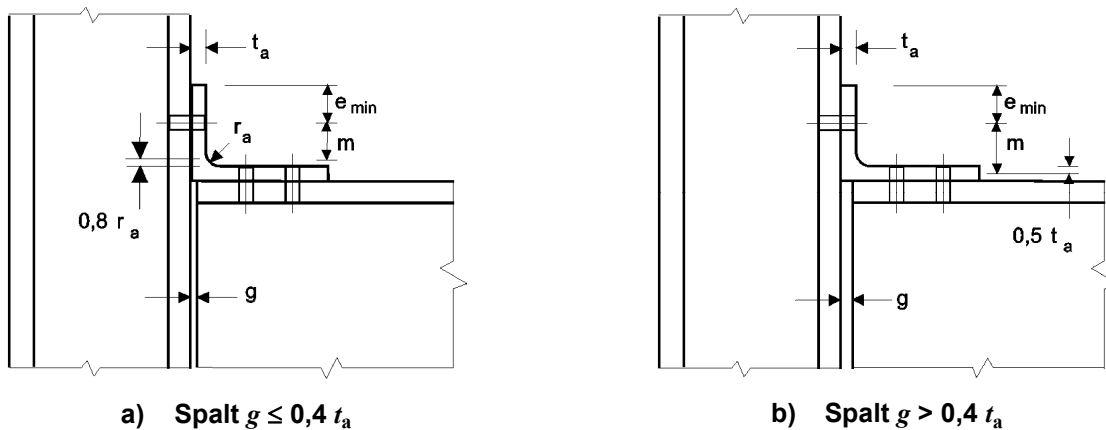


Bild 6.12 — Wirksame Länge l_{eff} von Flanschwinkeln



a) Spalt $g \leq 0,4 t_a$

b) Spalt $g > 0,4 t_a$

ANMERKUNG

- Zwischen Winkel und Stützenflansch wird nur eine Schraubenreihe angenommen.
- Zwischen Winkel und Trägerflansch können mehrere Schraubenreihen auftreten.
- Die Länge b_a des Winkels braucht nicht identisch mit der Breite des Stützen- und Trägerflansches sein.

Bild 6.13 — Maße $e_{\min}$ und m für geschraubte Flanschwinkel

6.2.6.7 Trägerflansch und -steg mit Druckbeanspruchung

(1) Die Resultierende des Druckwiderstandes des Trägerflansches und der angrenzenden Druckzone im Trägersteg kann im Druckpunkt nach 6.2.7 angenommen werden. Für die Tragfähigkeit von Trägerflansch und -steg bei Druckbeanspruchung gilt folgende Gleichung:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) \quad (6.21)$$

Dabei ist

- h die Höhe des angeschlossenen Trägers;
- $M_{c,Rd}$ die Biegetragfähigkeit des Trägerquerschnitts, soweit erforderlich unter Berücksichtigung der Abminderung aus Querkraftinteraktion, siehe EN 1993-1-1. Bei Vouten kann $M_{c,Rd}$ unter Vernachlässigung des zwischenliegenden Flansches berechnet werden;
- t_{fb} die Flanschdicke des angeschlossenen Trägers.

Beträgt die Höhe des Trägers einschließlich Voute mehr als 600 mm, so ist in der Regel der Beitrag des Trägersteges zu der Tragfähigkeit bei Druckbeanspruchung auf 20 % zu begrenzen.

(2) Wird ein Träger durch Vouten verstärkt, gelten die folgenden Voraussetzungen:

- die Stahlgüte der Voute sollte mindestens der Stahlgüte des Trägers entsprechen;
- die Flanschabmessungen und die Stegdicke der Voute sollten nicht kleiner sein als die des Trägers;
- der Winkel zwischen Voutenflansch und Trägerflansch sollte nicht größer sein als 45°;
- die Länge s_s der steifen Auflagerung darf mit der Schnittlänge des Voutenflansches parallel zum Trägerflansch angesetzt werden.

(3) Wird der Träger durch Vouten verstärkt, so ist die Tragfähigkeit des Trägerstegs mit Druck nach 6.2.6.2 zu ermitteln.

6.2.6.8 Trägersteg mit Zugbeanspruchung

(1) Bei einer geschraubten Stirnblechverbindung ist die Tragfähigkeit des Trägerstegs bei Zugbeanspruchung wie folgt zu ermitteln:

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0} \quad (6.22)$$

(2) Die effektive Breite $b_{eff,t,wb}$ des Trägerstegs mit Zug ist mit der wirksamen Länge des äquivalenten T-Stummel-Modells für das Stirnblech mit Biegebelastung gleichzusetzen, die nach 6.2.6.5 für eine einzelne Schraubenreihe oder eine Schraubengruppe ermittelt wird.

6.2.6.9 Beton oder Mörtel mit Druckbeanspruchung

(1) Bei der Bestimmung des Bemessungswertes der Beton- oder Mörtelfestigkeit zwischen Fußplatte und Betonfundament sind die Kenngrößen und Abmessungen des Mörtels und des Betons zu berücksichtigen. Das Betonfundament ist nach EN 1992 nachzuweisen.

(2) Der Bemessungswert der Beton- oder Mörtelfestigkeit und der Bemessungswert der Tragfähigkeit $F_{c,pl,Rd}$ der Fußplatte sollte mit Hilfe des äquivalenten T-Stummels nach 6.2.5 ermittelt werden.

6.2.6.10 Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Druck

(1) Die Tragfähigkeit $F_{c,pl,Rd}$ einer Fußplatte mit Biegebelastung infolge Druck sollte zusammen mit dem Betonfundament, auf dem die Fußplatte angeordnet ist, mit Hilfe des äquivalenten T-Stummels nach 6.2.5 ermittelt werden.

6.2.6.11 Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Zug

(1) Die Tragfähigkeit $F_{t,pl,Rd}$ und die Versagensform einer Fußplatte mit Biegebelastung infolge Zug aus der Belastung durch Ankerschrauben kann nach den Regeln in 6.2.6.5 bestimmt werden.

(2) Bei Fußplatten brauchen möglicherweise auftretende Abstützkräfte $\boxed{AC}$ nicht berücksichtigt zu werden bei der Ermittlung der Dicke der Fußplatte. Hebelkräfte sollten bei der Ermittlung der Ankerschrauben berücksichtigt werden. $\boxed{AC}$

6.2.6.12 Ankerschrauben mit Zugbeanspruchung

(1) Ankerschrauben sind für die Schnittgrößen aus den Bemessungslasten auszulegen. Sie sollten Zugkräfte aus abhebenden Auflagerkräften und Biegemomenten übernehmen.

(2) Bei der Berechnung der Zugkräfte in den Ankerschrauben infolge Biegung sind die Hebelarme nicht größer anzusetzen als der Abstand zwischen dem Schwerpunkt der Auflagerfläche auf der Druckseite und dem Schwerpunkt der Ankerschraubengruppe auf der Zugseite.

ANMERKUNG Toleranzen in der Lage der Ankerschrauben können Einfluss haben.

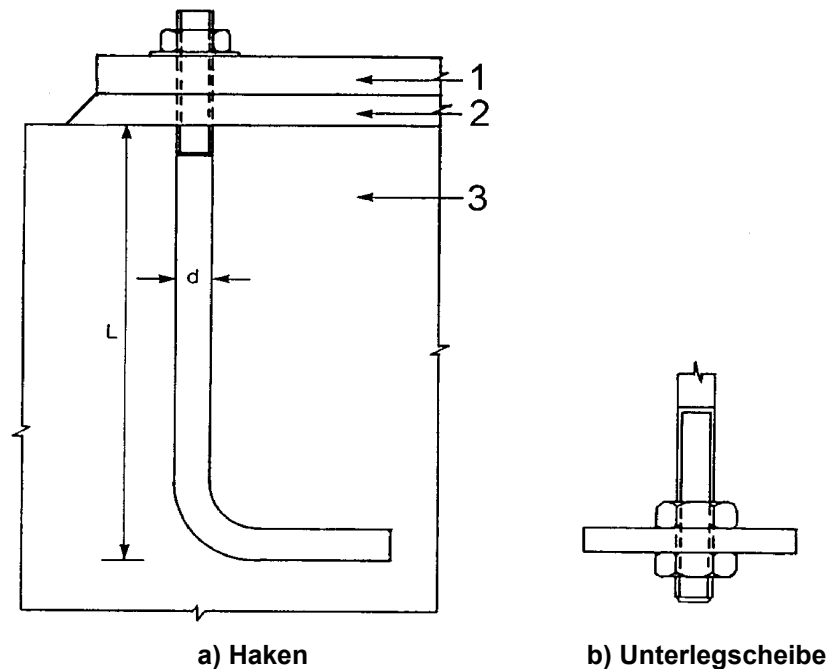
(3) Die Tragfähigkeit der Ankerschrauben ist als kleinster Wert aus der Tragfähigkeit der Ankerschraube nach 3.6 und der Verbundfestigkeit zwischen Beton und Ankerschraube nach EN 1992-1-1 zu bestimmen.

(4) Ankerschrauben können im Fundament wie folgt verankert werden:

- durch Haken, siehe Bild 6.14(a);
- durch Unterlegscheiben, siehe Bild 6.14(b);
- durch andere in den Beton eingelassene Lastverteilungselemente;
- durch andere Verbindungsmittel, die entsprechend getestet und zugelassen sind.

(5) Werden die Schrauben am Ende mit einem Haken versehen, ist die Verankerungslänge so zu wählen, dass Verbundversagen vor dem Fließen der Schraube verhindert wird. Die Verankerungslänge sollte nach EN 1992-1-1 festgelegt werden. Bei dieser Verankerungsform sind Schrauben mit Streckgrenzen f_{yb} größer als 300 N/mm² zu vermeiden.

(6) Werden die Ankerschrauben mit Unterlegscheiben oder anderen Lasteinleitungselementen verwendet, braucht die Verbundwirkung nicht berücksichtigt zu werden. Die gesamte Ankerkraft sollte dann von den Lasteinleitungselementen übertragen werden.



Legende

- 1 Fußplatte
- 2 Mörtelschicht
- 3 Betonfundament

Bild 6.14 — Befestigung von Ankerschrauben

6.2.7 Biegetragfähigkeit von Träger-Stützenanschlüssen und Stößen

6.2.7.1 Allgemeines

- (1) Für den Bemessungswert des einwirkenden Biegemomentes $M_{j,Ed}$ gilt:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.23)$$

- (2) Die Verfahren in 6.2.7 zur Berechnung der Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ eines Anschlusses berücksichtigen keine gleichzeitig wirkenden Normalkräfte N_{Ed} . Sie sollten daher nur verwendet werden, wenn die einwirkende Normalkraft im angeschlossenen Bauteil nicht größer als 5 % der plastischen Beanspruchbarkeit $N_{pl,Rd}$ seines Querschnittes ist.

- (3) Überschreitet die einwirkende Normalkraft N_{Ed} in dem angeschlossenen Bauteil 5 % der plastischen Beanspruchbarkeit $N_{pl,Rd}$, kann die folgende konservative Näherung benutzt werden:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.24)$$

Dabei ist

$M_{j,Rd}$ die Biegetragfähigkeit des Anschlusses ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft;

$N_{j,Rd}$ die Normalkrafttragfähigkeit des Anschlusses ohne gleichzeitig wirkendes Moment.

(4) Die Biegetragfähigkeit eines geschweißten Anschlusses sollte mit den Angaben in Bild 6.15(a) bestimmt werden.

(5) Die Biegetragfähigkeit eines geschraubten Anschlusses mit bündigem Stirnblech und mit nur einer Schraubenreihe mit Zugbeanspruchung (oder nur einer Schraubenreihe, die für Zug in Anspruch genommen wird, siehe 6.2.3(6), sollte nach Bild 6.15(c) bestimmt werden.

(6) Die Biegetragfähigkeit eines geschraubten Anschlusses mit Flanschwinkeln sollte nach Bild 6.15(b) bestimmt werden.

(7) Die Biegetragfähigkeit eines geschraubten Stirnblechanschlusses mit mehr als einer Schraubenreihe, die auf Zug beansprucht wird, wird in der Regel nach 6.2.7.2 bestimmt.

(8) Vereinfachend kann die Biegetragfähigkeit eines Anschlusses mit überstehendem Stirnblech mit nur zwei Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung nach Bild 6.16 bestimmt werden, vorausgesetzt, die Beanspruchbarkeit F_{Rd} ist nicht größer als $3,8F_{t,Rd}$, wobei $F_{t,Rd}$ in Tabelle 6.2 angegeben ist. In diesem Fall kann die gesamte Zugzone des Stirnblechs als eine Grundkomponente betrachtet werden. Liegen die beiden Schraubenreihen etwa im gleichen Abstand zum Trägerflansch, kann dieser Teil des Stirnblechs als ein T-Stummel betrachtet werden, um die Kraft $F_{1,Rd}$ der Schraubenreihe zu bestimmen. Der Wert für $F_{2,Rd}$ kann dann mit $F_{1,Rd}$ gleichgesetzt werden, so dass F_{Rd} mit $2F_{1,Rd}$ angenommen werden kann.

(9) Der Druckpunkt sollte im Zentrum des Spannungsbereichs infolge der Druckkräfte liegen. Vereinfachend kann der Druckpunkt wie in Bild 6.15 angenommen werden.

(10) Ein Bauteilstoß oder ein Teil davon, der auf Zug beansprucht wird, muss in der Regel für alle am Stoß einwirkenden Momente und Kräfte bemessen werden.

(11) Stöße sind in der Regel so zu konstruieren, dass die verbundenen Bauteile in ihrer Lage gesichert sind. In Kontaktstößen sind in der Regel Reibungskräfte zwischen den Kontaktflächen für die Lagesicherung der verbundenen Bauteile nicht ausreichend.

(12) Die Bauteile sind möglichst so anzuordnen, dass die Schwerpunktsachsen der Stoßlaschen mit den Schwerpunktsachsen der Bauteile übereinstimmen. Bei Exzentrizitäten sind die daraus resultierenden Kräfte zu berücksichtigen.

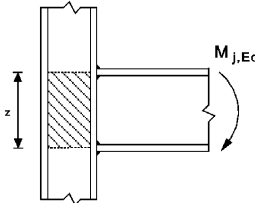
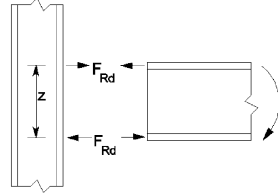
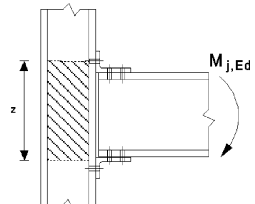
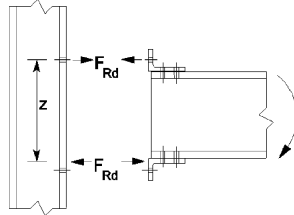
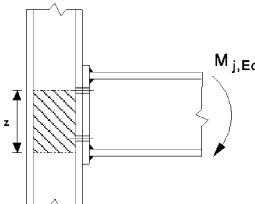
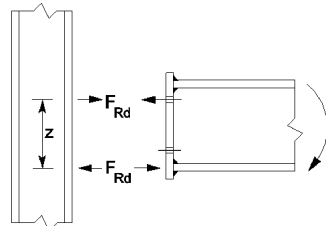
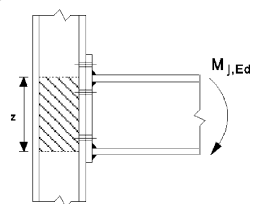
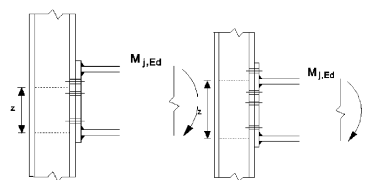
Verbindungsart	Druckpunkt	Hebelarm	Kräfteverteilung
a) Geschweißter Anschluss 	In der Achse der Mittelebene des Druckflansches	$z = h - t_{fb}$ h Höhe des angeschlossenen Trägers t_{fb} Dicke des Trägerflansches	
b) Geschraubter Anschluss mit Flanschwinkeln 	In der Achse der Mittelebene des anliegenden Winkel-Schenkels am Druckflansch	Abstand zwischen dem Druckpunkt und der Schraubenreihe unter Zug	
c) Geschraubter Anschluss mit Stirnblech mit nur einer Schraubenreihe mit Zugbeanspruchung 	In der Achse der Mittelebene des Druckflansches	Abstand zwischen dem Druckpunkt und der Schraubenreihe unter Zug	
d) Geschraubter Anschluss mit überstehendem Stirnblech mit nur zwei Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung 	In der Achse der Mittelebene des Druckflansches	Auf der sicheren Seite liegend, Abstand zwischen dem Druckpunkt und dem Schwerpunkt der beiden Schraubenreihen	
e) Andere geschraubte Stirnblechanlüsse mit zwei oder mehr Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung 	In der Achse der Mittelebene des Druckflansches	Als Näherungswert, Abstand zwischen dem Druckpunkt und dem Schwerpunkt der beiden äußersten auf Zug belasteten Schraubenreihen	Ein genauerer Wert für den Hebelarm z kann als z_{eq} nach 6.3.3.1 bestimmt werden.

Bild 6.15 — Druckpunkt, Hebelarm z und Kräfteverteilung zur Berechnung der Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$

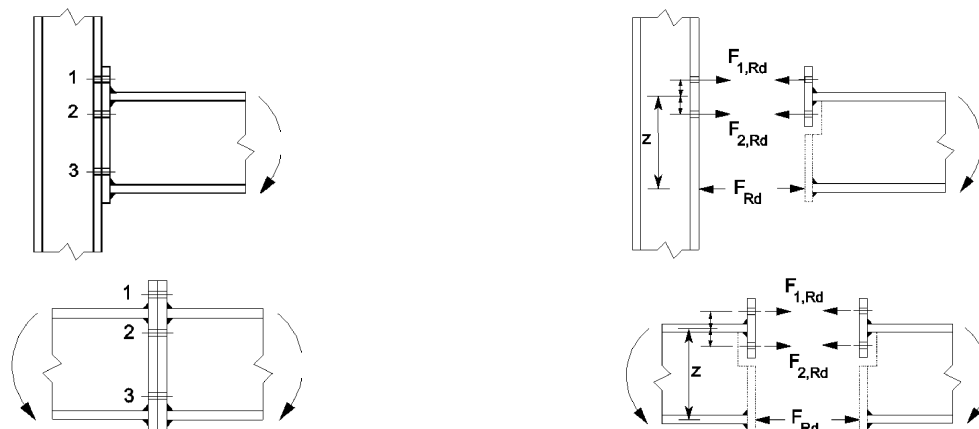


Bild 6.16 — Vereinfachte Berechnung von geschraubten Anschlüssen mit überstehenden Stirnblechen

(13) Wenn für die druckbeanspruchten Bauteile nicht vollständiger Kontakt vorgesehen ist, so sollten Stoßlaschen angeordnet werden, welche die Schnittgrößen am Stoß einschließlich der Momente infolge Exzentrizitäten, Anfangsimperfektionen und Verformungen aus Wirkungen nach Theorie zweiter Ordnung übertragen. Als Mindestmomente am Stoß sollten 25 % der Momententragfähigkeit des schwächeren Querschnitts in beiden Achsen und als Mindestquerkräfte 2,5 % der plastischen Drucktragfähigkeit des schwächeren Querschnitts angesetzt werden.

(14) Wird vollständiger Kontakt der druckbeanspruchten Bauteile vorgesehen, so sind in der Regel die Stoßlaschen für mindestens 25 % der maximalen Druckkraft in der Stütze auszulegen.

(15) Die Ausrichtung druckbelasteter Bauteile sollte durch Decklaschen oder andere Maßnahmen sichergestellt werden. Die Stoßlaschen und deren Verbindungsmittel sollten für Kräfte, die senkrecht zur Bauteilachse nach allen Richtungen auftreten können, ausgelegt sein. Bei der Bemessung von Stößen sind auch die Effekte aus Theorie zweiter Ordnung zu berücksichtigen.

(16) Für Stöße von Biegeträgern gilt Folgendes:

- a) Druckflansche sind wie Druckglieder zu behandeln;
- b) Zugflansche sind wie Zugglieder zu behandeln;
- c) Schubbeanspruchte Teile sind für die gleichzeitige Übertragung folgender Einwirkungen auszulegen:
 - Schubkraft am Stoß,
 - Moment infolge der Exzentrizität der Schwerpunktlage der Gruppe von Verbindungsmitteln an beiden Seiten des Stoßes;
 - Anteil des Biegemoments, der Verformung oder der Rotation des Trägers, der auf die schubbeanspruchten Teile entfällt, unabhängig davon, ob bei der Bemessung des Trägers Spannungsumlagerungen in andere Teile des Trägers vorgenommen wurden oder nicht.

6.2.7.2 Träger-Stützenanschlüsse mit geschraubten Stirnblechverbindungen

(1) Die Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ eines Träger-Stützenanschlusses mit einer geschraubten Stirnblechverbindung darf wie folgt bestimmt werden:

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd} \quad (6.25)$$

Dabei ist

- $F_{tr,Rd}$ die wirksame Tragfähigkeit der Schraubenreihe r auf Zug;
- h_r der Abstand der Schraubenreihe r vom Druckpunkt;
- r die Nummer der Schraubenreihe.

ANMERKUNG Bei einer geschraubten Anschluss mit mehr als einer Schraubenreihe mit Zugbeanspruchung erfolgt die Nummerierung der Schraubenreihen ausgehend von der Schraubenreihe, die am weitesten entfernt vom Druckpunkt liegt.

(2) Bei geschraubten Stirnblechverbindungen sollte der Druckpunkt in der Mittelachse des Druckflansches des angeschlossenen Bauteiles angenommen werden.

(3) Die Bestimmung der wirksamen Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der einzelnen Schraubenreihen sollte Schritt für Schritt erfolgen, angefangen mit Schraubenreihe 1 (der Schraubenreihe, die am weitesten vom Druckpunkt entfernt ist), dann Schraubenreihe 2 usw.

(4) Bei der Bestimmung von der wirksamen Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der Schraubenreihe r sollten alle anderen Schraubenreihen, die näher zum Druckpunkt liegen, unberücksichtigt bleiben.

(5) Die wirksame Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der Schraubenreihe r sollte aus der Tragfähigkeit $F_{t,Rd}$ einer einzelnen Schraubenreihe nach 6.2.7.2(6) bestimmt werden, wobei erforderlichenfalls noch Reduktionen nach 6.2.7.2(7), 6.2.7.2(8) und 6.2.7.2(9) vorzunehmen sind.

(6) Die wirksame Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der Schraubenreihe r , die als Tragfähigkeit einzelner Schraubenreihen bestimmt wird, ist als Minimum der Tragfähigkeiten einzelner Schraubenreihen für folgende Grundkomponenten zu berechnen:

- Stützensteg mit Zugbeanspruchung $F_{t,wc,Rd}$, siehe 6.2.6.3;
- Stützenflansch mit Biegebeanspruchung $F_{t,fc,Rd}$, siehe 6.2.6.4;
- Stirnblech mit Biegebeanspruchung $F_{t,ep,Rd}$, siehe 6.2.6.5;
- Trägersteg mit Zugbeanspruchung $F_{t,wb,Rd}$, siehe 6.2.6.8.

(7) Die AC gestrichener Text AC ermittelte wirksame Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der Schraubenreihe r ist gegebenenfalls weiterhin zu reduzieren, damit für die gesamte Tragfähigkeit $F_{t,Rd}$ bei Berücksichtigung aller Schraubenreihen einschließlich der Schraubenreihe r folgende Bedingungen erfüllt sind:

- $\Sigma F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$ mit β nach 5.3 (7), siehe 6.2.6.1;
- $\Sigma F_{t,Rd}$ ist nicht größer als der kleinste der folgenden Werte:
 - die Tragfähigkeit des Stützensteges für Druckbelastung $F_{c,wc,Rd}$, siehe 6.2.6.2;
 - die Tragfähigkeit des Trägerflansches und -steges für Druckbelastung $F_{c,fb,Rd}$, siehe 6.2.6.7.

(8) Die AC gestrichener Text AC ermittelte wirksame Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ der Schraubenreihe r ist gegebenenfalls weiterhin zu reduzieren, damit die Summe der Tragfähigkeiten aller Schraubenreihen einschließlich der Schraubenreihe r , die Teil einer Gruppe von Schraubenreihen sind, nicht die Tragfähigkeit dieser Gruppe als Ganzes überschreitet. Dies ist für folgende Grundkomponenten zu überprüfen:

- Stützensteg mit Zugbeanspruchung $F_{t,wc,Rd}$, siehe 6.2.6.3;

- Stützenflansch mit Biegebeanspruchung $F_{t,fc,Rd}$, siehe 6.2.6.4;
- Stirnblech mit Biegebeanspruchung $F_{t,ep,Rd}$, siehe 6.2.6.5;
- Trägersteg mit Zugbeanspruchung $F_{t,wb,Rd}$, siehe 6.2.6.8.

(9) Wird die wirksame Tragfähigkeit $F_{tx,Rd}$ einer der zuerst berechneten Schraubenreihen x größer als $1,9 F_{t,Rd}$, dann ist die wirksame Tragfähigkeit $F_{tr,Rd}$ für die Schraubenreihe r zu reduzieren, um folgender Bedingung zu genügen:

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} h_r / h_x \quad (6.26)$$

Dabei ist

- h_x der Abstand der Schraubenreihe x zum Druckpunkt;
- x die Schraubenreihe, die am weitesten vom Druckpunkt entfernt liegt und deren Beanspruchbarkeit größer als $1,9 F_{t,Rd}$ ist.

ANMERKUNG Im Nationalen Anhang können weitere Hinweise zur Anwendung der Gleichung (6.26) enthalten sein.

(10) Das Verfahren in 6.2.7.2(1) bis 6.2.7.2(9) kann auch für die Berechnung eines geschraubten Trägerstoßes mit angeschweißten Stirnblechen, siehe Bild 6.17, verwendet werden, wenn die Komponenten, welche die Stütze betreffen, außer Betracht gelassen werden.

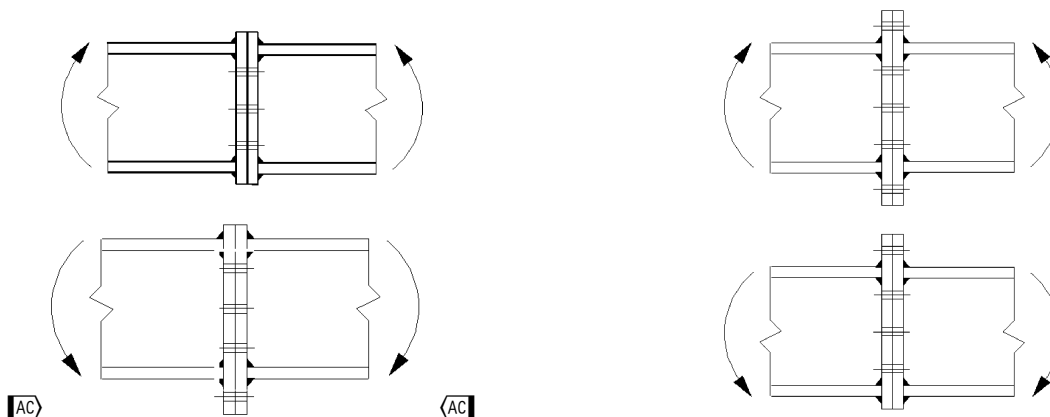


Bild 6.17 — Geschraubte Trägerstöße mit geschweißten Stirnblechen

6.2.8 Tragfähigkeit von Stützenfüßen mit Fußplatten

6.2.8.1 Allgemeines

(1) Stützenfüße sind in der Regel mit ausreichender Größe, Steifigkeit und Festigkeit auszuführen, um die Schnittkräfte aus den Stützen in die Fundamente oder andere Lager ohne Überschreitung der Beanspruchbarkeiten zu übertragen.

(2) Die Tragfähigkeit der Fußplatte auf dem Auflager kann mit der Annahme einer gleichmäßigen Druckverteilung über die Druckfläche ermittelt werden. Bei Betonfundamenten sollte die Lagerpressung nicht die Beton- oder Mörtelfestigkeit f_{jd} nach 6.2.5(7) überschreiten.

(3) Bei Stützenfüßen mit kombinierter Beanspruchung aus einwirkender Normalkraft und Biegemoment kann in Abhängigkeit von der relativen Größe von Normalkraft und Biegemoment die folgende Verteilung der Kräfte zwischen Fußplatte und dem Fundament angenommen werden:

- Bei vorherrschender Druckkraft kann unter beiden Stützenflanschen voller Anpressdruck auftreten, siehe Bild 6.18(a).
 - Bei vorherrschender Zugkraft kann an beiden Stützenflanschen volle Zugspannung auftreten, siehe Bild 6.18(b).
 - Bei vorherrschendem Biegemoment kann unter dem einen Stützenflansch Druck und an dem anderen Zug auftreten, siehe Bild 6.18(c) und Bild 6.18(d).
- (4) Die Bemessung von Fußplatten ist in der Regel nach 6.2.8.2 und 6.2.8.3 durchzuführen.
- (5) Für die Aufnahme der Schubkräfte zwischen Fußplatte und Fundament sollte eine der folgenden Möglichkeiten verwendet werden:
- AC Reibungswiderstand zwischen Fußplatte und Fundament zusammen mit der Schubtragfähigkeit der Ankerschrauben; AC
 - Schubtragfähigkeit der das Fundament umgebenden Teile.

Wenn zur Aufnahme der Schubkräfte zwischen Fußplatte und Fundament Ankerschrauben verwendet werden, sollte auch die lokale Lochleibungsfestigkeit des Betons nach EN 1992 untersucht werden.

Sind die vorgenannten Möglichkeiten nicht ausreichend, so sollten zur Kraftübertragung der Schubkräfte zwischen Fußplatte und Fundament spezielle Dübel verwendet werden, z. B. Blockanker oder Bolzendübel.

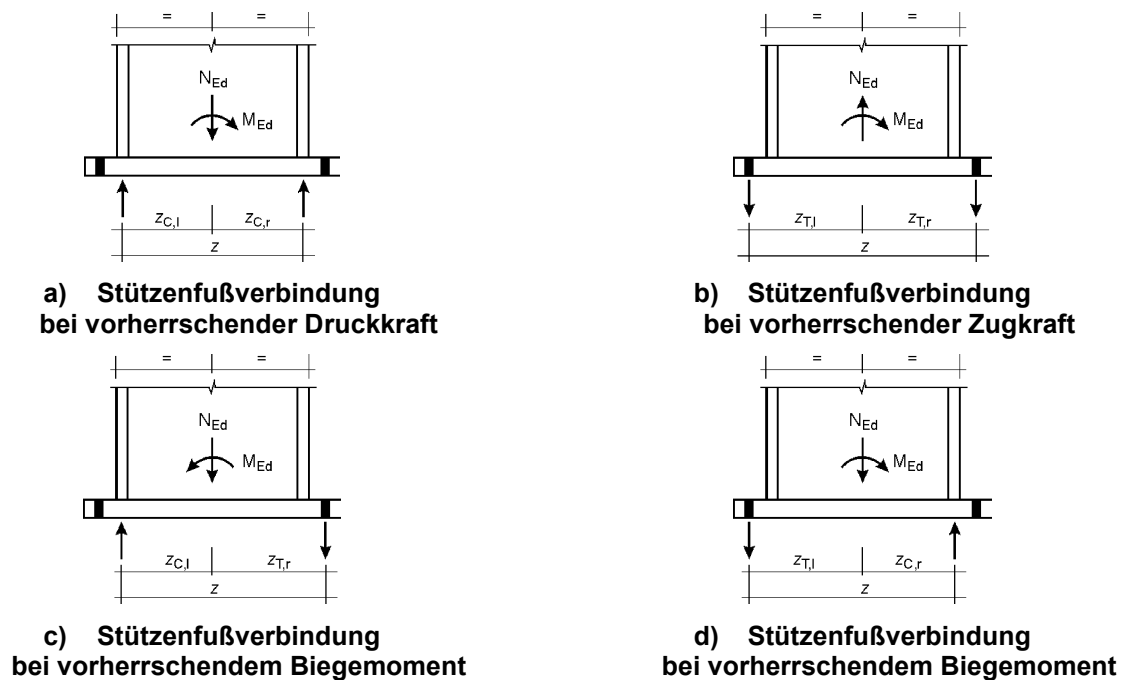
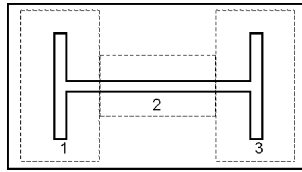


Bild 6.18 — Bestimmung des Hebelarms z bei Stützenfußverbindungen

6.2.8.2 Stützenfußverbindung unter reiner Normalkraftbeanspruchung

(1) Die Tragfähigkeit $N_{j,Rd}$ einer symmetrischen Stützenfußplatte unter zentrisch einwirkender Druckkraft kann durch Addition der Einzeltragfähigkeiten $F_{C,Rd}$ der drei T-Stummel nach Bild 6.19 bestimmt werden (zwei T-Stummel unter den Stützenflanschen und ein T-Stummel unter dem Stützensteg). Die drei T-Stummel dürfen nicht überlappen, siehe Bild 6.19. Die Einzeltragfähigkeiten der jeweiligen T-Stummel sind nach 6.2.5 zu berechnen.



Legende

- 1 T-Stummel 1
- 2 T-Stummel 2
- 3 T-Stummel 3

Bild 6.19 — Nicht überlappende T-Stummel

6.2.8.3 Stützenfußverbindung mit Normalkraft- und Biegebeanspruchung

(1) Die Biegetragfähigkeit $M_{f,Rd}$ eines Stützenfußes für eine kombinierte Beanspruchung aus Normalkraft und Biegemoment sollte nach Tabelle 6.7 ermittelt werden. Bei der Ermittlung der Tragfähigkeit wird der Anteil des Betondrucks unmittelbar unter dem Stützensteg (T-Stummel 2 in Bild 6.19) vernachlässigt. Bei dem Verfahren werden folgende Parameter benutzt:

- $F_{T,l,Rd}$ Tragfähigkeit auf Zug auf der linken Seite der Verbindung, siehe 6.2.8.3(2);
- $F_{T,r,Rd}$ Tragfähigkeit auf Zug auf der rechten Seite der Verbindung, siehe 6.2.8.3(3);
- $F_{C,l,Rd}$ Tragfähigkeit auf Druck auf der linken Seite der Verbindung, siehe 6.2.8.3(4);
- $F_{C,r,Rd}$ Tragfähigkeit auf Druck auf der rechten Seite der Verbindung, siehe 6.2.8.3(5);

(2) Als Tragfähigkeit $F_{T,l,Rd}$ auf Zug auf der linken Seite der Verbindung sollte der kleinste Wert folgender Tragfähigkeiten der Grundkomponenten angesetzt werden:

- Stützensteg mit Zugbeanspruchung unter dem linken Stützenflansch $F_{t,wc,Rd}$, siehe 6.2.6.3;
- Fußplatte mit Biegebeanspruchung unter dem linken Stützenflansch $F_{t,pl,Rd}$, siehe 6.2.6.11.

(3) Als Tragfähigkeit $F_{T,r,Rd}$ auf Zug auf der rechten Seite der Verbindung sollte der kleinste Wert folgender Tragfähigkeiten der Grundkomponenten angesetzt werden:

- Stützensteg mit Zugbeanspruchung unter dem rechten Stützenflansch $F_{t,wc,Rd}$, siehe 6.2.6.3;
- Fußplatte mit Biegebeanspruchung unter dem rechten Stützenflansch $F_{t,pl,Rd}$, siehe 6.2.6.11.

(4) Als Tragfähigkeit $F_{C,l,Rd}$ auf Druck auf der linken Seite der Verbindung sollte der kleinste Wert folgender Tragfähigkeiten der Grundkomponenten angesetzt werden:

- Beton mit Druckbeanspruchung unter dem linken Stützenflansch $F_{c,pl,Rd}$, siehe 6.2.6.9;
- Linker Stützenflansch und Stützensteg mit Druckbeanspruchung $F_{c,fc,Rd}$, siehe 6.2.6.7.

(5) Als Tragfähigkeit $F_{C,r,Rd}$ auf Druck auf der rechten Seite der Verbindung sollte der kleinste Wert folgender Tragfähigkeiten der Grundkomponenten angesetzt werden:

- Beton mit Druckbeanspruchung unter dem rechten Stützenflansch $F_{c,pl,Rd}$, siehe 6.2.6.9;

— Rechter Stützenflansch und Stützensteg mit Druckbeanspruchung $F_{c,fc,Rd}$, siehe 6.2.6.7.

(6) Zur Berechnung von $z_{T,l}$, $z_{C,l}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$ siehe 6.2.8.1.

Tabelle 6.7 — Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ von Stützenfüßen

Belastung	Hebelarm z	Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$	
Linke Seite mit Zugbeanspruchung Rechte Seite mit Druckbeanspruchung	$\langle AC \rangle \ z = z_{T,l} + z_{C,r} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} > 0$ und $e > \langle AC \rangle \ z_{T,l} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} \leq 0$ und $e \leq -z_{C,r}$
		kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{F_{T,l,Rd} \ z}{z_{C,r}/e+1}$ und $\frac{-F_{C,r,Rd} \ z}{z_{T,l}/e-1} \langle AC \rangle$	
Linke Seite mit Zugbeanspruchung Rechte Seite mit Zugbeanspruchung	$\langle AC \rangle \ z = z_{T,l} + z_{T,r} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} > 0$ und $0 < e < \langle AC \rangle \ z_{T,l} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} > 0$ und $-z_{T,r} < e \leq 0$
		kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{F_{T,l,Rd} \ z}{z_{T,r}/e+1}$ und $\frac{F_{T,r,Rd} \ z}{z_{T,l}/e-1} \langle AC \rangle$	kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{F_{T,l,Rd} \ z}{z_{T,r}/e+1}$ und $\frac{F_{T,l,Rd} \ z}{z_{T,l}/e-1} \langle AC \rangle$
Linke Seite mit Druckbeanspruchung Rechte Seite mit Zugbeanspruchung	$\langle AC \rangle \ z = z_{C,l} + z_{T,r} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} > 0$ und $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $e > \langle AC \rangle \ z_{C,l} \langle AC \rangle$
		kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{-F_{C,l,Rd} \ z}{z_{T,r}/e+1} \langle AC \rangle$ und $\langle AC \rangle \ \frac{F_{T,r,Rd} \ z}{z_{C,l}/e-1} \langle AC \rangle$	
Linke Seite mit Druckbeanspruchung Rechte Seite mit Druckbeanspruchung	$\langle AC \rangle \ z = z_{C,l} + z_{C,r} \langle AC \rangle$	$N_{Ed} \leq 0$ und $0 < e < z_{C,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $-z_{C,r} < e \leq 0$
		kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{-F_{C,l,Rd} \ z}{z_{C,r}/e+1} \langle AC \rangle$ und $\langle AC \rangle \ \frac{-F_{C,r,Rd} \ z}{z_{C,l}/e-1} \langle AC \rangle$	kleinster Wert von $\langle AC \rangle \ \frac{-F_{C,l,Rd} \ z}{z_{C,r}/e+1} \langle AC \rangle$ und $\langle AC \rangle \ \frac{-F_{C,r,Rd} \ z}{z_{C,l}/e-1} \langle AC \rangle$
Positive Momente $M_{Ed} > 0$ im Uhrzeigersinn, positive Kräfte $N_{Ed} > 0$: Zug			
$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

6.3 Rotationssteifigkeit

6.3.1 Grundmodell

(1) Die Rotationssteifigkeit eines Anschlusses ist in der Regel anhand der Verformbarkeiten der einzelnen Grundkomponenten, welche jeweils mit ihren elastischen Steifigkeitskoeffizienten k_i nach 6.3.2 gekennzeichnet werden, zu berechnen.

ANMERKUNG Die elastischen Steifigkeitskoeffizienten gelten allgemein.

(2) Bei geschraubten Stirnblechanschlüssen mit zwei oder mehr auf Zug belasteten Schraubenreihen sollten die Steifigkeitskoeffizienten k_i der jeweiligen Grundkomponenten zusammengefasst werden. Für Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße wird ein Verfahren in 6.3.3 und für Stützenfüße in 6.3.4 angegeben.

(3) Bei einer geschraubten Stirnblechanschlüssen mit zwei oder mehr auf Zug belasteten Schraubenreihen können vereinfachend Schraubenreihen vernachlässigt werden, wenn alle anderen Schraubenreihen, die näher zum Druckpunkt liegen, ebenfalls vernachlässigt werden. Die Anzahl der verbleibenden Schraubenreihen muss nicht gleich der Anzahl Schraubenreihen sein, die zur Berechnung der Biegetragfähigkeit verwendet wird.

(4) Wenn die Normalkraft N_{Ed} im angeschlossenen Träger nicht mehr als 5 % der plastischen Beanspruchbarkeit $N_{pL,Rd}$ des Querschnitts beträgt, kann die Rotationssteifigkeit S_j eines Träger-Stützenanschlusses oder Trägerstoßes ausreichend genau für ein Moment $M_{j,Ed}$, das kleiner als die Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ des Anschlusses ist, nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}} \quad (6.27)$$

Dabei ist

k_i der Steifigkeitskoeffizient für die Grundkomponente i ;

z der Hebelarm, siehe 6.2.7;

μ das Steifigkeitsverhältnis $S_{j,ini}/S_j$, siehe 6.3.1(6).

ANMERKUNG Die Gleichung (6.27) stellt für $\mu = 1,0$ die Anfangsrotationssteifigkeit $S_{j,ini}$ des Anschlusses dar.

(5) Die Rotationssteifigkeit S_j eines Stützenfußes kann ausreichend genau nach 6.3.4 für ein Moment $M_{j,Ed}$, das kleiner als die Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ des Anschlusses ist, bestimmt werden.

(6) Das Steifigkeitsverhältnis μ ist in der Regel wie folgt zu bestimmen:

— wenn $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$:

$$\mu = 1 \quad (6.28a)$$

— wenn $2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$:

$$\mu = (1,5 M_{j,Ed} / M_{j,Rd})^\Psi \quad (6.28b)$$

Dabei kann der Beiwert ψ nach Tabelle 6.8 bestimmt werden.

Tabelle 6.8 — Werte für den Beiwert ψ

Typ der Verbindung	ψ
Geschweißt	2,7
Geschraubtes Stirnblech	2,7
Geschraubte Flanschwinkel	3,1
Fußplattenverbindungen	2,7

(7) Die bei der Berechnung der Steifigkeiten von geschweißten Träger-Stützenanschlüssen und bei Anschlüssen mit geschraubten Flanschwinkeln zu berücksichtigenden Grundkomponenten sind in Tabelle 6.9 angegeben. Die Grundkomponenten von geschraubten Stirnblechverbindungen und von Fußplatten sind der Tabelle 6.10 zu entnehmen. Die in diesen beiden Tabellen genannten Steifigkeitskoeffizienten k_i der Grundkomponenten sind in Tabelle 6.11 angegeben.

(8) Bei Träger-Stützenanschlüssen mit Stirnblechen sollte die Anschlusssteifigkeit wie folgt bestimmt werden: Der äquivalente Steifigkeitskoeffizient k_{eq} und der äquivalente Hebelarm z_{eq} des Anschlusses ist nach 6.3.3 zu ermitteln. Die Steifigkeit des Anschlusses sollte dann mit den Steifigkeitskoeffizienten k_{eq} (für die Verbindung) und k_1 (für den Stützensteg mit Schubbeanspruchung) und mit dem Hebelarm $z = z_{eq}$ (gleich dem äquivalenten Hebelarm des Anschlusses) nach 6.3.1(4) berechnet werden.

Tabelle 6.9 — Anschlüsse mit geschweißten Verbindungen oder geschraubten Flanschwinkelverbindungen

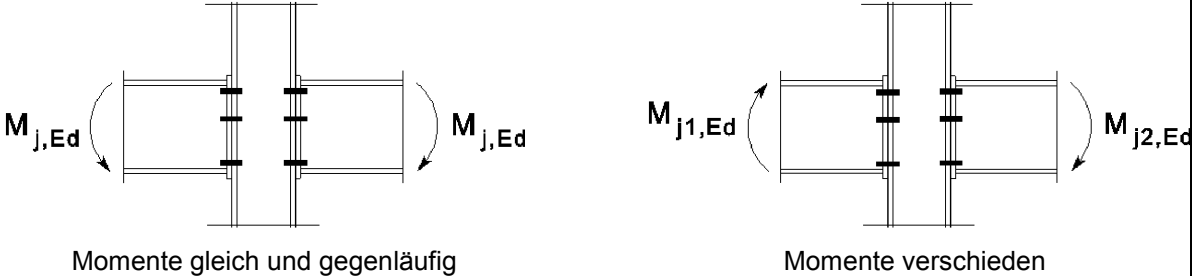
Träger-Stützenanschluss mit geschweißten Verbindungen	Zu berücksichtigende Steifigkeitskoeffizienten k_i
Einseitig	$k_1; k_2; k_3$
Zweiseitig — Momente gleich und gegenläufig	$k_2; k_3$
Zweiseitig — Momente verschieden	$k_1; k_2; k_3$
Träger-Stützenanschluss mit geschraubten Flanschwinkelverbindungen	Zu berücksichtigende Steifigkeitskoeffizienten k_i
Einseitig	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^a; k_{12}^b$
Zweiseitig — Momente gleich und gegenläufig	$k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^a; k_{12}^b$
Zweiseitig — Momente verschieden	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^a; k_{12}^b$
 Momente gleich und gegenläufig Momente verschieden	
a Zwei Koeffizienten k_{11}, jeweils für jeden Flansch; b Vier Koeffizienten k_{12}, jeweils für jeden Flansch und für jeden Winkel	

Tabelle 6.10 — Anschlüsse mit geschraubten Stirnblechverbindungen und Fußplattenverbindungen

Träger-Stützenanschluss mit geschraubten Stirnblechverbindungen	Anzahl der Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung	Zu berücksichtigende Steifigkeitskoeffizienten k_i
Einseitig	Eine	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Zwei oder mehr	$k_1; k_2; k_{eq}$
Zweiseitig — Momente gleich und gegenläufig	Eine	$k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Zwei oder mehr	$k_2; k_{eq}$
Zweiseitig — Momente verschieden	Eine	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Zwei oder mehr	$k_1; k_2; k_{eq}$
Träger-Stoß mit geschraubten Stirnblechverbindungen		
Zweiseitig — Momente gleich und gegenläufig	Eine	k_5 [links]; k_5 [rechts]; k_{10}
	Zwei oder mehr	k_{eq}
Fußplattenverbindungen		
Fußplattenverbindungen	Eine	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$
	Zwei oder mehr	$k_{13}; k_{15}$ und k_{16} für jede Schraubenreihe

6.3.2 Steifigkeitskoeffizienten für die Grundkomponenten eines Anschlusses

(1) Die Steifigkeitskoeffizienten für die Grundkomponenten eines Anschlusses sind Tabelle 6.11 zu entnehmen.

Tabelle 6.11 — Steifigkeitskoeffizienten für Grundkomponenten

Komponente	Steifigkeitskoeffizient k_i	
Stützenstegfeld mit Schubbeanspruchung	Nicht ausgesteift, einseitiger Anschluss, oder zweiseitiger Anschluss mit etwa gleich hohen Trägern	Ausgesteift
	$k_1 = \frac{0,38 A_{vc}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	z Hebelarm nach Bild 6.15; β Übertragungsparameter nach 5.3 (7).	
Stützensteg mit Querdruckbeanspruchung	Nicht ausgesteift	Ausgesteift
	$k_2 = \frac{0,7 b_{\text{eff,c,wc}} t_{\text{wc}}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
	$b_{\text{eff,c,wc}}$ effektive Breite des Stützenstegs bei Druckbeanspruchung nach 6.2.6.2.	
Stützensteg mit Querkzugbeanspruchung	Ausgesteifte oder nicht ausgesteifte geschraubte Verbindung mit einer Schraubenreihe mit Zug oder nicht ausgesteifte geschweißte Verbindung	Ausgesteifte geschweißte Verbindung
	$k_3 = \frac{0,7 b_{\text{eff,t,wc}} t_{\text{wc}}}{d_c}$	$k_3 = \infty$
	$b_{\text{eff,t,wc}}$ effektive Breite des Stützensteges mit Zugbeanspruchung nach 6.2.6.3. Für einen Anschluss mit einer Schraubenreihe mit Zug sollte $b_{\text{eff,t,wc}}$ der kleinsten der wirksamen Länge ℓ_{eff} (einzeln oder als Teil einer Schraubenreihengruppe) entsprechen, die sich für diese Schraubenreihe nach Tabelle 6.4 (für einen nicht ausgesteiften Stützenflansch) oder Tabelle 6.5 (für einen ausgesteiften Stützenflansch) ergeben.	
Stützenflansch mit Biegebeanspruchung (für eine Schraubenreihe mit Zug)	$k_4 = \frac{0,9 \ell_{\text{eff}} t_{\text{fc}}^3}{m^3}$ ℓ_{eff} kleinste der wirksamen Längen (einzeln oder als Teil einer Schraubenreihengruppe), die sich für diese Schraubenreihe nach Tabelle 6.4 (für einen nicht ausgesteiften Stützenflansch) oder Tabelle 6.5 (für einen ausgesteiften Stützenflansch) ergeben; m wie in Bild 6.8 definiert.	
Stirnblech mit Biegebeanspruchung (für eine Schraubenreihe mit Zug)	$k_5 = \frac{0,9 \ell_{\text{eff}} t_p^3}{m^3}$ ℓ_{eff} kleinste der wirksamen Längen (einzeln oder als Teil einer Schraubenreihengruppe), die sich für diese Schraubenreihe nach Tabelle 6.6 ergeben; m wie allgemein in Bild 6.11 definiert, jedoch gilt für eine Schraubenreihe im überstehenden Teil eines Stirnblechs $m = m_x$, wobei m_x in Bild 6.10 definiert ist.	

Tabelle 6.11 (fortgesetzt)

Komponente	Steifigkeitskoeffizient k_i	
Flanschwinkel mit Biegebeanspruchung	$k_6 = \frac{0,9 \ell_{\text{eff}} t_a^3}{m^3}$ ℓ_{eff} wirksame Länge des Flanschwinkels nach Bild 6.12; m wie in Bild 6.13 definiert.	
Schrauben mit Zugbeanspruchung (für eine Schraubenreihe)	$k_{10} = 1,6 A_s / L_b$ Vorgespannt oder nicht vorgespannt L_b Dehnlänge der Schraube, die sich aus der gesamten Klemmlänge (Gesamtdicke des Materials und der Unterlegscheiben) plus der halben Kopfhöhe und der halben Mutternhöhe ergibt.	
Schrauben mit Abscherbeanspruchung	Nicht vorgespannt	Vorgespannt ^a
	$k_{11} \text{ (oder } k_{17}) = \frac{16 n_b d^2 f_{ub}}{E d_{M16}}$	$k_{11} = \infty$
	d_{M16} Nenndurchmesser einer Schraube M16; n_b Anzahl der Schraubenreihen mit Schub.	
Schrauben mit Lochleibungsbeanspruchung (für jede Komponente j, an der die Schrauben mit Lochleibung wirken)	Nicht vorgespannt	Vorgespannt ^a
	$k_{12} \text{ (oder } k_{18}) = \frac{24 n_b k_b k_t d f_u}{E}$	$k_{12} = \infty$
	$k_b = k_{b1}$ jedoch $k_b \leq k_{b2}$ $k_{b1} = 0,25 e_b / d + 0,5$ jedoch $k_{b1} \leq 1,25$ $k_{b2} = 0,25 p_b / d + 0,375$ jedoch $k_{b2} \leq 1,25$ $k_t = 1,5 t_j / d_{M16}$ jedoch $k_t \leq 2,5$	e_b Randabstand der Schraubenreihe in Kraftrichtung; f_u Zugfestigkeit des Stahls, der auf Lochleibung beansprucht wird; p_b Abstand der Schraubenreihen in Kraftrichtung; t_j Blechdicke dieser Komponente.
Beton mit Druckbeanspruchung (einschließlich Mörtel)	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{\text{eff}} \ell_{\text{eff}}}}{1,275 E}$ b_{eff} wirksame Breite des T-Stummelflansches, siehe 6.2.5(3); ℓ_{eff} wirksame Länge des T-Stummelflansches, siehe 6.2.5(3).	
Blech mit Biegebeanspruchung infolge Druck	$k_{14} = \infty$ Dieser Koeffizient wird bereits bei der Berechnung des Steifigkeitskoeffizienten k_{13} berücksichtigt.	
Fußplatte mit Biegebeanspruchung infolge Zug (für eine Schraubenreihe mit Zug)	Mit Abstützkräften ^b	Ohne Abstützkräfte ^b
	$k_{15} = \frac{0,85 \ell_{\text{eff}} t_p^3}{m^3}$	$k_{15} = \frac{0,425 \ell_{\text{eff}} t_p^3}{m^3}$
	ℓ_{eff} wirksame Länge des T-Stummelflansches, siehe 6.2.5(3); t_p Dicke der Fußplatte; m Abstand nach Bild 6.8.	

Tabelle 6.11 (fortgesetzt)

Komponente	Steifigkeitskoeffizient k_i	
Ankerschrauben mit Zugbeanspruchung	Mit Abstützkräften ^b	Ohne Abstützkräfte ^b
	$k_{16} = 1,6A_s/L_b$	$k_{16} = 2,0A_s/L_b$
	L_b Dehnlänge der Ankerschraube, die sich aus der Summe aus dem 8fachen Schraubendurchmesser, den Dicken der Mörtelschicht, der Fußplatte, der Unterlegscheiben und der halben Mutternhöhe ergibt.	
ANMERKUNG 1 Bei der Berechnung von b_{eff} und l_{eff} entspricht der Abstand c der 1,25fachen Fußplattendicke.		
ANMERKUNG 2 Verstärkungsbleche an den Stützenflanschen haben keinen Einfluss auf die Rotationssteifigkeit S_j des Anschlusses.		
ANMERKUNG 3 Für Schweißnähte (k_{19}) darf unendlich große Steifigkeit angenommen werden. Diese Komponente braucht daher bei der Berechnung der Rotationssteifigkeit S_j nicht berücksichtigt zu werden.		
ANMERKUNG 4 Für einen Trägerflansch und -steg mit Druck (k_7), einen Trägersteg mit Zug (k_8), Bleche mit Zug oder Druck (k_9) oder für Vouten (k_{20}) darf der Steifigkeitskoeffizient als unendlich groß angenommen werden. Diese Komponenten brauchen bei der Berechnung der Rotationssteifigkeit S_j nicht berücksichtigt zu werden.		
ANMERKUNG 5 Wenn mit zusätzlichen Stegblechen verstärkt wird, sollten die Steifigkeitskoeffizienten für die entsprechenden Grundkomponenten des Anschlusses k_1 bis k_3 wie folgt vergrößert werden:		
— k_1 für das Stützenstegfeld mit Schubbeanspruchung sollte mit der vergrößerten Schubfläche A_{vc} nach 6.2.6.1(6) berechnet werden;		
— k_2 für den Stützensteg mit Druckbeanspruchung sollte mit der wirksamen Stegdicke nach 6.2.6.2(6) berechnet werden;		
— k_3 für den Stützensteg mit Zugbeanspruchung sollte mit der wirksamen Stegdicke nach 6.2.6.3(8) berechnet werden.		
^a Vorausgesetzt, die Schrauben sind so bemessen, dass bei dem relevanten Lastniveau kein Gleiten auftritt und die Schrauben nicht auf Lochleibung wirken.		
^b Abstützkräfte können auftreten, wenn $L_b \leq \frac{8,8m^3 A_s}{l_{\text{eff}} t^3}$		

6.3.3 Stirnblechanschlüsse mit zwei oder mehr Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung

6.3.3.1 Allgemeines Verfahren

(1) Bei Stirnblechanschlüssen mit zwei oder mehr Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung ist für alle Grundkomponenten für diese Schraubenreihen der äquivalente Steifigkeitskoeffizient k_{eq} in der Regel wie folgt zu ermitteln:

$$k_{\text{eq}} = \frac{\sum_r k_{\text{eff},r} h_r}{z_{\text{eq}}} \quad (6.29)$$

Dabei ist

h_r der Abstand der Schraubenreihe r vom Druckpunkt;

$k_{\text{eff},r}$ der effektive Steifigkeitskoeffizient für die Schraubenreihe r unter Berücksichtigung der Steifigkeitskoeffizienten k_i für die Grundkomponenten, die in 6.3.3.1(4) oder 6.3.3.1(5) angegeben sind;

z_{eq} der äquivalente Hebelarm, siehe 6.3.3.1(3).

(2) Der effektive Steifigkeitskoeffizient $k_{\text{eff},r}$ für die Schraubenreihe r wird in der Regel wie folgt bestimmt:

$$k_{\text{eff},r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad (6.30)$$

Dabei ist

$k_{i,r}$ der Steifigkeitskoeffizient der Komponente i bezogen auf die Schraubenreihe r .

(3) Der äquivalente Hebelarm z_{eq} ist wie folgt zu bestimmen:

$$z_{\text{eq}} = \frac{\sum_r k_{\text{eff},r} h_r^2}{\sum_r k_{\text{eff},r} h_r} \quad (6.31)$$

(4) Bei einem Träger-Stützenanschluss mit Stirnblechverbindung wird in der Regel der äquivalente Steifigkeitskoeffizient k_{eq} aus den Steifigkeitskoeffizienten k_i folgender Komponenten bestimmt:

- Stützensteg mit Zugbeanspruchung (k_3);
- Stützenflansch mit Biegebeanspruchung (k_4);
- Stirnblech mit Biegebeanspruchung (k_5);
- Schrauben mit Zugbeanspruchung (k_{10}).

(5) Bei einem Trägerstoß mit geschraubten Stirnblechen wird in der Regel der äquivalente Steifigkeitskoeffizient k_{eq} aus den Steifigkeitskoeffizienten k_i folgender Komponenten bestimmt:

- Stirnblech mit Biegebeanspruchung (k_5);
- Schrauben mit Zugbeanspruchung (k_{10}).

6.3.3.2 Vereinfachtes Verfahren für überstehende Stirnbleche mit zwei Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung

(1) Bei überstehenden Stirnblechverbindungen mit zwei Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung (eine im überstehenden Teil des Stirnblechs und eine zwischen den Flanschen des Trägers, siehe Bild 6.20) dürfen Ersatzsteifigkeitskoeffizienten der entsprechenden Grundkomponenten verwendet werden, mit denen die kombinierte Wirkung der beiden Schraubenreihen berücksichtigt wird. Als Ersatzsteifigkeitskoeffizient darf der zweifache Wert des entsprechenden Wertes für eine Schraubenreihe im überstehenden Teil des Stirnblechs angenommen werden.

ANMERKUNG Diese Näherung führt zu einer etwas zu geringen Rotationssteifigkeit.

(2) Wenn dieses vereinfachte Verfahren angewandt wird, ist in der Regel als Hebelarm z der Abstand vom Druckpunkt zu dem Punkt anzunehmen, der genau zwischen den beiden Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung liegt, siehe Bild 6.20.

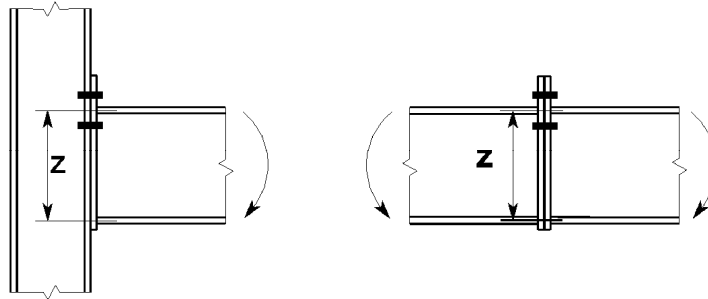


Bild 6.20 — Hebelarm z für das vereinfachte Verfahren

6.3.4 Stützenfüße

(1) Die Rotationssteifigkeit S_j eines Stützenfußes, der gleichzeitig durch Normalkraft und Biegung beansprucht wird, sollte nach Tabelle 6.12 berechnet werden. Bei dieser Methode werden die folgenden Steifigkeitskoeffizienten verwendet:

- $k_{T,l}$ Zugsteifigkeitskoeffizient der linken Seite des Anschlusses $\boxed{AC}$ und dessen Inverse und identisch mit der Summe der auf der linken Seite des Anschlusses wirkenden Inversen der Steifigkeitskoeffizienten $\boxed{AC}$ k_{15} und k_{16} , siehe Tabelle 6.11;
- $k_{T,r}$ Zugsteifigkeitskoeffizient der rechten Seite des Anschlusses $\boxed{AC}$ und dessen Inverse und identisch mit der Summe der auf der rechten Seite des Anschlusses wirkenden Inversen der Steifigkeitskoeffizienten $\boxed{AC}$ k_{15} und k_{16} , siehe Tabelle 6.11;
- $k_{C,l}$ Drucksteifigkeitskoeffizient der linken Seite des Anschlusses und identisch mit dem auf der linken Seite des Anschlusses wirkenden Steifigkeitskoeffizienten k_{13} , siehe Tabelle 6.11;
- $k_{C,r}$ Drucksteifigkeitskoeffizient der rechten Seite des Anschlusses und identisch mit dem auf der rechten Seite des Anschlusses wirkenden Steifigkeitskoeffizienten k_{13} , siehe Tabelle 6.11.

(2) Zur Berechnung von $z_{T,l}$, $z_{C,l}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$ siehe 6.2.8.1.

Tabelle 6.12 — Rotationssteifigkeit S_j von Stützenfüßen

Belastung	Hebelarm z	Rotationssteifigkeit $S_{j,ini}$	
Linke Seite mit Zugbeanspruchung Rechte Seite mit Druckbeanspruchung	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ und $e > z_{T,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $e \leq -z_{C,r}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l} + 1/k_{C,r})} \frac{e}{e + e_k}$ wobei $e_k = \frac{z_{C,r} k_{C,r} - z_{T,l} k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{C,r}}$	
Linke Seite mit Zugbeanspruchung Rechte Seite mit Zugbeanspruchung	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ und $0 < e < z_{T,l}$	$N_{Ed} > 0$ und $-z_{T,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l} + 1/k_{T,r})} \frac{e}{e + e_k}$ wobei $e_k = \frac{z_{T,r} k_{T,r} - z_{T,l} k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{T,r}}$	
Linke Seite mit Druckbeanspruchung Rechte Seite mit Zugbeanspruchung	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ und $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $e > z_{C,l}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l} + 1/k_{T,r})} \frac{e}{e + e_k}$ wobei $e_k = \frac{z_{T,r} k_{T,r} - z_{C,l} k_{C,l}}{k_{C,l} + k_{T,r}}$	
Linke Seite mit Druckbeanspruchung Rechte Seite mit Druckbeanspruchung	$z = z_{C,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $0 < e < z_{C,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ und $-z_{C,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l} + 1/k_{C,r})} \frac{e}{e + e_k}$ wobei $e_k = \frac{z_{C,r} k_{C,r} - z_{C,l} k_{C,l}}{k_{C,l} + k_{C,r}}$	

Tabelle 6.12 (fortgesetzt)

Positive Momente $M_{Ed} > 0$ im Uhrzeigersinn, Positive Kräfte $N_{Ed} > 0$: Zug, μ siehe 6.3.1(6).

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$$

6.4 Rotationskapazität

6.4.1 Allgemeines

(1) **AC** P **AC** Bei starr-plastischer Berechnung müssen die Anschlüsse an den Stellen, wo plastische Gelenke entstehen können, über ausreichende Rotationskapazität verfügen.

(2) Die Rotationskapazität eines geschraubten oder eines geschweißten Anschlusses kann mit den Regelungen in 6.4.2 oder 6.4.3 ermittelt werden. Die Regelungen dort gelten nur für Stahlgüten S235, S275 und S355 und für Anschlüsse, bei denen der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft N_{Ed} im angeschlossenen Bauteil 5 % der plastischen Tragfähigkeit $N_{pl,Rd}$ des Querschnitts nicht überschreitet.

(3) Alternativ zu 6.4.2 und 6.4.3 kann auf den Nachweis der Rotationskapazität des Anschlusses verzichtet werden, vorausgesetzt, dass die Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ des Anschlusses mindestens das 1,2fache der plastischen Biegetragfähigkeit $M_{pl,Rd}$ des Querschnitts des angeschlossenen Bauteils beträgt.

(4) In den Fällen, die nicht in 6.4.2 und 6.4.3 geregelt sind, kann die Rotationskapazität durch Versuche in Übereinstimmung mit EN 1990, Anhang D, bestimmt werden. Alternativ können geeignete numerische Berechnungsverfahren verwendet werden, sofern diese entsprechend EN 1990 auf den Ergebnissen von Versuchen basieren.

6.4.2 Geschraubte Anschlüsse

(1) Bei einem Träger-Stützenanschluss, dessen Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ durch die Schubtragfähigkeit des Stützenstegfeldes bestimmt wird, kann davon ausgegangen werden, dass genügend Rotationskapazität zur Anwendung des plastisch-plastischen Berechnungsverfahrens vorhanden ist, wenn **AC** $d_w c / t_w \leq 69 \varepsilon$ **AC** gilt.

(2) Bei einem Anschluss mit Stirnblech oder Flanschwindeln kann davon ausgegangen werden, dass genügend Rotationskapazität zur Anwendung des plastisch-plastischen Berechnungsverfahrens vorhanden ist, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) die Biegetragfähigkeit des Anschlusses wird bestimmt durch die Tragfähigkeit von entweder:
 - dem Stützenflansch mit Biegebeanspruchung oder
 - dem Stirnblech oder dem Flanschwinkel auf der Trägerzugseite mit Biegebeanspruchung.
- b) die Dicke t des Stützenflansches oder des Stirnblechs oder des Flanschwindels auf der Trägerzugseite (nicht notwendigerweise die gleiche Grundkomponente wie in (a)) erfüllt folgende Bedingung:

$$t \leq 0,36d \sqrt{f_{ub} / f_y} \quad (6.32)$$

Dabei ist

AC d der Nenndurchmesser der Schraube;

f_{ub} die äußerste Bruchfestigkeit des Schraubenwerkstoffes; **AC**

f_y die Streckgrenze der maßgebenden Grundkomponente.

(3) Bei einem geschraubten Anschluss, dessen Biegetragfähigkeit $M_{j,Rd}$ durch die Abschertragfähigkeit der Schrauben bestimmt wird, darf nicht davon ausgegangen werden, dass genügend Rotationskapazität zur Anwendung des plastisch-plastischen Berechnungsverfahrens vorhanden ist.

6.4.3 Geschweißte Anschlüsse

(1) Bei einem geschweißten Träger-Stützenanschluss, bei dem nur der Stützensteg in der Druckzone ausgesteift ist, nicht jedoch in der Zugzone, kann die Rotationskapazität ϕ_{Cd} wie folgt bestimmt werden, wenn die Biegetragfähigkeit nicht durch die Schubtragfähigkeit des Stützenstegfeldes bestimmt wird, siehe 6.4.2(1):

$$\phi_{Cd} = 0,025 h_c / h_b \quad (6.33)$$

Dabei ist

h_b die Profilhöhe des Trägers;

h_c die Profilhöhe der Stütze.

(2) Bei einem nicht ausgesteiften, geschweißten Träger-Stützenanschluss, der nach den Regelungen dieses Abschnitts bemessen wird, kann eine Rotationskapazität ϕ_{Cd} von mindestens 0,015 rad angenommen werden.

7 Anschlüsse mit Hohlprofilen

7.1 Allgemeines

7.1.1 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt enthält detaillierte Anwendungsregeln zur Bestimmung der Tragfähigkeit von ebenen und räumlichen Anschlüssen in Fachwerken, die aus runden, quadratischen oder rechteckigen Hohlprofilen bestehen, sowie von ebenen Anschlüssen mit Kombinationen von Hohlprofilen und offenen Profilen. Dabei wird vorwiegend ruhende Belastung vorausgesetzt.

(2) Die Tragfähigkeit von Anschlüssen wird als maximale Tragfähigkeit der Streben des Fachwerks für Normalkräfte oder Biegemomente angegeben.

(3) Diese Anwendungsregeln gelten für warmgefertigte Hohlprofile nach EN 10210 und für kaltgeformte Hohlprofile nach EN 10219, sofern die Abmessungen der Hohlprofile den Anforderungen dieses Abschnitts genügen.

(4) Der Nennwert der Streckgrenze von warmgefertigten Hohlprofilen und von kaltgeformten Hohlprofilen sollte 460 N/mm² im Endprodukt nicht überschreiten. Für Endprodukte mit einem Nennwerte der Streckgrenze größer als 355 N/mm² sind in der Regel die in diesem Abschnitt angegebenen Tragfähigkeiten mit dem Abminderungsbeiwert 0,9 zu reduzieren.

(5) Der Nennwert der Wanddicke von Hohlprofilen sollte mindestens 2,5 mm betragen.

(6) Der Nennwert der Wanddicke von Gurtstäben aus Hohlprofilen sollte 25 mm nicht überschreiten, es sei denn, es werden entsprechende Maßnahmen zur Sicherstellung geeigneter Werkstoffeigenschaften in Dickenrichtung getroffen.

(7) Der Ermüdungsnachweis ist in EN 1993-1-9 geregelt.

(8) Die geregelten Anschlusstypen sind in Bild 7.1 dargestellt.

7.1.2 Anwendungsbereich

(1) Die Anwendungsregeln für Anschlüsse mit Hohlprofilen gelten nur, wenn die Bedingungen 7.1.2(2) bis 7.1.2(8) eingehalten sind.

(2) Die druckbeanspruchten Querschnittselemente der Bauteile sollten den Anforderungen der Querschnittsklassen 1 oder 2, die in EN 1993-1-1 [AC] für axialen Druck [AC] angegeben sind, entsprechen.

(3) Für die Anschlusswinkel θ_i zwischen Gurtstäben und Streben bzw. zwischen benachbarten Streben sollte gelten:

$$\theta_i \geq 30^\circ$$

(4) Die Enden der Bauteile, die am Anschluss zusammentreffen, sollten derart vorbereitet werden, dass die äußere Profilform nicht verändert wird. Abgeflachte und angedrückte Endverbindungen werden in diesem Abschnitt nicht behandelt.

(5) Bei Anschlüssen mit Spalt sollte die Spaltweite zwischen den Streben nicht geringer als $(t_1 + t_2)$ sein, so dass genügend Platz für die erforderlichen Schweißnähte vorhanden ist.

(6) Bei Anschlüssen mit Überlappung sollte eine ausreichende Überlappung vorhanden sein, um die Querkraftübertragung von einer Strebe zur anderen zu ermöglichen. In jedem Fall sollte das Überlappungsverhältnis mindestens 25 % betragen. [AC] Wenn die Überlappung größer als $\lambda_{ov,lim} = 60\%$ ist, falls die verdeckte Naht der überlappten Strebe nicht geschweißt ist oder $\lambda_{ov,lim} = 80\%$ ist, falls die verdeckte Naht der überlappten Strebe geschweißt ist oder wenn die Streben rechteckige Profile mit $h_i < b_i$ und/oder $h_j < b_j$ sind, sollte die Verbindung zwischen den Streben und der Oberfläche des Gurtstabes auf Abscherung überprüft werden. [AC]

(7) Wenn überlappende Streben unterschiedliche Wanddicken und/oder unterschiedliche Werkstofffestigkeiten aufweisen, sollte die Strebe mit dem geringeren Wert $t_i f_{yi}$ die andere Strebe überlappen.

(8) Wenn überlappende Streben unterschiedliche Breiten aufweisen, sollte die Strebe mit der geringeren Breite die Strebe mit der größeren Breite überlappen.

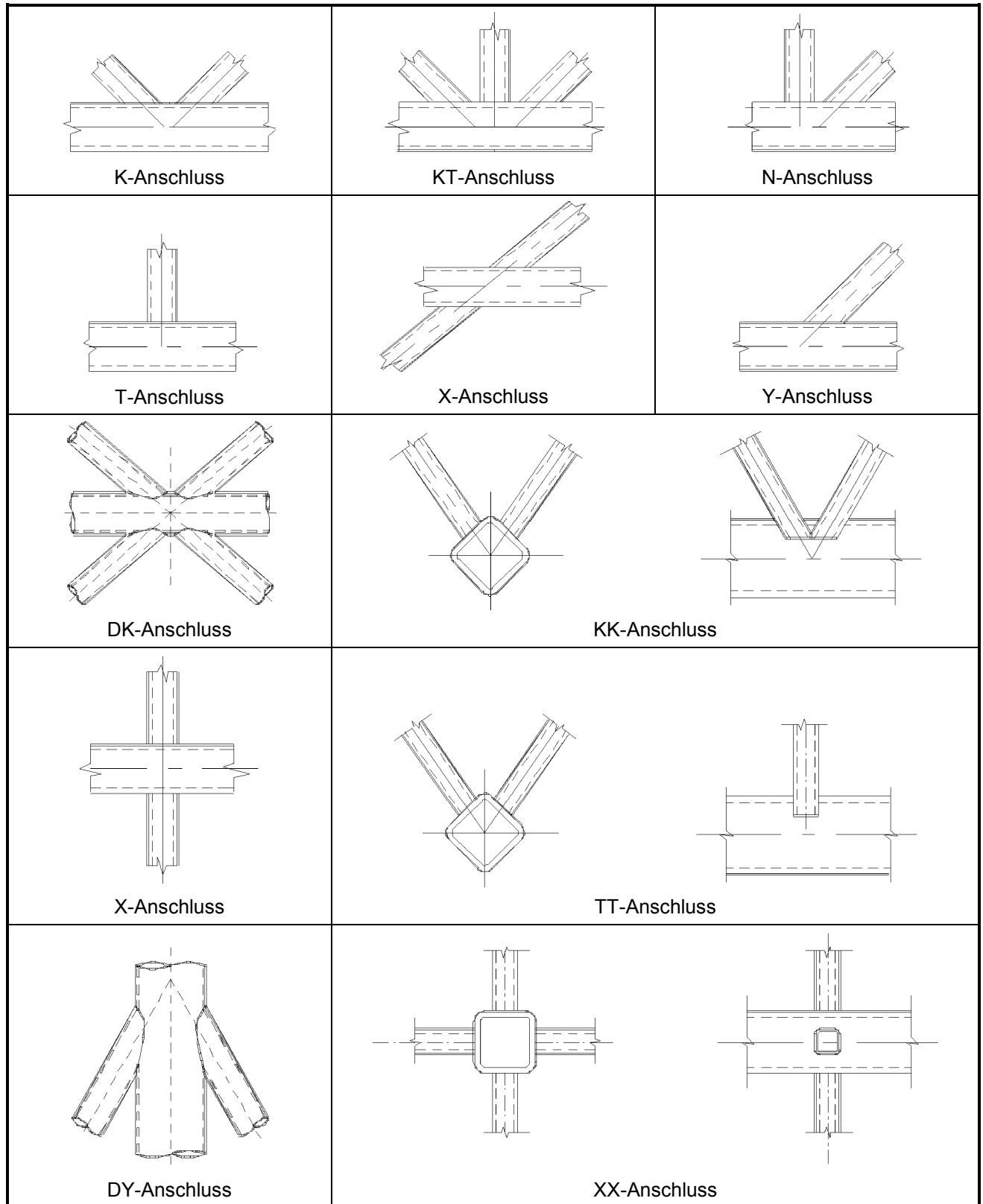


Bild 7.1 — Anschlussarten in Fachwerken mit Hohlprofilen

7.2 Berechnung und Bemessung

7.2.1 Allgemeines

(1) $\overline{AC}$ P $\overline{AC}$ Im Grenzzustand der Tragfähigkeit dürfen die Bemessungswerte der Schnittgrößen in den Streben und in den Gurten die Tragfähigkeiten der Bauteile nach EN 1993-1-1 nicht überschreiten.

(2) $\overline{AC}$ P $\overline{AC}$ Im Grenzzustand der Tragfähigkeit dürfen darüber hinaus die Bemessungswerte der Schnittgrößen in den Streben die Tragfähigkeiten der Anschlüsse nach 7.4, 7.5, 7.6 oder 7.7 nicht überschreiten.

(3) Die einwirkenden Spannungen $\sigma_{0,Ed}$ oder $\sigma_{p,Ed}$ im Gurt eines Anschlusses sind wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (7.1)$$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (7.2)$$

Dabei ist

$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i>0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

7.2.2 Versagensformen von Anschlüssen mit Hohlprofilen

- (1) Die Tragfähigkeiten von Anschlüssen mit Hohlprofilen und mit Kombinationen von Hohlprofilen und offenen Profilen sind für folgende Versagensformen zu ermitteln:
 - a) **Flanschversagen des Gurtstabes** (plastisches Versagen des Flansches) oder Plastizierung des Gurtstabes (plastisches Versagen des Gurtquerschnitts);
 - b) **Seitenwandversagen des Gurtstabes** (oder **Stegblechversagen**) durch Fließen, plastisches Stauchen oder Instabilität (Krüppeln oder Beulen der Seitenwand oder des Stegbleches) unterhalb der druckbeanspruchten Strebe;
 - c) **Schubversagen des Gurtstabes**;
 - d) **Durchstanzen** der Wandung eines Gurthohlprofils (Rissinitiierung führt zum Abriss der Strebe vom Gurtstab);
 - e) **Versagen der Strebe** durch eine verminderte effektive Breite (Risse in den Schweißnähten oder in den Streben);
 - f) **Lokales Beulversagen** der Streben oder der Hohlprofilgurtstäbe im Anschlusspunkt.

ANMERKUNG Die Begriffe, die fett gedruckt sind, werden bei der Beschreibung der einzelnen Versagensformen in den Tabellen für die Tragfähigkeiten von Anschlüssen in 7.4 bis 7.7 verwendet.

- (2) Bild 7.2 zeigt die Versagensformen (a) bis (f) von Anschlüssen von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe.
- (3) Bild 7.3 zeigt die Versagensformen (a) bis (f) von Anschlüssen von RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe.
- (4) Bild 7.4 zeigt die Versagensformen (a) bis (f) von Anschlüssen von KHP- und RHP-Streben an Gurtstäbe mit I- oder H-Querschnitten.

(5) Obwohl im Allgemeinen die Tragfähigkeit von Anschlüssen mit korrekt ausgeführten Schweißnähten bei Zugbeanspruchung größer ist als bei Druckbeanspruchung, wird die Tragfähigkeit eines Anschlusses auf der Grundlage der Strebenbeanspruchbarkeit auf Druck bestimmt, um möglicherweise auftretende größere örtliche Verformungen oder eine Abminderung der Rotations- oder Deformationskapazität zu vermeiden.

Versagensform	Längskraftbelastung	Biegebelastung
a		
b		
c		
d		
e		
f		

Bild 7.2 — Versagensformen von Anschlüssen mit KHP-Bauteilen

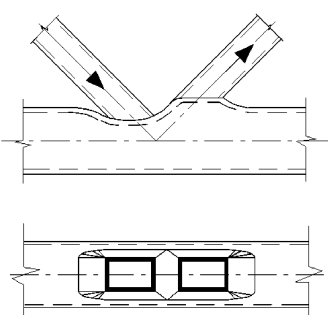
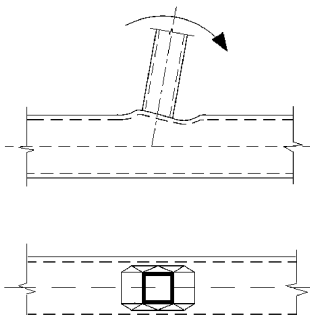
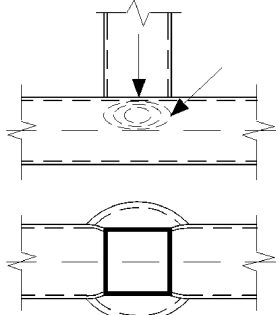
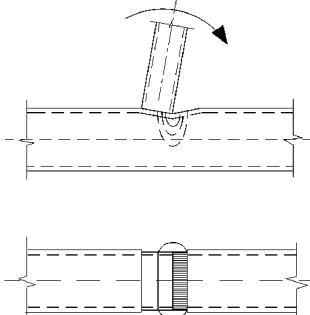
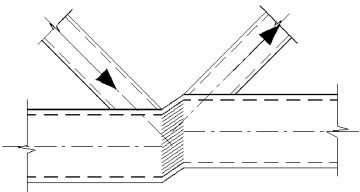
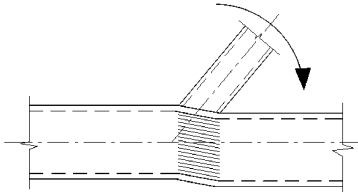
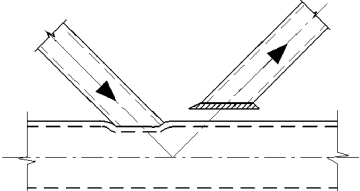
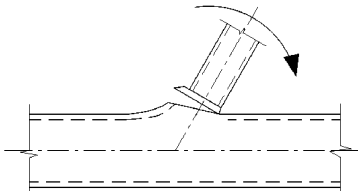
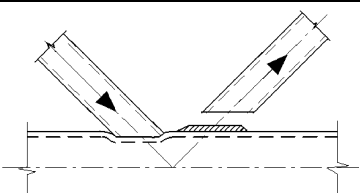
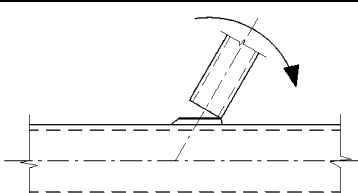
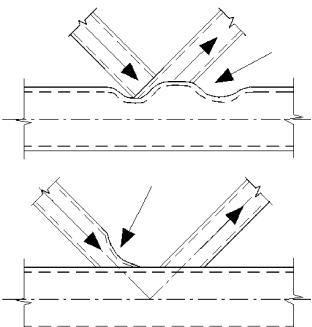
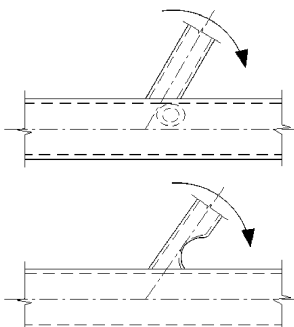
Versagensform	Längskraftbelastung	Biegebelastung
a		
b		
c		
d		
e		
f		

Bild 7.3 — Versagensformen von Anschlüssen mit RHP-Bauteilen

Versagensform	Längskraftbelastung	Biegebelastung
a	—	—
b		
c		
d	—	—
e		
f		

Bild 7.4 — Versagensformen von Anschlüssen von KHP- und RHP-Streben an Gurtstäbe mit I- oder H-Querschnitten

7.3 Schweißnähte

7.3.1 Tragfähigkeit

(1) $\square_{AC}$ P $\square_{AC}$ Die Schweißnähte, welche die Streben mit den Gurtstäben verbinden, $\square_{AC}$ müssen so bemessen werden, $\square_{AC}$ dass sie ausreichende Tragfähigkeit bei nichtlinearen Spannungsverteilungen und ausreichendes Deformationsvermögen für die Umlagerung von Biegemomenten aufweisen.

(2) In geschweißten Anschlüssen von Hohlprofilen sind die Schweißnähte in der Regel über den ganzen Umfang des Hohlprofilquerschnitts als durchgeschweißte Stumpfnähte, Kehlnähte oder als Kombinationen von beiden auszuführen. Jedoch braucht in Anschlüssen mit teilweiser Überlappung der nicht sichtbare Bereich der Verbindung nicht verschweißt zu werden, wenn die Längskräfte in den Streben derart ausgewogen sind, dass ihre Kraftkomponenten rechtwinklig zur Gurtstabachse um nicht mehr als 20 % differieren.

(3) Typische Schweißnahtdetails sind in der Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 dargestellt.

- (4) Die Tragfähigkeit der Schweißnaht je Längeneinheit am Umfang einer Strebe sollte normalerweise nicht kleiner als die Zugtragfähigkeit des Bauteilquerschnitts je Längeneinheit am Umfang sein.
- (5) Die erforderliche Schweißnahtdicke ist in der Regel nach Abschnitt 4 zu bestimmen.
- (6) Das in 7.3.1(4) genannte Kriterium braucht nicht beachtet zu werden, wenn die Wirksamkeit einer kleineren Schweißnaht im Hinblick auf die Tragfähigkeit, Verformungs- und Rotationskapazität unter Berücksichtigung einer möglichen Begrenzung der wirksamen Schweißnahtlänge nachgewiesen werden kann.
- (7) Für Rechteckhohlprofile (RHP) ist die Definition der Schweißnahtdicke von Hohlkehlnähten in Bild 7.5 dargestellt.

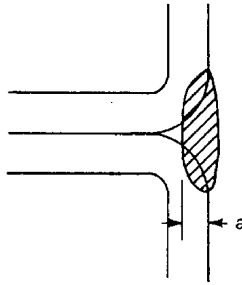


Bild 7.5 — Schweißnahtdicke von Hohlkehlnähten bei Rechteckhohlprofilen

- (8) Zum Schweißen in kaltgeformten Bereichen, siehe 4.14.

7.4 Geschweißte Anschlüsse von KHP-Bauteilen

7.4.1 Allgemeines

- (1) Liegen die geometrischen Abmessungen von Anschlüssen innerhalb des Gültigkeitsbereiches von Tabelle 7.1, dürfen die Tragfähigkeiten von geschweißten Anschlüssen von KHP-Bauteilen nach 7.4.2 und 7.4.3 bestimmt werden.
- (2) Liegen die geschweißten Anschlüsse innerhalb des Gültigkeitsbereiches nach Tabelle 7.1, braucht nur Flanschversagen des Gurtstabes und Durchstanzen betrachtet zu werden. Die Tragfähigkeit eines Anschlusses ist durch den kleinsten Wert definiert.
- (3) Bei Anschlüssen außerhalb des Gültigkeitsbereiches nach Tabelle 7.1 sollten AC alle Versagensformen untersucht werden, die in AC 7.2.2 aufgelistet sind. Zusätzlich sollten in diesem Fall bei der Bemessung der Anschlüsse die Sekundärmomente, die sich aus ihrer Rotationssteifigkeit ergeben, berücksichtigt werden.

**Tabelle 7.1 — Gültigkeitsbereich für geschweißte Anschlüsse
von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe**

AC

Durchmesserverhältnis		$0,2 \leq d_i/d_0 \leq 1,0$
Gurtstäbe	Zug	$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (allgemein), jedoch: $10 \leq d_0/t_0 \leq 40$ (für X-Anschlüsse)
	Druck	Klasse 1 oder 2 und $10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (allgemein), jedoch: $10 \leq d_0/t_0 \leq 40$ (für X-Anschlüsse)
Streben	Zug	$d_i/t_i \leq 50$
	Druck	Klasse 1 oder 2
Überlappung		$25 \% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$, siehe 7.1.2 (6)
Spalt		$g \geq t_1 + t_2$

AC

7.4.2 Ebene Anschlüsse

(1) AC P AC Werden die Streben an den Anschlüssen nur durch Längskräfte beansprucht, dürfen die Bemessungswerte der einwirkenden Schnittgrößen $N_{i,Ed}$ die Bemessungswerte der Tragfähigkeiten $N_{i,Rd}$, die in Tabelle 7.2, Tabelle 7.3 oder Tabelle 7.4 angegeben sind, nicht überschreiten.

(2) Werden die Streben an den Anschlüssen durch Biegemomente und Längskräfte beansprucht, ist in der Regel die folgende Interaktionsbedingung zu erfüllen:

$$AC \frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \left[\frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \right]^2 + \frac{|M_{op,i,Ed}|}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \quad AC \quad (7.3)$$

Dabei ist

$M_{ip,i,Rd}$ die Momententragfähigkeit des Anschlusses in der Ebene des Fachwerks;

$M_{ip,i,Ed}$ das einwirkende Biegemoment in der Ebene des Fachwerks;

$M_{op,i,Rd}$ die Momententragfähigkeit des Anschlusses rechtwinklig zur Ebene des Fachwerks;

$M_{op,i,Ed}$ das einwirkende Biegemoment rechtwinklig zur Ebene des Fachwerks.

Tabelle 7.2 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe

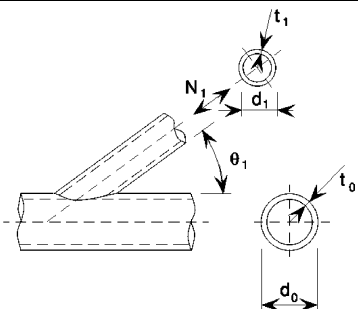
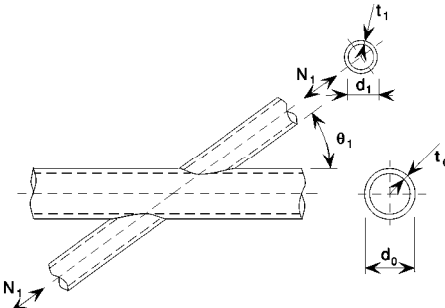
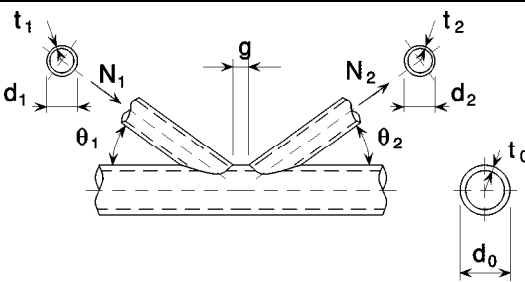
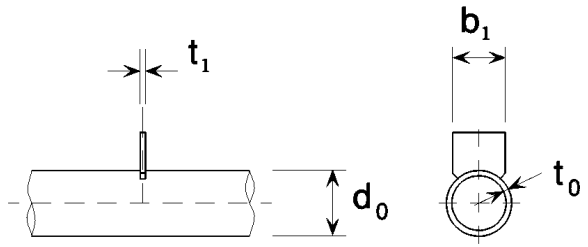
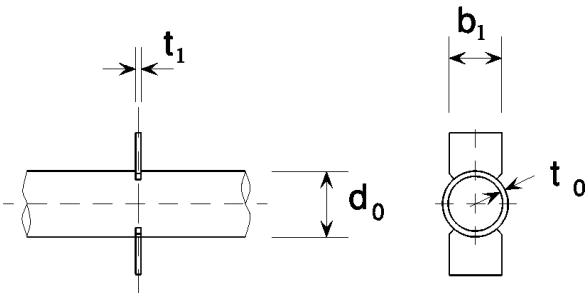
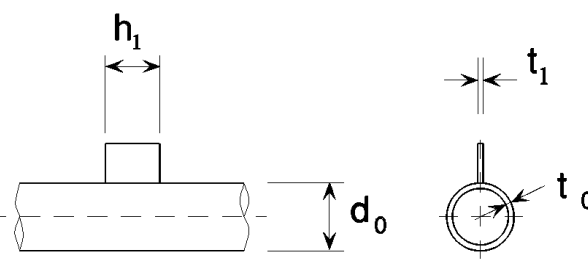
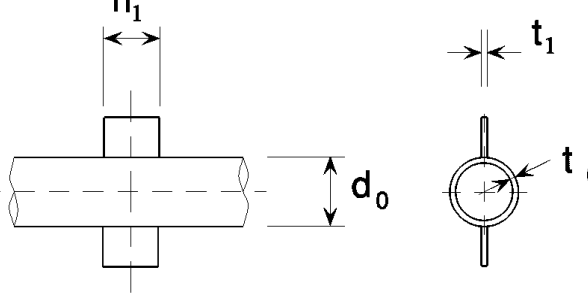
Flanschversagen des Gurtstabs — T- und Y-Anschlüsse	
	$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} (2,8 + 14,2 \beta^2) / \gamma_{M5}$
Flanschversagen des Gurtstabs — X-Anschlüsse	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \frac{5,2}{(1 - 0,81 \beta)} / \gamma_{M5}$
Flanschversagen des Gurtstabs — K- und N-Anschlüsse mit Spalt oder Überlappung	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) / \gamma_{M5}$ $N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{1,Rd}$
[AC] Durchstanzen bei K-, N- und KT-Anschlüssen mit Spalt und T-, Y- und X-Anschlüssen [i = 1, 2 oder 3] [AC]	
Falls $d_i \leq d_0 - 2t_0$: $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}$	
Beiwerte k_g und k_p	
$k_g = \gamma^{0,2} \left(1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5 g / t_0 - 1,33)} \right)$ (siehe Bild 7.6)	
Bei $n_p > 0$ (Druck): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ jedoch $k_p \leq 1,0$ Bei $n_p \leq 0$ (Zug): $k_p = 1,0$	

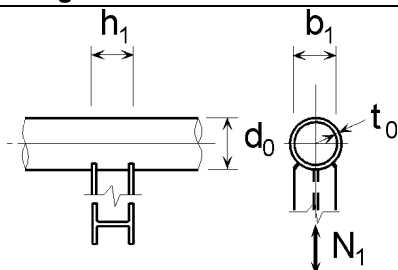
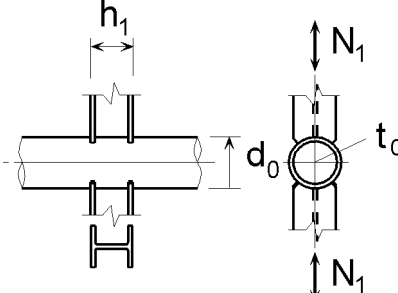
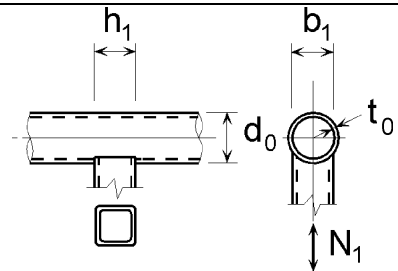
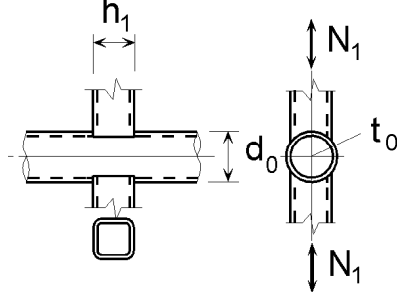
Tabelle 7.3 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von Blechen an KHP-Bauteile

AC

Flanschversagen des Gurtstabes	
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$
	$N_{1,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$
Durchstanzen	
$\sigma_{\max} t_1 = (N_{Ed}/A + M_{Ed}/W_{el}) t_1 \leq 2t_0 (f_{y0}/\sqrt{3}) / \gamma_{M5}$	
Gültigkeitsbereich	Beiwert k_p
Zusätzlich zu den Grenzen in Tabelle 7.1 gilt: $\beta \geq 0,4 \quad \text{und} \quad \eta \leq 4$ dabei ist $\beta = b_1/d_0 \quad \text{und} \quad \eta = h_1/d_0$	Für $n_p > 0$ (Druck): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p) \quad \text{jedoch} \quad k_p \leq 1,0$ Für $n_p \leq 0$ (Zug): $k_p = 1,0$

AC

**Tabelle 7.4 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von I-, H- oder RHP-Streben an KHP-Gurtstäbe**

Flanschversagen des Gurtstabs	
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
Durchstanzen	
AC I- oder H-Profile mit $\eta > 2$ (für axialen Druck und Biegung in versetzten Ebenen) und RHP-Profile: $\sigma_{\max} t_1 = (N_{Ed,1} / A_1 + M_{Ed,1} / W_{el,1}) t_1 \leq t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}$ Alle anderen Fälle: $\sigma_{\max} t_1 = (N_{Ed,1} / A_1 + M_{Ed,1} / W_{el,1}) t_1 \leq 2 t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}$ Dabei ist t_1 die Flansch- oder Wanddicke der I-, H-, oder RHP-Querprofile AC	
Gültigkeitsbereich	Beiwert k_p
Zusätzlich zu den Grenzen in Tabelle 7.1 gilt: $\beta \geq 0,4$ und $\eta \leq 4$ wobei $\beta = b_1 / d_0$ und $\eta = h_1 / d_0$	Für $n_p > 0$ (Druck): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p) \text{ jedoch } k_p \leq 1,0$ Für $n_p \leq 0$ (Zug): $k_p = 1,0$

- (3) Die einwirkende Schnittgröße $M_{i,Ed}$ darf am Anschnitt der Strebe am Gurtstabflansch bestimmt werden.
- (4) Die Biegetragfähigkeit $M_{i,Rd}$ der Anschlüsse in Fachwerkebene und rechtwinklig dazu ist Tabelle 7.3, Tabelle 7.4 oder Tabelle 7.5 zu entnehmen.
- (5) Bei speziellen geschweißten Anschlüssen, die in Tabelle 7.6 aufgeführt sind, sind in der Regel die dort angegebenen speziellen Bemessungskriterien zu erfüllen.
- (6) Die Zahlenwerte des Beiwerts k_g für K-, N- und KT-Anschlüsse, siehe Tabelle 7.2, sind in Bild 7.6 angegeben. Der Beiwert k_g gilt für Anschlüsse mit Spalt und Überlappung, wobei negative Werte von g die Überlappungslänge q repräsentieren, siehe Bild 1.3(b).

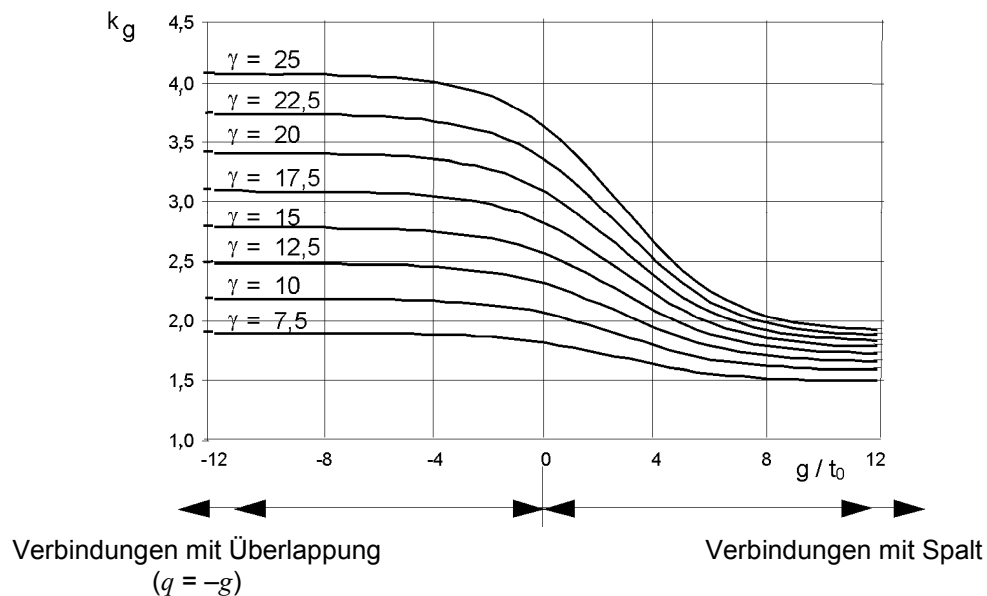


Bild 7.6 — Werte für den Beiwert k_g zur Verwendung in Tabelle 7.2

Tabelle 7.5 — Biegetragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe

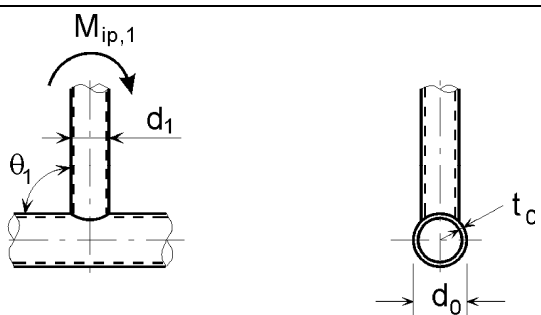
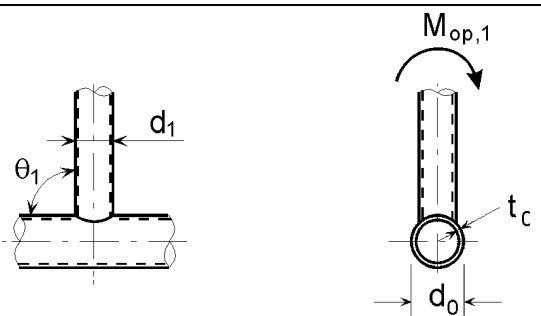
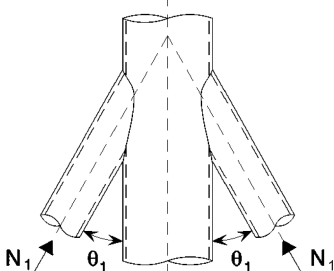
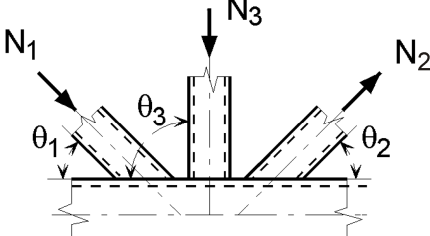
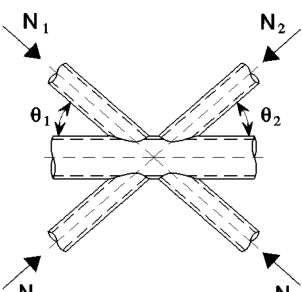
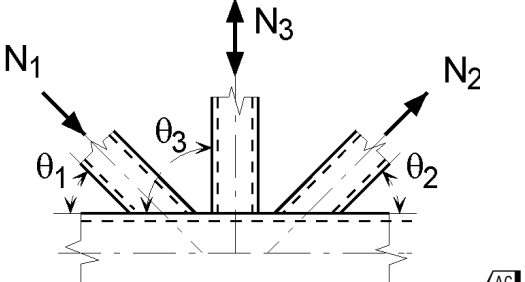
Flanschversagen des Gurtstabs — T-, X- und Y-Anschlüsse		
		$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma} \beta k_p / \gamma_{M5}$
Flanschversagen des Gurtstabs — K-, N-, T-, X- und Y-Anschlüsse		
		$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{1-0,81\beta} k_p / \gamma_{M5}$
Durchstanzen — K- und N-Anschlüsse mit Spalt und alle T-, X- und Y-Anschlüsse		
Falls $d_1 \leq d_0 - 2t_0$: $M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1+3\sin \theta_1}{4\sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$ $M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3+\sin \theta_1}{4\sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$		
Beiwert k_p		
Bei $n_p > 0$ (Druck): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ jedoch $k_p \leq 1,0$ Bei $n_p \leq 0$ (Zug): $k_p = 1,0$		

Tabelle 7.6 — Bemessungskriterien für spezielle geschweißte Anschlüsse von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe

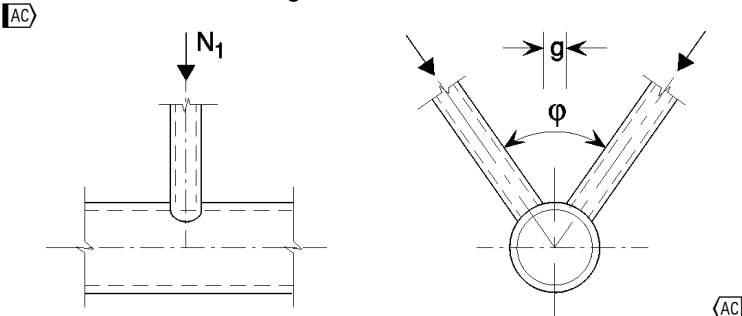
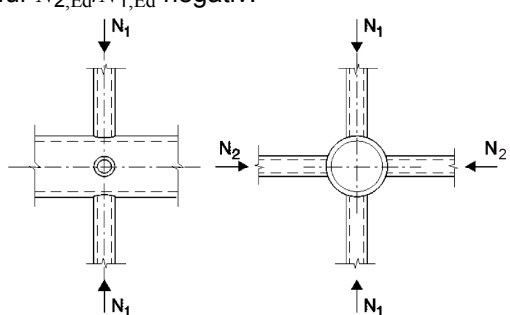
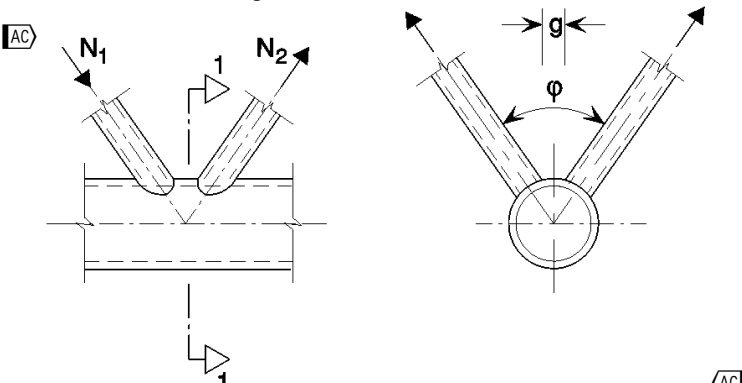
Anschlussstyp	Bemessungskriterien
Die Kräfte können sowohl Zug- als auch Druckkräfte sein, müssen jedoch in der Regel in beiden Streben in gleicher Richtung wirken. 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen X-Anschluss nach Tabelle 7.2 entspricht.
In Strebe 1 immer Druckkraft und in Strebe 2 immer Zugkraft. 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen K-Anschluss nach Tabelle 7.2 entspricht. Dabei wird $\frac{d_1}{d_0}$ durch $\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}$ ersetzt.
In allen Streben entweder nur Druck oder nur Zug 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ wobei $N_{x,Rd}$ dem Wert $N_{x,Rd}$ für einen X-Anschluss nach Tabelle 7.2 entspricht, wobei $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ der größere der beiden folgenden Werte ist: $ N_{1,Rd} \sin \theta_1 \text{ oder } N_{2,Rd} \sin \theta_2 $
In AC Streben 1 und 3 hier AC Druckkraft und in AC Strebe 2 hier AC Zugkraft. AC  AC	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K-Anschluss nach Tabelle 7.2 entspricht, vorausgesetzt, dass für den Gurtstab im Schnitt 1-1 bei Anschlüssen mit Spalt gilt: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.4.3 Räumliche Anschlüsse

(1) In jeder maßgebenden Ebene eines räumlichen Anschlusses sind in der Regel die Bemessungskriterien in 7.4.2 unter Verwendung der verminderten Tragfähigkeiten nach 7.4.3(2) zu erfüllen.

(2) Die Tragfähigkeiten für jede maßgebende Ebene von räumlichen Anschlüssen sind mit Hilfe des maßgebenden Abminderungsbeiwerts μ aus Tabelle 7.7 zu bestimmen. Mit dem Abminderungsbeiwert μ wird die jeweilige Tragfähigkeit reduziert, die für den entsprechenden ebenen Anschluss nach 7.4.2, mit Hilfe des Beiwerts k_p für die zugehörige Gurtstabskraft berechnet worden ist.

Tabelle 7.7 — Abminderungsbeiwerte für räumliche Anschlüsse

Anschlussstyp	Abminderungsbeiwert μ
TT-Anschluss In Strebe 1 entweder Zugkraft oder Druckkraft 	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ $\mu = 1,0$
XX-Anschluss In Strebe 1 und Strebe 2 entweder Zugkräfte oder Druckkräfte. Herrscht in einer Strebe Zug und in der anderen Druck, ist der Ausdruck für $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ negativ. 	$\mu = 1 + 0,33 N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ Die Vorzeichen von $N_{1,Ed}$ und $N_{2,Ed}$ sind zu berücksichtigen wobei $ N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed} $
KK-Anschluss In Strebe 1 immer Druckkraft und in Strebe 2 immer Zugkraft. 	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ $\mu = 0,9$ vorausgesetzt, dass für den Gurtstab im Schnitt 1-1 bei Anschlüssen mit Spalt gilt: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.5 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe

7.5.1 Allgemeines

(1) Liegen die geometrischen Abmessungen von Anschlüssen innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.8, dürfen die Tragfähigkeiten von geschweißten Anschlüssen von Hohlprofilstreben an RHP-Gurtstäbe nach 7.5.2 und 7.5.3 bestimmt werden.

(2) Liegen die geschweißten Anschlüsse innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.8, brauchen nur die in den Tabellen angegebenen Bemessungskriterien beachtet zu werden. Die Tragfähigkeit eines Anschlusses ist durch den kleinsten Wert definiert.

(3) Bei geschweißten Anschlüssen außerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.8 sollten $\boxed{\text{AC}}$ alle Versagensformen untersucht werden, die in $\boxed{\text{AC}}$ 7.2.2 aufgelistet sind. Zusätzlich sollten in diesem Falle bei der Bemessung der Anschlüsse die Sekundärmomente, die sich aus ihrer Rotationssteifigkeit ergeben, berücksichtigt werden.

**Tabelle 7.8 — Gültigkeitsbereich für geschweißte Anschlüsse
von KHP- oder RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe**

Anschluss typ	Anschlussparameter [i = 1 oder 2, j = überlappte Strebe]					
	b _i /b ₀ oder d _i /b ₀	b _i /t _i und h _i /t _i oder d _i /t _i		h ₀ /b ₀ und h _i /b _i	b ₀ /t ₀ und h ₀ /t ₀	Spalt oder Überlappung b _i /b _j
		Druck	Zug			
T, Y oder X	b _i /b ₀ ≥ 0,25	b _i /t _i ≤ 35 und h _i /t _i ≤ 35	b _i /t _i ≤ 35 und h _i /t _i ≤ 35	≥ 0,5 jedoch ≤ 2,0	≤ 35 und [AC] Klasse 1 oder 2 [AC]	—
K-Spalt N-Spalt	b _i /b ₀ ≥ 0,35 und ≥ 0,1 + 0,01 b ₀ /t ₀	und [AC] Klasse 1 oder 2 [AC]			≤ 35 und [AC] Klasse 1 oder 2 [AC]	g/b ₀ ≥ 0,5(1 – β) jedoch ≤ 1,5(1 – β) ^a und mindestens g ≥ t ₁ + t ₂
K-Über- lappung N-Über- lappung	b _i /b ₀ ≥ 0,25	Klasse 1			[AC] Klasse 1 oder 2 [AC]	[AC] 25 % ≤ λ _{ov} ≤ λ _{ov,lim} ^b [AC] [AC] gestrichener Text [AC] [AC] b _i /b _j ≤ 0,75 [AC]
KHP- Strebe	d _i /b ₀ ≥ 0,4 jedoch ≤ 0,8	Klasse 1	d _i /t _i ≤ 50	Wie oben, jedoch mit d _i anstatt b _i und d _j anstatt b _j		

^a Falls g/b₀ > 1,5(1 – β) und [AC] g > t₁ + t₂ [AC] ist der Anschluss wie zwei getrennte T- oder Y-Anschlüsse zu behandeln.

^b [AC] λ_{ov,lim} = 60 % falls die verdeckte Naht nicht geschweißt ist und 80 % wenn die verdeckte Naht geschweißt ist. Falls die Überlappung λ_{ov,lim} überschreitet oder wenn die Streben rechteckige Profile mit h_i < b_i und/oder h_j < b_j sind, muss die Verbindung zwischen den Streben und der Oberfläche des Gurtstabes auf Abscherung überprüft werden. [AC]

7.5.2 Ebene Anschlüsse

7.5.2.1 Unverstärkte Anschlüsse

(1) Werden die Streben an den Anschlüssen nur durch Längskräfte beansprucht, dürfen die Bemessungswerte der einwirkenden Schnittgrößen $N_{i,Ed}$ die Bemessungswerte der Tragfähigkeiten $N_{i,Rd}$, die aus 7.5.2.1(2) oder 7.5.2.1(4) ermittelt werden, nicht überschreiten.

(2) Liegen die geometrischen Abmessungen von geschweißten Anschlüssen von quadratischen Hohlprofilstreben oder KHP-Streben an quadratische Hohlprofil-Gurtstäbe innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.8 und werden die zusätzlichen Bedingungen von Tabelle 7.9 erfüllt, können die Tragfähigkeiten mit den Gleichungen der Tabelle 7.10 bestimmt werden.

(3) Liegen die geschweißten Anschlüsse innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.9, brauchen nur Flanschversagen des Gurtstabes und Versagen der Strebe mit reduzierter wirksamer Breite betrachtet zu werden. Als Tragfähigkeit ist in der Regel der kleinere von beiden Werte zu verwenden.

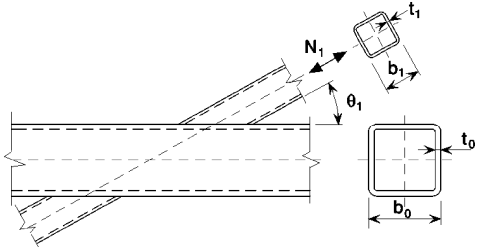
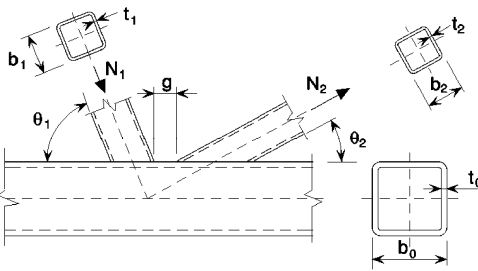
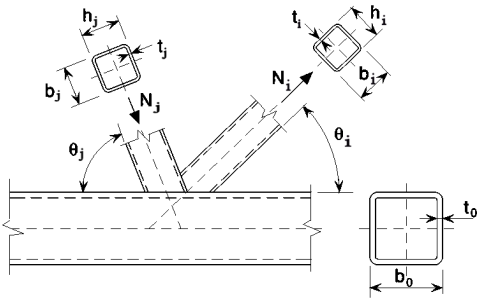
ANMERKUNG Bei der Bestimmung der Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen von Hohlprofilstreben an quadratische Hohlprofil-Gurtstäbe in Tabelle 7.10 werden alle Bemessungskriterien weggelassen, die innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.9 nicht maßgebend sind.

(4) Liegen unverstärkte geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.8, können die Tragfähigkeiten unter Verwendung der Gleichungen in AC gestrichener Text AC Tabelle 7.11, Tabelle 7.12 oder Tabelle 7.13 ermittelt werden. Zu verstärkten Anschlüssen siehe 7.5.2.2.

Tabelle 7.9 — Zusätzliche Bedingungen für die Verwendung von Tabelle 7.10

Querschnitt der Strebe	Anschlussstyp	Anschlussparameter	
Quadratisches Hohlprofil	T, Y oder X	$b_i/b_0 \leq 0,85$	$b_0/t_0 \geq 10$
	K-Spalt oder N-Spalt	$0,6 \leq \frac{b_1 + b_2}{2b_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$
KHP	T, Y oder X		$b_0/t_0 \geq 10$
	K-Spalt oder N-Spalt	$0,6 \leq \frac{d_1 + d_2}{2d_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$

Tabelle 7.10 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
mit quadratischen Hohlprofilen oder KHP

Anschlussstyp	Tragfähigkeit [$i = 1$ oder $2, j =$ überlappte Strebe]
T-, Y- und X-Anschlüsse	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\beta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
K- und N-Anschlüsse mit Spalt	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 1,0$
	$N_{i,Rd} = \frac{8,9 \gamma^{0,5} k_n f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_i} \left(\frac{b_1 + b_2}{2b_0} \right) / \gamma_{M5}$
K- und N-Anschlüsse mit Überlappung ^a	Versagen der Strebe $25 \% \leq \lambda_{ov} < 50 \%$
In Strebe i Druckkraft und in Strebe j Zugkraft oder umgekehrt.	$\boxed{AC} N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \left(b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i \right) / \gamma_{M5} \quad \boxed{AC}$
	Versagen der Strebe $50 \% \leq \lambda_{ov} < 80 \%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i [b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i] / \gamma_{M5}$
	Versagen der Strebe $\lambda_{ov} \geq 80 \%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i [b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i] / \gamma_{M5}$
Parameter b_{eff} , $b_{e,ov}$ und k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0 / t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \quad \text{jedoch } b_{eff} \leq b_i$	Für $n > 0$ (Druck): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ jedoch $k_n \leq 1,0$ Für $n \leq 0$ (Zug): $k_n = 1,0$
$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j / t_j} \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} b_i \quad \text{jedoch } b_{e,ov} \leq b_i$	
Bei KHP-Streben sind die obigen Grenzwerte mit $\pi/4$ zu multiplizieren und b_1 und h_1 durch d_1 und b_2 sowie h_2 durch d_2 zu ersetzen.	
^a Nur die überlappte Strebe i braucht nachgewiesen zu werden. Der Ausnutzungsgrad (d. h. die Tragfähigkeit des Anschlusses dividiert durch die plastische Beanspruchbarkeit der Strebe) der überlappenden Strebe j ist in der Regel mit dem Ausnutzungsgrad der überlappenden Strebe gleichzusetzen. $\boxed{AC}$ Siehe auch Tabelle 7.8. $\boxed{AC}$	

**Tabelle 7.11 — Tragfähigkeit von geschweißten T-, X- und Y-Anschlüssen
von RHP- oder KHP-Streben an RHP-Gurtstäbe**



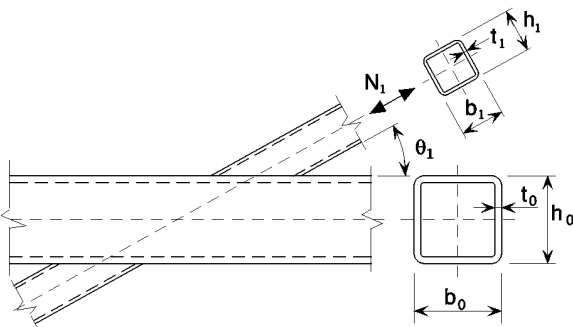
Anschlussstyp	Tragfähigkeit
	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1-\beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\eta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1-\beta} \right) / \gamma_{M5}$
	Seitenwandversagen des Gurtstabs ^a $\beta = 1,0$ ^b
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{b0} t_0}{\sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 10t_0 \right) / \gamma_{M5}$
	Versagen der Strebe $\beta \geq 0,85$
	$N_{1,Rd} = f_{yi} t_1 (2h_1 - 4t_1 + 2b_{eff}) / \gamma_{M5}$
	Durchstanzen $0,85 \leq \beta \leq (1 - 1/\gamma)$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 2b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
^a Bei X-Anschlüssen mit $\cos \theta_1 > h_1/h_0$ ist das Minimum von diesem Wert und der Schubtragfähigkeit der Gurtstabseitenwände für K- und N-Anschlüsse mit Spalt nach Tabelle 7.12 anzusetzen. ^b Bei $0,85 \leq \beta \leq 1,0$ wird zwischen den Werten für Flanschversagen des Gurtstabes mit $\beta = 0,85$ und für Seitenwandversagen des Gurtstabes (Beulen der Seitenwand oder Schubversagen) mit $\beta = 1,0$ linear interpoliert.	
Bei KHP-Streben sind die obigen Grenzwerte mit $\pi/4$ zu multiplizieren und b_1 und h_1 ist durch d_1 und b_2 sowie h_2 durch d_2 zu ersetzen.	
Für Zug: $f_b = f_{y0}$ Für Druck: $f_b = \chi f_{y0}$ (T- und Y-Anschlüsse) $f_b = 0,8 \chi f_{y0} \sin \theta_1$ (X-Anschlüsse) Dabei ist χ der Abminderungsbeiwert nach der maßgebenden Knickkurve für Biegeknicken nach EN 1993-1-1 und einem normalisierten Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}$, der wie folgt berechnet wird: $\bar{\lambda} = 3,46 \frac{\left(\frac{h_0}{t_0} - 2 \right) \sqrt{\frac{1}{\sin \theta_1}}}{\pi \sqrt{\frac{E}{f_{y0}}}}$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_1} b_1 \quad \text{jedoch } b_{eff} \leq b_1$
	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \quad \text{jedoch } b_{e,p} \leq b_1$
	Für $n > 0$ (Druck): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ jedoch $k_n \leq 1,0$
	Für $n \leq 0$ (Zug): $k_n = 1,0$



Tabelle 7.12 — Tragfähigkeit von geschweißten K- und N-Anschlüssen
von RHP- oder KHP-Streben an RHP-Gurtstäbe

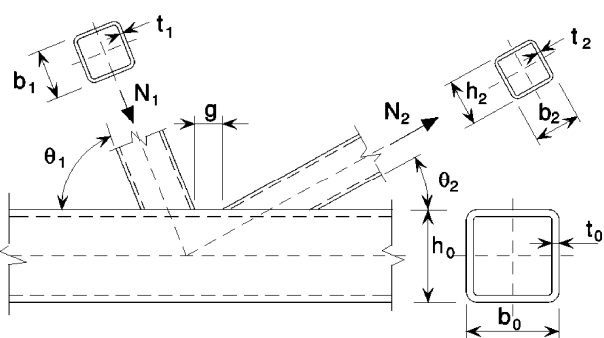
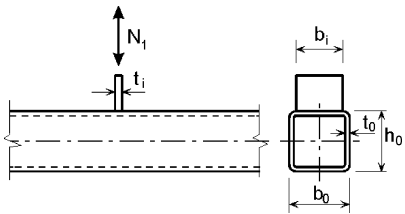
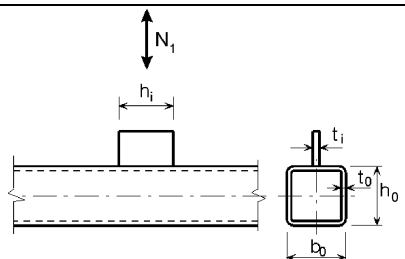
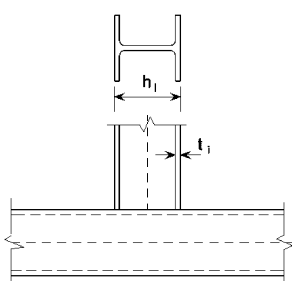
Anschlussstyp	Tragfähigkeit [$i = 1$ oder 2]
K- und N-Anschlüsse mit Spalt	Flanschversagen des Gurtstabs
	$N_{i,Rd} = \frac{8,9 k_n f_{y0} t_0^2 \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_i} \left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 b_0} \right) / \gamma_{M5}$
	Schubversagen des Gurtstabs
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$
	$N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$
	Versagen der Strebe
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (2 h_i - 4 t_i + b_i + b_{eff}) / \gamma_{M5}$
	Durchstanzen $\beta \leq (1 - 1/\gamma)$
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_i} \left(\frac{2 h_i}{\sin \theta_i} + b_i + b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
K- und N-Anschlüsse mit Überlappung	Wie in Tabelle 7.10.
Bei KHP-Streben sind die obigen Grenzwerte mit $\pi/4$ zu multiplizieren und b_1 und h_1 ist durch d_1 und b_2 sowie h_2 durch d_2 , außer bei Schubversagen des Gurtstabes zu ersetzen.	
$A_v = (2 h_0 + \alpha b_0) t_0$ Für eine RHP-Strebe: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 g^2}{3 t_0^2}}}$ wobei g die Spaltbreite ist, siehe Bild 1.3(a). AC Für KHP-Streben: $\alpha = 0$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0 / t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \quad \text{jedoch } b_{eff} \leq b_i$
	$AC \ b_{e,p} = \frac{10}{b_0 / t_0} b_i \quad \text{jedoch } b_{e,p} \leq b_i$
	Für $n > 0$ (Druck): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ jedoch $k_n \leq 1,0$ Für $n \leq 0$ (Zug): $k_n = 1,0$

Tabelle 7.13 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen von Blechen oder von I- oder H-Profilstreben an RHP-Gurtstäbe

Querblech	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \frac{2 + 2,8\beta}{\sqrt{1 - 0,9\beta}} / \gamma_{M5} \quad \text{a} \quad \text{AC}$
	Seitenwandversagen des Gurtstabs (plast. Stauchen) für $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5} \quad \text{AC}$
	Durchstanzen für $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Längsblech	Flanschversagen des Gurtstabs
 $t_1/b_0 \leq 0,2$	$N_{1,Rd} = \frac{k_m f_{y0} t_0^2}{\gamma_{M5}} \left(2h_1 / b_0 + 4\sqrt{1 - t_1 / b_0} \right) \quad \text{AC}$
I- oder H-Profil	
	Falls $\eta \geq 2\sqrt{1 - \beta}$ kann bei I- oder H-Profilen $N_{1,Rd}$ auf der sicheren Seite liegend mit Hilfe der Formeln für zwei Querbleche (siehe oben) bestimmt werden, die die gleichen Abmessungen wie die Flansche der I- oder H-Profile haben. Falls $\eta < 2\sqrt{1 - \beta}$ sollte $N_{1,Rd}$ zwischen den Werten für ein Querblech und für zwei Querbleche interpoliert werden. $M_{ip,1,Rd} = N_{1,Rd} (h_1 - t_1)$ AC $N_{1,Rd}$ die Leistung eines Flansches; β das Verhältnis der Breite des Flansches der I- oder H-Profilstreben und der Breite des RHP-Gurtstabes. AC
Gültigkeitsbereich	
Zusätzlich zu den Grenzen in Tabelle 7.8 gilt:	
$0,5 \leq \beta \leq 1,0$	
$b_0/t_0 \leq 30$	
Parameter b_{eff} , $b_{e,p}$ und k_m	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} b_1 \quad \text{jedoch } b_{eff} \leq b_i$	Für $n > 0$ (Druck): $k_m = 1,3(1 - n)$
$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \quad \text{jedoch } b_{e,p} \leq b_i$	jedoch $k_m \leq 1,0$
	Für $n \leq 0$ (Zug): $k_m = 1,0$
a Kehlnahtverbindungen sollten nach 4.10 bemessen werden.	

(5) Werden die Streben an den Anschlüssen durch Biegemomente und Längskräfte beansprucht, ist in der Regel folgende Bedingung zu erfüllen:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.4)$$

Dabei ist

- $M_{ip,i,Rd}$ die Momententragfähigkeit des Anschlusses in der Ebene des Fachwerks;
- $M_{ip,i,Ed}$ das einwirkende Biegemoment in der Ebene des Fachwerks;
- $M_{op,i,Rd}$ die Momententragfähigkeit des Anschlusses rechtwinklig zur Ebene des Fachwerks;
- $M_{op,i,Ed}$ das einwirkende Biegemoment rechtwinklig zur Ebene des Fachwerks.

(6) Die einwirkende Schnittgröße $M_{i,Ed}$ darf am Anschnitt der Strebe am Gurtstabflansch bestimmt werden.

(7) Bei unverstärkten Anschlüssen sind in der Regel die Momententragfähigkeiten $M_{i,Rd}$ in Fachwerkebene und rechtwinklig dazu nach Tabelle 7.13 oder Tabelle 7.14 zu ermitteln. Zu verstärkten Anschlüssen siehe 7.5.2.2.

(8) Bei speziellen geschweißten Anschlüssen, die in Tabelle 7.15 und Tabelle 7.16 aufgeführt sind, sind in der Regel die dort angegebenen Bemessungskriterien zu erfüllen.

7.5.2.2 Verstärkte Anschlüsse

(1) Geschweißte Anschlüsse können auf verschiedene Arten verstärkt werden. Die angemessene Verstärkungsart hängt von der maßgebenden Versagensform ohne Verstärkung ab.

(2) Durch Gurtlamellen auf den Gurtstabflanschen können die Tragfähigkeiten für Versagen des Gurtstabflansches, Durchstanzen oder Versagen der Strebe durch reduzierte wirksame Breite vergrößert werden.

(3) Paarweise angeordnete Seitenlamellen können die Tragfähigkeit für Versagen der Seitenwände des Gurtstabes oder Schubversagen des Gurtstabes vergrößern.

(4) Um Teilüberlappung der Streben in K- oder N-Anschlüssen zu vermeiden, können die Streben an eine Quersteife angeschweißt werden.

(5) Jedmögliche Kombination dieser Verstärkungsarten ist möglich.

(6) Die Stahlgüte der Verstärkungen sollte nicht geringer sein als die des Gurtstabes.

(7) Die Tragfähigkeiten von verstärkten Anschlüssen sind mit Hilfe der Tabelle 7.17 und Tabelle 7.18 zu bestimmen.

Tabelle 7.14 — Biegetragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe

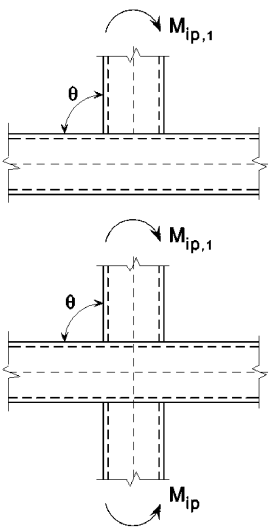
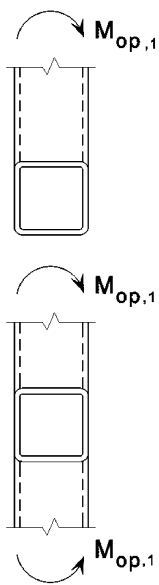
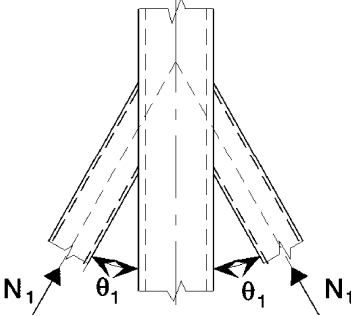
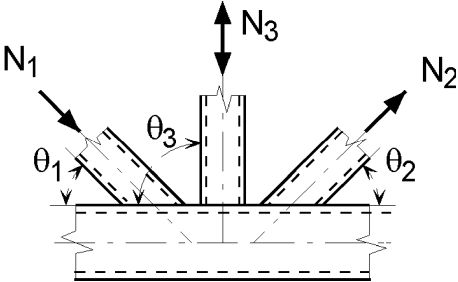
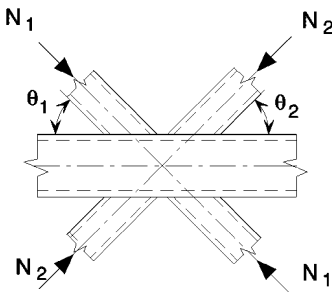
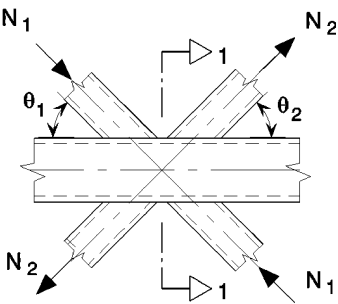
T- und X-Anschlüsse	Biegetragfähigkeit
Moment in der Ebene des Fachwerks ($\theta = 90^\circ$)	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 0,85$
	$M_{ip,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 h_1 \left(\frac{1}{2\eta} + \frac{2}{\sqrt{1-\beta}} + \frac{\eta}{1-\beta} \right) / \gamma_{M5}$
	Seitenwandversagen des Gurtstabs (plast. Stauchen) [AC] $0,85 < \beta \leq 1,0$ [AC]
	$M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{yk} t_0 (h_1 + 5t_0)^2 / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \quad \text{für T-Anschlüsse}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \quad \text{für X-Anschlüsse}$
	Versagen der Strebe [AC] $0,85 < \beta \leq 1,0$ [AC]
	[AC] $M_{ip,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - (1 - b_{eff} / b_1) b_1 (h_1 - t_1) t_1) / \gamma_{M5}$ [AC]
Moment rechtwinklig zur Ebene des Fachwerks ($\theta = 90^\circ$)	Flanschversagen des Gurtstabs $\beta \leq 0,85$
	$M_{op,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \left(\frac{h_1(1+\beta)}{2(1-\beta)} + \sqrt{\frac{2b_0b_1(1+\beta)}{1-\beta}} \right) / \gamma_{M5}$
	Seitenwandversagen des Gurtstabs (plast. Stauchen) [AC] $0,85 < \beta \leq 1,0$ [AC]
	$M_{op,1,Rd} = f_{yk} t_0 (b_0 - t_0) (h_1 + 5t_0) / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \quad \text{für T-Anschlüsse}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \quad \text{für X-Anschlüsse}$
	Versagen des Gurtstabs durch Querschnittsverformung (nur T-Anschlüsse) ^a
	$M_{op,1,Rd} = 2 f_{y0} t_0 (h_1 t_0 + \sqrt{b_0 h_0 t_0 (b_0 + h_0)}) / \gamma_{M5}$
	Versagen der Strebe [AC] $0,85 < \beta \leq 1,0$ [AC]
	$M_{op,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - 0,5 (1 - b_{eff}/b_1)^2 b_1^2 t_1) / \gamma_{M5}$
Parameter b_{eff} und k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} b_1$ jedoch $b_{eff} \leq b_1$	Für $n > 0$ (Druck): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ jedoch $k_n \leq 1,0$ Für $n \leq 0$ (Zug): $k_n = 1,0$
^a Dieses Kriterium braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Querschnittsverformung des Gurtstabs durch geeignete Maßnahmen verhindert wird.	

Tabelle 7.15 — Bemessungskriterien für spezielle geschweißte Anschlüsse von RHP-Streben an RHP-Gurtstäben

Anschlussstyp	Bemessungskriterien
Die Kräfte können sowohl Zug- als auch Druckkräfte sein, jedoch in beiden Streben gleich. 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen X-Anschluss nach Tabelle 7.11 entspricht.
In Strebe 1 immer Druckkraft und in Strebe 2 immer Zugkraft. 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen K-Anschluss nach Tabelle 7.12 entspricht. Dabei wird $\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}$ durch: $\frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$ ersetzt.
In allen Streben entweder nur Druck oder nur Zug. 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ wobei $N_{x,Rd}$ dem Wert $N_{x,Rd}$ für einen X-Anschluss nach Tabelle 7.11 entspricht. Dabei ist $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ der größere der beiden folgenden Werte: $ N_{1,Rd} \sin \theta_1 \text{ oder } N_{2,Rd} \sin \theta_2 $
In Strebe 1 immer Druckkraft und in Strebe 2 immer Zugkraft. 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K-Anschluss nach Tabelle 7.12 entspricht, vorausgesetzt, dass für den Gurtstab im Schnitt 1-1 bei Anschlüssen mit Spalt gilt: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

**Tabelle 7.16 — Bemessungskriterien für geschweißte Rahmeneckanschlüsse
und abgeknickte Anschlüsse mit RHP-Bauteilen**

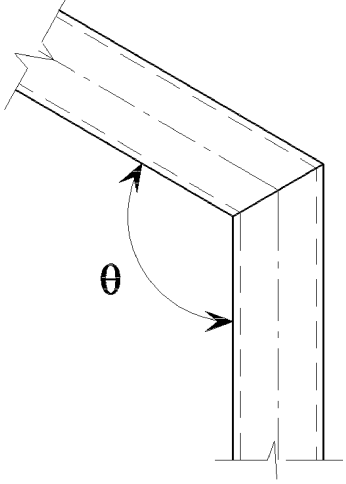
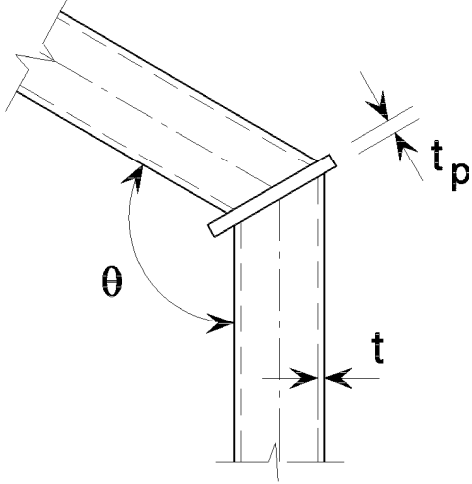
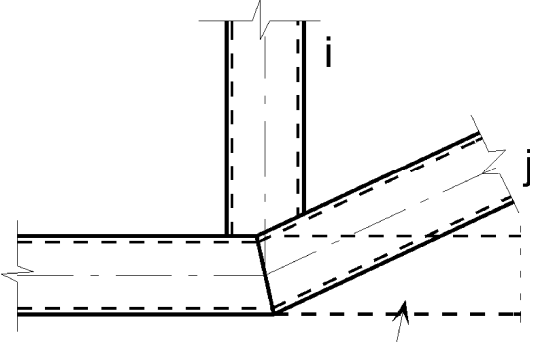
Anschlussstyp	Bemessungskriterien
Geschweißte Rahmeneckanschlüsse	
	Der Querschnitt sollte für reine Biegung in Klasse 1 eingestuft sein, siehe EN 1993-1-1. $N_{Ed} \leq 0,2 N_{pl,Rd}$ und $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq \kappa$ Für $\theta \leq 90^\circ$: $\kappa = \frac{3\sqrt{b_0/h_0}}{[b_0/t_0]^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2b_0/h_0}$ Für $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$: $\kappa = 1 - (\sqrt{2} \cos(\theta/2))(1 - \kappa_{90})$ wobei κ_{90} der Wert κ für $\theta = 90^\circ$ ist.
	$t_p \geq 1,5t \text{ und } \geq 10 \text{ mm}$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$
Abgeknickter Gurtstabanschluss	
 gedachte Gurtstabverlängerung	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K- oder N-Anschluss mit Überlappung nach Tabelle 7.12 entspricht.

Tabelle 7.17 — Tragfähigkeit von geschweißten verstärkten T-, Y- und X-Anschlüssen von RHP- oder KHP-Streben an RHP-Gurtstäbe



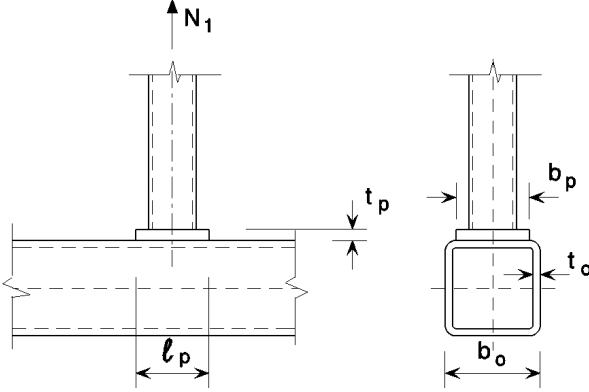
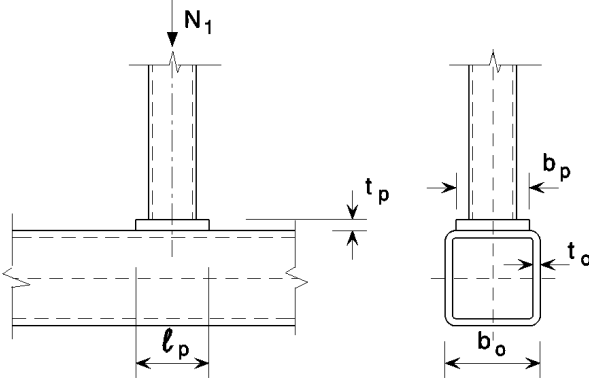
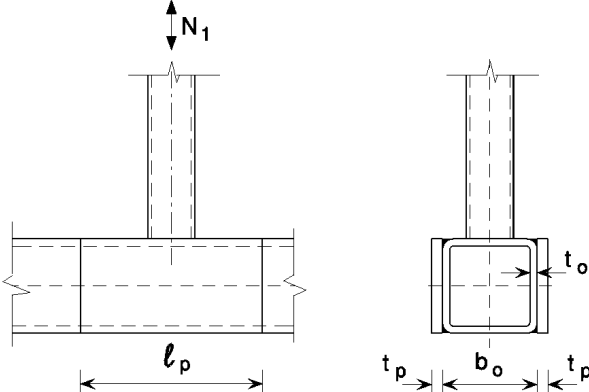
Anschlussstyp	Tragfähigkeit
Verstärkung durch Gurtlamellen auf Gurtstabflanschen zur Vermeidung des Flanschversagens der Gurtstäbe, des Versagens der Strebe oder des Durchstanzens.	
Zugbeanspruchung	$\beta_p \leq 0,85$
	$l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ und $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ $N_{1,Rd} = \frac{f_{yp} t_p^2}{(1 - b_1/b_p) \sin \theta_1} \cdot \dots$ $\dots \left(\frac{2h_1/b_p}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - b_1/b_p} \right) / \gamma_{M5}$
Druckbeanspruchung	$\beta_p \leq 0,85$
	$l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ und $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen T-, X- oder Y-Anschluss nach Tabelle 7.11 entspricht. Dabei ist $k_n = 1,0$ und es ist t_0 durch t_p für Flanschversagen des Gurtstabes, Versagen der Strebe und Durchstanz zu ersetzen.
Verstärkung durch Seitenlamellen zur Vermeidung des Seitenwandversagens oder des Schubversagens des Gurtstabes.	
	$l_p \geq 1,5h_1 / \sin \theta_1$ $t_p \geq 2t_1$ wobei $N_{1,Rd}$ dem Wert $N_{1,Rd}$ für einen T-, X- oder Y-Anschluss nach Tabelle 7.11 entspricht. Dabei ist t_0 durch $(t_0 + t_p)$ für Seitenwandversagen und Schubversagen des Gurtstabes zu ersetzen.



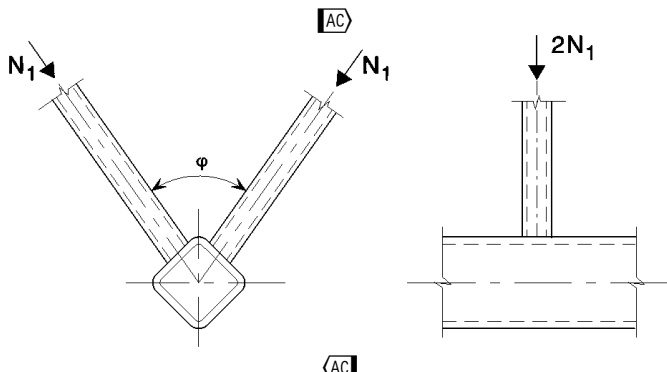
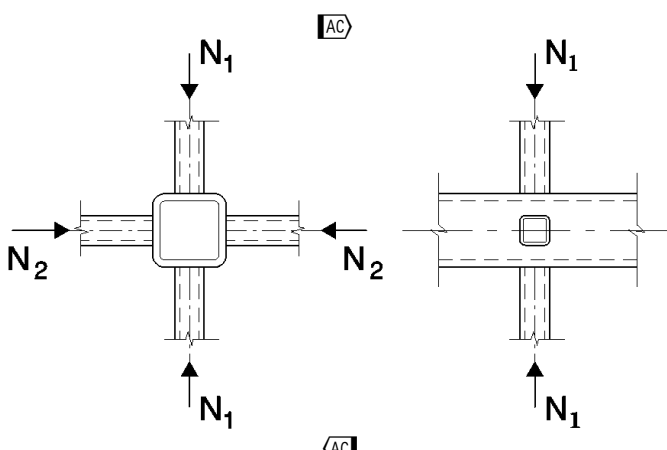
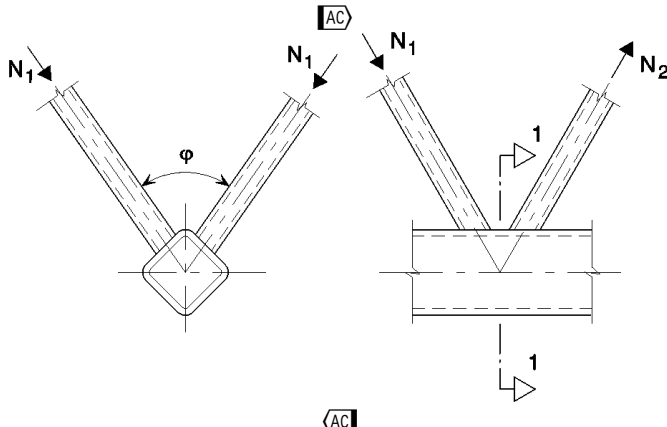
Tabelle 7.18 — Tragfähigkeit von geschweißten verstärkten K- und N-Anschlüssen von RHP- oder KHP-Streben an RHP-Gurtstäbe

Anschlussstyp	Tragfähigkeit [$i = 1$ oder 2]
Verstärkung durch Gurtlamellen auf Gurtstabflanschen zur Vermeidung des Flanschversagens der Gurtstäbe, des Versagens der Strebe oder des Durchstanzens.	
	$\ell_p \geq 1,5 \left(\frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ $b_p \geq b_o - 2 t_o$ $t_p \geq 2 t_1 \text{ und } 2 t_2$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K- oder N-Anschluss nach Tabelle 7.12 entspricht. Dabei ist t_o durch t_p für Flanschversagen des Gurtstabs, Versagen der Strebe und Durchstanzen zu ersetzen.
Verstärkung durch paarweise Seitenlamellen zur Vermeidung des Schubversagens des Gurtstabes.	
	$\ell_p \geq 1,5 \left(\frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K- oder N-Anschluss nach Tabelle 7.12 entspricht. Dabei ist t_o durch $(t_o + t_p)$ für Schubversagen des Gurtstabes zu ersetzen.
Verstärkung durch eine Quersteife zwischen den Streben bei ungenügender Überlappung.	
	$t_p \geq 2 t_1 \text{ und } 2 t_2$ wobei $N_{i,Rd}$ dem Wert $N_{i,Rd}$ für einen K- oder N-Anschluss mit Überlappung nach Tabelle 7.12 mit $\lambda_{ov} < 80 \%$ entspricht. Dabei sind b_j, t_j und f_{yj} durch b_p, t_p und f_{yp} im Ausdruck für $b_{e,ov}$ in Tabelle 7.10 zu ersetzen.

7.5.3 Räumliche Anschlüsse

- (1) Bei räumlichen Anschlüssen sind in jeder maßgebenden Ebene die Bemessungskriterien in 7.5.2 mit den nach 7.5.3(2) abgeminderten Tragfähigkeiten zu erfüllen.
- (2) Die Abminderungsbeiwerte μ für die Tragfähigkeiten für jede maßgebende Ebene sind aus Tabelle 7.19 zu bestimmen. Die Tragfähigkeit des ebenen Anschlusses wird nach 7.5.2 unter Verwendung der Gurtstabkraft des räumlichen Anschlusses berechnet.

Tabelle 7.19 — Abminderungsbeiwerte für räumliche Anschlüsse

Anschluss typ	Abminderungsbeiwert μ
TT-Anschluss In Strebe 1 entweder Zugkraft oder Druckkraft 	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ $\mu = 0,9$
XX-Anschluss In Strebe 1 und Strebe 2 entweder Zugkräfte oder Druckkräfte. Herrscht in einer Strebe Zug und in der anderen Druck ist der Ausdruck für $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ negativ. 	$\mu = 0,9(1 + 0,33N_{2,Ed}/N_{1,Ed})$ Die Vorzeichen von $N_{1,Ed}$ und $N_{2,Ed}$ sind zu berücksichtigen, wobei $ N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed} $
KK-Anschluss In Strebe 1 immer Druckkraft und in Strebe 2 immer Zugkraft. 	$\mu = 0,9$ vorausgesetzt, dass für den Gurtstab im Schnitt 1-1 bei Anschlüssen mit Spalt gilt: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.6 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe

(1) Liegen die geometrischen Abmessungen von Anschlüssen innerhalb des Gültigkeitsbereiches nach Tabelle 7.20, sind in der Regel die Tragfähigkeiten der Anschlüsse mit den Gleichungen in Tabelle 7.21 oder Tabelle 7.22 zu bestimmen.

Tabelle 7.20 — Gültigkeitsbereich für geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe

Anschluss- typ	Anschlussparameter [$i = 1$ oder $2, j =$ überlappte Strebe]						
	d_w / t_w	b_i / t_i und h_i / t_i oder d_i / t_i		h_i / b_i	b_0 / t_f	b_i / b_j	
		Druck	Zug				
X	Klasse 1 und $d_w \leq 400$ mm	AC Klasse 1 oder 2 AC und $\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\geq 0,5$ jedoch $\leq 2,0$	AC Klasse 1 oder 2 AC	—	
T oder Y	AC Klasse 1 oder 2 AC und $d_w \leq 400$ mm			$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$		1,0	—
K-Spalt N-Spalt				$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$		$\geq 0,5$ jedoch $\leq 2,0$	$\geq 0,75$
K-Über- lappung N-Über- lappung AC 25 % $\leq$ $\lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}^a$ AC							

AC

^a $\lambda_{ov,lim} = 60$ % falls die verdeckte Naht nicht geschweißt ist und 80 % wenn die verdeckte Naht geschweißt ist. Falls die Überlappung $\lambda_{ov,lim}$ überschreitet oder wenn die Streben rechteckige Profile mit $h_i < b_i$ und/oder $h_j < b_j$ sind, muss die Verbindung zwischen den Streben und der Oberfläche des Gurtstabes auf Abscherung überprüft werden.

AC

(2) Liegen die geschweißten Anschlüsse innerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.20, brauchen nur die in den Tabellen angegebenen $\boxed{\text{AC}}$ Versagensformen beachtet werden. $\boxed{\text{AC}}$ Die Tragfähigkeit eines Anschlusses ist durch den kleinsten Wert definiert.

(3) Bei geschweißten Anschlüssen außerhalb des Gültigkeitsbereichs nach Tabelle 7.20 sollten $\boxed{\text{AC}}$ alle Versagensformen untersucht werden, die in $\boxed{\text{AC}}$ 7.2.2 aufgelistet sind. Zusätzlich sollten in diesem Fall bei der Bemessung der Anschlüsse die Sekundärmomente, die sich aus ihrer Rotationssteifigkeit ergeben, berücksichtigt werden.

(4) Werden die Streben an den Anschlüssen nur durch Längskräfte beansprucht, dürfen die Bemessungswerte der einwirkenden Schnittgrößen $N_{i,Ed}$ die Bemessungswerte der Tragfähigkeiten $N_{i,Rd}$, die in Tabelle 7.21 angegeben sind, nicht überschreiten.

(5) Werden die Streben an den Anschlüssen durch Biegemomente und Längskräfte beansprucht, ist in der Regel folgende Interaktionsbedingung zu erfüllen:

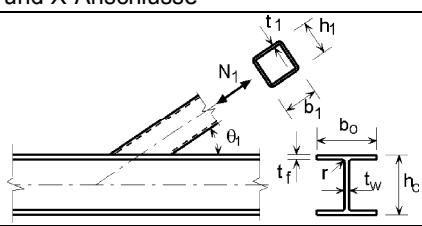
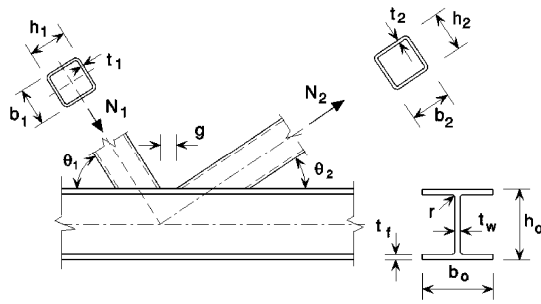
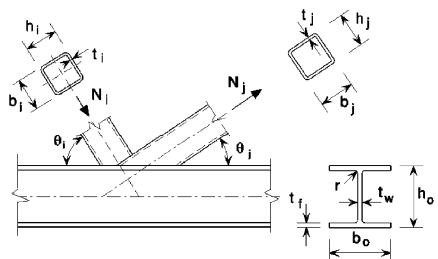
$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.5)$$

Dabei ist

$M_{ip,i,Rd}$ die Momententragfähigkeit des Anschlusses in der Ebene des Fachwerks;

$M_{ip,i,Ed}$ das einwirkende Biegemoment in der Ebene des Fachwerks.

**Tabelle 7.21 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von RHP- oder KHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe**

Anschlussstyp	Tragfähigkeit [<i>i</i> = 1 oder 2, <i>j</i> = überlappte Strebe]	
T-, Y- und X-Anschlüsse	Fließen des Steges des Gurtstabes	
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$	
	Versagen der Strebe	
	$N_{1,Rd} = 2 f_{y1} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$	
K- und N-Anschlüsse mit Spalt [<i>i</i> = 1 oder 2]	AC Fließen des Steges des Gurtstabes AC AC $N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$ AC	Nachweis gegen Versagen der Strebe nicht erforderlich, wenn: $g/t_f \leq 20 - 28\beta$; $\beta \leq 1,0 - 0,03\gamma$ wobei $\gamma = b_0/2t_f$ und für KHP:
	Versagen der Strebe	$0,75 \leq d_1/d_2 \leq 1,33$ oder für
	$N_{i,Rd} = 2 f_{yi} t_i p_{eff} / \gamma_{M5}$	RHP: $0,75 \leq b_1/b_2 \leq 1,33$
	Schubversagen des Gurtstabes	
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$	
	$N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{p1,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$	
K- und N-Anschlüsse mit Überlappung ^a [<i>i</i> = 1 oder 2]	Versagen der Strebe	$25 \% \leq \lambda_{ov} < 50 \%$
Die Kräfte in den Streben <i>i</i> und <i>j</i> können sowohl Zug- als auch Druckkräfte sein. 	AC $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i) / \gamma_{M5}$ AC	
	Versagen der Strebe	$50 \% \leq \lambda_{ov} < 80 \%$
	AC $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$ AC	
	Versagen der Strebe	$\lambda_{ov} \geq 80 \%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	
$A_v = A_0 - (2 - \alpha) b_0 t_f + (t_w + 2r) t_f$ Bei RHP-Strebe: AC $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2 / (3t_f^2)}}$ AC Bei KHP-Strebe: $\alpha = 0$	AC $p_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yi}$ jedoch bei T-, Y-, X-Anschlüsse und K- und N-Anschlüssen mit Spalt: $p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i$ jedoch bei K- und N-Anschlüssen mit Überlappung: $p_{eff} \leq b_i$ AC	
	$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j / t_j} \frac{f_{y,j} t_j}{f_{y,i} t_i} b_i$ jedoch $b_{e,ov} \leq b_i$	
	$b_w = \frac{h_i}{\sin \theta_i} + 5(t_f + r)$ jedoch $b_w \leq 2t_i + 10(t_f + r)$	
Bei KHP-Streben sind die obigen Grenzwerte mit $\pi/4$ zu multiplizieren und b_1 und h_1 ist durch d_1 und b_2 sowie h_2 durch d_2 , außer bei Schubversagen des Gurtstabs AC zu ersetzen.		
^a Nur die überlappende Strebe <i>i</i> braucht nachgewiesen zu werden. Der Ausnutzungsgrad (d. h. die Tragfähigkeit des Anschlusses dividiert durch die plastische Beanspruchbarkeit der Strebe) der überlappten Strebe <i>j</i> ist in der Regel mit dem Ausnutzungsgrad der überlappenden Strebe gleichzusetzen. AC Siehe auch Tabelle 7.20. AC		

- (6) Die einwirkende Schnittgröße $M_{i,Ed}$ darf am Anschnitt der Strebe am Gurtstabflansch bestimmt werden.
- (7) Die Biegetragfähigkeit $M_{ip,1,Rd}$ der Anschlüsse in Fachwerkebene ist Tabelle 7.22 zu entnehmen.
- (8) Wird der Gurtstab durch Steifen ausgesteift, siehe Bild 7.7, so wird die Tragfähigkeit $N_{i,Rd}$ für Versagen der Strebe bei T-, X-, Y-, K-Anschlüssen mit Spalt und N-Anschlüssen mit Spalt, siehe Tabelle 7.22, wie folgt berechnet:

$$N_{i,Rd} = 2 f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{eff,s}) / \gamma_{M5} \quad (7.6)$$

Dabei ist

$$b_{eff} = t_w + 2r + 7 t_f f_{y0} / f_{yi} \quad \text{jedoch} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

$$b_{eff,s} = t_s + 2a + 7 t_f f_{y0} / f_{yi} \quad \text{jedoch} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

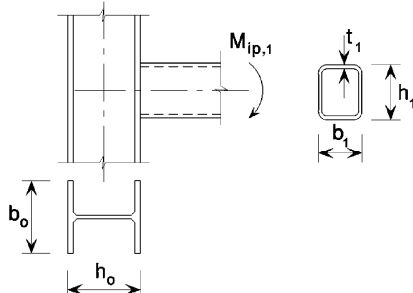
$$b_{eff} + b_{eff,s} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

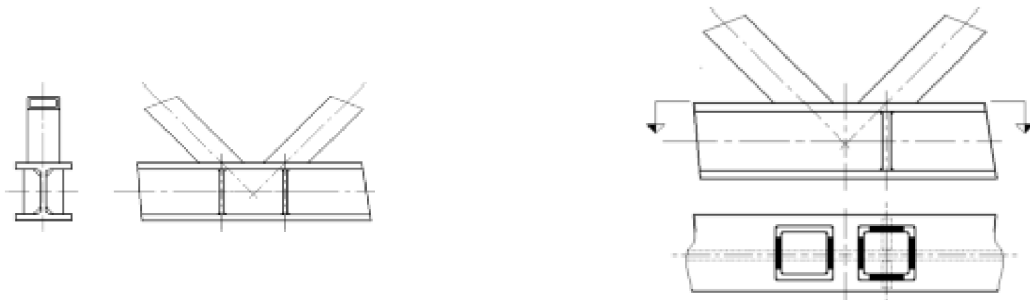
a die Schweißnahtdicke an der Steife. Die Nahtdicke '2a' wird durch 'a' ersetzt, wenn einseitige Kehlnähte verwendet werden;

s der Index für Steife.

- (9) Die Wanddicke der Steifen sollte mindestens der Stegdicke des I-Profils entsprechen.

**Tabelle 7.22 — Biegetragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen
von RHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe**

Anschlussstyp	Biegetragfähigkeit [$i = 1$ oder $2, j = \text{überlappte Strebe}$]
T- und Y-Anschlüsse	Fließen des Steges des Gurtstabes
	$\boxed{AC} M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{y0} t_w b_w (h_1 - t_1) / \gamma_{M5} \quad \boxed{AC}$
	Versagen der Strebe
	$\boxed{AC} M_{ip,1,Rd} = f_{y1} t_1 p_{eff} h_z / \gamma_{M5} \quad \boxed{AC}$
Parameter $\boxed{AC} p_{eff} \quad \boxed{AC}$ und b_w	
$\boxed{AC} p_{eff} = t_w + 2r + 7 t_f f_{y0} / f_{y1}$ $\text{jedoch } p_{eff} \leq b_1 + h_1 - 2t_1 \quad \boxed{AC}$	$b_w = \frac{h_1}{\sin \theta_1} + 5(t_f + r) \quad \text{jedoch } b_w \leq 2t_1 + 10(t_f + r)$



Wirksamer Strebenquerschnitt, ohne (links) und mit (rechts) Steife

Bild 7.7 — Steifen an I-Profil Gurtstäben

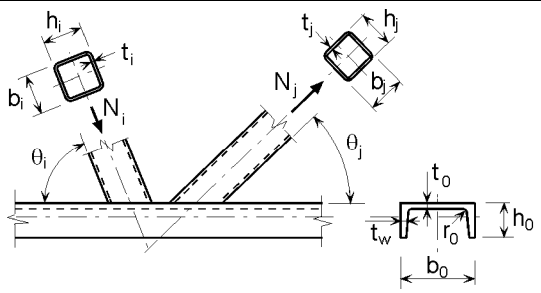
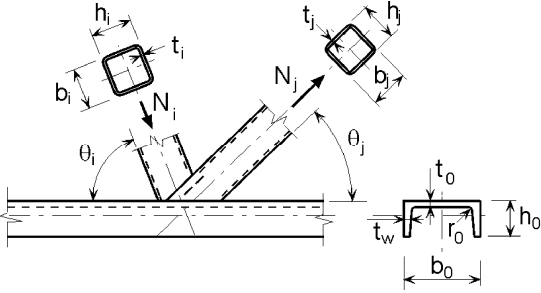
7.7 Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an U-Profil Gurtstäbe

- (1) Liegen die geometrischen Abmessungen von Anschlüssen innerhalb des Gültigkeitsbereiches nach Tabelle 7.23, können die Tragfähigkeiten der Anschlüsse von Hohlprofilstreben an U-Profil Gurtstäbe nach Tabelle 7.24 bestimmt werden.
- (2) Bei der Bemessung der Anschlüsse sollten die Momente aus Sekundärwirkung, die sich aus ihrer Rotationssteifigkeit ergeben, berücksichtigt werden.
- (3) Für Anschlüsse mit Spalt ist in der Regel die Tragfähigkeit $N_{0,Rd}$ des Gurtstabquerschnitts zu bestimmen. Dabei wird die Schubkraftübertragung zwischen den Streben durch den Gurtstab berücksichtigt, jedoch werden die Sekundärmomente vernachlässigt. Der Nachweis ist nach EN 1993-1-1 zu führen.

Tabelle 7.23 — Gültigkeitsbereich für geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an U-Profil-Gurtstäbe

Anschluss- typ	Anschlussparameter [<i>i</i> = 1 oder 2, <i>j</i> = überlappte Strebe]					
	<i>b_i</i> / <i>b₀</i>	<i>b_i</i> / <i>t_i</i> und <i>h_i</i> / <i>t_i</i> oder <i>d_i</i> / <i>t_i</i>		<i>h_i</i> / <i>b_i</i>	<i>b₀</i> / <i>t₀</i>	Spalt oder Überlappung <i>b_i</i> / <i>b_j</i>
		Druck	Zug			
K-Spalt N-Spalt	≥ 0,4 und <i>b₀</i> ≤ 400 mm	[AC] Klasse 1 oder 2 [AC] und <i>h_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 35 <i>b_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 35 <i>d_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 50	<i>h_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 35	≥ 0,5 jedoch ≤ 2,0	[AC] Klasse 1 oder 2 [AC]	0,5(1-β*) ≤ <i>g</i> / <i>b₀</i> * ≤ 1,5(1 - β*) ^a und <i>g</i> ≥ <i>t₁</i> + <i>t₂</i>
K-Über- lappung N-Über- lappung	≥ 0,25 und <i>b₀</i> ≤ 400 mm		<i>h_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 35 <i>b_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 35 <i>d_i</i> / <i>t_i</i> ≤ 50			
β* = <i>b₁</i> / <i>b₀</i> *						
<i>b₀</i> * = <i>b₀</i> - 2 (<i>t_w</i> + <i>r₀</i>)						
^a Diese Bedingung gilt nur, wenn β ≤ 0,85.						
[AC] ^b λ _{ov,lim} = 60 % falls die verdeckte Naht nicht geschweißt ist und 80 % wenn die verdeckte Naht geschweißt ist. Falls die Überlappung λ _{ov,lim} überschreitet oder wenn die Streben rechteckige Profile mit <i>h_i</i> < <i>b_i</i> und/oder <i>h_j</i> < <i>b_j</i> sind, muss die Verbindung zwischen den Streben und der Oberfläche des Gurtstabes auf Abscherung überprüft werden. [AC]						

Tabelle 7.24 — Tragfähigkeit von geschweißten Anschlüssen von RHP- oder KHP-Streben an U-Profil-Gurtstäbe

Anschlussstyp	Tragfähigkeit [$i = 1$ oder $2, j = \text{überlappte Strebe}$]
K- und N-Anschlüsse mit Spalt	Versagen der Strebe
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{eff} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	Versagen des Gurtstabs
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$
K- und N-Anschlüsse mit Überlappung ^a	Versagen der Strebe $25 \% \leq \lambda_{ov} < 50 \%$
	$\boxed{AC} N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i) / \gamma_{M5} \boxed{AC}$
	Versagen der Strebe $50 \% \leq \lambda_{ov} < 80 \%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	Versagen der Strebe $\lambda_{ov} \geq 80 \%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
$A_v = A_0 - (1 - \alpha) b_0^* t_0$ $b_0^* = b_0 - 2(t_w + r_0)$ Bei RHP: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2 / 3t_i^2}}$ Bei KHP: $\alpha = 0$ $V_{pl,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3}} / \gamma_{M5}$ $V_{Ed} = (N_{i,Ed} \sin \theta_i)_{\max}$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0^* t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \text{ jedoch } b_{eff} \leq b_i$ $b_{e,ov} = \frac{10}{b_j t_j} \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} b_i \text{ jedoch } b_{e,ov} \leq b_i$
Bei KHP-Streben sind die oben genannten Grenzwerte $\boxed{AC}$ außer bei Schubversagen des Gurtstabs $\boxed{AC}$ mit $\pi/4$ zu multiplizieren und b_1 und h_1 ist durch d_1 und b_2 sowie h_2 durch d_2 zu ersetzen.	
^a Nur die überlappende Strebe i braucht nachgewiesen zu werden. Der Ausnutzungsgrad (d. h. die Tragfähigkeit des Anschlusses dividiert durch die plastische Beanspruchbarkeit der Strebe) der überlappten Strebe j ist in der Regel mit dem Ausnutzungsgrad der überlappenden Strebe gleichzusetzen.	