

DIN 18800-1

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatz für
DIN 18800-1:1990-11 und
DIN 18800-1/A1:1996-02

**Stahlbauten –
Teil 1: Bemessung und Konstruktion**

Steel structures –
Part 1: Design and construction

Constructions métalliques –
Partie 1: Calcul et construction

Gesamtumfang 104 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Normative Verweisungen	5
2 Bautechnische Unterlagen	8
3 Begriffe und Formelzeichen	9
3.1 Grundbegriffe	9
3.2 Weitere Begriffe	11
3.3 Häufig verwendete Formelzeichen	11
4 Werkstoffe	14
4.1 Bauteile	14
4.2 Verbindungsmittel	19
4.2.1 Schrauben, Niete, Kopf- und Gewindebolzen	19
4.2.2 Schweißzusätze, Schweißhilfsstoffe	21
4.3 Hochfeste Zugglieder	21
4.3.1 Drähte von Seilen	21
4.3.2 End- und Zwischenverankerungen	21
4.3.3 Zugglieder aus Spannstählen	22
4.3.4 Qualitätskontrolle	22
4.3.5 Charakteristische Werte für mechanische Eigenschaften von hochfesten Zuggliedern	22
5 Grundsätze für die Konstruktion	24
5.1 Allgemeine Grundsätze	24
5.2 Verbindungen	25
5.2.1 Allgemeines	25
5.2.2 Schrauben- und Nietverbindungen	26
5.2.3 Schweißverbindungen	30
5.3 Hochfeste Zugglieder	32
5.3.1 Querschnitte	32
5.3.2 Verankerungen	33
5.3.3 Umlenkklager und Schellen für Spiralseile	35
5.3.4 Umlenkklager und Schellen für Zugglieder aus Spannstählen	36
6 Annahmen für die Einwirkungen	36
7 Nachweise	37
7.1 Erforderliche Nachweise	37
7.2 Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen	39
7.2.1 Einwirkungen	39
7.2.2 Beanspruchungen beim Nachweis der Tragsicherheit	39
7.2.3 Beanspruchungen beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	42
7.3 Berechnung der Beanspruchbarkeiten aus den Widerstandsgrößen	42
7.3.1 Widerstandsgrößen	42
7.3.2 Beanspruchbarkeiten	43
7.4 Nachweisverfahren	44
7.5 Verfahren beim Tragsicherheitsnachweis	49
7.5.1 Abgrenzungskriterien und Detailregelungen	49
7.5.2 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch	54
7.5.3 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Plastisch	60
7.5.4 Nachweis nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch	64
7.6 Nachweis der Lagesicherheit	67
7.7 Nachweis der Dauerhaftigkeit	69

8	Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten der Verbindungen	71
8.1	Allgemeine Regeln	71
8.2	Verbindungen mit Schrauben oder Nieten	71
8.2.1	Nachweise der Tragsicherheit	71
8.2.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	77
8.2.3	Verformungen	77
8.3	Augenstäbe und Bolzen.....	77
8.4	Verbindungen mit Schweißnähten	80
8.4.1	Verbindungen mit Lichtbogenschweißen	80
8.4.2	Andere Schweißverfahren	90
8.5	Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	90
8.6	Druckübertragung durch Kontakt.....	91
9	Beanspruchbarkeit hochfester Zugglieder beim Nachweis der Tragsicherheit	91
9.1	Allgemeines	91
9.2	Hochfeste Zugglieder und ihre Verankerungen	92
9.2.1	Tragsicherheitsnachweise.....	92
9.2.2	Beanspruchbarkeit von hochfesten Zuggliedern	92
9.2.3	Beanspruchbarkeit von Verankerungsköpfen.....	94
9.3	Umlenklager, Klemmen und Schellen	96
9.3.1	Grenzquerpressung und Teilsicherheitsbeiwert.....	96
9.3.2	Gleiten.....	97
Anhang A (normativ)	Regelungen.....	98
A.1	Sonderregelung für die Stahlsorte St 52-3	98
A.2	Bescheinigungen.....	98
A.3	Kennzeichnung der Erzeugnisse	98
A.4	entfällt	98
	entfällt	98
A.5	98	
A.6	Ausführungen	98
A.7	Nachweis der Nahtgüte.....	98
A.8	Fertigungsbeschichtungen	98
Anhang B (informativ)	Liste der zurückgezogenen oder ersetzten Normen und technischen Regelwerke soweit sie in Bezug genommen werden	99
Literaturhinweise		104

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau), NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung“ erarbeitet. Sie enthält die vom Arbeitsausschuss verabschiedeten Änderungen aus dem Entwurf E DIN 18800-1/A2:2007-06. Die Änderungen zu DIN 18800-1:1990-11 sind mit einem senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

In DIN 18800-1:1990-11 wurde neben der üblichen, allgemein bekannten Gliederung in Abschnitte und Unterabschnitte der gesamte Text in überschaubare, (abschnittsweise) durchgehend benummerte, so genannte „Elemente“ gegliedert, deren jedes eine in sich geschlossene Aussage enthält und damit auch bei Übernahme in eine andere Norm verständlich bleibt. Diese Gliederung in Elemente wurde beibehalten, obwohl dadurch eine Anpassung an die neuen Gestaltungsregeln nach DIN 820 nicht vollständig erfolgen konnte. Die Abschnitte 1 (Anwendungsbereich) und 2 (Normative Verweisungen) wurden hier in Abschnitt 1 zusammengefasst. Dadurch konnte die alte Struktur der Norm beibehalten werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 18800-1:1990-11 und DIN 18800-1/A1:1996-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an Nachfolgenormen von zurückgezogenen Normen und Aktualisierung der in der Norm zitierten normativen Verweisungen;
- b) Übernahme der Regelungen der 3. Auflage der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Oktober 1998) und der Änderungen und Ergänzungen der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Dezember 2001);
- c) Aktualisierung der Stahlsorten;
- d) der Anhang B, der mit DIN 18800-1/A1:1996-02 eingeführt wurde, entfällt.

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 4100: 1931-05, 1933-07, 1934xxxx-08, 1956-12, 1968-12
DIN 4101: 1937xxx-07, 1974-07
Beiblatt zu DIN 1073: 1974-07
DIN 18800-1: 1981-03, 1990-11
DIN 18800-1/A1: 1996-02

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(101) Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.

(102) Mitgeltende Normen

Die anderen Grundnormen der Reihe DIN 18800 sind zu beachten. Für die verschiedenen Anwendungsgebiete sind die entsprechenden Fachnormen zu beachten. In ihnen können zusätzliche oder abweichende Festlegungen getroffen sein.

ANMERKUNG Soweit Fachnormen noch nicht an das in dieser Grundnorm verwendete Bemessungskonzept angepasst sind, ist die Anpassungsrichtlinie Stahlbau, DIBt-Mitteilungen Sonderheft 11/2 und die Änderung und Ergänzung der Anpassungsrichtlinie Stahlbau, DIBt-Mitteilungen 1/2002 zu beachten.

(103) Anforderungen

Stahlbauten müssen standsicher und gebrauchstauglich sein. Ausreichende räumliche Steifigkeit und Stabilität sind sicherzustellen.

ANMERKUNG Standsicherheit wird hier als Oberbegriff für Trag- und Lagesicherheit verwendet.

1.2 Normative Verweisungen

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).

DIN 124, *Halbrundniete; Nenndurchmesser 10 bis 36 mm*

DIN 302, *Senkniete; Nenndurchmesser 10 bis 36 mm*

DIN 1055-3:2006-03, *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten*

DIN 1055-100, *Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessung*

DIN 3091, *Kauschen – Vollkauschen für Drahtseile*

DIN 4132, *Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung*

DIN V 4141-1:2003-05, *Lager im Bauwesen - Teil 1: Allgemeine Regelungen*

DIN 18800 (alle Teile), *Stahlbauten*

DIN 18800-2:2008-11, *Stahlbauten – Teil 2: Stabilitätsfälle – Knicken von Stäben und Stabwerken*

DIN 18800-3:2008-11, *Stahlbauten – Teil 3: Stabilitätsfälle – Plattenbeulen*

DIN 18800-7:2008-11, *Stahlbauten – Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation*

DIN EN 1369, *Gießereiwesen – Magnetpulverprüfung*

DIN EN 1371-1, *Gießereiwesen – Eindringprüfung – Teil 1: Sand-, Schwerkraftkokillen- und Niederdruckkokillengußstücke*

DIN EN 1559-1, *Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 1559-2, *Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke*

DIN EN 1563, *Gusseisen mit Kugelgraphit*

DIN EN 1993-1-9, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9:Ermüdung*

DIN EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

DIN EN 10025-3, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte / normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

DIN EN 10025-4, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

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

DIN EN 10028-3, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

DIN EN 10083-1, *Vergütungsstähle – Teil 1: Technische Lieferbedingungen für Edelstähle*

DIN EN 10083-2, *Vergütungsstähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Qualitätsstähle*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN 10210 (alle Teile), *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen*

DIN EN 10219 (alle Teile), *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen*

DIN EN 10222-4, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter – Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

DIN EN 10250-2, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung – Teil 2: Unlegierte Qualitäts- und Edelstähle*

DIN EN 10264 (alle Teile), *Stahldraht und Drahterzeugnisse – Stahldraht für Seile*

DIN EN 10293, *Gießereiwesen – Stahlguss für allgemeine Anwendungen*

DIN EN 12385, *Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit*

DIN EN 12454, *Gießereiwesen – Visuelle Bestimmung von Oberflächenfehlern - Stahlsandgußstücke*

DIN EN 12680-1, *Gießereiwesen – Ultraschallprüfung – Teil 1: Stahlgussstücke für allgemeine Verwendung*

DIN EN 12680-3, *Gießereiwesen – Ultraschallprüfung – Teil 3: Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

DIN EN 13411-1, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 1: Kauschen für Anschlagseile aus Drahtseilen*

DIN EN 13411-3, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 3: Pressklemmen und Verpressen*

DIN EN 13411-4, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 4: Vergießen mit Metall oder Kunstharz*

DIN EN 13411-5, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 5: Drahtseilklemmen mit U-förmigem Klemmbügel*

DIN EN 20898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen – Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften – Regelgewinde*

DIN EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben*

DIN EN ISO 12944-3, *Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung*

DIN EN ISO 13918, *Schweißen – Bolzen und Keramikringe zum Lichtbogenbolzenschweißen*

SEW 520¹⁾, *Hochfester Stahlguss mit guter Schweißbarkeit – Technische Lieferbedingungen*

DAST-Richtlinie 009²⁾, *Stahlsortenauswahl für geschweißte Stahlbauten*

DAST-Richtlinie 011²⁾, *Hochfeste schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit einer Mindeststreckgrenze von 460 und 690 N/mm²*

DAST-Richtlinie 016²⁾, *Bemessung und konstruktive Gestaltung von Tragwerken aus dünnwandigen kaltgeformten Bauteilen*

Anpassungsrichtlinie Stahlbau, DIBT-Sonderheft 11/2³⁾ *Berechnungen von Bauwerksteilen nach unterschiedlichem Sicherheitskonzept, Beanspruchungen nach der Plastizitätstheorie, Anpassung der Fachnormen (DIN 18801, 18914, 18808, 4132, 4119-1, -2, DAST-Richtlinie 016, DIN 4118, 4024-1, -2, 4178, 4421, 4112, DIN 18807-1, -2, -3)*

1) Zu beziehen durch: Verlag Stahleisen GmbH, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf.

2) Zu beziehen durch: Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf.

3) Zu beziehen durch: Deutsches Institut für Bautechnik, Kolonnenstr. 30L, 10829 Berlin

2 Bautechnische Unterlagen

(201) Nutzungsbedingungen

Die bautechnischen Unterlagen müssen Angaben zu den maßgeblichen Nutzungsbedingungen in einer allgemein verständlichen Form enthalten.

(202) Inhalt

Die bautechnischen Unterlagen müssen den Nachweis ausreichender Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der baulichen Anlage während des Bau- und Nutzungszeitraumes enthalten.

ANMERKUNG Zu den bautechnischen Unterlagen gehören unter anderem die Baubeschreibung, die Statische Berechnung einschließlich der Positionspläne, gegebenenfalls Versuchsberichte zu experimentellen Nachweisen, Zeichnungen mit allen für die Prüfung, Nutzung und Dauerhaftigkeit wesentlichen Angaben, Montage- und Schweißfolgepläne und gegebenenfalls bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise.

(203) Baubeschreibung

Alle für die Prüfung der Statischen Berechnungen und Zeichnungen wichtigen Angaben sind in die Baubeschreibung aufzunehmen, insbesondere auch solche, die für die Bauausführung wesentlich sind und aus den Nachweisen und Zeichnungen nicht unmittelbar oder nicht vollständig entnommen werden können. Hierzu gehören auch Angaben zum Korrosionsschutz.

(204) Statische Berechnung

In der Statischen Berechnung sind Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit vollständig, übersichtlich und prüfbar für alle Bauteile und Verbindungen nachzuweisen. Der Nachweis muss in sich geschlossen sein und eindeutige Angaben für die Ausführungszeichnungen enthalten.

(205) Quellenangaben und Herleitungen

Die Herkunft außergewöhnlicher Gleichungen und Berechnungsverfahren ist anzugeben. Sofern Gleichungen und Berechnungsverfahren nicht veröffentlicht sind, sind Voraussetzungen und Ableitungen soweit anzugeben, dass ihre Eignung geprüft werden kann.

(206) Elektronische Rechenprogramme

Für die Verwendung von Rechenprogrammen ist die „Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise“ zu beachten.

(207) Versuchsberichte

Versuchsberichte müssen Angaben über das Versuchsziel, die Planung, Einrichtung, Durchführung und Auswertung der Versuche in einer Form enthalten, die eine Beurteilung erlaubt und die eine unabhängige Wiederholung der Versuche ermöglicht.

Sofern die Bemessung von Stahlbauten auf der Grundlage von Versuchen erfolgt, müssen hierfür entsprechende bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise vorliegen.

ANMERKUNG Als bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise gelten:

- a) europäische technische Zulassungen,
- b) allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen,
- c) die Zustimmung im Einzelfall,
- d) das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis.

(208) Zeichnungen

In den Zeichnungen sind alle für die Prüfung von bautechnischen Unterlagen sowie für die Bauausführung und -abnahme wichtigen Bauteile eindeutig, vollständig und übersichtlich darzustellen.

ANMERKUNG Zur eindeutigen und vollständigen Beschreibung der Bauteile gehören unter anderem

- Werkstoffangaben, wie z. B. Stahlsorte von Bauteilen und Festigkeitsklasse von Schrauben,
- Darstellung und Bemaßung der Systeme und Querschnitte,
- Darstellung der Anschlüsse, z. B. durch Angabe der Lage der Schwerachsen von Stäben zueinander, der Anordnung der Verbindungsmittel und der Stoßteile sowie Angaben zum Lochspiel von Verbindungsmitteln,
- Angaben zur Ausführung, z. B. Vorspannung von Schrauben und Nahtvorbereitung von Schweißnähten,
- Angaben über Besonderheiten, die bei der Montage zu beachten sind und
- Angaben zum Korrosionsschutz.

3 Begriffe und Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Grundbegriffe

3.1.1

(301) Einwirkungen, Einwirkungsgrößen

Einwirkungen sind Ursachen von Kraft- und Verformungsgrößen im Tragwerk. Einwirkungsgrößen sind die zur Beschreibung der Einwirkungen verwendeten Größen.

ANMERKUNG Einwirkungen sind z. B. Schwerkraft, Wind, Verkehrslast, Temperatur und Stützensenkungen. Siehe hierzu auch Abschnitt 7.2.1, Element 706.

3.1.2

(302) Widerstand, Widerstandsgrößen

Unter Widerstand wird hier der Widerstand eines Tragwerkes, seiner Bauteile und Verbindungen gegen Einwirkungen verstanden.

Widerstandsgrößen sind aus geometrischen Größen und Werkstoffkennwerten abgeleitete Größen; ihre Streuungen sind zu berücksichtigen.

In dieser Norm sind Festigkeiten und Steifigkeiten Widerstandsgrößen.

ANMERKUNG 1 Vereinfachend werden alle Streuungen des Widerstandes den Festigkeiten und Steifigkeiten zugeordnet, sofern in anderen Normen der Reihe DIN 18800 nichts anderes geregelt ist.

ANMERKUNG 2 Werkstoffkennwerte sind z. B. die obere Streckgrenze R_{eH} und die Zugfestigkeit R_m .

ANMERKUNG 3 Festigkeiten und Steifigkeiten beinhalten Werkstoffkennwerte und Querschnittswerte. Die charakteristischen Werte von Festigkeiten sind auf die Nennwerte der Querschnittswerte bezogene Festigkeiten. Die wichtigsten Festigkeiten sind die Streckgrenze f_y und die Zugfestigkeit f_u , denen die Werkstoffkennwerte obere Streckgrenze R_{eH} und die Zugfestigkeit R_m zugeordnet sind. Ein Beispiel für eine Steifigkeit ist die Biegesteifigkeit ($E \cdot I$). Sie beinhaltet die streuende Werkstoffkenngröße Elastizitätsmodul und die streuende geometrische Größe Flächenmoment 2. Grades.

3.1.3

(303) Bemessungswerte

Bemessungswerte sind diejenigen Werte der Einwirkungsgrößen und Widerstandsgrößen, die für die Nachweise anzunehmen sind. Sie beschreiben einen Fall ungünstiger Einwirkungen auf Tragwerke mit ungünstigen Eigenschaften. Ungünstigere Fälle sind in der Realität nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit zu erwarten.

Bemessungswerte werden im Allgemeinen durch den Index d gekennzeichnet.

ANMERKUNG 1 Die Bemessungswerte dieser Norm sind so festgelegt, dass die Nachweise zu der angestrebten Versagenswahrscheinlichkeit führen.

ANMERKUNG 2 Für statische Berechnungen ist es wichtig, Bemessungswerte von charakteristischen Werten (siehe Element 304) zu unterscheiden, z. B. durch Verwendung der Indizes d (Bemessungswerte) und k (charakteristische Werte).

3.1.4

(304) Charakteristische Werte

Die charakteristischen Werte für Einwirkungsgrößen und Widerstandsgrößen sind die Bezugsgrößen für die Bemessungswerte der Einwirkungsgrößen und Widerstandsgrößen.

Charakteristische Werte werden durch den Index k gekennzeichnet.

ANMERKUNG Charakteristische Werte der als streuend anzunehmenden Größen der Einwirkung und des Widerstandes sind nach der dieser Norm zugrundeliegenden Sicherheitstheorie als p %-Fraktilwerte der Verteilungsfunktionen dieser Größen festzulegen, z. B. als 5 %-Fraktile. Damit ließe die Sicherheitstheorie die Berechnung der für die angestrebte Versagenswahrscheinlichkeit erforderlichen Teilsicherheitsbeiwerte zu. Da aus praktischen Gründen zuerst Teilsicherheitsbeiwerte vereinbart wurden, ergeben sich unterschiedliche und von [1] abweichende Werte für p . Aufgrund nicht ausreichender Kenntnisse (Daten) über Einwirkungen und Widerstände sind diese Werte für p teilweise nur angenähert bekannt. Die Absicherung der Festlegungen dieser Norm stützt sich diesbezüglich auf globale Kalibrierung an der bisherigen Erfahrung.

3.1.5

(305) Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und γ_M sind die Sicherheitselemente, die die Streuungen der Einwirkungen F und Widerstandsgrößen M berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Der Teilsicherheitsbeiwert γ_F setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

$$\gamma_F = \gamma_f \cdot \gamma_{f, \text{sys}}$$

γ_F bezieht sich ausschließlich auf die Einwirkung und sichert z. B. ihre räumliche und zeitliche Streuung ab.

$\gamma_{f, \text{sys}}$ berücksichtigt Unsicherheiten im mechanischen und stochastischen Modell und dient z. B. der Erfassung besonderer Systemempfindlichkeiten.

| Angaben zur Bestimmung von γ_F können z. B. DIN 1055-100 oder DIN EN 1990 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

$$\gamma_M = \gamma_m \cdot \gamma_{m, \text{sys}}$$

γ_m berücksichtigt die Streuung der jeweiligen Widerstandsgröße.

$\gamma_{m, \text{sys}}$ deckt Ungenauigkeiten im mechanischen Modell zur Berechnung der Beanspruchbarkeiten und Systemempfindlichkeiten ab.

| Angaben zur Bestimmung von γ_M können z. B. DIN 1055-100 oder DIN EN 1990 entnommen werden.

3.1.6

(306) Kombinationsbeiwerte

Die Kombinationsbeiwerte ψ sind die Sicherheitselemente, die die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens veränderlicher Einwirkungen berücksichtigen.

3.1.7**(307) Beanspruchungen**

Beanspruchungen S_d sind die von den Bemessungswerten der Einwirkungen F_d verursachten Zustandsgrößen im Tragwerk. Sie werden auch als vorhandene Größen bezeichnet. Wenn zur Vermeidung von Verwechslungen Beanspruchungen gekennzeichnet werden müssen, ist dafür der Index S,d zu verwenden. Hier wird im Folgenden auf eine solche Kennzeichnung der Beanspruchungen verzichtet.

ANMERKUNG Beanspruchungen sind z. B. Spannungen, Schnittgrößen, Scherkräfte von Schrauben, Dehnungen und Durchbiegungen.

3.1.8**(308) Grenzzustände**

Grenzzustände sind Zustände des Tragwerkes, die den Bereich der Beanspruchung, in dem das Tragwerk tragsicher bzw. gebrauchstauglich ist, begrenzen. Grenzzustände können auch auf Bauteile, Querschnitte, Werkstoffe und Verbindungsmittel bezogen sein.

3.1.9**(309) Beanspruchbarkeiten**

Beanspruchbarkeiten R_d sind die zu Grenzzuständen gehörenden Zustandsgrößen des Tragwerkes. Sie sind mit den Bemessungswerten der Widerstandsgrößen M_d zu berechnen und werden auch als Grenzgrößen bezeichnet. Wenn zur Vermeidung von Verwechslungen Beanspruchbarkeiten zu kennzeichnen sind, ist dafür im Allgemeinen der Index R,d zu verwenden.

Wenn keine Verwechslungen mit Beanspruchungen möglich sind, darf der Index R entfallen.

ANMERKUNG Beanspruchbarkeiten sind z. B. Grenzspannungen, Grenzschnittgrößen, Grenzabscherkräfte von Schrauben und Grenzdehnungen.

3.2 Weitere Begriffe

(310) Weitere Begriffe werden im Normtext erläutert.

3.3 Häufig verwendete Formelzeichen**(311) Koordinaten, Verschiebungs- und Schnittgrößen, Spannungen sowie Imperfektionen**

x	Stabachse;
y, z	Hauptachsen des Querschnitts; die Zeichen sind bei einteiligen Stäben so gewählt, dass $I_y \geq I_z$ ist;
u, v, w	Verschiebungen in Richtung der Achsen x, y, z ;
N	Normalkraft, als Zug positiv;
M_y, M_z	Biegemomente;
M_x	Torsionsmoment;
V_y, V_z	Querkräfte;
σ	Normalspannung;
τ	Schubspannung;
$\Delta\sigma$	Spannungsschwingbreite;
φ_0	Stabdrehwinkel des vorverformten (imperfekten) Tragwerks im einwirkungslosen Zustand.

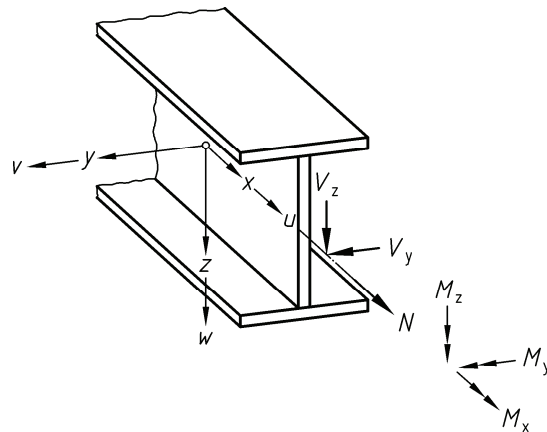


Bild 1 — Koordinaten, Verschiebungs- und Schnittgrößen

ANMERKUNG Das Formelzeichen V für Querkraft anstelle von Q wird in Übereinstimmung mit internationalen Regelwerken, z. B. ISO 3898:1987, gewählt.

(312) Physikalische Kenngrößen, Festigkeiten

E	Elastizitätsmodul (E -Modul);
G	Schubmodul;
α_T	lineare Temperaturdehnzahl;
f_y	Streckgrenze;
f_u	Zugfestigkeit;
μ	Reibungszahl.

(313) Querschnittsgrößen

t	Erzeugnisdicke, Blechdicke
b	Breite von Querschnittsteilen
A	Querschnittsfläche
A_{Steg}	Stegfläche, nach Abschnitt 7.5.2, Element 752;
S	Statisches Moment;
I	Flächenmoment 2. Grades (früher: Trägheitsmoment);
W	elastisches Widerstandsmoment;
N_{pl}	Normalkraft im vollplastischen Zustand;
M_{pl}	Biegemoment im vollplastischen Zustand;
M_{el}	Biegemoment, bei dem die Spannung σ_x an der ungünstigsten Stelle des Querschnitts f_y erreicht;

α_{pl} $= \frac{M_{pl}}{M_{el}}$ plastischer Formbeiwert;

V_{pl} Querkraft im vollplastischen Zustand;

d Durchmesser;

d_L Lochdurchmesser;

d_{Sch} Schaftdurchmesser;

Δd Nennlochspiel;

a rechnerische Schweißnahtdicke.

ANMERKUNG Die Benennung „vollplastischer Zustand“ bezieht sich auf die volle Ausnutzung der Plastizität. In Sonderfällen (z. B. Winkel-, U-Profile) können hierbei elastische Restquerschnitte vorhanden sein, vergleiche z. B. [7].

(314) Systemgrößen

l Systemlänge eines Stabes;

N_{Ki} Normalkraft unter der kleinsten Verzweigungslast nach der Elastizitätstheorie, als Druck positiv;

s_K $= \sqrt{\frac{\pi^2(E \cdot I)}{N_{Ki}}}$ zu N_{Ki} gehörende Knicklänge eines Stabes.

(315) Einwirkungen, Widerstandsgrößen und Sicherheitselemente

F Einwirkung (allgemeines Formelzeichen);

G ständige Einwirkung;

Q veränderliche Einwirkung;

F_A außergewöhnliche Einwirkung;

F_E Erddruck;

M Widerstandsgröße (allgemeines Formelzeichen);

γ_F Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkungen;

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgrößen;

ψ Kombinationsbeiwert für Einwirkungen;

S_d Beanspruchung (allgemeines Formelzeichen);

R_d Beanspruchbarkeit (allgemeines Formelzeichen).

ANMERKUNG Die Formelzeichen sind zum Teil aus der englischen Sprache abgeleitet: z. B. **F**orce, **S**tress, **R**esistance, **d**esign.

(316) Nebenzeichen

Index k charakteristischer Wert einer Größe;

Index d Bemessungswert einer Größe;

Index R,d Beanspruchbarkeit;

Index S,d Beanspruchung;

Index w Schweißen;

Index b Schrauben, Niete, Bolzen;

vers vorangestelltes Nebenzeichen zur Kennzeichnung eines Versuchswertes.

ANMERKUNG 1 Nebenzeichen sind zum Teil aus der englischen Sprache abgeleitet: z. B. **weld**, **bolt**.

ANMERKUNG 2 Diese Nebenzeichen sind zu verwenden, wenn die Gefahr von Verwechslungen besteht.

ANMERKUNG 3 Es ist z. B. $f_{u,b}$ die Zugfestigkeit eines Schraubenwerkstoffes.

4 Werkstoffe

4.1 Bauteile

(401) Übliche Stahlsorten

Es sind folgende Werkstoffe für Bauteile zu verwenden:

- 1) Die Stahlsorten S235, S275, S355, S450 der unlegierten Baustähle nach DIN EN 10025-2 und die entsprechenden Stahlsorten für kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile nach DIN EN 10219-1 sowie für warmgefertigte Hohlprofile nach DIN EN 10210-1.
- 2) Die Stahlsorten S275N, S275NL, S355N, S355NL, S420N, S420NL, S460N, S460NL der normalgeglühten/normalisierend gewalzten, schweißgeeigneten Feinkornbaustähle nach DIN EN 10025-3 und die entsprechenden Stahlsorten für Hohlprofile nach DIN EN 10219-1 und DIN EN 10210-1 sowie die Stahlsorten P275NH, P275NL1, P275NL2, P355N, P355NH, P355NL1 und P355NL2 nach DIN EN 10028-3.
- 3) Die Stahlsorten S275M, S275ML, S355M, S355ML, S420M, S420ML, S460M, S460ML der thermomechanisch gewalzten, schweißgeeigneten Feinkornbaustähle nach DIN EN 10025-4 und die entsprechenden Stahlsorten für Hohlprofile nach DIN EN 10219-1.
- 4) Die Stahlsorten S235...W, S355...WP, S355...W der wetterfesten Baustähle nach DIN EN 10025-5.
- 5) Die Stahlsorten S235JRG2, S235J2G3, S355J2G3 der unlegierten Baustähle für Schmiedestücke nach DIN EN 10250-2 und P355NH und P355QH1 der schweißgeeigneten Feinkornbaustähle für Schmiedestücke nach DIN EN 10222-4.
- 6) Die Vergütungsstähle C35+N und C45+N nach DIN EN 10083-2 nur für stählerne Lager, Gelenke und spezielle Verbindungselemente (z. B. Raumfachwerkknoten, Bolzen).
- 7) Die Stahlgussorten GS200, GS240, G17Mn5, G20Mn5, GE200 und GE240 nach DIN EN 10293 und die Gusseisensorten EN-GJS-400-15, EN-GJS-400-18, EN-GJS-400-18-LT, EN-GJS-400-18-RT nach DIN EN 1563 (Gusseisen mit Kugelgraphit) nur für spezielle Formstücke wie z. B. Verankerungsbauteile für Rundstäbe mit Gewinde.

Für die Werkstoffe nach den Ziffern 6 und 7 ist nur das Nachweisverfahren Elastisch-Elastisch nach 7.5.2 zulässig. Die Tragsicherheitsnachweise nach DIN 18800-2, DIN 18800-3 und DIN 18800-4 sind nicht zulässig.

(402) entfällt

(403) Güteanforderungen an Walz- und Gusserzeugnisse

Die Stahlsorten für Walzprodukte und geschmiedete Erzeugnisse sind entsprechend dem vorgesehenen Verwendungszweck und ihrer Schweißseignung auszuwählen. Für die Auswahl der Stahlsorten einschließlich ihrer Gütegruppen gilt DAST-Richtlinie 009. Für zusätzliche Anforderungen an die Stahlprodukte gelten die Angaben in DIN 18800-7.

Für Bauteile aus Stahlguss und Gusseisen mit Kugelgraphit sind Anforderungen an die innere und äußere Beschaffenheit entsprechend dem Verwendungszweck festzulegen. In Tabelle 0 sind für vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Beanspruchungszonen H (hoch), M (mittel) und N (niedrig) die erforderlichen Gütestufen angegeben. Bezüglich der Kriterien für die verschiedenen Beanspruchungszonen gilt, dass jeweils jedes einzelne Kriterium maßgebend wird. Die Beanspruchungszonen eines Gussstückes oder die entsprechende einheitliche Klassifizierung bei kleinen Gussstücken sind in den Bauteilzeichnungen zu definieren. Wegen des Korrosionsschutzes können bezüglich der Oberflächenbeschaffenheit höhere Anforderungen erforderlich sein als in Tabelle 0 angegeben. Der Nachweis der Gütestufen gilt als erbracht, wenn die Prüfung einer Stichprobe von 10 % der Gussstücke einer Produktionseinheit keine unzulässigen Befunde ergab. Bei Bauteilen, deren Versagen die Standsicherheit wesentlicher Teile einer baulichen Anlage gefährdet, ist eine umfassendere Prüfung erforderlich.

Fertigungsschweißungen an Gussstücken nach DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-2 sind zulässig, wenn die dafür erforderliche Herstellerqualifikation nach DIN 18800-7 vorliegt.

Für den Nachweis ausreichender Zähigkeit gilt für Stahlguss DAST-Richtlinie 009 entsprechend. Dabei ist zusätzlich eine Temperaturverschiebung $\Delta T_G = -10 \text{ K}$ zu berücksichtigen, und für die Bauteildicke ist der Maximalwert in einem 50 mm breiten Bereich beiderseits der Schweißnaht anzusetzen. Die Zuordnung zu den Walzstahlsorten ist hinsichtlich der Festigkeit entsprechend Tabelle 21 vorzunehmen. Für Stahlguss ist DAST-Richtlinie 014 nicht anzuwenden.

Zur Ermittlung der mechanisch-technologischen Kennwerte von Gussstücken ist in Abhängigkeit von der für den Verwendungsfall erforderlichen Zuverlässigkeit eine Probe zu gießen, deren Abmessungen Abkühlbedingungen sicherstellt, die den Verhältnissen an den höchstbeanspruchten Stellen des Gussstückes entsprechen.

Tabelle 0 — Anforderungen an die innere und äußere Beschaffenheit von vorwiegend ruhend beanspruchten Bauteilen aus Stahlguss oder Gusseisen mit Kugelgraphit

Beanspruchungszonen		Gütestufen	
	Kriterien ^f	der inneren Beschaffenheit (Volumen) Ultraschallprüfung nach DIN EN 12680-1 ^b oder DIN EN 12680-3 ^c	der äußeren Beschaffenheit (Oberfläche) ^a Eindringprüfung nach DIN EN 1371-1 oder Magnet- pulverprüfung nach DIN EN 1369
H	$1,00 \geq \eta_{\text{Zug}} > 0,75$ Wanddicke $t \leq 30 \text{ mm}^b$ Wanddicke $t \leq 20 \text{ mm}^c$ Schweißflanken Bereiche von Krafteinleitungen (z. B. Sacklochgewinde) Druckkegel von vorgespannten Schrauben	1 ^d	SP2 oder SM2 (Einzelanzeigen) LP2b oder LM2b (lineare Anzeigen) AP2b oder AM2b (Anzeigen in Reihe)
	$0,75 \geq \eta_{\text{Zug}} > 0,30$ $1,00 \geq \eta_{\text{Druck}} > 0,75$ Wanddicke $30 \text{ mm} < t \leq 50 \text{ mm}^b$ Wanddicke $20 \text{ mm} < t \leq 30 \text{ mm}^c$		
	$0,30 \geq \eta_{\text{Zug}}$ $0,75 \geq \eta_{\text{Druck}}$ Wanddicke $t > 50 \text{ mm}^b$ Wanddicke $t > 30 \text{ mm}^c$		

^a Zur visuellen Bestimmung der Oberfläche kann auch DIN EN 12454 vereinbart werden.

^b Für Stahlguss.

^c Für Gusseisen mit Kugelgraphit.

^d Oberflächenrisse mit Tiefen über 3 mm sind unzulässig.

^e Innerhalb einer Bezugsfläche dürfen nicht gleichzeitig Reflektoren im Rand und Kern auftreten.

^f Für den Ausnutzungsgrad gilt $\eta = S_d/R_d$.

(404) Bescheinigungen

Für die Bescheinigungen und den Aufschweißbiegeversuch gelten die Angaben in DIN 18800-7:2008-11, 5.1.5.

(405) Charakteristische Werte für Walzstahl und Stahlguss

Bei der Ermittlung von Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten sind für die Stahlsorten im gewalzten Zustand und die Gusswerkstoffe die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden. Für die maximalen Erzeugnisdicken von Hohlprofilen gelten abweichend von Tabelle 1, Spalte 2 die Angaben in den Technischen Lieferbedingungen DIN EN 10219 und DIN EN 10210. Für Stähle im geschmiedeten Zustand gelten als charakteristische Werte für die entsprechenden Wanddickenbereiche die unteren Grenzwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit in den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen.

Bei Erzeugnisdicken, die größer sind als die in Tabelle 1, Spalte 2 angegebenen, jedoch kleiner oder gleich den in den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen angegebenen, sowie bei anderen Stahlsorten nach Element 402, erster Spiegelstrich, dürfen als charakteristische Werte für die entsprechenden Wanddickenbereiche die unteren Grenzwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit nach den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen verwendet werden.

Bauteile aus Vergütungsstählen oder Gusswerkstoffen, deren Wanddicken größer als 160 mm sind, gehören nicht zum Anwendungsbereich der Norm.

ANMERKUNG Die Erzeugnisdicken sind auch durch die Anforderungen nach Element (403) begrenzt.

Die temperaturabhängige Veränderung der charakteristischen Werte ist bei Temperaturen über 100 °C zu berücksichtigen.

Tabelle 1 — Als charakteristische Werte für Walzstahl und Gusswerkstoffe festgelegte Werte

	1	2	3	4	5	6	7
		Erzeugnis- dicke t mm	Streck- grenze $f_{y,k}$ N/mm ²	Zug- festigkeit $f_{u,k}$ N/mm ²	E-Modul E N/mm ²	Schub- modul G N/mm ²	Temperatur- dehnzahl α_T K ⁻¹
	Baustahl				210 000	81 000	12×10^{-6}
1	S235	$t \leq 40$	240	360			
2		$40 < t \leq 100$	215				
3	S275	$t \leq 40$	275	410			
4		$40 < t \leq 80$	255				
5	S355	$t \leq 40$	360	470			
6		$40 < t \leq 80$	335				
7	S450	$t \leq 40$	440	550			
8		$40 < t \leq 80$	410				
	Feinkornbaustahl						
9	S275N u. NL, M u. ML P275NH, NL1 u. NL2	$t \leq 40$	275	370			
10		$40 < t \leq 80$	255				
11	S355N u. NL P355N, NH, NL1 u. NL2, QH1	$t \leq 40$	360	470			
12		$40 < t \leq 80$	335				
13	S355M u. ML	$t \leq 40$	360	450			
14		$40 < t \leq 80$	335				
15	S420N u. NL	$t \leq 40$	420	520			
16		$40 < t \leq 80$	390				
17	S420M u. ML	$t \leq 40$	420	520			
18		$40 < t \leq 80$	390				
19	S460N u. NL	$t \leq 40$	460	550			
20		$40 < t \leq 80$	430				
21	S460M u. ML	$t \leq 40$	460	530			
22		$40 < t \leq 80$	430				
	Vergütungsstahl						
23	C35+N	$t \leq 16$	300	550			
24		$16 < t \leq 100$	270	520			
25	C45+N	$t \leq 16$	340	620			
26		$16 < t \leq 100$	305	580			
	Gusswerkstoffe						
27	GS200	$t \leq 100$	200	380			
28	GS240		240	450			
29	GE200	$t \leq 160$	200	380			
30	GE240		240	450			
31	G17Mn5+QT	$t \leq 50$	240	450			
32	G20Mn5+N	$t \leq 30$	300	480			
33	G20Mn5+QT	$t \leq 100$	300	500			
34	EN-GJS-400-15	$t \leq 60$	250	390	169 000	46 000	$12,5 \times 10^{-6}$
35	EN-GJS-400-18		250				
36	EN-GJS-400-18-LT		230				
37	EN-GJS-400-18-RT		250				

ANMERKUNG Siehe hierzu auch 7.3.1, Element 718.

4.2 Verbindungsmittel

4.2.1 Schrauben, Niete, Kopf- und Gewindebolzen

(406) Schrauben, Muttern, Scheiben

Es sind Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 nach DIN EN ISO 898-1, zugehörige Muttern der Festigkeitsklassen 4, 5, 8 und 10 nach DIN EN 20898-2 und Scheiben, die mindestens die Festigkeit der Schrauben haben, zu verwenden.

Es dürfen auch andere Bauteile aus Stahl mit metrischem Außen- oder Innengewinde verwendet werden, wenn sie einer der Festigkeitsklassen der Schrauben nach Tabelle 2 oder einer der in Tabelle 1 genannten Stahlsorten zugeordnet werden können.

(407) Verzinkte Schrauben

Es sind nur komplette Garnituren (Schrauben, Muttern und Scheiben) eines Herstellers zu verwenden.

Feuerverzinkte Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 sowie zugehörige Muttern und Scheiben dürfen nur verwendet werden, wenn sie vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb oder unter seiner Verantwortung im Fremdbetrieb verzinkt wurden.

Andere metallische Korrosionsschutzüberzüge dürfen verwendet werden, wenn

- die Verträglichkeit mit dem Stahl gesichert ist und
- eine wasserstoffinduzierte Versprödung vermieden wird und
- ein adäquates Anziehverhalten nachgewiesen wird.

Galvanisch verzinkte Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 dürfen nicht verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Ein anderer metallischer Korrosionsschutzüberzug ist z. B. die galvanische Verzinkung. Die galvanische Verzinkung bei Schrauben reicht als Korrosionsschutz alleine nur in trockenen Innenräumen (Korrosionskategorie C1 nach DIN EN ISO 12944-2) aus.

ANMERKUNG 2 Zur Vermeidung wasserstoffinduzierter Versprödung siehe auch DIN 267-9.

(408) Charakteristische Werte für Schraubenwerkstoffe

Bei der Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von Schraubenverbindungen sind für die Schraubenwerkstoffe die in Tabelle 2 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.

Tabelle 2 — Als charakteristische Werte für Schraubenwerkstoffe festgelegte Werte

	1	2	3
	Festigkeitsklasse	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
1	4.6	240	400
2	5.6	300	500
3	8.8	640	800
4	10.9	900	1 000

ANMERKUNG 1 Vergleiche hierzu auch 7.3.1, Element 718.

Für Erzeugnisdicken t im Bereich $40 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$ sind als charakteristische Werte die in den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen angegebenen unteren Grenzwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit zu verwenden, sofern sie die Werte nach Tabelle 2 nicht überschreiten. Andernfalls gelten die Werte in Tabelle 2.

ANMERKUNG 2 Rundstäbe mit Gewinde und sonstige Gewindeteile der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 werden in der Regel aus Erzeugnissen aus den Stahlsorten S235 (4.6) und S355 (5.6) nach DIN EN 10025-2 oder aus Erzeugnissen aus den Vergütungsstählen 42CrMo4+QT (8.8), 34CrNiMo6+QT (10.9) und 30CrNiMo8+QT (10.9) nach DIN EN 10083-1 hergestellt. Streckgrenze und Zugfestigkeit sind nach DIN EN ISO 898-1 zu ermitteln.

(409) Niete

Angaben zu den einsetzbaren Nietwerkstoffen sind den Produktnormen zu entnehmen.

(410) Charakteristische Werte für Nietwerkstoffe

Angaben zu den charakteristischen Werten für die einsetzbaren Nietwerkstoffe sind den Produktnormen zu entnehmen.

Tabelle 3 — entfällt

(411) Kopf- und Gewindebolzen

Es sind Kopf- und Gewindebolzen nach Tabelle 4 zu verwenden.

Bei der Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von Verbindungen mit Kopf- und Gewindebolzen sind für die Bolzenwerkstoffe die in Tabelle 4 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.

Tabelle 4 — Als charakteristische Werte für Werkstoffe von Kopf- und Gewindebolzen festgelegte Werte

	1	2	3	4
	Bolzen	nach	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
1	Festigkeitsklasse 4.8	DIN EN ISO 13918	340	420
2	S235J2+C450	DIN EN ISO 13918	350	450
3	S235JR, S235J0, S235J2, S355J0, S355J2	DIN EN 10025-2	Werte nach Tabelle 1	

ANMERKUNG Vergleiche hierzu auch 7.3.1, Element 718.

(412) Bescheinigungen über Schrauben, Niete und Bolzen

Für die Bescheinigungen gelten die Angaben in DIN 18800-7.

(413) Andere dornartige Verbindungsmittel

Für Bolzen, die aus Stahlsorten entsprechend den Ziffern 1 bis 5 nach Element 401 oder aus Schraubenwerkstoffen nach Element 408 hergestellt werden und in Gelenkbolzenverbindungen nach 8.3 verwendet werden (z. B. für Gabelköpfe), gelten hinsichtlich der Erzeugnisdicken und ihrer charakteristischen Werte die Festlegungen von Element 405 und 408 sinngemäß.

4.2.2 Schweißzusätze, Schweißhilfsstoffe

(414) Für die Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe gilt DIN 18800-7.

4.3 Hochfeste Zugglieder

4.3.1 Drähte von Seilen

(415) Für Drähte von Seilen sind korrosionsgeschützte Drähte aus Stählen nach den Normen der Reihen DIN EN 10264 und DIN EN 12385 zu verwenden.

4.3.2 End- und Zwischenverankerungen

(416) Verankerungsköpfe

Für Verankerungsköpfe sind Gussteile aus Stahlguss G20Mn5 oder G26CrMo4 nach DIN EN 10293 oder G18NiMoCr36 nach SEW 520 sowie Schmiedeteile aus Vergütungsstahl 34CrNiMo6+QT oder 42CrMo4+QT nach DIN EN 10083-1 zu verwenden. Für die Stahlsorten, die in Tabelle 1 nicht aufgeführt sind, dürfen als charakteristische Werte für die entsprechenden Wanddickenbereiche die unteren Grenzwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit nach den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen verwendet werden.

(417) Verankerungen mit Verguss

Für Vergussverankerungen gilt DIN EN 13411-4.

(418) entfällt

(419) Kauschen

Für Kauschen sind die in DIN EN 13411-1 und DIN 3091 angegebenen Werkstoffe zu verwenden.

(420) Reibschluss-Verankerungen

Für reibschlüssige Verbindungen sind Drahtseilklemmen mit U-förmigem Klemmbügel nach DIN EN 13411-5 oder Pressklemmen nach DIN EN 13411-3 zu verwenden.

4.3.3 Zugglieder aus Spannstählen

(421) Für Spanndrähte, Spannlitzen und Spannstähle sind die in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen genannten Werkstoffe zu verwenden.

4.3.4 Qualitätskontrolle

(422) Bescheinigung

Die Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe sind mindestens durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu belegen.

(423) Verankerungsköpfe aus Stahlguss

Für die innere und äußere Beschaffenheit gilt Element 403 mit den Anforderungen für die Beanspruchungszone M nach Tabelle 0.

(424) Zugglieder aus Spannstählen

Für die Qualitätskontrolle gelten die Angaben in den entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

4.3.5 Charakteristische Werte für mechanische Eigenschaften von hochfesten Zuggliedern

(425) Festigkeiten von Drähten

Als charakteristischer Wert $f_{u,k}$ der Zugfestigkeit ist die Drahtnennfestigkeit nach DIN EN 10264 zu verwenden. Der charakteristische Wert $f_{u,k}$ darf 1 770 N/mm² nicht überschreiten.

(426) Dehnsteifigkeit

Die Dehnsteifigkeit von hochfesten Zuggliedern ist im Allgemeinen durch Versuche zu bestimmen.

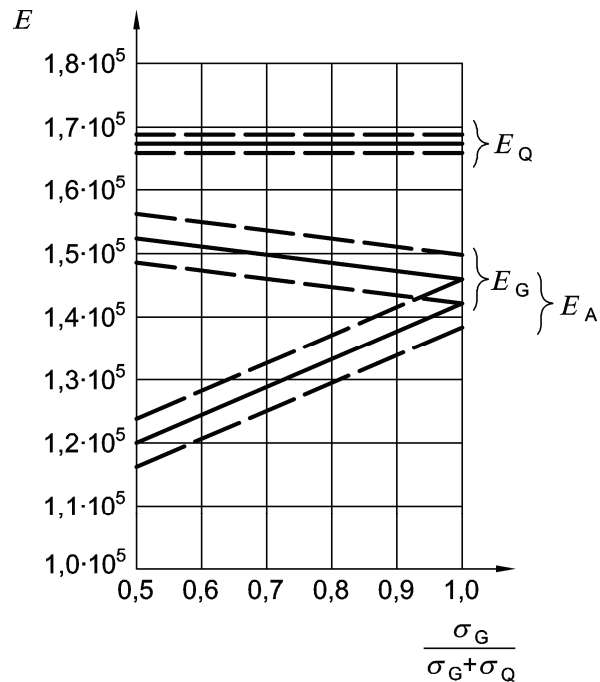
Bei der Bestimmung des Verformungsmoduls von Seilen ist zu beachten, dass sich an kurzen Versuchsseilen – Probenlänge ≤ 10 facher Schlaglänge – ein geringeres Kriechmaß als bei langen Seilen ergibt.

Falls keine genaueren Werte bekannt sind, darf dieser Effekt bei der Ablängung von Spiralseilen durch eine zusätzliche Verkürzung von 0,15 mm/m berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Die Dehnsteifigkeit ist das Produkt von Verformungsmodul und metallischem Querschnitt. Anhaltswerte für die Verformungsmoduln von hochfesten Zuggliedern aus Drähten nach Element 415 können Bild 2 und Tabelle 5 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Die in Tabelle 5 angegebenen Verformungsmoduln E_Q gelten nach mehrmaligem Be- und Entlasten zwischen 30 % und 40 % der rechnerischen Bruchkraft.

ANMERKUNG 3 Da nicht vorgereckte Seile bei Erstbelastung außer elastischen auch bleibende Dehnungen haben, kann es vorteilhaft sein, diese Seile vor oder nach dem Einbau bis höchstens 0,45 $f_{u,k}$ zu recken.



Legende

--- Grenzwerte

— Mittelwert

E_B liegt zwischen E_G und E_A

Bild 2 — Anhaltswerte für die Verformungsmoduln vollverschlossener, nichtvorgereckter Spiralseile aus Drähten nach Element 415

In Bild 2 bedeuten:

E_G Verformungsmodul nach erstmaliger Belastung bis σ_G ;

E_Q Verformungsmodul im Bereich veränderlicher Einwirkungen;

E_A Verformungsmodul maßgebend für das Ablängen;

E_B Verformungsmodul während der Bauzustände;

σ_G Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen;

σ_Q Beanspruchung aus veränderlichen Einwirkungen.

Voraussetzungen für die Verformungsmoduln nach Bild 2 sind:

- die Schlaglänge ist etwa gleich dem 10fachen Durchmesser der jeweiligen Lage;
- die Grundspannung ist 40 N/mm².

Die Grundspannung beim Ablängen entspricht der Unterlast in den Ablängversuchen, bei der die Seile keine Welligkeit mehr aufweisen und der Seilverband praktisch geschlossen ist (untere Grenzlast des elastischen Bereichs).

(427) Berechnungsannahme für die Dehnsteifigkeit

Wenn die durch Versuche an dem zum Einbau bestimmten Zugglied festgestellte Dehnsteifigkeit mehr als 10 % von dem der Berechnung zugrunde gelegten Wert abweicht, ist dies zu berücksichtigen.

(428) Temperaturdehnzahl

Die Temperaturdehnzahl für Zugglieder aus Drähten nach Element 415 ist

$$\alpha_T = 12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \quad (3)$$

Tabelle 5 — Anhaltswerte für den Verformungsmodul E_Q im Bereich veränderlicher Einwirkungen von hochfesten Zuggliedern

	1	2	3	4
	Hochfestes Zugglied nach Element 523			E_Q N/mm ²
1	Offene Spiralseile			$0,15 \times 10^6$
2	Vollverschlossene Spiralseile			$0,17 \times 10^6$
3	Rundlitzenseile mit Stahleinlage			
	Mindestseildurchmesser, in mm	Anzahl der Außenlitzen	Drahtanzahl je Außenlitze	
	7	6	6 bis 8	$0,12 \times 10^6$
	8	8	6 bis 8	$0,11 \times 10^6$
	17	6	15 bis 26	$0,11 \times 10^6$
	19	8	15 bis 26	$0,10 \times 10^6$
	23	6	27 bis 49	$0,10 \times 10^6$
	30	8	27 bis 49	$0,09 \times 10^6$
	25	6	50 bis 75	$0,10 \times 10^6$
	32	8	50 bis 75	$0,09 \times 10^6$
4	Bündel aus parallelen Spanndrähten und -stäben			$0,20 \times 10^6$
5	Bündel aus parallelen Spannlitzen			$0,19 \times 10^6$

(429) Reibungszahlen

Für die Reibung zwischen vollverschlossenen Spiralseilen untereinander sowie zwischen vollverschlossenen Spiralseilen und Stahl (Seilklemmen, Kabelschellen, Umlenklager oder ähnlichen Bauteilen) ist eine Reibungszahl $\mu = 0,1$ anzusetzen, falls nicht durch Versuche ein anderer Wert nachgewiesen wird.

Für alle anderen hochfesten Zugglieder sind die Reibungszahlen durch Versuche zu bestimmen.

5 Grundsätze für die Konstruktion

5.1 Allgemeine Grundsätze

(501) Mindestdicken

Die Mindestdicken sind den Fachnormen zu entnehmen.

(502) Verschiedene Stahlsorten

Die Verwendung verschiedener Stahlsorten in einem Tragwerk und in einem Querschnitt ist zulässig.

(503) Krafteinleitungen

Es ist zu prüfen, ob im Bereich von Krafteinleitungen oder -umlenkungen, an Knicken, Krümmungen und Ausschnitten konstruktive Maßnahmen erforderlich sind.

Bei geschweißten Profilen und Walzprofilen mit I-förmigem Querschnitt dürfen Kräfte ohne Aussteifungen eingeleitet werden, wenn

- der Betriebsfestigkeitsnachweis nicht maßgebend ist und
- der Trägerquerschnitt gegen Verdrehen und seitliches Ausweichen gesichert ist und
- der Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 7.5.1, Element 744, geführt wird.

ANMERKUNG Ein Beispiel für konstruktive Maßnahmen ist die Anordnung von Steifen.

5.2 Verbindungen**5.2.1 Allgemeines****(504) Stöße und Anschlüsse**

Stöße und Anschlüsse sollen gedungen ausgebildet werden. Unmittelbare und symmetrische Stoßdeckung ist anzustreben.

Die einzelnen Querschnittsteile sollen für sich angeschlossen oder gestoßen werden.

Knotenbleche dürfen zur Stoßdeckung herangezogen werden, wenn ihre Funktion als Stoß- und als Knotenblech berücksichtigt wird.

ANMERKUNG 1 Querschnittsteile sind z. B. Flansche oder Stege.

Bei Schraubverbindungen — z. B. Gewindestangen und Sacklochverbindungen — reicht die Einschraubtiefe aus, wenn das Verhältnis ζ der Einschraubtiefe zum Durchmesser des Außengewindes mindestens folgenden Wert erreicht

$$\zeta = (600/f_{u,k}) \cdot (0,3 + 0,4f_{u,b,k}/500)$$

und wenn $f_{u,k} \leq f_{u,b,k}$ erfüllt ist.

Dabei ist

$f_{u,k}$ der charakteristische Wert der Zugfestigkeit des Bauteils mit Innengewinde in N/mm²;

$f_{u,b,k}$ der charakteristische Wert der Zugfestigkeit des Bauteils mit Außengewinde in N/mm².

ANMERKUNG 2 Eine genauere Ermittlung der Einschraubtiefe bei Sacklochverbindungen (z. B. Einschraubtiefe für Rundstäbe mit Gewinde) darf nach der VDI-Richtlinie 2230 erfolgen.

ANMERKUNG 3 Sacklochverbindungen dürfen nur mit speziellem Nachweis (Verfahrensprüfung) planmäßig vorgespannt werden.

Bei Schraubverbindungen gelten die Regeln für Schraubenverbindungen im Übrigen sinngemäß.

(505) Kontaktstoß

Wenn Kräfte aus druckbeanspruchten Querschnitten oder Querschnittsteilen durch Kontakt übertragen werden, müssen

- die Stoßflächen der in den Kontaktfugen aufeinandertreffenden Teile eben und zueinander parallel und
- lokale Instabilitäten infolge herstellungsbedingter Imperfektionen ausgeschlossen oder unschädlich sein und
- die gegenseitige Lage der miteinander zu stoßenden Teile nach Abschnitt 8.6, Element 837, gesichert sein.

Bei Kontaktstößen, deren Lage durch Schweißnähte gesichert wird, darf der Luftspalt nicht größer als 0,5 mm sein. Für Querschnittsteile mit Dicken t von 10 mm bis 30 mm aus den Stahlsorten S235, S275 oder S355, die durch Doppelkehlnähte an Stirnplatten angeschlossen sind, darf der als Stegabstand h bezeichnete Luftspalt zwischen Querschnittsteil und Stirnplatte bis zu 2,0 mm betragen.

ANMERKUNG 1 Herstellungsbedingte Imperfektionen können z. B. Versatz oder Unebenheiten sein. Lokale Instabilitäten können insbesondere bei dünnwandigen Bauteilen auftreten, siehe z. B. [2], [3].

ANMERKUNG 2 Die Anforderung für die Begrenzung des Luftspaltes gilt z. B. für den Anschluss druckbeanspruchter Flansche an Stirnplatten.

5.2.2 Schrauben- und Nietverbindungen

(506) Schraubenverbindungen

Die Ausführungsformen für Schraubenverbindungen sind nach Tabelle 6 zu unterscheiden.

Für planmäßig vorgespannte Verbindungen sind Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden.

Gleitfeste Verbindungen mit Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und 10.9 sind planmäßig vorzuspannen; die Reibflächen sind nach DIN 18800-7 vorzubehandeln.

Zugbeanspruchte Verbindungen mit Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 sind planmäßig vorzuspannen.

Auf planmäßiges Vorspannen darf verzichtet werden, wenn Verformungen (Klaffungen) beim Tragsicherheitsnachweis berücksichtigt werden und im Gebrauchszustand in Kauf genommen werden können.

Für Schraubenverbindungen mit zugbeanspruchten Schrauben sind mindestens Schrauben der Größe M12 zu verwenden. Schrauben, Muttern und Scheiben kleiner M12 dürfen nur bei einem Ausnutzungsgrad auf Zug kleiner als 50 % verwendet werden. Schrauben kleiner als M6 sind für tragende Verbindungen nicht zulässig.

ANMERKUNG 1 GV-Verbindungen sichern die Formschlüssigkeit der Verbindungen bis zur Grenzgleitkraft, SLP-, SLVP- und GVP-Verbindungen bis zur Grenzabscher- bzw. Grenzlochleibungskraft.

ANMERKUNG 2 Planmäßiges Vorspannen von zugbeanspruchten Verbindungen (z. B. von biegesteifen Stirnplatten-Verbindungen) verhindert das Klaffen der Verbindung unter den Einwirkungen für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis. Dadurch wird auch die Betriebsfestigkeit der Verbindung erhöht.

ANMERKUNG 3 In der Literatur werden GV- und GVP-Verbindungen auch als gleitfeste vorgespannte Verbindungen bezeichnet, siehe z. B. [4].

Tabelle 6 — Ausführungsformen von Schraubenverbindungen

	1	2	3	4
	Nennlochspiel $\Delta d = d_L - d_{Sch}$ mm	nicht planmäßig vorgespannt	planmäßig vorgespannt	
			ohne gleitfeste Reibfläche	mit gleitfester Reibfläche
1	$0,3 < \Delta d^a \leq \max \Delta d$	SL	SLV	GV
2	$\Delta d \leq 0,3$	SLP	SLVP	GVP

SL Scher-Lochleibungsverbindungen
 SLP Scher-Lochleibungs-Passverbindungen
 SLV planmäßig vorgespannte Scher-Lochleibungsverbindungen
 SLVP planmäßig vorgespannte Scher-Lochleibungs-Passverbindungen
 GV gleitfeste, planmäßig vorgespannte Verbindungen
 GVP gleitfeste, planmäßig vorgespannte Passverbindungen

^a Der Größtwert $\max \Delta d$ des Nennlochspiels beträgt:

- 1,0 mm für Schrauben $\leq M 12$;
- 2,0 mm für Schrauben $< M 27$;
- 3,0 mm für Schrauben $\geq M 27$;
- 1,0 mm generell bei Senkschrauben im Bauteil mit dem Senkkopf.

(507) Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

Die für die einzelnen Ausführungsformen von Schraubenverbindungen nach Tabelle 6 zu verwendenden genormten Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben sind in DIN 18800-7 festgelegt.

Die Auflageflächen am Bauteil dürfen bei nicht vorwiegend ruhender Zugbeanspruchung der Verbindung nicht, und ansonsten nicht mehr als 2 % planmäßig gegen die Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter geneigt sein. Beim Verschrauben von U- oder I-Profilen sind genormte Keilscheiben zu verwenden.

(508) Nieten

Für Nietverbindungen sind Halbrundniete nach DIN 124 oder Senkniete nach DIN 302 zu verwenden.

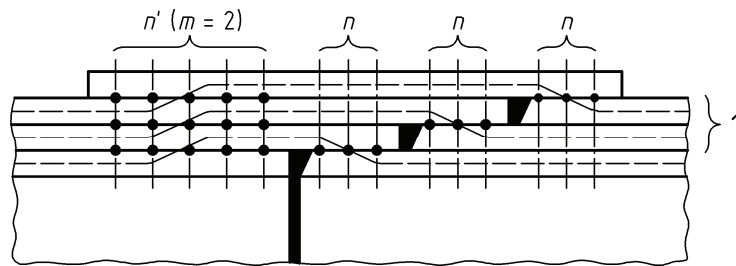
(509) Zugkräfte in Nieten

Planmäßige Zugkräfte in Nieten infolge von Einwirkungen sollen vermieden werden.

(510) Mittelbare Stoßdeckung

Bei mittelbarer Stoßdeckung über m Zwischenlagen zwischen der Stoßlasche und dem zu stoßenden Teil ist die Anzahl der Schrauben oder Nieten gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Anzahl n auf $n' = n (1 + 0,3 m)$ zu erhöhen (siehe Bild 3).

In GVP-Verbindungen darf auf ein Erhöhen der Schraubenanzahl verzichtet werden.



Legende

1 zwei Zwischenlagen

Bild 3 — Erhöhung der Anzahl der Verbindungsmittel bei mittelbarer Stoßdeckung

(511) Endanschlüsse zusätzlicher Gurtplatten mit Schrauben oder Nieten

Wenn der Einfluss des Schlupfes im Nachweis nicht berücksichtigt wird, darf das Lochspiel geschraubter Endanschlüsse zusätzlicher Gurtplatten von Vollwandträgern höchstens 1 mm betragen.

Die Endanschlüsse sind mit der größten Querkraft zwischen dem Gurtplattenende und dem Querschnitt mit der größten Beanspruchung zu bemessen.

Ist die rechnerisch erforderliche Anschlusslänge größer als dieser Bereich, so ist die Gurtplatte über den rechnerischen Anschlusspunkt hinauszuziehen; ist sie kleiner, so ist die Gurtplatte in dem übrigen Bereich konstruktiv anzuschließen.

(512) Futter

Stoßteile dürfen in Verbindungen höchstens um 2 mm verzogen sein.

Futterstücke von mehr als 6 mm Dicke sind als Zwischenlagen nach Element 510 zu behandeln, wenn sie nicht mit mindestens einer Schrauben- bzw. Nietreihe oder durch entsprechende Schweißnähte vorgebunden werden.

Für GVP-Verbindungen darf auf das Vorbinden verzichtet werden.

(513) Schrauben- und Nietabstände

Für die Abstände von Schrauben und Nieten gilt Tabelle 7. Dabei ist t die Dicke des dünnsten der außenliegenden Teile der Verbindung.

Bei Anschlüssen mit mehr als 2 Lochreihen in und rechtwinklig zur Krafrichtung brauchen die größten Lochabstände e und e_3 nach Tabelle 7, Zeile 5 nur für die äußeren Reihen eingehalten zu werden.

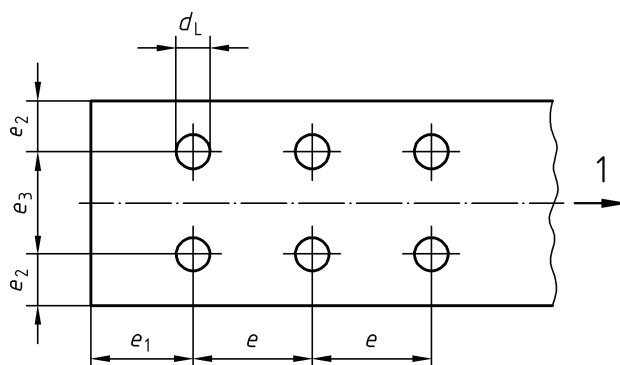
Wenn ein freier Rand z. B. durch die Profilform versteift wird, darf der maximale Randabstand $8 t$ betragen (siehe Bild 5).

Tabelle 7 — Rand- und Lochabstände von Schrauben und Nieten

	1	2	3	4	5	6
1	Randabstände			Lochabstände		
2	Kleinsten Randabstand	In Krafrichtung e_1	$1,2 d_L$	Kleinsten Lochabstand	In Krafrichtung e	$2,2 d_L$
3		Rechtwinklig zur Krafrichtung e_2	$1,2 d_L$		Rechtwinklig zur Krafrichtung e_3	$2,4 d_L$
4	Größter Randabstand	In und rechtwinklig zur Krafrichtung e_1 bzw. e_2	$3 d_L$ oder $6 t$	Größter Lochabstand, e bzw. e_3	Zur Sicherung gegen lokales Beulen	$6 d_L$ oder $12 t$
5					Wenn lokale Beulgefahr nicht besteht	$10 d_L$ oder $20 t$

Bei gestanzten Löchern sind die kleinsten Randabstände $1,5 d_L$, die kleinsten Lochabstände $3,0 d_L$.

Die Rand- und Lochabstände nach Zeile 5 dürfen vergrößert werden, wenn durch besondere Maßnahmen ein ausreichender Korrosionsschutz sichergestellt ist.

**Legende**

1 Krafrichtung

Bild 4 — Randabstände e_1 und e_2 und Lochabstände e und e_3

ANMERKUNG 1 Die Abstände werden von Lochmitte aus gemessen.

ANMERKUNG 2 Die Beanspruchbarkeit auf Lochleibung ist von den gewählten Rand- und Lochabständen abhängig. Die größtmögliche, rechnerisch nutzbare Beanspruchbarkeit wird nach Abschnitt 8.2.1.2, Element 805, mit den in Tabelle 8 angegebenen Rand- und Lochabständen erreicht. Für die Mindestabstände nach Tabelle 7 beträgt die Beanspruchbarkeit nur etwa die Hälfte der größtmöglichen Werte.

Tabelle 8 — Rand- und Lochabstände, für die die größtmögliche Beanspruchbarkeit auf Lochleibung erreicht wird

Abstand	e_1	e_2	e	e_3
	$3,0 \cdot d_L$	$1,5 \cdot d_L$	$3,5 \cdot d_L$	$3,0 \cdot d_L$

ANMERKUNG 3 Ausreichender Korrosionsschutz kann z. B. durch planmäßiges Vorspannen biegesteifer Stirnplattenverbindungen oder durch Abdichten der Fugen erreicht werden.

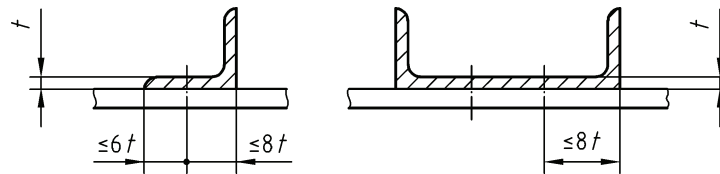


Bild 5 — Beispiele für die Versteifung freier Ränder im Bereich von Stößen und Anschlüssen

5.2.3 Schweißverbindungen

(514) Allgemeine Grundsätze

Die Bauteile und ihre Verbindungen müssen schweißgerecht konstruiert werden, Anhäufungen von Schweißnähten sollen vermieden werden.

ANMERKUNG Für die Stahlauswahl siehe Abschnitt 4.1, Element 403.

(515) Stumpfstoß von Querschnittsteilen verschiedener Dicken

Wechselt an Stumpfstößen von Querschnittsteilen die Dicke, so sind bei Dickenunterschieden von mehr als 10 mm die vorstehenden Kanten im Verhältnis 1 : 1 oder flacher zu brechen (siehe Bild 6).

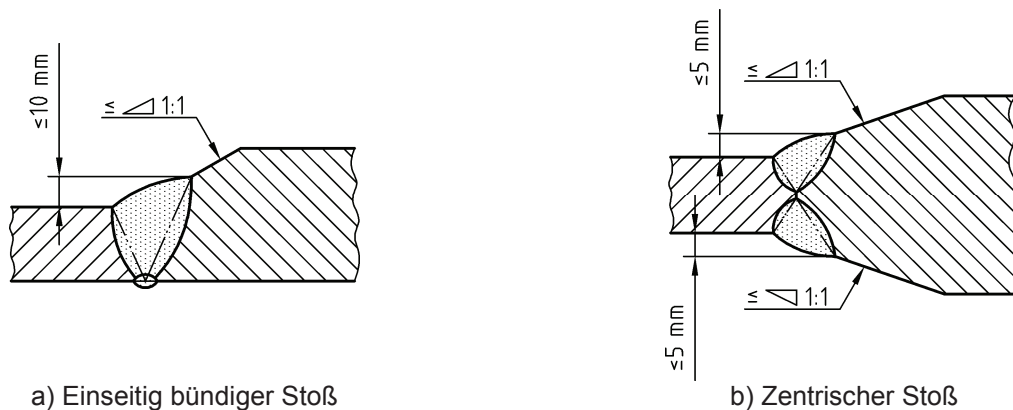
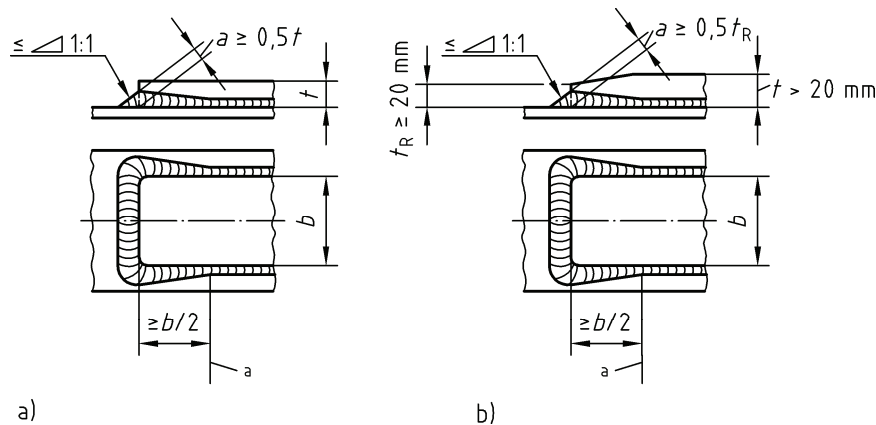


Bild 6 — Beispiele für das Brechen von Kanten bei Stumpfstößen von Querschnittsteilen mit verschiedenen Dicken

(516) Obere Begrenzung von Gurtplattendicken

Gurtplatten, die mit Schweißverbindungen angeschlossen oder gestoßen werden, sollen nicht dicker sein als 50 mm.

Gurtplatten von mehr als 50 mm Dicke dürfen verwendet werden, wenn ihre einwandfreie Verarbeitung durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt ist.

**Legende**

a) rechnerischer Endpunkt der zusätzlichen Gurtplatte

Bild 7 — Vorbinden zusätzlicher Gurtplatten**(517) Geschweißte Endanschlüsse zusätzlicher Gurtplatten**

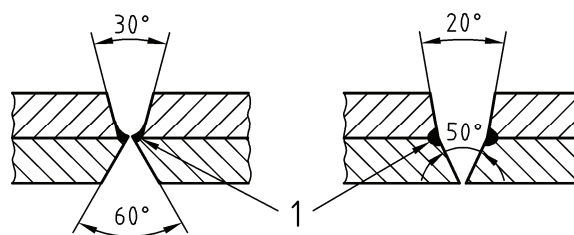
Sofern kein Nachweis für den Gurtplattenanschluss geführt wird, ist die zusätzliche Gurtplatte nach Bild 7 a) vorzubinden.

Bei Gurtplatten mit $t > 20$ mm darf der Endanschluss nach Bild 7 b) ausgeführt werden.

Bei Bauteilen mit vorwiegend ruhender Beanspruchung darf auf die Ausführung nach Bild 7 verzichtet werden. Die Stirnkehlnähte können wie die Flankenkehlnähte ausgeführt werden. Deren Dicke ergibt sich nach den statischen Erfordernissen.

(518) Gurtplattenstöße

Wenn aufeinanderliegende Gurtplatten an derselben Stelle gestoßen werden, ist der Stoß mit Stirnfugennähten vorzubereiten (siehe Bild 8).

**Legende**

1) Stirnfugennähte

Bild 8 — Beispiele für die Nahtvorbereitung eines Stumpfstoßes aufeinanderliegender Gurtplatten**(519) Grenzwerte für Kehlnahtdicken**

Bei Querschnittsteilen mit Dicken $t \geq 3$ mm sollen folgende Grenzwerte für die Schweißnahtdicke a von Kehlnähten eingehalten werden:

$$2 \text{ mm} \leq a \leq 0,7 \min t \quad (4)$$

$$a \geq \sqrt{\max t} - 0,5 \quad (5)$$

mit a und t in mm.

In Abhängigkeit von den gewählten Schweißbedingungen darf auf die Einhaltung von Bedingung (5) verzichtet werden, jedoch sollte für Blechdicken $t \geq 30$ mm die Schweißnahtdicke mit $a \geq 5$ mm gewählt werden.

ANMERKUNG Der Richtwert nach Bedingung (5) vermeidet ein Missverhältnis von Nahtquerschnitt und verbundenen Querschnittsteilen, siehe auch [5].

(520) Schweißnähte bei besonderer Korrosionsbeanspruchung

Bei besonderer Korrosionsbeanspruchung dürfen unterbrochene Nähte und einseitige nicht durchgeschweißte Nähte nur ausgeführt werden, wenn durch besondere Maßnahmen ein ausreichender Korrosionsschutz sichergestellt ist.

ANMERKUNG Besondere Korrosionsbeanspruchung liegt z. B. im Freien vor. Als besondere Maßnahme kann z. B. die Anordnung einer zusätzlichen Beschichtung im Bereich des Spaltes angesehen werden.

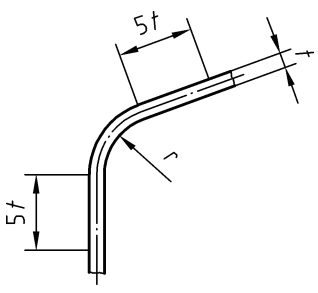
(521) entfällt

(522) Schweißen in kaltgeformten Bereichen

Wenn in kaltgeformten Bereichen einschließlich der angrenzenden Bereiche der Breite $5t$ geschweißt wird, sind die Grenzwerte $\min(r/t)$ nach Tabelle 9 einzuhalten. Zwischen den Werten der Zeilen 1 bis 5 darf linear interpoliert werden.

Die Werte der Umformgrade nach Tabelle 9 brauchen nicht eingehalten zu werden, wenn kaltgeformte Teile vor dem Schweißen normalgeglüht werden.

Tabelle 9 — Grenzwerte $\min(r/t)$ für das Schweißen in kaltgeformten Bereichen

	1	2	3
	max t mm	$\min(r/t)$	
1	50	10	
2	24	3	
3	12	2	
4	8	1,5	
5	6	1	
6	< 6	1	

5.3 Hochfeste Zugglieder

5.3.1 Querschnitte

(523) Einteilung

Folgende hochfeste Zugglieder werden unterschieden (siehe Bild 9):

a) Seile

— Offene Spiralseile; sie bestehen nur aus Runddrähten.