

Stahlbauten

Bemessung und Konstruktion

DIN
18 800
Teil 1

Steel structures; design and construction
Constructions métalliques; calcul et construction

Ersatz für Ausgabe 03.81

Neben dieser Norm gilt DIN 18800 Teil 1/03.81 noch bis zum Erscheinen einer europäischen (EN-)Norm über die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.

Diese Norm wurde im NABau-Fachbereich 08 Stahlbau — Deutscher Ausschuß für Stahlbau e. V. ausgearbeitet.

Mit den vorliegenden neuen Normen der Reihe DIN 18800 wurde erstmals das Sicherheits- und Bemessungskonzept der im Jahre 1981 vom NABau herausgegebenen „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen an bauliche Anlagen“ (GruSiBau) verwirklicht. Darüber hinaus ist auch den laufenden Entwicklungen hinsichtlich der europäischen Vereinheitlichungsbemühungen (Stichwort: EUROCODES) Rechnung getragen worden.

Alle Verweise auf die Normen DIN 18800 Teil 2 und Teil 3 beziehen sich auf die Ausgabe 11.90.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Allgemeine Angaben	2	7.3.1 Widerstandsgrößen	17
2 Bautechnische Unterlagen	2	7.3.2 Beanspruchbarkeiten	17
3 Begriffe und Formelzeichen	2	7.4 Nachweisverfahren	17
3.1 Grundbegriffe	2	7.5 Verfahren beim Tragsicherheitsnachweis	20
3.2 Weitere Begriffe	3	7.5.1 Abgrenzungskriterien und Detailregelungen	20
3.3 Häufig verwendete Formelzeichen	3	7.5.2 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch	23
4 Werkstoffe	4	7.5.3 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Plastisch	26
4.1 Walzstahl und Stahlguß	4	7.5.4 Nachweis nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch	28
4.2 Verbindungsmittel	6	7.6 Nachweis der Lagesicherheit	30
4.2.1 Schrauben, Nieten, Kopf- und Gewindebolzen	6	7.7 Nachweis der Dauerhaftigkeit	31
4.2.2 Schweißzusätze, Schweißhilfsstoffe	7	8 Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten der Verbindungen	32
4.3 Hochfeste Zugglieder	7	8.1 Allgemeine Regeln	32
4.3.1 Drähte von Seilen	7	8.2 Verbindungen mit Schrauben oder Nieten	32
4.3.2 End- und Zwischenverankerungen	7	8.2.1 Nachweise der Tragsicherheit	32
4.3.3 Zugglieder aus Spannstählen	7	8.2.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	34
4.3.4 Qualitätskontrolle	7	8.2.3 Verformungen	34
4.3.5 Charakteristische Werte für mechanische Eigenschaften von hochfesten Zuggliedern	7	8.3 Augenstäbe und Bolzen	35
5 Grundsätze für die Konstruktion	8	8.4 Verbindungen mit Schweißnähten	36
5.1 Allgemeine Grundsätze	8	8.4.1 Verbindungen mit Lichtbogenschweißen	36
5.2 Verbindungen	9	8.4.2 Andere Schweißverfahren	41
5.2.1 Allgemeines	9	8.5 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	42
5.2.2 Schrauben- und Nietverbindungen	9	8.6 Druckübertragung durch Kontakt	42
5.2.3 Schweißverbindungen	11	9 Beanspruchbarkeit hochfester Zugglieder beim Nachweis der Tragsicherheit	42
5.3 Hochfeste Zugglieder	12	9.1 Allgemeines	42
5.3.1 Querschnitte	12	9.2 Hochfeste Zugglieder und ihre Verankerungen	42
5.3.2 Verankerungen	12	9.2.1 Tragsicherheitsnachweise	42
5.3.3 Umlenkklager und Schellen für Spiralseile	13	9.2.2 Beanspruchbarkeit von hochfesten Zuggliedern	42
5.3.4 Umlenkklager und Schellen für Zugglieder aus Spannstählen	14	9.2.3 Beanspruchbarkeit von Verankerungsköpfen	44
6 Annahmen für die Einwirkungen	14	9.3 Umlenkklager, Klemmen und Schellen	44
7 Nachweise	15	9.3.1 Grenzquerpressung und Teilsicherheitsbeiwert	44
7.1 Erforderliche Nachweise	15	9.3.2 Gleiten	45
7.2 Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen	15	Anhang A	45
7.2.1 Einwirkungen	15	Zitierte Normen und andere Unterlagen	46
7.2.2 Beanspruchungen beim Nachweis der Tragsicherheit	16	Frühere Ausgaben	48
7.2.3 Beanspruchungen beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	17	Änderungen	48
7.3 Berechnung der Beanspruchbarkeiten aus den Widerstandsgrößen	17	Erläuterungen	49

Fortsetzung Seite 2 bis 49

Diese Neuauflage von DIN 18800 Teil 1 enthält gegenüber der Erstauflage Druckfehlerberichtigungen, die an den entsprechenden Stellen durch einen Balken am Rand gekennzeichnet sind.

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Allgemeine Angaben

(101) Anwendungsbereich

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

(102) Mitgeltende Normen

Die anderen Grundnormen der Reihe DIN 18 800 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, kann zur Beurteilung DIN 18 800 Teil 1/03.81 herangezogen werden (vergleiche auch Vorbemerkungen).

(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.

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 Zulassungsbescheide.

(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.

(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

3.1 Grundbegriffe

(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.

(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 18 800 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.

(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).

(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 %-Fraktilewerte 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.

(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:

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

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

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

Angaben zur Bestimmung von γ_F können z.B. [1] entnommen werden.

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

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

γ_m berücksichtigt die Streuung der jeweiligen Widerstandsgröße.

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

Angaben zur Bestimmung von γ_M können z.B. [1] entnommen werden.

(306) Kombinationsbeiwerte

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

(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.

(308) Grenzzustände

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

(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

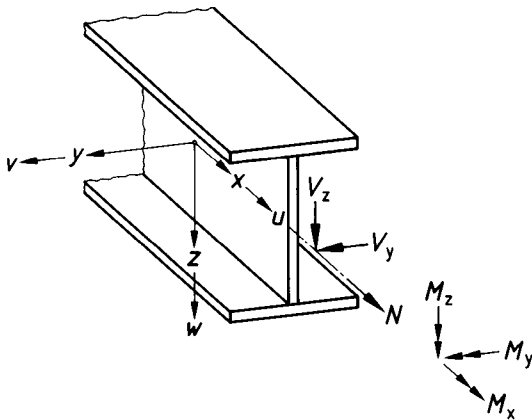


Bild 1. Koordinaten, Verschiebungs- und Schnittgrößen

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

$$\alpha_{\text{pl}} = \frac{M_{\text{pl}}}{M_{\text{el}}} \quad \text{plastischer Formbeiwert}$$

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, vgl. z. B. [7].

(314) Systemgrößen

l	Systemlänge eines Stabes
N_{Ki}	Normalkraft unter der kleinsten Verzweigungslast nach der Elastizitätstheorie, als Druck positiv

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

(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. Force, Stress, Resistance, design.

(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, Nieten, 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 Walzstahl und Stahlguß****(401) Übliche Stahlsorten**

Es sind folgende Stahlsorten zu verwenden:

1. Von den allgemeinen Baustählen nach DIN 17100 die Stahlsorten St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3 und St 52-3, entsprechende Stahlsorten für kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Rohre (Hohlprofile) nach DIN 17119 sowie für geschweißte bzw. nahtlose kreisförmige Rohre nach DIN 17120 bzw. DIN 17121.
2. Von den schweißgeeigneten Feinkornbaustählen nach DIN 17102 die Stahlsorten StE 355, WStE 355, TStE 355 und EStE 355, entsprechende Stahlsorten für quadratische und rechteckige Rohre (Hohlprofile) nach DIN 17125 sowie für geschweißte bzw. nahtlose kreisförmige Rohre nach DIN 17123 bzw. DIN 17124.
3. Stahlguß GS-52 nach DIN 1681 und GS-20 Mn 5 nach DIN 17182 sowie Vergütungsstahl C 35 N nach DIN 17200 für stählerne Lager, Gelenke und Sonderbauteile.

(402) Andere Stahlsorten

Andere als in Element 401 genannte Stahlsorten dürfen nur verwendet werden, wenn

- die chemische Zusammensetzung, die mechanischen Eigenschaften und die Schweißbeignung in den Lieferbedingungen des Stahlherstellers festgelegt sind und diese Eigenschaften einer der in Element 401 genannten Stahlsorten zugeordnet werden können oder
- sie in den Fachnormen vollständig beschrieben und hinsichtlich ihrer Verwendung geregelt sind oder
- ihre Brauchbarkeit auf andere Weise nachgewiesen worden ist.

Anmerkung 1: Die Einschränkungen bei der Wahl des Nachweisverfahrens nach Abschnitt 7.4, Element 726, sind zu beachten.

Anmerkung 2: Die Brauchbarkeit kann z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall nachgewiesen werden.

(403) Stahlauswahl

Die Stahlsorten sind entsprechend dem vorgesehenen Verwendungszweck und ihrer Schweißbeignung auszuwählen.

Die „Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten“ (DAST-Richtlinie 009) und „Empfehlungen zum Vermeiden von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl“ (DAST-Richtlinie 014) dürfen für die Wahl der Werkstoffgüte herangezogen werden.

(404) Bescheinigungen

Für die verwendeten Erzeugnisse müssen Bescheinigungen nach DIN 50049 vorliegen.

Für nicht geschweißte Konstruktionen aus Stahl der Sorten St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2 und St 37-3 und für untergeordnete Bauteile darf hierauf verzichtet werden, wenn die Beanspruchungen nach der Elastizitätstheorie ermittelt werden.

Werden die Beanspruchungen nach der Plastizitätstheorie ermittelt, sind die Werkstoffeigenschaften mindestens durch ein Werkprüfzeugnis zu belegen.

Für Blech und Breitflachstahl in geschweißten Bauteilen mit Dicken über 30 mm, die im Bereich der Schweißnähte auf Zug beansprucht werden, muß der Aufschweißbiegeversuch nach SEP 1390 durchgeführt und durch ein Abnahmeprüfzeugnis belegt sein.

Anmerkung: SEP: Stahl-Eisen-Prüfblatt

(405) Charakteristische Werte für Walzstahl und Stahlguß

Bei der Ermittlung von Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten sind für Walzstahl und Stahlguß die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.

Die Veränderung der charakteristischen Werte in Abhängigkeit von der Temperatur ist bei Temperaturen über 100 °C zu berücksichtigen.

Tabelle 1. Als charakteristische Werte für Walzstahl und Stahlguß festgelegte Werte

	1	2	3	4	5	6	7
	Stahl	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
1	Baustahl St 37-2 USt 37-2 R St 37-2 St 37-3	$t \leq 40$	240	360	210 000	81 000	$12 \cdot 10^{-6}$
2		$40 < t \leq 80$	215				
3	Baustahl St 52-3	$t \leq 40$	360	510			
4		$40 < t \leq 80$	325				
5	Feinkorn- baustahl StE 355 WStE 355 TStE 355 EStE 355	$t \leq 40$	360	510			
6		$40 < t \leq 80$	325				
7	Stahlguß GS-52		260	520			
8	GS-20 Mn 5	$t \leq 100$	260	500			
9	Vergütungs- stahl C 35 N	$t \leq 16$	300	480			
10		$16 < t \leq 80$	270				

*) Für die Erzeugnisdicke werden in Normen für Walzprofile auch andere Formelzeichen verwendet, z.B. in den Normen der Reihe DIN 1025 s für den Steg.

Anmerkung: Vergleiche hierzu auch Abschnitt 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 ISO 898 Teil 1, zugehörige Muttern der Festigkeitsklassen 4, 5, 8 und 10 nach DIN ISO 898 Teil 2 und Scheiben, die mindestens die Festigkeit der Schrauben haben, zu verwenden.

(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.

Anmerkung 1: Ein anderer metallischer Korrosionsschutzüberzug ist z.B. die galvanische Verzinkung.

Anmerkung 2: Zur Vermeidung wasserstoffinduzierter Versprödung siehe auch DIN 267 Teil 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	1000

Anmerkung: Vergleiche hierzu auch Abschnitt 7.3.1, Element 718.

(409) Niete

Es sind Niete der Stahlsorten USt 36 und RSt 38 nach DIN 17 111 zu verwenden.

(410) Charakteristische Werte für Nietwerkstoffe

Bei der Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von Nietverbindungen sind für die Nietwerkstoffe die in Tabelle 3 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.

Tabelle 3. Als charakteristische Werte für Nietwerkstoffe festgelegte Werte

	1	2	3
	Werkstoff	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
1	USt 36	205	330
2	RSt 38	225	370

Anmerkung: Vergleiche hierzu auch Abschnitt 7.3.1, Element 718.

(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
	Bolzen d in mm	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
1	nach DIN 32 500 Teil 1 Festigkeitsklasse 4.8	320	400
2	nach DIN 32 500 Teil 3 mit der chemischen Zusammensetzung des St 37-3 nach DIN 17 100	350	450
3	aus St 37-2, $d \leq 40$ St 37-3 nach $40 < d \leq 80$ DIN 17 100	240 215	360
4	aus St 52-3, $d \leq 40$ nach $40 < d \leq 80$ DIN 17 100	360 325	510

Anmerkung: Vergleiche hierzu auch Abschnitt 7.3.1, Element 718.

(412) Bescheinigungen über Schrauben, Niete und Bolzen

Für Schrauben der Festigkeitsklassen 8,8 und 10,9 sowie Muttern der Festigkeitsklassen 8 und 10 muß durch laufende Aufschreibungen des Herstellerwerkes nachzuweisen sein, daß die Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Maße und Anziehverhalten für diese Schrauben erfüllt sind. Dieses muß unter anderem durch ein Werkszeugnis nach DIN 50 049 belegt sein.

Schrauben der anderen Festigkeitsklassen und Niete müssen nach DIN ISO 898 Teil 1 und Teil 2 geprüft sein. Auf die Vorlage einer Bescheinigung hierüber darf verzichtet werden.

Für Kopf- und Gewindebolzen sind die mechanischen Eigenschaften durch eine Bescheinigung nach DIN 50049, mindestens durch ein Werkzeugeugnis zu belegen.

(413) Andere dornartige Verbindungsmittel

Für die Verwendung von Verbindungsmitteln aus anderen als den zuvor genannten Werkstoffen gelten Abschnitt 4.1, Element 402, und Abschnitt 4.2.1, Element 412, sinngemäß.

4.2.2 Schweißzusätze, Schweißhilfsstoffe

(414) Es dürfen nur Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe verwendet werden, die nach den „Rahmenbedingungen für die Zulassung von Schweißzusätzen und Schweißhilfsstoffen für den bauaufsichtlichen Bereich“ zugelassen¹⁾ sind.

Anmerkung: Schweißhilfsstoffe sind z.B. Schweißpulver und Schutzgase.

4.3 Hochfeste Zugglieder

4.3.1 Drähte von Seilen

(415) Für Drähte von Seilen sind Qualitätsstähle nach DIN 17140 Teil 1 oder nichtrostende Stähle nach DIN 17440 zu verwenden.

4.3.2 End- und Zwischenverankerungen

(416) Verankerungsköpfe

Für Verankerungsköpfe ist Stahlguß nach DIN 1681, DIN 17182 und SEW 685 oder geschmiedeter Stahl nach DIN 17100, DIN 17103 oder DIN 17200 zu verwenden.

Anmerkung: SEW: Stahl-Eisen-Werkstoffblätter

(417) Verankerungen mit Verguß

Für Vergußverankerungen sind

- metallische Vergüsse nach DIN 3092 Teil 1 oder
- Kunststoffe nach ISO Report TR 7596 oder
- Kugel-Epoxidharz-Verguß nach Element 418 zu verwenden.

(418) Verankerung mit Kugel-Epoxidharz-Verguß

Die Druckfestigkeit $f_{D,k}$ und die Biegezugfestigkeit $f_{B,k}$ des Kugel-Epoxidharz-Vergusses, gemessen an Prismen $4\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 16\text{ cm}$ nach DIN 1164 Teil 2, muß nach 48 Stunden sein:

$$f_{D,k} \geq 100\text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

$$f_{B,k} \geq 40\text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

Anmerkung: In DIN 1164 Teil 2 werden die Festigkeiten mit dem Formelzeichen β bezeichnet.

(419) Kauschen

Für Kauschen sind die in DIN 3090 und DIN 3091 angegebenen Werkstoffe zu verwenden.

(420) Reibschluß-Verankerungen

Für reibschlüssige Verbindungen sind für Seilklemmen und Kabelschellen Werkstoffe nach DIN 1142, DIN 1681, DIN 17100, DIN 17103, DIN 17200 oder SEW 685 sowie für Preßklemmen Aluminium-Knetlegierungen nach DIN 3093 Teil 1 oder Stähle nach DIN 3095 Teil 1 zu verwenden.

4.3.3 Zugglieder aus Spannstählen

(421) Für Spanndrähte, Spannilitzen 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 durch eine Bescheinigung nach DIN 50049, mindestens durch ein Werkzeugeugnis, zu belegen.

(423) Verankerungsköpfe

Jeder Verankerungskopf ist durch Magnetpulverprüfung auf Oberflächenfehler zu prüfen. Für die äußere Beschaffenheit gelten als höchstzulässige Anzeigenmerkmale die Gütestufe DIN 1690 — MS 3 und für eventuell vorhandene Gabelbereiche DIN 1690 — MS 2.

Köpfe aus Stahlguß sind außerdem einer Ultraschallprüfung zu unterziehen. Für die innere Beschaffenheit gilt als höchstzulässiges Anzeigenmerkmal die Gütestufe DIN 1690 — UV 2.

Fertigungsschweißungen nach DIN 1690 Teil 1 und Teil 2 sind erlaubt.

(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 charakteristische Werte der 0,2-Grenze $f_{0,2}$ und der Zugfestigkeit f_u sind die Nennwerte nach DIN 3051 Teil 4 zu verwenden.

Der charakteristische Wert $f_{u,k}$ der Zugfestigkeit soll 1770 N/mm^2 nicht überschreiten. Alle Drähte eines Zuggliedes sollen den gleichen charakteristischen Wert der Zugfestigkeit haben.

(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 $0,15\text{ mm/m}$ berücksichtigt werden.

Anmerkung 1: Die Dehnsteifigkeit ist das Produkt von Verformungsmodul und metallischem Querschnitt. Anhaltswerte für die Verformungsmoduln von hochfesten Zuggliedern aus Stahl nach DIN 17140 Teil 1 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 nichtvorgereckte 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.

¹⁾ Die amtliche Zulassungsstelle ist das Bundesbahn-Zentralamt Minden. (Die DS 920 01 „Verzeichnis der von der Deutschen Bundesbahn zugelassenen Schweißzusätze, Schweißhilfsstoffe und Hilfsmittel für das Lichtbogen- und Gasschmelzschweißen“ kann bei der Drucksachenzentrale der Deutschen Bundesbahn, Stuttgarter Str. 61 a, 7500 Karlsruhe 1, bezogen werden.)

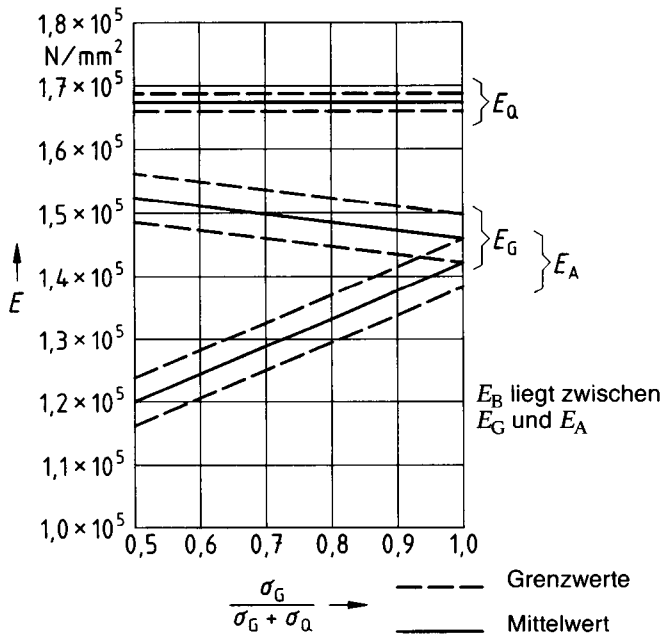


Bild 2. Anhaltswerte für die Verformungsmoduln vollverschlossener, nichtvorgereckter Spiralseile aus Stählen nach DIN 17 140 Teil 1

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

Voraussetzung für die Verformungsmoduln nach Bild 2 sind:

- die Schlaglänge ist etwa gleich dem 10fachen Durchmesser der jeweiligen Lage;
- die Grundspannung ist 40 N/mm^2 .

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 Stählen nach DIN 17 140 Teil 1 ist

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

Die Werte für nichtrostende Stähle sind DIN 17 440 zu entnehmen.

(429) Reibungszahlen

Für die Reibung zwischen vollverschlossenen Spiralseilen untereinander sowie zwischen vollverschlossenen Spiralseilen und Stahl (Seilklemmen, Kabelschellen,

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			$0,15 \cdot 10^6$
2	Vollverschlossene Spiralseile			$0,17 \cdot 10^6$
3	Rundlitzenseile mit Stahleinlage			
	Mindestseildurchmesser mm	Anzahl der Außenlitzen	Drahtanzahl je Außenlitze	
	7	6	6 bis 8	
	8	8	6 bis 8	
	17	6	15 bis 26	
	19	8	15 bis 26	
	23	6	27 bis 49	
	30	8	27 bis 49	
4	Bündel aus parallelen Spanndrähten und -stäben			$0,20 \cdot 10^6$
	Bündel aus parallelen Spannilitzen			$0,19 \cdot 10^6$

Umlenkklager 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 abgeschlossen oder gestoßen werden.

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

Anmerkung: Querschnittsteile sind z.B. Flansche oder Stege.

(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.

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 Teil 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.

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
	Nennloch- spiel $\Delta d = d_L - d_{Sch}$ mm	nicht planmäßig vor- gespannt	planmäßig vorgespannt ohne gleitfeste Reibfläche	
			mit gleitfester Reibfläche	
1	$0,3 < \Delta d \leq 2,0^*)$	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			
*) Der Größtwert des Nennlochspiels Δd in Verbindungen mit Senkschrauben beträgt im Bauteil mit dem Senkkopf $\Delta d = 1,0$ mm.				

(507) Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

Schrauben nach DIN 7990, Paßschrauben nach DIN 7968 und Senkschrauben nach DIN 7969 sind mit Muttern nach DIN 555 und gegebenenfalls mit Unterlegscheiben nach DIN 7989 oder mit Keilscheiben nach DIN 434 bzw. DIN 435 zu verwenden.

Schrauben nach DIN 6914 und Paßschrauben nach DIN 7999 sind mit Muttern nach DIN 6915 und Unterlegscheiben nach DIN 6916 bis DIN 6918 zu verwenden.

Bei hochfesten Schrauben sind Unterlegscheiben kopf- und mutterseitig anzuordnen.

Auf die kopfseitige Unterlegscheibe darf bei nicht planmäßig vorgespannten hochfesten Schrauben verzichtet werden, wenn das Nennlochspiel 2 mm beträgt.

Die Auflageflächen am Bauteil dürfen planmäßig nicht mehr als 2% gegen die Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter geneigt sein.

Anmerkung 1: Als nicht planmäßig vorgespannt gelten Schrauben bzw. Verbindungen, wenn die Schrauben entsprechend der gängigen Montagepraxis ohne Kontrolle des Anziehmomentes angezogen werden.

Anmerkung 2: Größere Neigungen können z.B. durch Keilscheiben ausgeglichen werden.

(508) Niete

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 Niete 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.

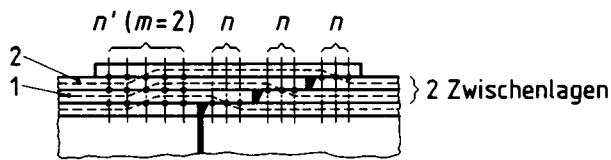


Bild 3. Erhöhung der Anzahl der Verbindungsmittel bei mittelbarer Stoßdeckung

(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 rechnerische 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 $8t$ betragen.

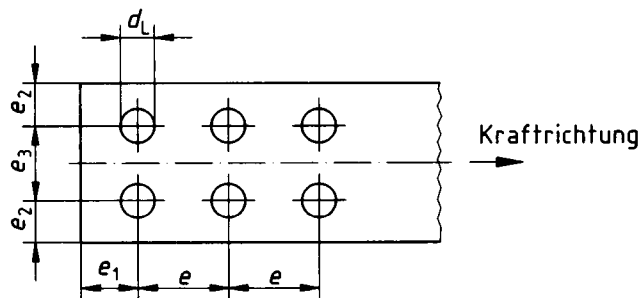


Bild 4. Randabstände e_1 und e_2 und Lochabstände e und e_3

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:

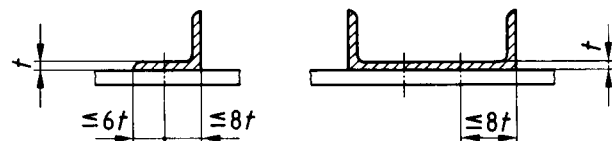


Bild 5. Beispiele für die Versteifung freier Ränder im Bereich von Stößen und Anschlüssen

Anmerkung 4: Ausreichender Korrosionsschutz kann z.B. durch planmäßiges Vorspannen biegesteifer Stirnplattenverbindungen oder durch Abdichten der Fugen erreicht werden.

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.

5.2.3 Schweißverbindungen

(514) Allgemeine Grundsätze

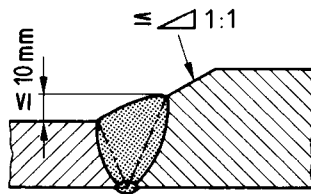
Die Bauteile und ihre Verbindungen müssen schweißgerecht konstruiert werden, Anhäufungen von Schweißnähten sollen vermieden werden.

Anmerkung: Für die Stahlauswahl siehe Abschnitt 4.1, Element 403.

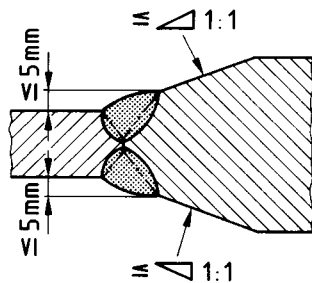
(515) Stumpfstoß von Querschnittsteilen verschiedener Dicken

Wechselt an Stumpfstoßen von Querschnittsteilen die Dicke, so sind bei Dickenunterschieden von mehr als 10 mm die vorstehenden Kanten im Verhältnis 1 : 1 oder flacher zu brechen.

Anmerkung:



a) Einseitig bündiger Stoß



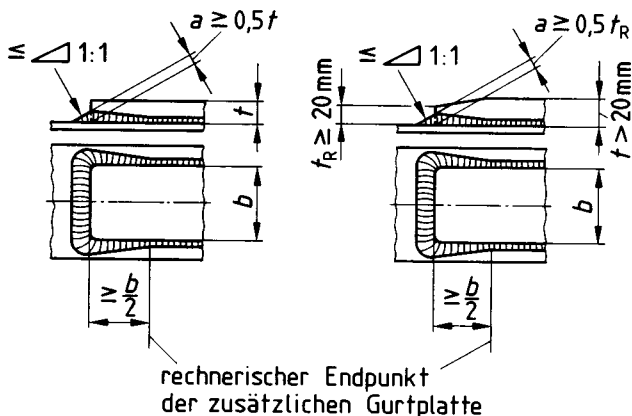
b) Zentrischer Stoß

Bild 6. Beispiele für das Brechen von Kanten bei Stumpfstoßen 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.

Anmerkung: Entsprechende Maßnahmen siehe DIN 18800 Teil 7/05.83, Abschnitt 3.4.3.6.



a)

b)

Bild 7. Verbinden 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 $t > 20 \text{ mm}$ darf der Endanschluß nach Bild 7 b) ausgeführt werden.

(518) Gurtplattenstöße

Wenn aufeinanderliegende Gurtplatten an derselben Stelle gestoßen werden, ist der Stoß mit Stirnfugennähten vorzubereiten.

Anmerkung:

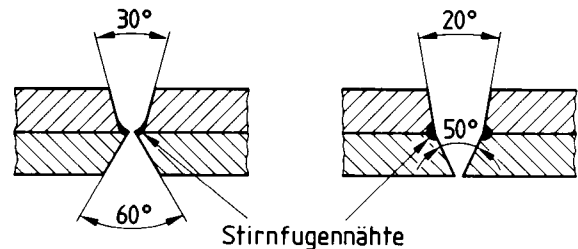


Bild 8. Beispiele für die Nahtvorbereitung eines Stumpfstoßes aufeinanderliegender Gurtplatten

(519) Grenzwerte für Kehlnahtdicken

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

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

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

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 $t \geq 30 \text{ mm}$ die Schweißnahtdicke mit $a \geq 5 \text{ mm}$ 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) Schweißnähte in Hohlkehlen von Walzprofilen

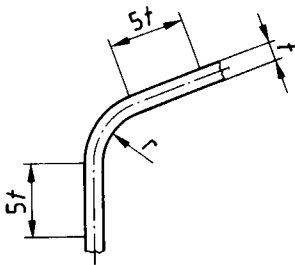
In Hohlkehlen von Walzprofilen aus unberuhigt vergossenen Stählen sind Schweißnähte in Längsrichtung nicht zulässig.

(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	4*)	1	
6	< 4*)	1	

*) Für Bauteile aus St 37-3 darf dieser Wert auf 6 mm erhöht werden.

5.3 Hochfeste Zugglieder

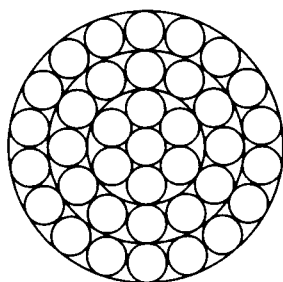
5.3.1 Querschnitte

(523) Einteilung

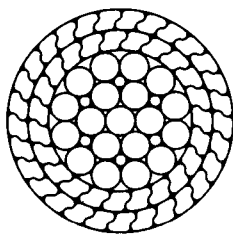
Folgende hochfeste Zugglieder werden unterschieden:

- a) Seile
 - Offene Spiralseile; sie bestehen nur aus Runddrähten.
 - Vollverschlossene Spiralseile; sie bestehen in der äußeren Lage oder den äußeren Lagen aus Formdrähten und in den inneren Lagen aus Runddrähten.
 - Rundlitzenseile; sie bestehen aus einer oder mehreren Lagen von Litzen.
- b) Zugglieder aus Spannstählen; Bündel aus parallel zur Bündelachse verlaufenden
 - Spanndrähten,
 - Spannlitzen,
 - Spannstäben.

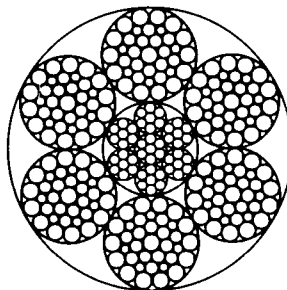
Anmerkung:



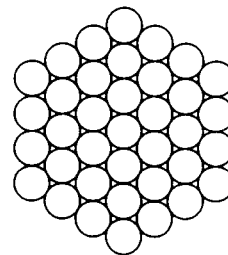
Offenes Spiralseil



Vollverschlossenes
Spiralseil



Rundlitzenseil



Bündel aus parallelen
Spanndrähten, -litzen
oder -stäben

Bild 9. Beispiele für hochfeste Zugglieder

(524) Grenzen für Drahtdurchmesser

Der Drahtdurchmesser d und die Formdrahthöhe h für Drähte von Seilen nach DIN 779 sind zu begrenzen auf

$$0,7 \text{ mm} \leq d \leq 7,0 \text{ mm} \text{ und} \quad (6)$$

$$3,0 \text{ mm} \leq h \leq 7,0 \text{ mm.} \quad (7)$$

Für Zugglieder aus Spannstählen gelten die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

5.3.2 Verankerungen

(525) Arten

Seile sind mit Verankerungen, Kauschen und Klemmen oder anderen Verankerungen nach Element 527 anzuschließen.

Für die Verankerungen von Zuggliedern aus Spannstählen gelten die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

Anmerkung 1: Die Art der Verankerungen richtet sich nach der Art und dem Durchmesser der gewählten Zugglieder, nach der anschließenden Konstruktion und nach den möglichen Verformungen, z.B. infolge Windschwingungen.

Anmerkung 2: Die äußere Form der Verankerungen kann z.B. durch die Montage- oder die Spannvorrichtungen bestimmt sein, siehe z.B. DIN 83313.

Anmerkung 3: Anhaltswerte für die Abmessungen üblicher Verankerungen sind in Bild 10 angegeben.

Paralleldrahtbündel und Parallellitzenbündel

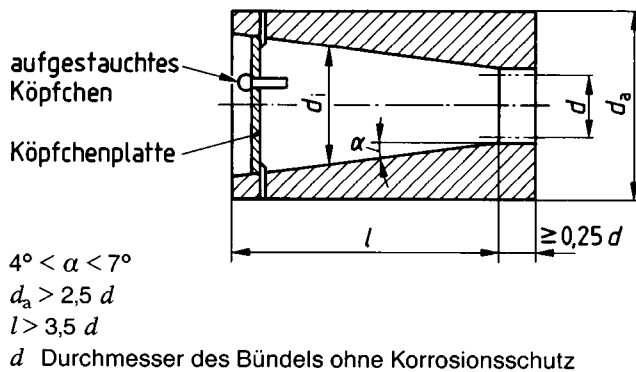


Bild 10. Anhaltswerte für die Abmessungen zylindrischer Verankerungsköpfe

(526) Kauschen und Klemmen

Wenn offene Spiralseile oder Rundlitzenseile mit Kauschen und Klemmen verankert werden sollen, müssen die Seile ausreichend biegsam sein.

Es sind Kauschen nach DIN 3090 oder DIN 3091 zu verwenden.

Das um die Kausche gelegte Seilende muß durch

- flämische Augen mit Stahlpreßklemmen nach DIN 3095 Teil 2 oder
- Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen nach DIN 3093 Teil 2 oder
- Drahtseilklemmen nach DIN 1142

befestigt werden.

Bei offenen Spiralseilen sind mindestens 2 Preßklemmen nach DIN 3093 Teil 2 anzuordnen, oder es ist die nach DIN 1142/01.82 erforderliche Anzahl der Klemmen um eins zu erhöhen.

Zur Verankerung von vollverschlossenen Spiralseilen dürfen Kauschen und Klemmen nicht verwendet werden.

Preßklemmen und Drahtseilklemmen dürfen für Gleichschlagseile nicht verwendet werden.

(527) Andere Verankerungen

Die Eignung anderer Verankerungen ist durch Versuche nachzuweisen.

Anmerkung: Andere Verankerungen sind z.B. Preßklemmen aus Stahl, Seilschlösser, Spleißungen, Endlosseile oder Abspannspiralen.

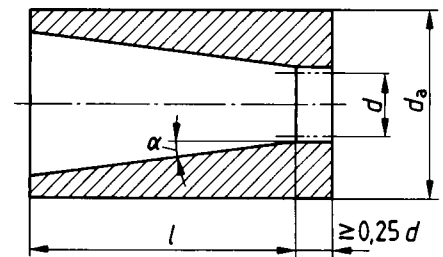
5.3.3 Umlenkler und Schellen für Spiralseile**(528) Umlenkler**

Der Radius der Auflagerfläche von Umlenkclagern muß mindestens gleich dem 30fachen Seildurchmesser sein.

Wenn eine formtreue Lagerung des Seiles auf einer Breite von mindestens 60% des Seildurchmessers und einer Weichmetalleinlage oder Spritzverzinkung von mindestens 1 mm Dicke vorhanden ist, darf der Radius auf das 20fache des Seildurchmessers verringert werden.

Kleinere Krümmungsradien dürfen verwendet werden, wenn die Umlenkclänge l_2 nach Bild 11 ein ganzzahliges Vielfaches der Schlaglänge ist, wenn der Durchmesser bzw. die Höhe des Einzeldrahtes $\leq 0,005 r$ ist und die Bruchkraft des gekrümmten Seiles durch mindestens einen Versuch einer von der Bauaufsicht anerkannten Prüfstelle mit Prüfstücken, die der Ausführung im Bauwerk entsprechen, nachgewiesen ist.

Seile mit
 $d > 40 \text{ mm}$



$5^\circ < \alpha < 9^\circ$

$$d_a = \left(0,3 \frac{f_{y,D}}{f_y} + 1,9\right) d$$

l 5 d bzw. 50 d_D $< l < 7 d$ bei Drahtseilen mit weniger als 50 Drähten

d Seilnennendurchmesser

d_D größter Drahtdurchmesser $\leq 7 \text{ mm}$ (bei Formdrähten die Profilhöhe)

$f_{y,D}$ Streckgrenze der Drähte

f_y Streckgrenze der Verankerungsköpfe

Die Bogenlänge l_1 des Umlenkclagers nach Bild 11 muß $l_1 \geq 1,06 l_2$ betragen.

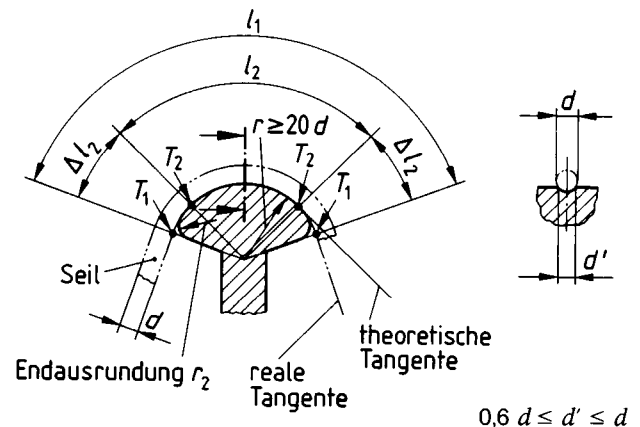


Bild 11. Endausrundung von Umlenkclagern

Die Radien r_2 der Endausrundungen der Auflagerfläche, die innerhalb der Bogenlänge l_1 liegen können, müssen mindestens 20 mm betragen.

Die Lage der beiden Punkte T_2 nach Bild 11 ist für die jeweils ungünstigsten Lastfälle zu ermitteln, wobei die Bewegung des Lagers und der Durchhang des vollverschlossenen Spiralseils zu berücksichtigen sind.

Bei Kabeln aus mehreren vollverschlossenen Spiralseilen ist die Auflagerfläche der Querschnittsform anzupassen; wo es erforderlich ist, sind zum Übertragen der Querspannungen Formstücke vorzusehen.

Anmerkung 1: Die hier angegebenen geometrischen Verhältnisse stellen sicher, daß die Grenzzugkraft des umgelenkten Seiles um nicht mehr als 3% unter der des geraden Seiles liegt.

Anmerkung 2: Die Verschiebung der Punkte T_2 in Richtung auf T_1 ergibt sich aufgrund der Einschnürung des Spiralseiles im Lagerbereich infolge der Querspannung zu $\Delta l_2 = 0,03 l_2$. Daraus folgt $l_1 \geq l_2 + 2 \Delta l_2 = 1,06 l_2$.

(529) Schellen

Seil- und Kabelschellen sind im allgemeinen auszufuttern.

Für Spreizschellen ist diese Festlegung sinngemäß zu beachten. Die Eignung der gewählten Konstruktion ist durch Versuche nachzuweisen.

Schellen sind so auszubilden, daß die Seile formtreu gepreßt werden, wobei lokale Spannungsspitzen zwischen Schelle und Seil und scharfe Kanten zu vermeiden sind. Trotzdem ist die Querpressung möglichst hoch zu wählen bzw. der Übergangsbereich zur freien Seilstrecke so kurz wie möglich zu halten.

Anmerkung 1: Das Ausfüttern ist im allgemeinen notwendig, um die erforderliche Reibung zwischen Seil oder Kabel und Schelle zu erreichen, damit ein Wandern oder Rutschen vermieden wird.

Anmerkung 2: Spannungsspitzen können den Drahtverband stören, scharfe Kanten die metallische Schutzschicht zerstören und große Biegebeanspruchungen im Draht hervorrufen.

Anmerkung 3: Kurze Schellen werden gefordert, um die Relativbewegungen zwischen Draht und Schelle infolge von Spannungsänderungen kleinzuhalten.

5.3.4 Umlenklager und Schellen für Zugglieder aus Spannstählen

(530) Die Eignung der gewählten konstruktiven Ausbildung von Umlenklagern und Schellen für Zugglieder aus Spannstählen ist durch Versuche nachzuweisen.

6 Annahmen für die Einwirkungen

(601) Charakteristische Werte

Als charakteristische Werte der Einwirkungen gelten die Werte der einschlägigen Normen über Lastannahmen.

Für Einwirkungen, die nicht oder nicht vollständig in Normen angegeben sind, müssen entsprechende charakteristische Werte festgelegt werden. Diese sind als p %-Fraktile der Verteilungen der Einwirkungen für einen vorgesehenen Bezugszeitraum festzulegen. Reichen die dafür erforderlichen statistischen Daten nicht aus, sind Schätzwerte für die Fraktilewerte anzunehmen.

Anmerkung: Zu den festzulegenden charakteristischen Werten von Einwirkungen gehören z.B. die von Lasten in Bauzuständen, z.B. aus Montagegerät.

(602) Eigenlast von Seilen und Zuggliedern aus Spannstählen

Der charakteristische Wert der Eigenlast von Seilen und Zuggliedern aus Spannstählen ist

$$g_k = A_m \cdot w \quad (8)$$

mit

A_m metallischer Querschnitt in mm^2

w Eigenlastfaktor nach Tabelle 10 in $\text{kN}/(\text{m} \cdot \text{mm}^2)$

A_m darf nach Gleichung (9) berechnet werden.

$$A_m = \frac{\pi d^2}{4} f \quad (9)$$

mit

f Füllfaktor nach Tabelle 10

d Seil- oder Bündeldurchmesser in mm

Anmerkung: Der Eigenlastfaktor w ist ein Rechenwert, der außer dem Gewichtsanteil der Drähte auch die Gewichtsanteile des Korrosionsschutzes berücksichtigt.

Tabelle 10. Eigenlast- und Füllfaktoren

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Füllfaktor <i>f</i>							Eigenlastfaktor <i>zw</i> · 10 ⁴ kN m · mm ²
	Seilarten	Runddrahtkern + 1 Lage Profildrähte	Runddrahtkern + 2 Lagen Profildrähte	Runddrahtkern + mehr als 2 Lagen Profildrähte	Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen 1 2 3 bis 6 > 6				
1	Offene Spiralseile	—			0,77	0,76	0,75	0,73	0,83
2	Vollverschlossene Spiralseile	0,81	0,84	0,88	—				0,83
3	Rundlitzenseile mit Stahleinlage	—			0,55				0,93
4	Zugglieder aus Spannstählen mit Korrosionsschutz durch Verzinken und Beschichten	—			0,78	0,76		0,75	0,85
5	Zugglieder aus Spannstählen mit Korrosionsschutz mit zementinjiziertem Kunststoffrohr	—			0,60				1,05

7 Nachweise

7.1 Erforderliche Nachweise

(701) Umfang

Die Trag- und die Lagesicherheit sowie die Gebrauchstauglichkeit für das Tragwerk, seine Teile und Verbindungen sowie seiner Lager sind nachzuweisen.

Anmerkung 1: Mit dem Nachweis der Tragsicherheit wird belegt, daß das Tragwerk und seine Teile während der Errichtung und geplanten Nutzung gegen Versagen (Einsturz) ausreichend sicher sind. Dieses setzt voraus, daß während der Nutzung des Bauwerks keine die Standsicherheit beeinträchtigenden Veränderungen, z.B. Korrosion, eintreten können.

Anmerkung 2: Der Nachweis der Lagesicherheit betrifft in der Regel nur Lagerfugen. In vielen Fällen ist von vornherein erkennbar, daß ein solcher Nachweis entbehrlich ist, z.B. für Abheben eines Einfeld-Deckenträgers.

Anmerkung 3: Die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes kann je nach Anwendungsbereich Beschränkungen, z.B. von Formänderungen oder von Schwingungen, erforderlich machen. Ihr Nachweis kann insbesondere bei Anwendung des Nachweisverfahrens Plastisch-Plastisch bemessungsbestimmend sein.

(702) Allgemeine Anforderungen

Es ist nachzuweisen, daß die Beanspruchungen S_d die Beanspruchbarkeiten R_d nicht überschreiten:

$$S_d / R_d \leq 1 \quad (10)$$

Die Beanspruchungen S_d sind mit den Bemessungswerten der Einwirkungen F_d und gegebenenfalls den Bemessungswerten der Widerstandsgrößen M_d zu bestimmen. Die Beanspruchbarkeiten R_d sind mit den Bemessungswerten der Widerstandsgrößen M_d zu bestimmen.

Anmerkung 1: In Abhängigkeit vom gewählten Nachweisverfahren und den betrachteten Tragwerksteilen können die Nachweise als Spannungsnachweise, Schnittgrößennachweise, Bauteil- oder Tragwerksnachweise geführt werden.

Anmerkung 2: Die Beanspruchungen können auch von Widerstandsgrößen abhängig sein, wie z.B. von den Steifigkeiten bei Zwängungen in statisch unbestimmten Tragwerken.

(703) Grenzzustände für den Nachweis der Tragsicherheit

Die Tragsicherheit ist für einen oder mehrere der folgenden, vom gewählten Nachweisverfahren abhängigen Grenzzustände nachzuweisen:

- Beginn des Fließens
- Durchplastizieren eines Querschnittes
- Ausbilden einer Fließgelenkkette
- Bruch

Weitere Grenzzustände sind gegebenenfalls anderen Grundnormen und Fachnormen zu entnehmen.

Anmerkung 1: Ob die Grenzzustände Biegeknicken, Biegedrillknicken, Platten- oder Schalenbeulen sowie Ermüdung maßgebend sein können, ergibt sich aus Abschnitt 7.5, Elemente 739, 740, 741 und den Tabellen 12, 13 und 14.

Anmerkung 2: Die Nachweisverfahren sind im Abschnitt 7.4, Element 726 mit Tabelle 11, angegeben.

Anmerkung 3: Angelehnt an den allgemeinen Sprachgebrauch werden nebeneinander die Begriffe Fließen und Plastizieren verwendet. In der Regel wird in den rechnerischen Nachweisen von Bauteilen von der Verfestigung kein Gebrauch gemacht.

(704) Grenzzustände für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Grenzzustände für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind, soweit sie nicht in anderen Grundnormen oder Fachnormen geregelt sind, zu vereinbaren.

(705) Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei Gefährdung von Leib und Leben

Wenn mit dem Verlust der Gebrauchstauglichkeit eine Gefährdung von Leib und Leben verbunden sein kann, gelten für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit die Regeln für den Nachweis der Tragsicherheit.

Anmerkung: Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, z.B. der Dichtigkeit von Leitungen, ist dann als Tragsicherheitsnachweis zu führen, wenn es sich beim Inhalt der Leitungen z.B. um giftige Gase handelt.

7.2 Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen

7.2.1 Einwirkungen

(706) Einteilung

Die Einwirkungen F sind nach ihrer zeitlichen Veränderlichkeit einzuteilen in

- ständige Einwirkungen G ,
- veränderliche Einwirkungen Q und
- außergewöhnliche Einwirkungen F_A .

Wahrscheinliche Baugrundbewegungen sind wie ständige Einwirkungen zu behandeln.

Temperaturänderungen sind in der Regel den veränderlichen Einwirkungen zuzuordnen.

Anmerkung: Außergewöhnliche Einwirkungen sind z.B. Lasten aus Anprall von Fahrzeugen.

(707) Bemessungswerte

Die Bemessungswerte F_d der Einwirkungen sind die mit einem Teilsicherheitsbeiwert γ_F und gegebenenfalls mit einem Kombinationsbeiwert ψ vervielfachten charakteristischen Werte F_k der Einwirkungen:

$$F_d = \gamma_F \cdot \psi \cdot F_k \quad (11)$$

Anmerkung: Die Zahlenwerte für die Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und die Kombinationsbeiwerte ψ sind für den Nachweis der Tragsicherheit im Abschnitt 7.2.2 und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit im Abschnitt 7.2.3 geregelt.

(708) Charakteristische Werte

Die charakteristischen Werte F_k der Einwirkungen F sind nach Abschnitt 6 zu bestimmen.

(709) Dynamische Erhöhung der Einwirkung

Dynamische Erhöhungen der Beanspruchungen sind zu berücksichtigen.

Handelt es sich um eine nichtperiodische Einwirkung, darf sie durch Einwirkungsfaktoren erfaßt werden.

Anmerkung 1: Bei veränderlichen Einwirkungen tritt in Abhängigkeit von der Schnelle der Einwirkungen und der dynamischen Reaktion des Bauwerkes eine Erhöhung der Beanspruchung gegenüber dem statischen Wert ein. Beispiele für Einwirkungsfaktoren sind: Stoßfaktor, Schwingfaktor, Böenreaktionsfaktor; sie können z.B. Fachnormen entnommen werden.

Anmerkung 2: Periodische Einwirkungen erfordern im allgemeinen baodynamische Untersuchungen, insbesondere wenn Bauwerksresonanzen entstehen können.

7.2.2 Beanspruchungen beim Nachweis der Tragsicherheit

(710) Grundkombinationen

Für den Nachweis der Tragsicherheit sind Einwirkungskombinationen aus

- den ständigen Einwirkungen G und **allen** ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i und
- den ständigen Einwirkungen G und jeweils **einer** der ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i zu bilden.

Für die Bemessungswerte der ständigen Einwirkungen G gilt

$$G_d = \gamma_F \cdot G_k \quad (12)$$

mit $\gamma_F = 1,35$.

Für die Bemessungswerte der veränderlichen Einwirkungen Q gilt

- bei Berücksichtigung **aller** ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i

$$Q_{i,d} = \gamma_F \cdot \psi_i \cdot Q_{i,k} \quad (13)$$

mit $\gamma_F = 1,5$ und $\psi_i = 0,9$,

- bei Berücksichtigung nur jeweils **einer** der ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i

$$Q_{i,d} = \gamma_F \cdot Q_{i,k} \quad (14)$$

mit $\gamma_F = 1,5$.

Die Definitionen von Einwirkungen Q_i sind den Fachnormen zu entnehmen.

Für 2 und mehr veränderliche Einwirkungen dürfen in Gleichung (13) auch Kombinationsbeiwerte $\psi_i < 0,9$ verwendet werden, wenn die Kombinationsbeiwerte zuverlässig ermittelt sind.

Für kontrollierte veränderliche Einwirkungen dürfen in den Gleichungen (13) und (14) kleinere Teilsicherheitsbeiwerte γ_F eingesetzt werden. Sie dürfen jedoch nicht kleiner als 1,35 sein, sofern nicht in Sonderfällen in Fachnormen kleinere Werte angegeben sind.

Anmerkung 1: In den Fachnormen können abweichende Einwirkungskombinationen vereinbart sein.

Anmerkung 2: In den einschlägigen Normen über Lastannahmen werden die Formelzeichen G_k , Q_k und $F_{E,k}$ zur Zeit noch nicht verwendet.

Anmerkung 3: Einwirkungen Q_i können aus mehreren Einzeleinwirkungen bestehen; z.B. sind in der Regel alle vertikalen Verkehrslasten nach DIN 1055 Teil 3 **eine** Einwirkung Q_i .

Anmerkung 4: Untersuchungen zu den Kombinationsbeiwerten ψ_i sind in der Fachliteratur zu finden, z.B. in [6].

Anmerkung 5: Kontrollierte veränderliche Einwirkungen sind solche mit geringer Streuung ihrer Extremwerte, wie z.B. Flüssigkeitslasten in offenen Behältern und betriebsbedingte Temperaturänderungen.

(711) Ständige Einwirkungen, die Beanspruchungen verringern

Wenn ständige Einwirkungen Beanspruchungen aus veränderlichen Einwirkungen verringern, gilt für den Bemessungswert der ständigen Einwirkung

$$G_d = \gamma_F \cdot G_k \quad (15)$$

mit $\gamma_F = 1,0$.

Falls die Einwirkung Erddruck die vorhandenen Beanspruchungen verringert, so gilt für den Bemessungswert des Erddruckes

$$F_{E,d} = \gamma_F \cdot F_{E,k} \quad (16)$$

mit $\gamma_F = 0,6$.

Anmerkung: Die Regel bezüglich Gleichung (15) gilt z.B. für den Tragsicherheitsnachweis von Dächern bei Windsog oder Unterwind.

(712) Ständige Einwirkungen, von denen Teile Beanspruchungen verringern

Wenn Teile ständiger Einwirkungen Beanspruchungen aus veränderlichen Einwirkungen verringern, sind zusätzlich zu Element 710 Grundkombinationen zu bilden. In Gleichung (12) ist anstelle von $\gamma_F = 1,35$ zu setzen

- für die Teile, die diese Beanspruchungen vergrößern $\gamma_F = 1,1$,

- für die Teile, die diese Beanspruchungen verringern $\gamma_F = 0,9$.

Bei Rahmen und Durchlaufträgern darf auf diese zusätzliche Grundkombination verzichtet werden.

Wenn durch Kontrolle die Unter- bzw. Überschreitung von ständigen Lasten mit hinreichender Zuverlässigkeit ausgeschlossen ist, darf mit $\gamma_F = 1,05$ bzw. $0,95$ gerechnet werden.

Anmerkung: Diese zusätzlichen Grundkombinationen können nur bei Tragwerken vom Typ Waagebalken maßgebend werden. Bei diesen Tragwerken ergibt sich die Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen aus der Differenz der sie vergrößernden und verringernenden Einwirkungen.

(713) Erhöhung relativ kleiner Beanspruchung

Ergeben sich lokal vergleichsweise geringe Beanspruchungen, muß geprüft werden, ob sich durch kleine Veränderungen des Systems oder Lastbildes größere Beanspruchungen oder solche mit anderen Vorzeichen ergeben. Gegebenenfalls sind additive Zuschläge zu den Beanspruchungen vorzusehen.

Anmerkung: Beispiele sind Biegemomente in Stößen im Bereich von Momentennullpunkten und kleine Normalkräfte in Fachwerkstäben, bei denen eine Vorzeichenumkehr möglich ist.

(714) Außergewöhnliche Kombinationen

Die Beanspruchungen S_d sind mit den Bemessungswerten F_d der Einwirkungen zu berechnen. Dafür sind Einwirkungskombinationen aus den ständigen Einwirkungen G , allen ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i und einer außergewöhnlichen Einwirkung F_A zu bilden.

Für die Bemessungswerte gelten dabei für

- ständige Einwirkungen G und veränderliche Einwirkungen Q

die Gleichungen (12) und (13) jedoch mit $\gamma_F = 1,0$ und

- die außergewöhnliche Einwirkung F_A
- $$F_{A,d} = \gamma_F \cdot F_{A,k} \quad (17)$$
- mit $\gamma_F = 1,0$.

7.2.3 Beanspruchungen beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

(715) Vereinbarungen

Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsbeiwerte und Einwirkungskombinationen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind, soweit sie nicht in anderen Grundnormen oder Fachnormen geregelt sind, zu vereinbaren.

Anmerkung: Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist in den meisten Fällen ein Nachweis der Größe der Verformungen. Bei der Verformungsberechnung ist gegebenenfalls auch das plastische Verhalten zu berücksichtigen; dies gilt insbesondere bei Tragwerken, deren Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch (siehe Tabelle 11) geführt wird.

(716) Verlust der Gebrauchstauglichkeit verbunden mit der Gefährdung von Leib und Leben

Wenn der Verlust der Gebrauchstauglichkeit mit einer Gefährdung von Leib und Leben verbunden ist, sind die Beanspruchungen nach Abschnitt 7.2.2 zu berechnen.

7.3 Berechnung der Beanspruchbarkeiten aus den Widerstandsgrößen

7.3.1 Widerstandsgrößen

(717) Bemessungswerte

Die Bemessungswerte M_d der Widerstandsgrößen sind im allgemeinen (Ausnahmen siehe Abschnitt 7.5.4, Element 759) aus den charakteristischen Größen M_k der Widerstandsgrößen durch Dividieren durch den Teilsicherheitsbeiwert γ_M zu berechnen.

$$M_d = M_k / \gamma_M \quad (18)$$

Anmerkung: Der Nachweis mit den γ_M -fachen Bemessungswerten der Einwirkungen und den charakteristischen Werten der Widerstandsgrößen führt zum gleichen Ergebnis wie der Nachweis mit den Bemessungswerten der Einwirkungen und der Widerstandsgrößen, wenn für alle Widerstandsgrößen derselbe Wert γ_M gilt.

(718) Charakteristische Werte der Festigkeiten

Die charakteristischen Werte der Festigkeiten $f_{y,k}$ und $f_{u,k}$ sind Abschnitt 4 zu entnehmen oder anderenfalls den 5%-Fraktilen der zugeordneten Werkstoffkennwerte R_{eH} und R_m gleichzusetzen.

(719) Charakteristische Werte der Steifigkeiten

Die charakteristischen Werte der Steifigkeiten sind aus den Nennwerten der Querschnittswerte und den charakteristischen Werten für den Elastizitäts- oder den Schubmodul zu berechnen.

Für die in Tabelle 1 aufgeführten Werkstoffe dürfen die dort angegebenen Werte als charakteristische Werte verwendet werden.

(720) Teilsicherheitsbeiwerte γ_M zur Berechnung der Bemessungswerte der Festigkeiten beim Nachweis der Tragsicherheit

Falls in anderen Normen nichts anderes geregelt ist, gilt für den Teilsicherheitsbeiwert

$$\gamma_M = 1,1. \quad (19)$$

(721) Teilsicherheitsbeiwerte γ_M zur Berechnung der Bemessungswerte der Steifigkeiten beim Nachweis der Tragsicherheit

Falls in anderen Normen nichts anderes geregelt ist, gilt für den Teilsicherheitsbeiwert

$$\gamma_M = 1,1. \quad (20)$$

Falls sich eine abgeminderte Steifigkeit weder erhöhend auf die Beanspruchungen noch ermäßigend auf die Beanspruchbarkeiten auswirkt, darf mit

$$\gamma_M = 1,0 \quad (21)$$

gerechnet werden.

Falls nach Abschnitt 7.5.1, Elemente 739 und 740, keine Nachweise der Biegeknick- oder Biegedrillknicksicherheit erforderlich sind, darf immer mit $\gamma_M = 1,0$ gerechnet werden.

Anmerkung: Bei der Berechnung von Schnittgrößen aus Zwängungen nach der Elastizitätstheorie würde ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,1$ bei der Berechnung der Bemessungswerte der Steifigkeit zu einer Ermäßigung der Zwängungsbeanspruchungen führen. Daher gilt in diesem Fall $\gamma_M = 1,0$.

(722) Teilsicherheitsbeiwerte γ_M beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gilt im allgemeinen

$$\gamma_M = 1,0, \quad (22)$$

falls nicht in anderen Grundnormen oder Fachnormen andere Werte festgelegt sind.

(723) Verlust der Gebrauchstauglichkeit, verbunden mit der Gefährdung von Leib und Leben

Wenn der Verlust der Gebrauchstauglichkeit mit einer Gefährdung von Leib und Leben verbunden ist, sind die Beanspruchbarkeiten nach Element 720 zu berechnen.

7.3.2 Beanspruchbarkeiten

(724) Ermittlung der Beanspruchbarkeiten

Die Beanspruchbarkeiten R_d sind aus den Bemessungswerten der Widerstandsgrößen M_d zu berechnen oder durch Versuche zu bestimmen.

Anmerkung: Die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen setzt besondere Kenntnisse und Erfahrungen voraus, so daß dafür nur qualifizierte und erfahrene Institute in Frage kommen. Vergleiche hierzu auch Abschnitt 2, Element 207.

(725) Einwirkungsunempfindliche Systeme

Falls Beanspruchungen gegen Änderungen von Einwirkungen wenig empfindlich sind, sind die Beanspruchungen mit den 0,9fachen Bemessungswerten der Einwirkungen zu berechnen, und der Tragsicherheitsnachweis ist mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1,2$ zu führen.

Anmerkung 1: Wenn Änderungen bei den Einwirkungen sich auf die Beanspruchungen wenig auswirken, muß zum Erzielen einer ausreichenden Gesamtsicherheit der Teilsicherheitsbeiwert auf der Widerstandsseite erhöht werden.

Anmerkung 2: In weichen Seilsystemen und in Stabsystemen, die seilähnlich wirken, können die Zugkräfte stark unterlinear mit den Einwirkungen zunehmen. Bei vorwiegend biegebeanspruchten Stäben ist dies nicht der Fall.

7.4 Nachweisverfahren

(726) Einteilung der Verfahren

Die Nachweise sind nach einem der drei in Tabelle 11 genannten Verfahren zu führen.

Tabelle 11. Nachweisverfahren, Bezeichnungen

	Nachweisverfahren	Berechnung der		Geregelt in Abschnitt
		Beanspruchungen S_d	Beanspruchbarkeiten R_d	
		nach		
1	Elastisch-Elastisch	Elastizitätstheorie	Elastizitätstheorie	7.5.2
2	Elastisch-Plastisch	Elastizitätstheorie	Plastizitätstheorie	7.5.3
3	Plastisch-Plastisch	Plastizitätstheorie	Plastizitätstheorie	7.5.4

Die nachfolgenden Regeln für die Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch und Plastisch-Plastisch gelten nur für Baustähle, deren Verhältnis von Zugfestigkeit zu Streckgrenze größer als 1,2 ist.

Anmerkung 1: Üblicherweise wird der Nachweis beim Verfahren

- Elastisch-Elastisch mit Spannungen
- Elastisch-Plastisch mit Schnittgrößen und
- Plastisch-Plastisch mit Einwirkungen oder Schnittgrößen

geführt.

Anmerkung 2: Im Stahlbetonbau werden die drei Nachweisverfahren nach Tabelle 11 auch wie folgt bezeichnet:

- Zeile 1 linearelastisch — linearelastisch
- Zeile 2 linearelastisch — nichtlinear
- Zeile 3 bilinear — nichtlinear

Anmerkung 3: Für die in Abschnitt 4.1, Element 401, Nummer 1 und 2 genannten Stähle ist das Verhältnis von Zugfestigkeit zu Streckgrenze größer als 1,2.

(727) Allgemeine Regeln

Beim Nachweis sind grundsätzlich zu berücksichtigen:

- Tragwerksverformungen (Element 728)
- geometrische Imperfektionen (Elemente 729 ff.)
- Schlupf in Verbindungen (Element 733)
- planmäßige Außermittigkeiten (Element 734)

(728) Tragwerksverformungen

Tragwerksverformungen sind zu berücksichtigen, wenn sie zur Vergrößerung der Beanspruchungen führen.

Bei der Berechnung sind die Gleichgewichtsbedingungen am verformten System aufzustellen (Theorie II. Ordnung). Der Einfluß der sich nach Theorie II. Ordnung ergebenden Verformungen auf das Gleichgewicht darf vernachlässigt werden, wenn der Zuwachs der maßgebenden Schnittgrößen infolge der nach Theorie I. Ordnung ermittelten Verformungen nicht größer als 10 % ist.

Anmerkung: Verformungen können zu einer Vergrößerung der Beanspruchungen führen, wenn durch sie

- Abtriebskräfte entstehen (Theorie II. Ordnung, siehe DIN 18 800 Teil 2).
- eine Vergrößerung der planmäßigen Lasten eintritt, z.B. bei Bildung von Schnee- oder Wassersäcken auf Flachdächern.

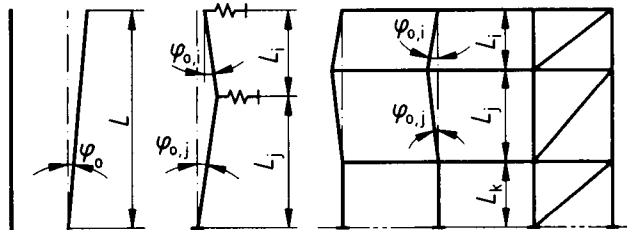
(729) Geometrische Imperfektionen von Stabwerken

Geometrische Imperfektionen in Form von Vorverdrehungen der Stabachsen gegenüber den planmäßigen Stabachsen sind zu berücksichtigen, wenn sie zur Vergrößerung der Beanspruchung führen.

Vorverdrehungen sind für solche Stäbe und Stabzüge anzunehmen, die am verformten Stabtragwerk Stabdrehwinkel aufweisen können und die durch Druckkräfte beansprucht werden.

Von den möglichen Imperfektionen sind diejenigen anzunehmen, die sich auf die jeweils betrachtete Beanspruchung am ungünstigsten auswirken.

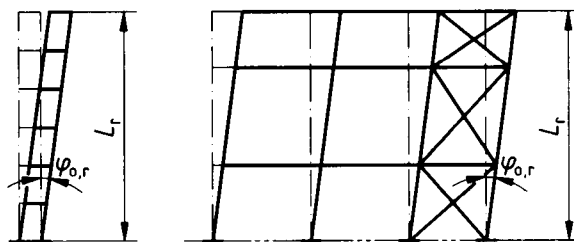
Als für ein bestimmtes Stabwerk mögliche Vorverdrehungen gelten solche, die bei der vorgesehenen Art und Weise von Herstellung und Montage durch Abweichung von planmäßigen Maßen verursacht werden können. Die Imperfektionen brauchen dabei nicht mit den geometrischen Randbedingungen des Systems verträglich zu sein.



- a) Systeme von perfekten (unterbrochen dargestellt) und infolge Vorverdrehung von Stäben möglichen imperfekten Stabwerken (ausgezogen dargestellt)

L_i, L_j, L_k Länge der Stäbe i, j, k

$\varphi_{0,i}, \varphi_{0,j}$ Winkel der Vorverdrehung der Stäbe i, j



- b) Systeme von perfekten (unterbrochen dargestellt) und infolge Vorverdrehung von Stabzügen möglichen imperfekten Stabwerken (ausgezogen dargestellt)

L_r Länge des Stabzuges r

$\varphi_{0,r}$ Winkel der Vorverdrehung des Stabzuges r

Bild 12. Zu den Begriffen für die geometrischen Imperfektionen von Stabwerken

Anmerkung: Durch den Ansatz von Imperfektionen in Form von Vorverdrehungen nach den Elementen 729 bis 732 sollen mögliche Abweichungen von der planmäßigen Geometrie des Tragwerkes berücksichtigt werden.

DIN 18 800 Teil 2 fordert zusätzlich Imperfektionen in Form von Vorkrümmungen, weil die Ersatzimperfektionen nach DIN 18 800 Teil 2 auch den Ein-

fluß struktureller Imperfektionen, z.B. von Eigenspannungen, und den Einfluß von Unsicherheiten der Rechenmodelle, z.B. die Nichtberücksichtigung teilplastischer Verformungen bei der Fließgelenktheorie, berücksichtigen.

Ursachen für imperfekte Stabwerke können z.B. sein: Abweichungen von den planmäßigen Stablängen, von den planmäßigen Winkeln zwischen Stäben in Verbindungen und von den planmäßigen Lagen von Auflagerpunkten.

Unplanmäßiger Versatz von Stäben in Knoten ist im allgemeinen nicht anzunehmen.

(730) Art und Größe der Imperfektionen

Für den bzw. die größten Stabdrehwinkel der Vorverformung einer Imperfektionsfigur gilt Gleichung (23).

$$\varphi_0 = \frac{1}{400} \cdot r_1 \cdot r_2 \quad (23)$$

Hierin bedeuten:

$$r_1 = \sqrt{\frac{5}{L}}$$

Reduktionsfaktor für Stäbe oder Stabzüge mit $L > 5$ m, wobei L die Länge des vorverdrehenden Stabes bzw. Stabzuges in m ist. Maßgebend ist jeweils derjenige Stab oder Stabzug, dessen Vorverdrehung sich auf die betrachtete Beanspruchung am ungünstigsten auswirkt.

$$r_2 = \frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{\frac{1}{n}} \right)$$

Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung von n voneinander unabhängigen Ursachen für Vorverdrehungen von Stäben und Stabzügen.

Bei der Berechnung des Reduktionsfaktors r_2 für Rahmen darf in der Regel für n die Anzahl der Stiele des Rahmens je Stockwerk in der betrachteten Rahmenebene eingesetzt werden. Stiele mit geringer Normalkraft zählen dabei nicht. Als Stiele mit geringer Normalkraft gelten solche, deren Normalkraft kleiner als 25% der Normalkraft des maximal belasteten Stieles im betrachteten Geschoss und der betrachteten Rahmenebene ist.

Anmerkung 1: Bei der Berechnung der Geschoßquerkraft in einem mehrgeschossigen Stabwerk sind Vorverdrehungen für die Stäbe des betrachteten Geschosses am ungünstigsten. Daher ist in r_1 für sie die Systemlänge L der Geschoßstiele einzusetzen. In den übrigen Geschossen darf in r_1 für die Systemlänge L die Gebäudehöhe L_T gesetzt werden (siehe Bild 13).

Anmerkung 2: Imperfektionen können auch durch den Ansatz gleichwertiger Ersatzlasten berücksichtigt werden (vergleiche hierzu auch DIN 18800 Teil 2, Bild 7).

(731) Reduktion der Grenzwerte der Stabdrehwinkel

Abweichend von Element 730 dürfen geringere Imperfektionen angesetzt werden, wenn die vorgesehenen Herstellungs- und Montageverfahren dies rechtfertigen und nachgewiesen wird, daß die Annahmen für die Imperfektionen eingehalten sind.

(732) Stabwerke mit geringen Horizontallasten

Sofern auf das Tragwerk als ganzes oder auf seine stabilisierenden Bauteile nur geringe Horizontallasten einwirken, die in der Summe nicht mehr als 1/400 der das Tragwerk ungünstig beanspruchenden Vertikallasten betragen, sind die Imperfektionen nach Element 730 zu verdoppeln, wenn entsprechend Element 728 nach Theorie I. Ordnung gerechnet werden darf.

Anmerkung: Diese Regelung betrifft z.B. sogenannte „Haus in Haus“-Konstruktionen, die keine Windbelastung erhalten.

(733) Schlupf in Verbindungen

Der Schlupf in Verbindungen ist zu berücksichtigen, wenn nicht von vornherein erkennbar ist, daß er vernachlässigbar ist.

Bei Fachwerkträgern darf der Schlupf im allgemeinen vernachlässigt werden.

Anmerkung 1: Bei Durchlaufträgern, die über der Innenstütze mittels Flanschlaschen gestoßen sind, kann die Durchlaufwirkung durch zur Trägerhöhe relativ großes Lochspiel stark beeinträchtigt werden.

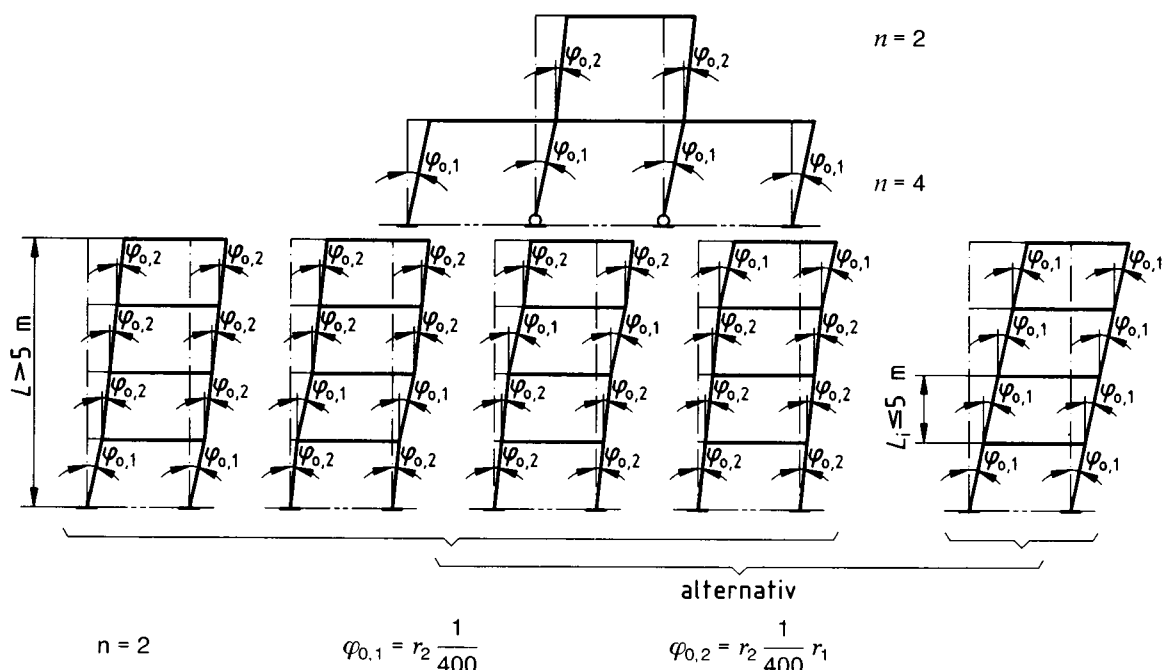


Bild 13. Beispiele für Vorverdrehungen in Stabwerken

Anmerkung 2: Bei Fachwerkträgern, die der Stabilisierung dienen, kann die Vernachlässigung des Schlupfes unzulässig sein, dies gilt z.B. bei kurzen Stäben.

Anmerkung 3: Zur Nachgiebigkeit von Verbindungen im Unterschied zum Schlupf vergleiche Element 737.

(734) Planmäßige Außermittigkeiten

Planmäßige Außermittigkeiten sind zu berücksichtigen.

Bei Gurten von Fachwerken mit einem über die Länge veränderlichen Querschnitt darf in der Regel die Außermittigkeit des Kraftangriffs im Einzelstab unberücksichtigt bleiben, wenn die gemittelte Schwerachse der Einzelquerschnitte in die Systemlinie des Fachwerkgurtes gelegt wird.

Anmerkung: Planmäßige Außermittigkeiten sind vielfach konstruktionsbedingt, z.B. an Anschluß- oder Stoßstellen.

Beispiel nach Bild 14: Knotenblechfreies Fachwerk, bei dem der Schnittpunkt der Schwerachsen der Diagonalen nicht auf der Schwerachse des Gurtes liegt.

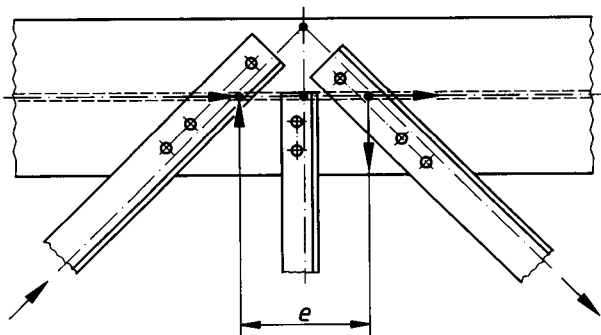


Bild 14. Berücksichtigung planmäßiger Außermittigkeiten in der Bildebene

(735) Spannungs-Dehnungs-Beziehungen

Bei der Berechnung nach der Elastizitätstheorie ist lineareselastisches Werkstoffverhalten (Hookesches Gesetz) anzunehmen, bei der Berechnung nach der Plastizitätstheorie linearelastisch-idealplastisches Werkstoffverhalten.

Die Verfestigung des Werkstoffes darf berücksichtigt werden, wenn sich diese nur auf lokal eng begrenzte Bereiche erstreckt.

Anmerkung: Die Verfestigung wird z.B. in Bereichen von Fließgelenken oder Löchern von Zugstäben ausgenutzt.

(736) Kraftgrößen-Weggrößen-Beziehungen für Stabquerschnitte

Für die Kraftgrößen-Weggrößen-Beziehungen dürfen die üblichen vereinfachten Annahmen getroffen werden, soweit ohne weiteres erkennbar ist, daß diese berechtigt sind.

Anmerkung 1: Nicht berechtigt ist z.B. die Annahme des Ebenbleibens der Querschnitte (Bernoulli-Hypothese),

- wenn Stäbe Schubweiche Elemente enthalten,
- wenn Träger sehr kurz sind und deshalb die Schubverzerrung nicht vernachlässigt werden darf,
- im Fall der Wölbkrafttorsion.

Anmerkung 2: Für Querschnitte mit plastischen Formbeiwerten $\alpha_{pl} > 1,25$ ist Abschnitt 7.5.3, Element 755, zu beachten.

(737) Kraftgrößen-Weggrößen-Beziehungen für Verbindungen

Die Nachgiebigkeit der Verbindung ist zu berücksichtigen, wenn nicht von vornherein erkennbar ist, daß sie vernachlässigbar ist. Sie ist durch Kraftgrößen-Weggrößen-Beziehungen zu beschreiben.

Kraftgrößen-Weggrößen-Beziehungen dürfen bereichsweise linearisiert werden.

Wenn in Verbindungen abhängig von der Einwirkungssituation Schnittgrößen mit wechselndem Vorzeichen auftreten, ist gegebenenfalls der Einfluß von Wechselbewegungen (Schlupf) und Wechselplastisierungen auf die Steifigkeit und Festigkeit zu berücksichtigen.

Anmerkung 1: Damit können z.B. steifenlose Trägerverbindungen in ihrem Einfluß erfaßt werden.

Anmerkung 2: Zum Schlupf in Verbindungen vergleiche Element 733.

(738) Einfluß von Eigen-, Neben- und Kerbspannungen

Eigenspannungen aus dem Herstellungsprozeß (wie Walzen, Schweißen, Richten), Nebenspannungen und Kerbspannungen brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn nicht ein Betriebsfestigkeitsnachweis zu führen ist (siehe Abschnitt 7.5.1, Element 741).

Anmerkung: Es dürfen z.B. die Stabkräfte von Fachwerkträgern unter Annahme reibungsfreier Gelenke in den Knotenpunkten berechnet werden.

7.5 Verfahren beim Tragsicherheitsnachweis

7.5.1 Abgrenzungskriterien und Detailregelungen

(739) Biegeknicken

Für Stäbe und Stabwerke ist der Nachweis der Biegeknicksicherheit nach DIN 18800 Teil 2 zu führen.

Der Einfluß der sich nach Theorie II. Ordnung ergebenden Verformungen auf das Gleichgewicht darf vernachlässigt werden, wenn der Zuwachs der maßgebenden Biegemomente infolge der nach Theorie I. Ordnung ermittelten Verformungen nicht größer als 10 % ist.

Diese Bedingung darf als erfüllt angesehen werden, wenn

- a) die Normalkräfte N des Systems nicht größer als 10 % der zur idealen Knicklast gehörenden Normalkräfte $N_{Ki,d}$ des Systems sind (bei Anwendung der Fließgelenktheorie ist hierbei das statische System unmittelbar vor Ausbildung des letzten Fließgelenks zugrunde zu legen), oder
- b) die bezogenen Schlankheitsgrade $\bar{\lambda}_K$ nicht größer als $0,3 \sqrt{f_{y,d}/\sigma_N}$ sind mit $\sigma_N = N/A$, $\bar{\lambda}_K = \lambda_K/\lambda_a$, $\lambda_K = s_K/i$, $\lambda_a = \pi \sqrt{E/f_{y,k}}$, oder
- c) die mit den Knicklängenbeiwerten $\beta = s_K/l$ multiplizierten Stabkennzahlen $\varepsilon = l \sqrt{N/(E \cdot I_d)}$ aller Stäbe nicht größer als 1,0 sind.

Bei veränderlichen Querschnitten oder Normalkräften sind $(E \cdot I)$, N_{Ki} und s_K für die Stelle zu ermitteln, für die der Tragsicherheitsnachweis geführt wird. Im Zweifelsfall sind mehrere Stellen zu untersuchen.

Anmerkung: In den Bedingungen a), b) und c) ist die Normalkraft N entsprechend den Regelungen in DIN 18800 Teil 2 als Druckkraft positiv anzusetzen, vergleiche auch Abschnitt 3.3, Element 314.

(740) Biegedrillknicken

Für Stäbe und Stabwerke ist der Nachweis der Biegedrillknicksicherheit nach DIN 18800 Teil 2 zu führen.

Der Nachweis darf entfallen bei

- Stäben mit Hohlquerschnitt oder
- Stäben mit I-förmigem Querschnitt bei Biegung um die z-Achse oder
- Stäben mit I-förmigem, zur Stegachse symmetrischem Querschnitt bei Biegung um die y-Achse, wenn der Druckgurt dieser Stäbe in einzelnen Punkten im Abstand c nach Bedingung (24) seitlich unverschieblich gehalten ist.

$$c \leq 0,5 \lambda_a \cdot i_{z,g} \cdot \frac{M_{pl,y,d}}{M_y} \quad (24)$$

mit

M_y größter Absolutwert des maßgebenden Biegemomentes

$\lambda_a = \pi \sqrt{E/f_{y,k}}$ Bezugsschlankheitsgrad

$i_{z,g}$ Trägheitsradius um die Stegachse z der aus Druckgurt und $\frac{1}{2}$ des Steges gebildeten Querschnittsfläche

Anmerkung: In DIN 18 800 Teil 2, Abschnitt 3.3.3, Element 310, ist zusätzlich ein Druckkraftbeiwert k_c berücksichtigt, der hier aus Vereinfachungsgründen auf der sicheren Seite zu 1 gesetzt worden ist.

(741) Betriebsfestigkeit

Ein Betriebsfestigkeitsnachweis ist zu führen.

Der Nachweis darf entfallen, wenn als veränderliche Einwirkungen nur Schnee, Temperatur, Verkehrslasten nach DIN 1055 Teil 3/06.71, Abschnitt 1.4 und Windlasten ohne periodische Anfachung des Bauwerks auftreten.

Weiterhin darf auf einen Betriebsfestigkeitsnachweis verzichtet werden, wenn Bedingung (25) oder (26) erfüllt ist.

$$\Delta\sigma < 26 \text{ N/mm}^2 \quad (25)$$

$$n < 5 \cdot 10^6 (26/\Delta\sigma)^3 \quad (26)$$

mit

$\Delta\sigma = \max \sigma - \min \sigma$ Spannungsschwingbreite in N/mm^2 unter den Bemessungswerten der veränderlichen Einwirkungen für den Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 7.2.2

n Anzahl der Spannungsspiele

Bei der Berechnung von $\Delta\sigma$ brauchen die im ersten Absatz genannten veränderlichen Einwirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

Bei mehreren veränderlichen Einwirkungen darf $\Delta\sigma$ für die einzelnen Einwirkungen getrennt berechnet werden.

Anmerkung: Die Bedingung (26) ist orientiert am Betriebsfestigkeitsnachweis für den ungünstigsten vorgesehenen Kerbfall und volles Kollektiv. Sie erfaßt den ungünstigen Fall, in dem das für den Kerbfall maßgebende Bauteil für Überwachung und Instandhaltung schlecht zugänglich ist und sein Ermüdungsversagen den katastrophalen Zusammenbruch des Tragsystemes zur Folge haben kann. Da in Bedingung (26) — abweichend von den Regelungen für Betriebsfestigkeitsnachweise — die Spannungen σ des Tragsicherheitsnachweises verwendet werden, liegt sie auf der sicheren Seite.

(742) Lochschwächungen

Lochschwächungen sind bei der Berechnung der Beanspruchbarkeiten zu berücksichtigen.

Im Druckbereich und bei Schub darf der Lochabzug entfallen, wenn

- bei Schrauben das Lochspiel höchstens 1,0 mm beträgt oder bei größerem Lochspiel die Tragwerksverformungen nicht begrenzt werden müssen oder
- die Löcher mit Nieten ausgefüllt sind.

In zugbeanspruchten Querschnittsteilen darf der Lochabzug entfallen, wenn die Bedingung (27) erfüllt ist.

$$\frac{A_{\text{Brutto}}}{A_{\text{Netto}}} \leq \begin{cases} 1,2 \text{ für St 37} \\ 1,1 \text{ für St 52} \end{cases} \quad (27)$$

In Querschnitten oder Querschnittsteilen aus anderen Stählen mit gebohrten Löchern darf die Grenzzugkraft $N_{R,d}$ im Nettoquerschnitt unter Zugrundelegung der Zugfestigkeit des Werkstoffes nach Gleichung (28) berechnet werden.

$$N_{R,d} = A_{\text{Netto}} \cdot f_{u,k} / (1,25 \cdot \gamma_M) \quad (28)$$

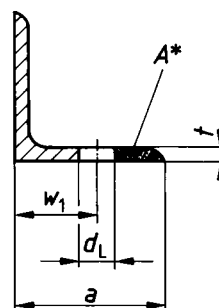
Wenn in zugbeanspruchten Querschnittsteilen die Beanspruchbarkeiten mit der Streckgrenze berechnet werden oder Bedingung (27) erfüllt ist, darf der durch die Lochschwächung verursachte Versatz der Querschnittsschwerachsen unberücksichtigt bleiben.

Bei der Berechnung der Schnittgrößen und der Formänderungen dürfen Lochabzüge unberücksichtigt bleiben.

Anmerkung: Wenn das Lochspiel größer als 1,0 mm ist, können größere Verformungen z.B. durch Zusammenquetschen im Bereich der Löcher entstehen.

(743) Unsymmetrische Anschlüsse

Bei Zugstäben mit unsymmetrischem Anschluß durch nur eine Schraube ist in Gleichung (28) als Nettoquerschnitt der zweifache Wert des kleineren Teils des Nettoquerschnittes einzusetzen, falls kein genauerer Nachweis geführt wird.



$$A_{\text{Netto}} = 2 A^* \quad \text{für Gleichung} \quad (28)$$

Bild 15. Nettoquerschnitt eines Winkelanschlusses

(744) Krafteinleitungen

Werden in Walzprofile mit I-förmigem Querschnitt Kräfte ohne Aussteifung unter den in Abschnitt 5.1, Element 503, genannten Voraussetzungen eingeleitet, ist die Grenzkraft $F_{R,d}$ wie folgt zu berechnen:

- für σ_x und σ_z mit unterschiedlichen Vorzeichen und $|\sigma_x| > 0,5 f_{y,k}$

$$F_{R,d} = \frac{1}{\gamma_M} s \cdot l \cdot f_{y,k} (1,25 - 0,5 |\sigma_x| / f_{y,k}) \quad (29)$$

- für alle anderen Fälle

$$F_{R,d} = \frac{1}{\gamma_M} s \cdot l \cdot f_{y,k} \quad (30)$$

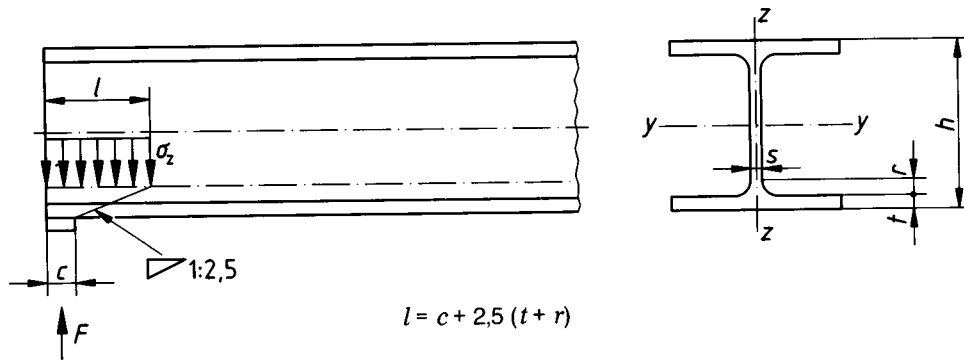
Hierin bedeuten:

σ_x Normalspannung im Träger im maßgebenden Schnitt nach Bild 16

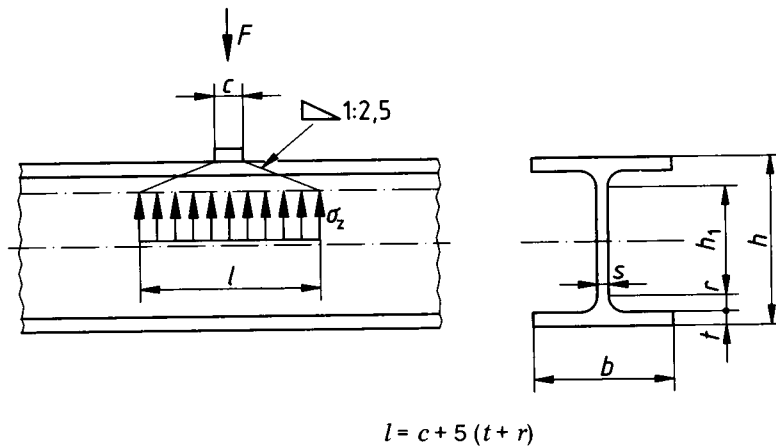
s Stegdicke des Trägers

l mitttragende Länge nach Bild 16

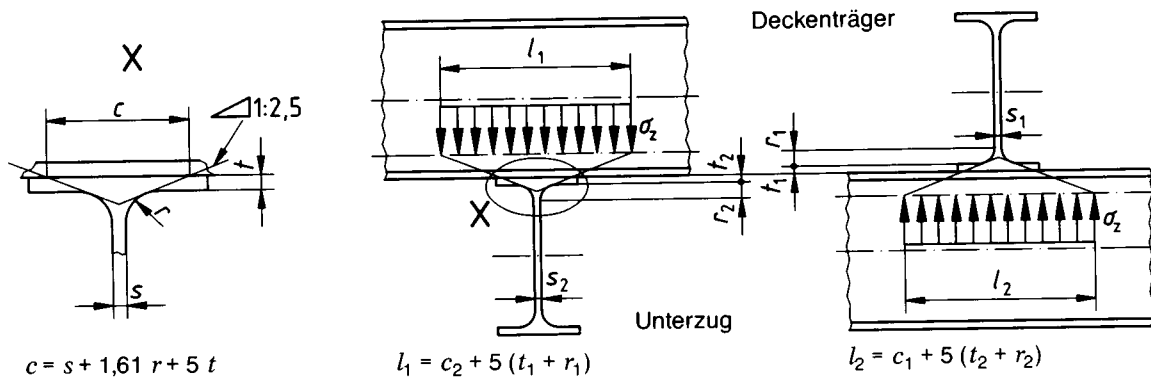
Die Grenzkraft $F_{R,d}$ darf für geschweißte Profile mit I-förmigem Querschnitt nach den Gleichungen (29) bzw. (30) berechnet werden, wenn die Stegslankheit $h/s \leq 60$ ist. Bei Stegslankheiten $h/s > 60$ ist zusätzlich ein Beulsicherheitsnachweis für den Steg zu führen. Für die Berechnung von c und l ist für geschweißte I-förmige Querschnitte der Wert $r = a$ (Schweißnahtdicke) zu setzen.



a) Einleitung einer Auflagerkraft am Trägerende



b) Einleitung einer Einzellast im Feld (gleichbedeutend mit Einleitung einer Auflagerkraft an einer Zwischenstütze)



c) Träger auf Träger

Bild 16. Rippenlose Lasteinleitung bei Walz- und geschweißten Profilen mit I-Querschnitt

Anmerkung 1: In den Gleichungen (25) und (30) wird von einer konstanten Spannung σ_z über die Bereiche der Längen l bzw. l_i ausgegangen.

Anmerkung 2: Ein Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 7.5.2, Element 748, ist im Bereich der Krafteinleitungen nicht erforderlich.

Anmerkung 3: In die Bilder 16 a und c sind nicht alle Kraftgrößen, die zum Gleichgewicht gehören, eingetragen.

7.5.2 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch

(745) Grundsätze

Die Beanspruchungen und die Beanspruchbarkeiten sind nach der Elastizitätstheorie zu berechnen. Es ist nachzuweisen, daß

1. das System im stabilen Gleichgewicht ist und
2. in allen Querschnitten die nach Abschnitt 7.2 berechneten Beanspruchungen höchstens den Bemessungswert $f_{y,d}$ der Streckgrenze erreichen und
3. in allen Querschnitten entweder die Grenzwerte $\text{grenz}(b/t)$ und $\text{grenz}(d/t)$ nach den Tabellen 12 bis 14 eingehalten sind oder ausreichende Beulsicherheit nach DIN 18800 Teil 3 bzw. DIN 18800 Teil 4 nachgewiesen wird.

Anmerkung 1: Als Grenzzustand der Tragfähigkeit wird der Beginn des Fließens definiert. Daher werden plastische Querschnitts- und Systemreserven nicht berücksichtigt.

Anmerkung 2: Beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch mit Spannungen ist die Forderung, daß die Beanspruchungen höchstens die Streckgrenze erreichen, gleichbedeutend damit, daß die Vergleichsspannung $\sigma_v \leq f_{y,k} / \gamma_M$ ist.

Anmerkung 3: Bei den Grenzwerten $\text{grenz}(b/t)$ in Tabelle 12 wird die ψ -abhängige Erhöhung der Abminderungsfaktoren nach DIN 18800 Teil 3, Tabelle 1, Zeile 1 berücksichtigt. Hierauf wird in DIN 18800 Teil 2, Abschnitt 7, verzichtet, um zu einfachen Regeln und zu einer Übereinstimmung mit anderen nationalen und internationalen Regelwerken zu kommen.

Anmerkung 4: Auf den Beulsicherheitsnachweis für Einzelfelder darf unter den in DIN 18800 Teil 3, Abschnitt 2, Element 205 angegebenen Bedingungen verzichtet werden.

Tabelle 12. Grenzwerte (b/t) für beidseitig gelagerte Plattenstreifen für volles Mittragen unter Druckspannungen σ_x beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch mit zugehörigen Beulwerten k_σ
 $\sigma_1 = \text{Größtwert der Druckspannungen } \sigma_x \text{ in N/mm}^2 \text{ und } f_{y,k} \text{ in N/mm}^2$

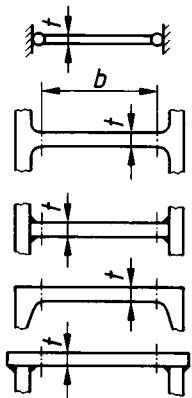
1	2	3
1	Lagerung: 	$\text{grenz}(b/t)$ allgemein: — Bereich $0 < \psi \leq 1$ $\text{grenz}(b/t) = 420,4 \cdot (1 - 0,278 \psi - 0,025 \psi^2) \cdot \sqrt{\frac{k_\sigma}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$ — Bereich $\psi \leq 0$ $\text{grenz}(b/t) = 420,4 \cdot \sqrt{\frac{k_\sigma}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
2	Randspannungsverhältnis ψ	Beulwert k_σ in Abhängigkeit vom Randspannungsverhältnis ψ
3	1	4
4	$1 > \psi > 0$	$\frac{8,2}{\psi + 1,05}$
5	0	7,81
6	$0 > \psi > -1$	$7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2$
7	-1	23,9
Für $\sigma_1 \cdot \gamma_M = f_{y,k}$ gilt für St 37 $\sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}} = 1$ und für St 52 $\sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}} = \sqrt{\frac{1}{1,5}} = 0,82$		

Tabelle 13. Grenzwerte (b/t) für einseitig gelagerte Plattenstreifen für volles Mittragen unter Druckspannungen σ_x beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch mit zugehörigen Beulwerten k_σ
 σ_1 = Größtwert der Druckspannungen σ_x in N/mm^2 und $f_{y,k}$ in N/mm^2

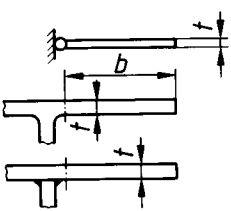
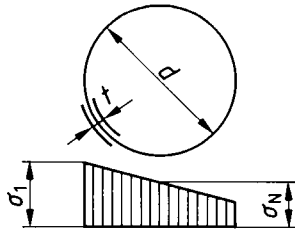
	1	2	3
1	Lagerung: 		grenz (b/t) allgemein: $305 \cdot \sqrt{\frac{k_\sigma}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
2	Randspannungsverhältnis ψ	Beulwert k_σ in Abhängigkeit vom Randspannungsverhältnis ψ	grenz (b/t) für Sonderfälle des Randspannungsverhältnisses ψ
3	Größte Druckspannung am gelagerten Rand		
4	1	0,43	$12,9 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
5	$1 > \psi > 0$	$\frac{0,578}{\psi + 0,34}$	$19,7 \cdot \sqrt{\frac{0,578}{\psi + 0,34} \cdot \frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
6	0	1,70	$25,7 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
7	$0 > \psi > -1$	$1,70 - 5 \cdot \psi + 17,1 \cdot \psi^2$	$19,7 \cdot \sqrt{1,70 - 5 \cdot \psi + 17,1 \cdot \psi^2} \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
8	-1	23,8	$96,1 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
9	Größte Druckspannung am freien Rand		
10	1	0,43	$12,9 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
11	$0 > \psi > 0$	$0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2$	$19,7 \cdot \sqrt{0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2} \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
12	0	0,57	$14,9 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
13	$0 > \psi > -1$	$0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2$	$19,7 \cdot \sqrt{0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2} \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
14	-1	0,85	$18,2 \cdot \sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}}$
Für $\sigma_1 \cdot \gamma_M = f_{y,k}$ gilt für St 37 $\sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}} = 1$ und für St 52 $\sqrt{\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}} = \sqrt{\frac{1}{1,5}} = 0,82$			

Tabelle 14. Grenzwerte $\text{grenz } (d/t)$ für Kreiszylinderquerschnitte für volles Mittragen unter Druckspannungen σ_x beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch
 σ_1 = Größtwerter der Druckspannungen σ_x in N/mm^2 und $f_{y,k}$ in N/mm^2
 σ_N = Druckspannungsanteil aus Normalkraft in N/mm^2

1	2
Spannungsverteilung: 	$\text{grenz } (d/t) = \left(90 - 20 \frac{\sigma_N}{\sigma_1} \right) \cdot \frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M}$
Für $\sigma_1 \cdot \gamma_M = f_{y,k}$ gilt für St 37 $\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M} = 1$ und für St 52 $\frac{240}{\sigma_1 \cdot \gamma_M} = \frac{1}{1,5} = 0,67$	

(746) Grenzspannungen

Für die Grenzspannungen gilt:

— Grenznormalspannung

$$\sigma_{R,d} = f_{y,d} = f_{y,k} / \gamma_M \quad (31)$$

— Grenzschubspannung

$$\tau_{R,d} = f_{y,d} / \sqrt{3} \quad (32)$$

(747) Nachweise

Der Nachweis ist mit den Bedingungen (33) bis (35) zu führen:

— für die Normalspannungen $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad (33)$$

— für die Schubspannungen $\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$

$$\frac{\tau}{\tau_{R,d}} \leq 1 \quad (34)$$

— für die gleichzeitige Wirkung mehrerer Spannungen

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad (35)$$

mit σ_v Vergleichsspannung nach Element 748.

Bedingung (35) gilt für die alleinige Wirkung von σ_x und τ oder σ_y und τ als erfüllt, wenn $\sigma / \sigma_{R,d} \leq 0,5$ oder $\tau / \tau_{R,d} \leq 0,5$ ist.

(748) Vergleichsspannung

Die Vergleichsspannung σ_v ist mit Gleichung (36) zu berechnen.

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y - \sigma_x \cdot \sigma_z - \sigma_y \cdot \sigma_z + 3 \tau_{xy}^2 + 3 \tau_{xz}^2 + 3 \tau_{yz}^2} \quad (36)$$

(749) Erlaubnis örtlich begrenzter Plastizierung, allgemein

In kleinen Bereichen darf die Vergleichsspannung σ_v die Grenzspannung $\sigma_{R,d}$ um 10% überschreiten.

Für Stäbe mit Normalkraft und Biegung kann ein kleiner Bereich unterstellt werden, wenn gleichzeitig gilt:

$$\left| \frac{N}{A} + \frac{M_y}{I_y} z \right| \leq 0,8 \sigma_{R,d} \quad (37 a)$$

$$\left| \frac{N}{A} + \frac{M_z}{I_z} y \right| \leq 0,8 \sigma_{R,d} \quad (37 b)$$

Anmerkung: Tragsicherheitsnachweise nach den Elementen 749 und 750 nutzen bereits teilweise die plastische Querschnittstragfähigkeit aus; eine vollständige Ausnutzung ermöglicht das Verfahren Elastisch-Plastisch (siehe Abschnitt 7.5.3).

(750) Erlaubnis örtlich begrenzter Plastizierung für Stäbe mit I-Querschnitt

Für Stäbe mit doppelsymmetrischem I-Querschnitt, die die Bedingungen nach Tabelle 15 erfüllen, darf die Normalspannung σ_x nach Gleichung (38) berechnet werden.

$$\sigma_x = \left| \frac{N}{A} \pm \frac{M_y}{\alpha_{pl,y}^* \cdot W_y} \pm \frac{M_z}{\alpha_{pl,z}^* \cdot W_z} \right| \quad (38)$$

In Gleichung (38) ist für α_{pl}^* der jeweilige plastische Formbeiwert α_{pl} , jedoch nicht mehr als 1,25 einzusetzen.

Für gewalzte I-förmige Stäbe darf $\alpha_{pl,y}^* = 1,14$ und $\alpha_{pl,z}^* = 1,25$ gesetzt werden.

(751) Vereinfachung für Stäbe mit Winkelquerschnitt

Werden bei der Berechnung der Beanspruchungen von Stäben mit Winkelquerschnitt schenkelparallele Querschnittsachsen als Bezugsachsen anstelle der Trägheitshauptachsen benutzt, so sind die ermittelten Beanspruchungen um 30% zu erhöhen.

(752) Vereinfachung für Stäbe mit I-förmigem Querschnitt

Bei Stäben mit I-förmigem Querschnitt und ausgeprägten Flanschen, bei denen die Wirkungslinie der Querkraft V_z mit dem Steg zusammenfällt, darf die Schubspannung τ im Steg nach Gleichung (39) berechnet werden.

$$\tau = \left| \frac{V_z}{A_{\text{Steg}}} \right| \quad (39)$$

Anmerkung 1: Nach der Theorie der dünnwandigen Querschnitte ist A_{Steg} gleich dem Produkt aus dem Abstand der Schwerlinien der Flansche und der Stegdicke.

Anmerkung 2: Von ausgeprägten Flanschen kann bei doppelsymmetrischen I-Querschnitten ausgegangen werden, wenn das Verhältnis $A_{\text{Gurt}}/A_{\text{Steg}}$ größer als 0,6 ist. Beim doppelsymmetrischen I-Träger ist für $A_{\text{Gurt}}/A_{\text{Steg}} = 0,6$ die maximale Schubspannung im Steg

$$\max \tau = \frac{1,5 \cdot V_z}{A_{\text{Steg}}} \cdot \frac{4 \cdot A_{\text{Gurt}} + A_{\text{Steg}}}{6 \cdot A_{\text{Gurt}} + A_{\text{Steg}}}$$

rd. 10% größer als die mittlere Schubspannung.

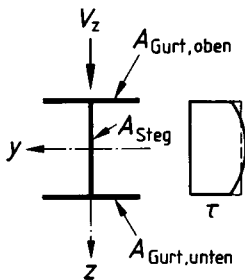


Bild 17. Ersatzweise geradlinig angenommene Verteilung der Schubspannung nach Gleichung (39) für $A_{\text{Gurt, oben}} = A_{\text{Gurt, unten}}$

7.5.3 Nachweis nach dem Verfahren Elastisch-Plastisch

(753) Die Beanspruchungen sind nach der Elastizitätstheorie, die Beanspruchbarkeiten unter Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten der Querschnitte zu berechnen. Es ist nachzuweisen, daß

1. das System im stabilen Gleichgewicht ist und
2. in keinem Querschnitt die nach Abschnitt 7.2 berechneten Beanspruchungen unter Beachtung der Interaktion zu einer Überschreitung der Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand führen und
3. in allen Querschnitten die Grenzwerte $\text{grenz}(b/t)$ und $\text{grenz}(d/t)$ nach Tabelle 15 eingehalten sind.

Für die Bereiche des Tragwerkes, in denen die Schnittgrößen nicht größer als die elastischen Grenzschnittgrößen nach Abschnitt 7.5.2, Element 745, Nummer 2 sind, gilt Element 745, Nummer 3.

Anmerkung: Beim Verfahren Elastisch-Plastisch wird bei der Berechnung der Beanspruchungen linearelastisches Werkstoffverhalten, bei der Berechnung der Beanspruchbarkeiten linearelastisch-idealplastisches Werkstoffverhalten angenommen. Damit werden die plastischen Reserven des Querschnitts ausgenutzt, nicht jedoch die des Systems.

(754) Momentenumlagerung

Wenn nach Abschnitt 7.5.1, Element 739, Biegeknicken und nach Abschnitt 7.5.1, Element 740, Biegedrillknicken nicht berücksichtigt werden müssen, dürfen die nach der Elastizitätstheorie ermittelten Stützmomente um bis zu 15% ihrer Maximalwerte vermindert oder vergrößert werden, wenn bei der Bestimmung der zugehörigen Feldmomente die Gleichgewichtsbedingungen eingehalten werden. Zusätzlich sind für die Bemessung der Verbindungen Abschnitt 7.5.4, Element 759, Abschnitt 8.4.1.4, Element 831 und Element 832, zu beachten.

Anmerkung 1: Bei der Momentenumlagerung werden die Formänderungsbedingungen der Elastizitätstheorie nicht erfüllt. Eine Umlagerung erfordert im Tragwerk bereichsweise Plastizierungen.

Anmerkung 2: Der Tragsicherheitsnachweis unter Berücksichtigung der Regelung dieses Elementes nutzt für Sonderfälle bereits teilweise Systemreserven statisch unbestimmter Systeme aus. Eine vollständige Ausnutzung bei statisch unbestimmten Systemen ermöglicht das Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch (siehe Abschnitt 7.5.4).

(755) Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand, allgemein

Für die Berechnung der Grenzschnittgrößen von Stabquerschnitten im plastischen Zustand sind folgende Annahmen zu treffen:

1. Linearelastische-idealplastische Spannungs-Dehnungs-Beziehung für den Werkstoff mit der Streckgrenze $f_{y,d}$ nach Gleichung (31).
2. Ebenbleiben der Querschnitte.
3. Fließbedingung nach Gleichung (36).

Die Gleichgewichtsbedingungen am differentiellen oder finiten Element (Faser) sind einzuhalten.

Die Dehnungen ε_x dürfen beliebig groß angenommen werden, jedoch sind die Grenzbiegemomente im plastischen Zustand auf den 1,25fachen Wert des elastischen Grenzbiegemomentes zu begrenzen.

Auf diese Reduzierung darf bei Einfeldträgern und bei Durchlaufträgern mit über die gesamte Länge gleichbleibendem Querschnitt verzichtet werden.

Anmerkung 1: In der Literatur werden auch Grenzschnittgrößen angegeben, bei denen die Gleichgewichtsbedingungen verletzt werden; sie sind in vielen Fällen dennoch als Näherung berechtigt.

Anmerkung 2: Als plastische Zustände eines Querschnittes werden die Zustände bezeichnet, in denen Querschnittsbereiche plastiziert sind. Als vollplastische Zustände werden diejenigen plastischen Zustände bezeichnet, bei denen eine Vergrößerung der Schnittgrößen nicht möglich ist. Dabei muß der Querschnitt nicht durchplastiziert sein. Dies kann z.B. bei ungleichschenkligen Winkelquerschnitten der Fall sein, die durch Biegemomente M_y und M_z beansprucht sind; siehe hierzu z.B. [7].

Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand sind gleich den Schnittgrößen im vollplastischen Zustand, berechnet mit dem Bemessungswert der Streckgrenze $f_{y,d}$ und gegebenenfalls mit dem Faktor $1,25/\alpha_{pl}$ reduziert.

(756) Schnittgrößen im vollplastischen Zustand für doppelsymmetrische I-Querschnitte

Die Schnittgrößen im vollplastischen Zustand sind Bild 18 zu entnehmen.

(757) Interaktion von Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand für I-Querschnitte

Für doppelsymmetrische I-Querschnitte mit konstanter Streckgrenze über den Querschnitt darf

- für einachsige Biegung, Querkraft und Normalkraft mit den Bedingungen in den Tabellen 16 und 17,
- für zweiachsige Biegung und Normalkraft mit den Bedingungen (41) und (42), wenn für die Querkräfte $V_z \leq 0,33 V_{pl,z,d}$ und $V_y \leq 0,25 V_{pl,y,d}$ gilt, nachgewiesen werden, daß die Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand nicht überschritten sind.

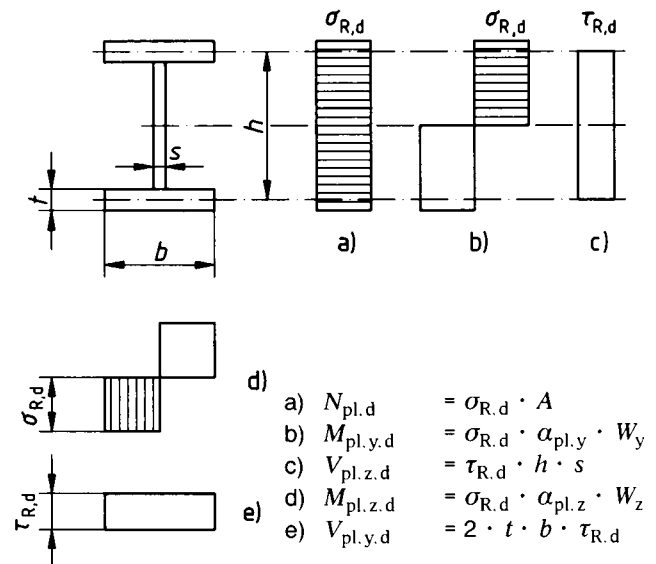


Bild 18. Spannungsverteilung für doppelsymmetrische I-Querschnitte für Schnittgrößen im vollplastischen Zustand

Tabelle 15. Grenzwerte grenz (b/t) und grenz (d/t) für volles Mitwirken von Querschnittsteilen unter Druckspannungen σ_x beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Elastisch-Plastisch. $f_{y,k}$ in N/mm²

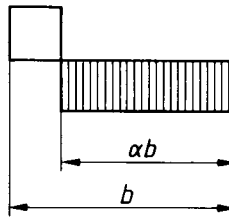
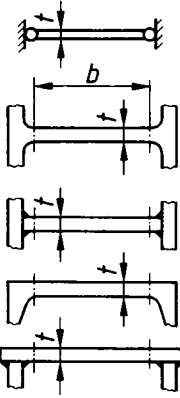
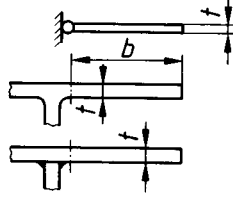
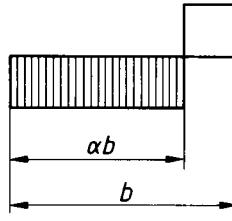
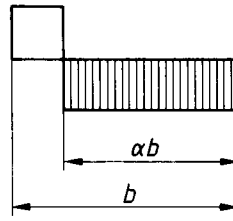
Beidseitig gelagerter Plattenstreifen		
Lagerung und Breite b	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{37}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	
Einseitig gelagerter Plattenstreifen		
Lagerung und Breite b	Druckspannung $f_{y,k}/\gamma_M$ am	
	gelagerten Rand	freien Rand
	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{11}{\alpha \mid \alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{11}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$
Kreiszylinder		
$\text{grenz } (d/t) = 70 \frac{240}{f_{y,k}}$		
Druckspannungen sind durch Schraffur gekennzeichnet.		

Tabelle 16. Vereinfachte Tragsicherheitsnachweise für doppelsymmetrische I-Querschnitte mit N , M_y , V_z

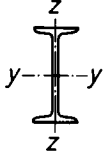
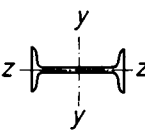
	Gültigkeitsbereich	$\frac{V}{V_{pl,d}} \leq 0,33$	$0,33 < \frac{V}{V_{pl,d}} \leq 0,9$
	$\frac{N}{N_{pl,d}} \leq 0,1$	$\frac{M}{M_{pl,d}} \leq 1$	$0,88 \frac{M}{M_{pl,d}} + 0,37 \frac{V}{V_{pl,d}} \leq 1$
	$0,1 < \frac{N}{N_{pl,d}} \leq 1$	$0,9 \frac{M}{M_{pl,d}} + \frac{N}{N_{pl,d}} \leq 1$	$0,8 \frac{M}{M_{pl,d}} + 0,89 \frac{N}{N_{pl,d}} + 0,33 \frac{V}{V_{pl,d}} \leq 1$

Tabelle 17. Vereinfachte Tragsicherheitsnachweise für doppelsymmetrische I-Querschnitte mit N , M_z , V_y

	Gültigkeitsbereich	$\frac{V}{V_{pl,d}} \leq 0,25$	$0,25 < \frac{V}{V_{pl,d}} \leq 0,9$
	$\frac{N}{N_{pl,d}} \leq 0,3$	$\frac{M}{M_{pl,d}} \leq 1$	$0,95 \frac{M}{M_{pl,d}} + 0,82 \left(\frac{V}{V_{pl,d}} \right)^2 \leq 1$
	$0,3 < \frac{N}{N_{pl,d}} \leq 1$	$0,91 \frac{M}{M_{pl,d}} + \left(\frac{N}{N_{pl,d}} \right)^2 \leq 1$	$0,87 \frac{M}{M_{pl,d}} + 0,95 \left(\frac{N}{N_{pl,d}} \right)^2 + 0,75 \left(\frac{V}{V_{pl,d}} \right)^2 \leq 1$

Mit

$$M_y^* = [1 - (N/N_{pl,d})^{1,2}] \cdot M_{pl,y,d} \quad (40)$$

gilt

— für $M_y \leq M_y^*$:

$$\frac{M_z}{M_{pl,z,d}} + c_1 + c_2 \left(\frac{M_y}{M_{pl,y,d}} \right)^{2,3} \leq 1 \quad (41)$$

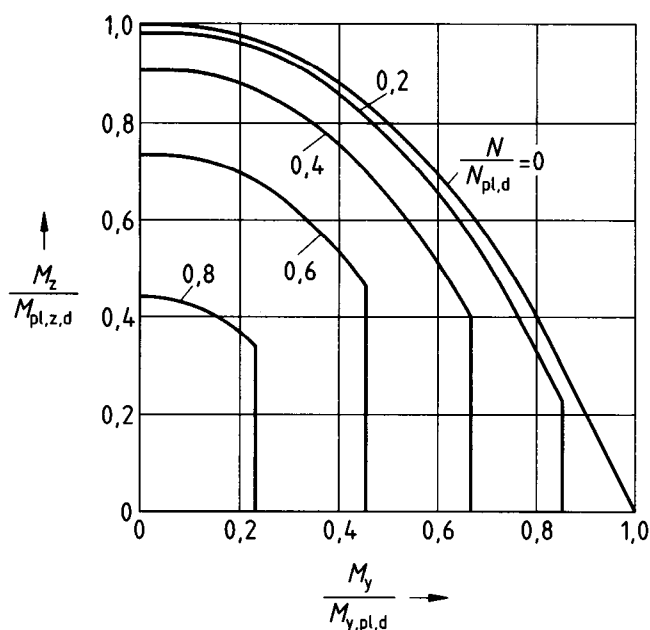
mit

$$c_1 = (N/N_{pl,d})^{2,6}$$

$$c_2 = (1 - c_1)^{-N_{pl,d}/N}$$

— für $M_y > M_y^*$:

$$\frac{1}{40} \left(\frac{M_z}{M_{pl,z,d}} - \frac{M_z^*}{M_{pl,z,d}} \right) + \left(\frac{N}{N_{pl,d}} \right)^{1,2} + \frac{M_y}{M_{pl,y,d}} \leq 1 \quad (42)$$

Bild 19. Interaktion für die Normalkraft N und die Biegemomente M_y und M_z nach den Bedingungen (41) und (42)

Anmerkung 1: Andere Interaktionsgleichungen können der Literatur, z.B. [8], entnommen werden.

Anmerkung 2: Vereinfachend sind die Faktoren in den Tabellen 16 und 17 auf 2 Ziffern gerundet. Aus diesem Grunde ergeben sich geringfügig veränderte Zahlenwerte, wenn man in Grenzfällen von den allgemeinen Interaktionsgleichungen mit allen drei Schnittkräften M , N , V auf die Sonderfälle übergeht.

Anmerkung 3: Querschnitte mit nicht konstanter Streckgrenze sind z.B. solche mit unterschiedlicher Erzeugnisdicke nach Tabelle 1 oder unterschiedlicher Streckgrenze für die Querschnittsteile.

Anmerkung 4: Die Schnittgrößen im vollplastischen Zustand nach Bild 18 können nicht alle als Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand verwendet werden; offensichtlich ist dies z.B. für $V_{pl,y,d}$.Anmerkung 5: $M_{pl,d}$, $N_{pl,d}$ und $V_{pl,d}$ in Tabelle 16 und 17 sind Grenzschnittgrößen.Es ist $M_{pl,z,d} = 1,25 \sigma_{R,d} \cdot W_z$.

7.5.4 Nachweis nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch

(758) Grundsätze

Die Beanspruchungen sind nach der Fließgelenk- oder Fließzonentheorie, die Beanspruchbarkeiten unter Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten der Querschnitte und des Systems zu berechnen. Es ist nachzuweisen, daß

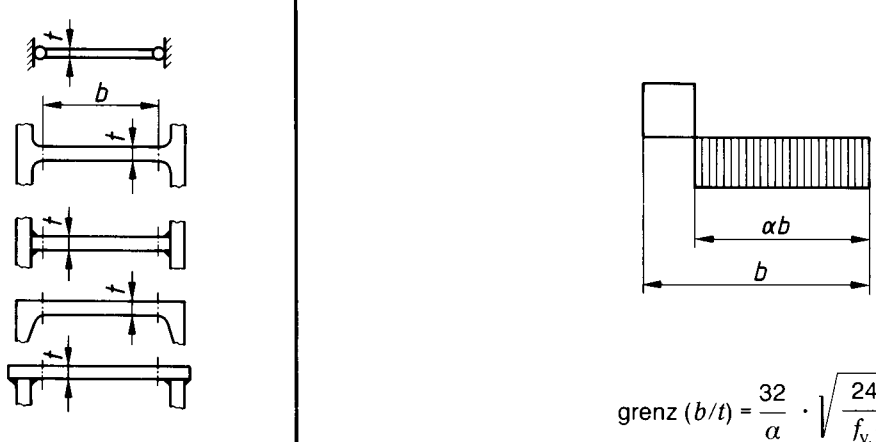
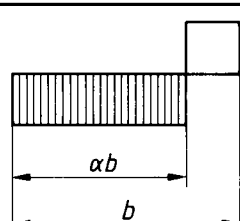
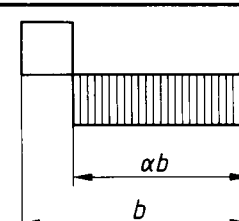
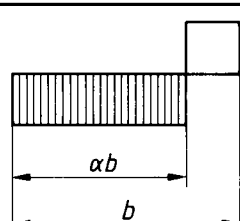
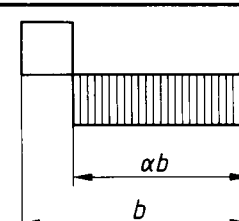
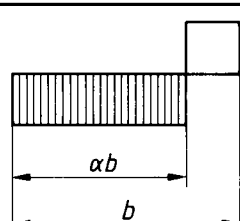
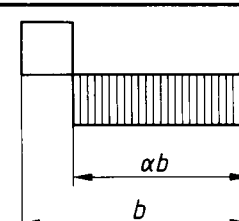
1. das System im stabilen Gleichgewicht ist und
2. in allen Querschnitten die Beanspruchungen unter Beachtung der Interaktion nicht zu einer Überschreitung der Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand führen und
3. in den Querschnitten im Bereich der Fließgelenke bzw. Fließzonen die Grenzwerte $g_{b/t}$ und $g_{d/t}$ nach Tabelle 18 eingehalten sind.

Für die Querschnitte in den übrigen Bereichen des Tragwerkes gilt Abschnitt 7.5.3, Element 753, Nummer 3.

Anmerkung 1: Beim Verfahren Plastisch-Plastisch werden plastische Querschnitts- und Systemreserven ausgenutzt.

Anmerkung 2: Zur Berechnung der plastischen Beanspruchbarkeit siehe Abschnitt 7.5.3, Elemente 755 bis 757.

Tabelle 18. Grenzwerte $\text{grenz}(b/t)$ und $\text{grenz}(d/t)$ für volles Mitwirken von Querschnittsteilen unter Druckspannungen σ_x beim Tragsicherheitsnachweis nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch. $f_{y,k}$ in N/mm²

Beidseitig gelagerter Plattenstreifen						
Lagerung und Breite b	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{32}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$					
Einseitig gelagerter Plattenstreifen						
Lagerung und Breite b	Druckspannung $f_{y,k}/\gamma_M$ am <table><thead><tr><th>gelagerten Rand</th><th>freien Rand</th></tr></thead><tbody><tr><td>$\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha \cdot \alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$</td><td>$\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$</td></tr></tbody></table>		gelagerten Rand	freien Rand	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha \cdot \alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$
gelagerten Rand	freien Rand					
 $\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha \cdot \alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$	 $\text{grenz } (b/t) = \frac{9}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{y,k}}}$					
Kreiszyylinder						
$\text{grenz } (d/t) = 50 \frac{240}{f_{y,k}}$						
Druckspannungen sind durch Schraffur gekennzeichnet.						

(759) Berücksichtigung oberer Grenzwerte der Streckgrenze

Wenn für einen Nachweis eine Erhöhung der Streckgrenze zu einer Erhöhung der Beanspruchung führt, die nicht gleichzeitig zu einer proportionalen Erhöhung der zugeordneten Beanspruchbarkeit führt, ist für die Streckgrenze auch ein oberer Grenzwert

$$\sigma_{R,d}^{(\text{oben})} = 1,3 \cdot \sigma_{R,d} \quad (43)$$

anzunehmen.

Bei durch- oder gegengeschweißten Nähten kann die Erhöhung der Beanspruchbarkeit unterstellt werden (vergleiche hierzu auch Abschnitt 8.4.1.4, Element 832).

Bei üblichen Tragwerken darf die Erhöhung von Auflagerkräften infolge der Annahme des oberen Grenzwertes der Streckgrenze unberücksichtigt bleiben.

Auf die Berücksichtigung des oberen Grenzwertes der Streckgrenze darf verzichtet werden, wenn für die Beanspruchungen aller Verbindungen die 1,25fachen Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand der durch sie verbundenen Teile angesetzt werden und die Stäbe konstanten Querschnitt über die Stablänge haben.

Anmerkung 1: Beim Zweifeldträger mit über die Länge konstantem Querschnitt unter konstanter Gleichlast erhöht sich die Auflagerkraft an der Innenstütze vom Grenzzustand nach dem Verfahren Plastisch-Plastisch infolge der Annahme des oberen Grenzwertes der Streckgrenze nur um rund 4%.

Anmerkung 2: Bei Anwendung der Fließgelenktheorie werden in den Fließgelenken die Schnittgrößen auf die Grenzschnittgrößen im plastischen Zustand begrenzt. Nimmt die Streckgrenze in der Umgebung eines Fließgelenkes einen höheren Wert an als die Grenznormalspannung $\sigma_{R,d}$ nach Gleichung (31) (dieser Wert ist ein unterer Grenzwert), dann wird die am Fließgelenk auftretende Schnittgröße (Beanspruchung) größer als die untere Grenzschnittgröße. Für den Stab selbst bedeutet dies keine Gefährdung, da ja auch die Beanspruchbarkeit im selben Maße zunimmt. Für Verbindungen, die sich nicht durch Verformung der zunehmenden Beanspruchung entziehen können, kann die Berücksichtigung der oberen Grenzwerte der Streckgrenzen bemessungsbestimmend werden. Dies ist bei Verbindungen ohne ausreichende Rotationskapazität möglich.

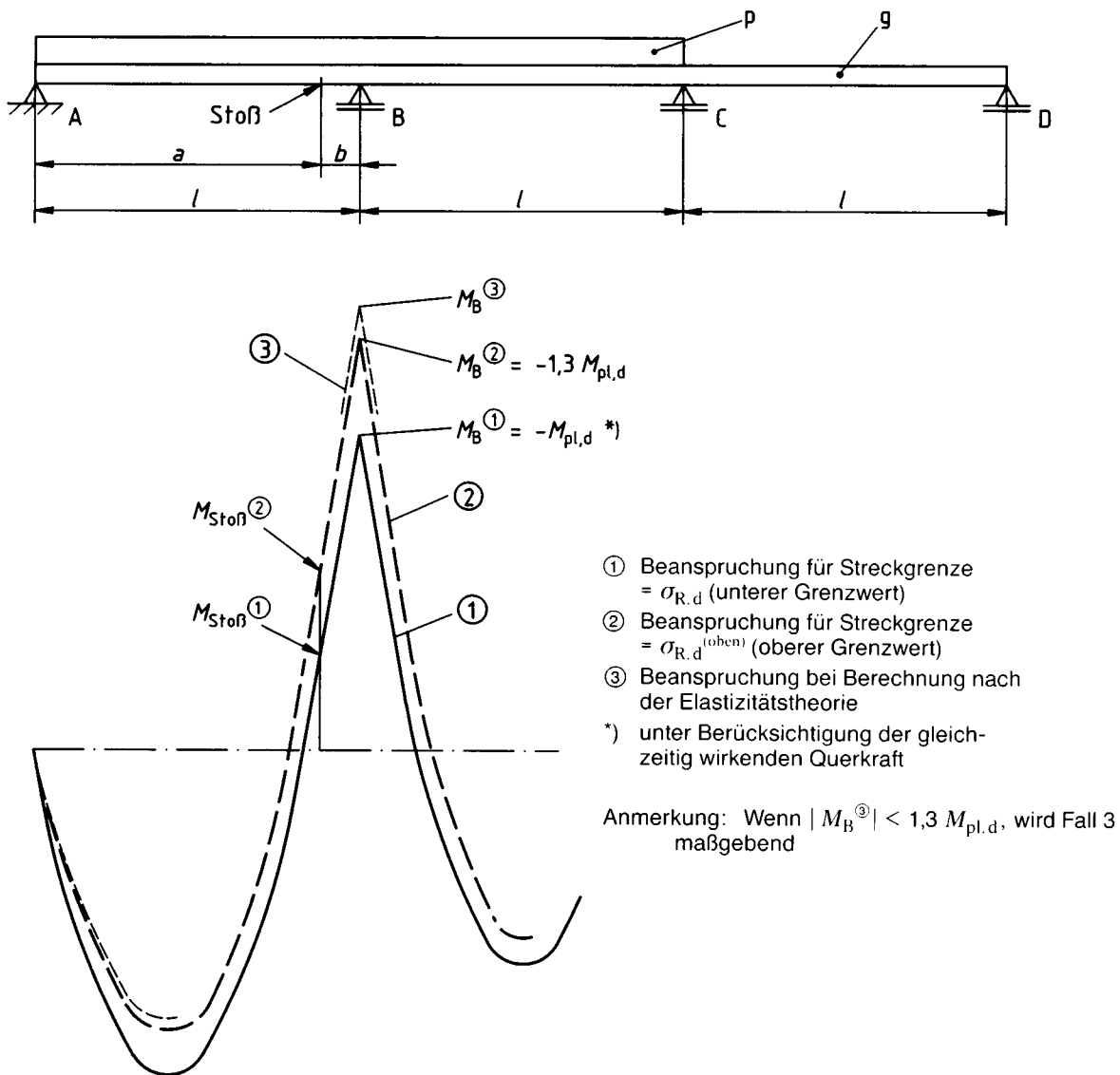


Bild 20. Beispiel zur Berücksichtigung des oberen Grenzwertes der Streckgrenze

(760) Vereinfachte Berechnung der Beanspruchungen

Für den Tragsicherheitsnachweis nach Element 758 darf bei unverschieblichen Systemen die Lage der Fließgelenke beliebig angenommen werden, wenn die Grenzwerte $\text{grenz } (b/t)$ und $\text{grenz } (d/t)$ nach Tabelle 18 überall eingehalten sind.

7.6 Nachweis der Lagesicherheit**(761) Grundsätze**

Die Sicherheit gegen Gleiten, Abheben und Umkippen von Tragwerken und Tragwerksteilen ist nach den Regeln für den Nachweis der Tragsicherheit nachzuweisen.

Zwischenzustände sind zu berücksichtigen, wenn das Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch angewendet wird.

Anmerkung 1: Die Nachweise der Lagesicherheit sind Nachweise der Tragsicherheit, die sich auf unverankerte und verankerte Lagerfugen beziehen.

Anmerkung 2: Im allgemeinen genügt es, nur die Zustände unter den Bemessungswerten der Einwirkungen zu betrachten. Für den Nachweis der Lagesicherheit können Zwischenzustände maß-

gebend werden, bei denen alle oder einige Einwirkungen noch nicht ihren Bemessungswert erreicht haben.

(762) Beanspruchungen

Die Beanspruchungen sind nach Abschnitt 7.2.2 zu berechnen; im allgemeinen gilt Element 711.

Wenn nach Abschnitt 7.4, Element 728, ein Nachweis nach Theorie II. Ordnung notwendig ist, gelten die so ermittelten Schnittkräfte auch für den Lagesicherheitsnachweis.

(763) Beanspruchbarkeit von Verankerungen

Die Beanspruchbarkeiten von Lagerfugen und deren Verankerungen sind nach den Abschnitten 7.3 und 8 zu berechnen.

(764) Gleiten

Es ist nachzuweisen, daß in der Fugenebene die Gleitkraft nicht größer als die Grenzgleitkraft ist.

Für die Berechnung der Grenzgleitkraft dürfen Reibwiderstand und Scherwiderstand von mechanischen Schubsicherungen als gleichzeitig wirkend angesetzt werden.

Die Sicherheit gegen Gleiten darf nach DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 6, nachgewiesen werden.

(765) Abheben

Für unverankerte Lagerfugen ist nachzuweisen, daß die Beanspruchung keine abhebende Kraftkomponente rechtwinklig zur Lagerfuge aufweist.

Für verankerte Lagerfugen ist nachzuweisen, daß die Beanspruchung der Verankerung nicht größer als deren Beanspruchbarkeit ist.

Anmerkung: Charakteristische Werte für Festigkeiten von Verankerungsteilen aus Stahl sind im Abschnitt 4, Grenzwerte im Abschnitt 8 zu finden.

(766) Umkippen

Für den Nachweis gegen Umkippen sind die Normaldruckspannungen gleichverteilt über eine Teilfläche der Lagerfugenfläche anzunehmen. Dabei darf die Teilfläche beliebig angenommen werden. Es ist nachzuweisen, daß die Drucknormalspannungen (Pressungen) nicht größer als die Grenzpressungen der angrenzenden Bauteile sind.

Für verankerte Lagerfugen ist außerdem nachzuweisen, daß die Beanspruchung der Verankerung nicht größer als deren Beanspruchbarkeit ist.

Anmerkung 1: Das anzunehmende Tragmodell hat Ähnlichkeit mit dem der Fließgelenktheorie. Die Teilfläche ist eine „Fließfläche“ und entspricht dem Fließgelenk.

Anmerkung 2: Der Nachweis von Kantenpressungen, z. B. für Mauerwerk bei Auflagerung von Stahlträgern, ist hiervon nicht berührt.

(767) Grenzwerte für Lagerfugen

Die Grenzpressung für Beton ist $\beta_R/1,3$ mit β_R nach DIN 1045/07.88.

Falls die Pressung als Teilflächenpressung auftritt, darf der Wert $\beta_R/1,3$ in Anlehnung an DIN 1045/07.88, Abschnitt 17.3.3, erhöht werden.

Die charakteristischen Werte für die Reibungszahl sind DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 6, zu entnehmen. Der Teilsicherheitsbeiwert ist $\gamma_M = 1,1$.

Anmerkung: Werden Reibungszahlen entsprechend Abschnitt 7.3.2, Element 724, durch Versuche ermittelt, sind auch langzeitige Einflüsse zu berücksichtigen.

7.7 Nachweis der Dauerhaftigkeit

(768) Grundsätze

Die Dauerhaftigkeit erfordert bei der Herstellung der Stahlbauten Maßnahmen gegen Korrosion, die der zu erwartenden Beanspruchung genügen.

Die Erhaltung der Dauerhaftigkeit erfordert eine sachgemäße Instandhaltung der Stahlbauten. Sie ist auf die bei der Herstellung getroffenen Maßnahmen abzustimmen oder bei veränderter Beanspruchung dieser anzupassen.

(769) Maßnahmen gegen Korrosion

Stahlbauten müssen gegen Korrosionsschäden geschützt werden. Während der Nutzungsdauer darf keine Beeinträchtigung der erforderlichen Tragsicherheit durch Korrosion eintreten.

Maßnahmen gegen Korrosion müssen neben dem allgemeinen Schutz gegen flächenhafte Korrosion auch den besonderen Schutz gegen lokal erhöhte Korrosion einschließen.

Anstelle von Maßnahmen gegen Korrosion darf die Auswirkung der Korrosion durch Dickenzuschläge berücksichtigt werden, wenn sie auf den Korrosionsabtrag und die Nutzungsdauer abgestimmt sind.

Anmerkung: Maßnahmen gegen Korrosion können sein:

- Beschichtungen und/oder Überzüge nach Normen der Reihe DIN 55 928
- Kathodischer Korrosionsschutz
- Wahl geeigneter nichtrostender Werkstoffe (nicht geeignet sind diese z. B. in chlorhaltiger und chlorwasserstoffhaltiger Atmosphäre, vergleiche hierzu z. B. die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für nichtrostende Stähle)

- Umhüllung mit geeigneten Baustoffen

Besondere Maßnahmen gegen Korrosion können erforderlich sein z. B.

- bei hochfesten Zuggliedern,
- in Fugen und Spalten,
- an Berührungsflächen mit anderen Baustoffen,
- an Berührungsflächen mit dem Erdreich und
- an Stellen möglicher Kontaktkorrosion.

(770) Korrosionsschutzgerechte Konstruktion

Die Konstruktion soll so ausgebildet werden, daß Korrosionsschäden weitgehend vermieden, frühzeitig erkannt und Erhaltungsmaßnahmen während der Nutzungsdauer einfach durchgeführt werden können.

Anmerkung: Grundregeln zur korrosionsschutzgerechten Gestaltung sind in DIN 55 928 Teil 2 enthalten.

(771) Unzugängliche Bauteile

Sind Bauteile zur Kontrolle und Wartung nicht mehr zugänglich und kann ihre Korrosion zu unangekündigtem Versagen mit erheblichen Gefährdungen oder erheblichen wirtschaftlichen Auswirkungen führen, müssen die Maßnahmen gegen Korrosion so getroffen werden, daß keine Instandhaltungsarbeiten während der Nutzungsdauer nötig sind. In diesem Fall ist das Korrosionsschutzsystem Bestandteil des Tragsicherheitsnachweises.

Anmerkung 1: Beispiele solcher Bauteile sind Haltekonstruktionen hinterlüfteter Fassaden, verkleidete Stahlbauteile, Verankerungen und ähnliches.

Anmerkung 2: Sichtbares Auftreten von Korrosionsprodukten kann im allgemeinen als Ankündigung der Möglichkeit eines Versagens gewertet werden.

Anmerkung 3: Nach Bauteil und Nutzungsdauer unterschiedliche Maßnahmen gegen Korrosion werden in den entsprechenden Fachnormen oder bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

(772) Kontaktkorrosion

Zur Vermeidung von Kontaktkorrosion an Berührungsflächen von Stahlteilen mit Bauteilen aus anderen Metallen ist DIN 55 928 Teil 2 zu beachten.

(773) Hochfeste Zugglieder

Der Korrosionsschutz aus Verfüllung und Beschichtung muß der Konstruktionsart und den Einsatzbedingungen der hochfesten Zugglieder angepaßt sein. Bei der konstruktiven Ausbildung von Klemmen, Schellen und Verankerungen sind Schutzmaßnahmen für die Zugglieder zu berücksichtigen.

(774) Überwachung des Korrosionsschutzes

Wird eine besondere Überwachung des Korrosionsschutzes während der Nutzungsdauer des Bauwerkes vorgesehen, so sind in den Entwurfsunterlagen die Zeitabstände und die zu überprüfenden Bauteile festzulegen.

8 Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten der Verbindungen

8.1 Allgemeine Regeln

(801) Die Beanspruchung der Verbindungen eines Querschnittsteiles soll aus den Schnittgrößenanteilen dieses Querschnittsteiles bestimmt werden.

Es ist zu beachten, daß in Schraubenverbindungen Abstützkräfte entstehen können und dadurch die Beanspruchungen in der Verbindung beeinflußt werden.

In doppelsymmetrischen I-förmigen Biegeträgern mit Schnittgrößen N , M_y und V_z dürfen die Verbindungen vereinfacht mit folgenden Schnittgrößenanteilen nachgewiesen werden.

$$\text{Zugflansch: } N_Z = N/2 + M_y/h_F \quad (44)$$

$$\text{Druckflansch: } N_D = N/2 - M_y/h_F \quad (45)$$

$$\text{Steg: } V_{St} = V_z \quad (46)$$

wobei h_F der Schwerpunktabstand der Flansche ist. Vorausgesetzt ist, daß in den Flanschen die Beanspruchungen N_Z und N_D nicht größer als die Beanspruchbarkeiten nach Abschnitt 7 sind.

Anmerkung 1: Die Regel des ersten Absatzes folgt aus Abschnitt 5.2.1, Element 504, zweiter Absatz.

Anmerkung 2: Ein Beispiel für die Beeinflussung der Beanspruchungen einer Verbindung ist der T-Stoß von Zugstäben: Abhängig von den Abmessungen der Schrauben und der Stirnplatte können im Bereich der Stirnplattenkante Abstützkräfte K entstehen. Die Abstützkräfte K und die Zugkraft F stehen mit den Schraubenzugkräften im Gleichgewicht, siehe z.B. [4].

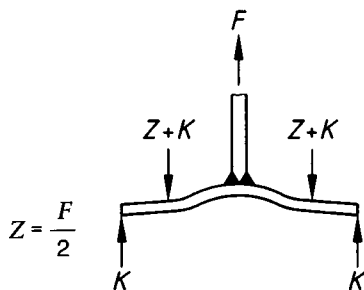


Bild 21. T-Stoß

8.2 Verbindungen mit Schrauben oder Nieten

8.2.1 Nachweise der Tragsicherheit

8.2.1.1 Allgemeines

(802) Anwendungsbereich

Die in Abschnitt 8.2.1.2, Elemente 804 bis 805, genannten Tragsicherheitsnachweise gelten für alle Ausführungsformen von Schraubenverbindungen nach Tabelle 6 und für Nietverbindungen.

(803) Begrenzung der Anzahl von Schrauben und Nieten

Bei unmittelbaren Laschen- und Stabanschlüssen dürfen in Krafrichtung hintereinanderliegend höchstens 8 Schrauben oder Nieten für den Nachweis berücksichtigt werden.

Anmerkung: Bei kontinuierlicher Krafteinleitung ist eine obere Begrenzung nicht erforderlich.

8.2.1.2 Abscheren und Lochleibung

(804) Abscheren

Die Grenzabscherkraft ist nach Gleichung (47) zu ermitteln.

$$V_{a,R,d} = A \cdot \tau_{a,R,d} = A \cdot \alpha_a \cdot f_{u,b,k}/\gamma_M \quad (47)$$

mit $\alpha_a = 0,60$ für Schrauben der Festigkeitsklassen 4,6, 5,6 und 8,8

$\alpha_a = 0,55$ für Schrauben der Festigkeitsklasse 10,9

Als maßgebender Abscherquerschnitt A ist dabei einzusetzen

- der Schaftquerschnitt A_{Sch} , wenn der glatte Teil des Schaftes in der Scherfuge liegt, oder
- der Spannungsquerschnitt A_{Sp} , wenn der Gewindeteil des Schaftes in der Scherfuge liegt.

Es ist mit Bedingung (48) nachzuweisen, daß die vorhandene Abscherkraft V_a je Scherfuge und je Schraube die Grenzabscherkraft $V_{a,R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \leq 1 \quad (48)$$

Beim Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch ist Element 808 zu beachten.

Bei einschnittigen ungestützten Verbindungen ist Element 807 zu beachten.

Die Grenzabscherkräfte der Schrauben einer Verbindung dürfen innerhalb eines Anschlusses addiert werden.

Anmerkung 1: Der Faktor α_a resultiert aus dem Verhältnis Abscherfestigkeit zu Zugfestigkeit.

Anmerkung 2: Die Grenzabscherkraft einer zweischnittigen Schraubenverbindung, bei der in einer Scherfuge der Schaft- und in der anderen der Gewindequerschnitt liegt, ergibt sich beispielsweise als Summe der einzelnen Grenzabscherkräfte in den beiden Scherfugen.

(805) Lochleibung

Die Grenzlochleibungskraft ist nach Gleichung (49) zu ermitteln; sie gilt für Blechdicken $t \geq 3$ mm.

$$\begin{aligned} V_{l,R,d} &= t \cdot d_{Sch} \cdot \sigma_{l,R,d} \\ &= t \cdot d_{Sch} \cdot \alpha_l \cdot f_{y,k}/\gamma_M \end{aligned} \quad (49)$$

Der Wert α_l ist nach den Gleichungen (50 a) bis (50 d) zu berechnen. Dabei darf der Randabstand in Krafrichtung e_1 höchstens mit $3,0 d_L$ und der Lochabstand in Krafrichtung e höchstens mit $3,5 d_L$ in Rechnung gestellt werden.

- Für $e_2 \geq 1,5 d_L$ und $e_3 \geq 3,0 d_L$ gilt, wenn der Randabstand in Krafrichtung maßgebend ist,

$$\alpha_l = 1,1 e_1/d_L - 0,30 \quad (50 a)$$

und, wenn der Lochabstand in Krafrichtung maßgebend ist,

$$\alpha_l = 1,08 e/d_L - 0,77. \quad (50 b)$$

- Für $e_2 = 1,2 d_L$ und $e_3 = 2,4 d_L$ gilt, wenn der Randabstand in Krafrichtung maßgebend ist,

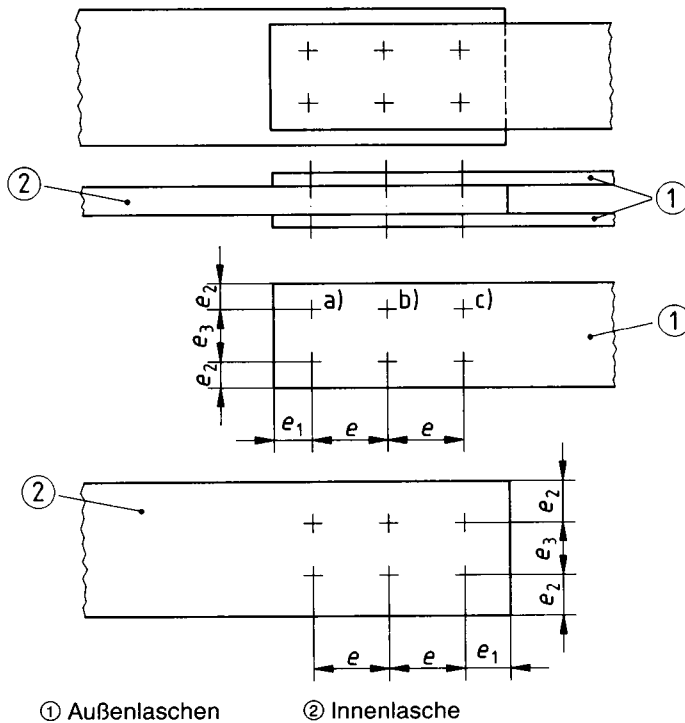
$$\alpha_l = 0,73 e_1/d_L - 0,20' \quad (50 c)$$

und, wenn der Lochabstand in Krafrichtung maßgebend ist,

$$\alpha_l = 0,72 e/d_L - 0,51. \quad (50 d)$$

Die Bezeichnungen für die Loch- und Randabstände sind Bild 22 zu entnehmen.

Für Zwischenwerte von e_2 und e_3 darf geradlinig interpoliert werden.



① Außenlaschen

② Innenlasche

Bild 22. Randabstände e_1 und e_2 und Lochabstände e und e_3

Die Grenzlochleibungskräfte der Schrauben einer Verbindung dürfen innerhalb eines Anschlusses addiert werden, wenn die einzelnen Schraubenkräfte beim Nachweis auf Abscheren berücksichtigt werden.

Sofern beim Tragsicherheitsnachweis des Nettoquerschnittes die Grenznormalspannung $\sigma_{R,d}$ des Bauteilwerkstoffes nach Gleichung (31) nicht erreicht wird, darf bei GV- und GVP-Verbindungen eine erhöhte Grenzlochleibungskraft $V_{l,R,d}$ eingesetzt werden:

$$V_{l,R,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} (\alpha_1 + 0,5) t \cdot d_{Sch} \cdot f_{y,k} / \gamma_M \\ 3,0 t \cdot d_{Sch} \cdot f_{y,k} / \gamma_M \end{array} \right. \quad (51)$$

Es ist mit Bedingung (52) nachzuweisen, daß die vorhandene Lochleibungskraft V_l einer Schraube an einer Lochwandung die Grenzlochleibungskraft $V_{l,R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{V_l}{V_{l,R,d}} \leq 1 \quad (52)$$

Anmerkung: Für die von einer Schraube auf Lochleibung und Abscheren zu übertragenden Kräfte sind selbstverständlich die Gleichgewichtsbedingungen einzuhalten. Daraus folgt:

Für jede einzelne Schraube sind

- die Summe der Grenzabscherkräfte $V_{a,R,d}$, die Summe der für die maßgebenden Rand- und Lochabstände für eine Krafrichtung ermittelten Grenzlochleibungskräfte $V_{l,R,d}$ und
- die entsprechende Summe für die entgegengesetzte Krafrichtung

zu berechnen. Der Kleinstwert ist die Beanspruchbarkeit der betrachteten Schraube. Die Beanspruchbarkeit der Verbindung ist die Summe der Beanspruchbarkeiten der einzelnen Schrauben.

Für die Schraube a nach Bild 22 z.B. sind die Summe der Grenzabscherkräfte für die beiden

Scherfugen, die Summe der Grenzlochleibungskräfte für die beiden Außenlaschen (1) mit dem Randabstand e_1 sowie die Grenzlochleibungskraft für die Innenlasche (2) mit dem Lochabstand e zu berechnen. Der kleinste Wert der drei berechneten Größen ist die Beanspruchbarkeit der Schraube a).

Im allgemeinen ergeben sich nicht für alle Schrauben einer Verbindung dieselben Werte für die maßgebenden Grenzkraft. Dies ist gleichbedeutend mit einer ungleichmäßigen Aufteilung der Scherkraft der Verbindung (Beanspruchung der Verbindung) auf die einzelnen Schrauben. Mit der Annahme gleichmäßiger Aufteilung liegt man jedoch beim Nachweis immer auf der „sicheren Seite“.

(806) Senkschrauben und -niete

Bei der Berechnung der Grenzlochleibungskraft für Bauteile, die mit Senkschrauben oder -nieten verbunden sind, ist auf der Seite des Senkkopfes anstelle der Querschnittsteildicke der größere der beiden folgenden Werte einzusetzen: $0,8 t$ oder t_s (Bild 23).

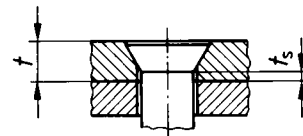


Bild 23. Verbindung mit Senkschraube oder -niet

Anmerkung: Bei Senkschrauben- und Senknietverbindungen treten infolge der Verdrehung des Senkkopfes größere gegenseitige Verschiebungen der Bauteile auf als bei Verbindungen mit Schrauben, Bolzen oder Nieten.

(807) Einschnittige ungestützte Verbindungen

Bei einschnittigen ungestützten Verbindungen mit nur einer Schraube in Krafrichtung muß anstelle von Bedingung (52) Bedingung (53) erfüllt sein.

$$V_l / V_{l,R,d} \leq 1/1,2 \quad (53)$$

Für die Randabstände gilt: $e_1 \geq 2,0 d_L$ und

$$e_2 \geq 1,5 d_L$$

Anmerkung: Die Gültigkeit des Nachweises der Verbindung für kleinere als die angegebenen Randabstände e_1 und e_2 ist nicht belegt.

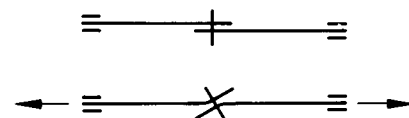


Bild 24. Tragverhalten einschnittiger ungestützter Schraubenverbindungen

(808) Zusätzliche Bedingung für das Berechnungsverfahren Plastisch-Plastisch

Wenn

- die Schnittgrößen nach dem Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch berechnet und
- Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 in SL-Verbindungen mit mehr als 1 mm Lochspiel verwendet werden und
- die Beanspruchbarkeit der Verbindung kleiner ist als die der anzuschließenden Querschnitte und

— der Ausnutzungsgrad auf Abscheren $V_a/V_{a,R,d} > 0,5$ ist,
 muß für alle Schrauben der Verbindung Bedingung (54) erfüllt sein:

$$V_1/V_{1,R,d} \geq V_a/V_{a,R,d} \quad (54)$$

Anmerkung: Durch Bedingung (54) wird abgesichert, daß in den genannten Verbindungen plastische Verformungen durch Ovalisierung der Schraubenlöcher und nicht durch Scherversatz der Schrauben entstehen, planmäßiges Tragen aller Schrauben erreicht wird und ausreichende Duktilität der Gesamtverbindung vorhanden ist.

8.2.1.3 Zug

(809) Die Grenzzugkraft ist nach Gleichung (55) zu ermitteln.

$$N_{R,d} = \min \begin{cases} A_{Sch} \cdot \sigma_{1,R,d} \\ A_{Sp} \cdot \sigma_{2,R,d} \end{cases} \quad (55)$$

Hierin bedeutet:

$$\sigma_{1,R,d} = f_{y,b,k}/(1,1 \gamma_M) \quad (56 a)$$

$$\sigma_{2,R,d} = f_{u,b,k}/(1,25 \gamma_M) \quad (56 b)$$

Für Gewindestangen, Schrauben mit Gewinde bis annähernd zum Kopf und aufgeschweißte Gewindebolzen ist in Gleichung (55) anstelle des Schaftquerschnittes A_{Sch} der Spannungsquerschnitt A_{Sp} einzusetzen. Das gleiche gilt für Schrauben, wenn die beim Fließen der Schrauben auftretenden Verformungen nicht zulässig sind.

Es ist mit Bedingung (57) nachzuweisen, daß die in der Schraube vorhandene Zugkraft N die Grenzzugkraft $N_{R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{N}{N_{R,d}} \leq 1 \quad (57)$$

Anmerkung: Die in der Schraube vorhandene Zugkraft ist z.B. die anteilig auf die Schraube entfallende Zugkraft, gegebenenfalls erhöht durch die Abstützkraft K nach Bild 21.

8.2.1.4 Zug und Abscheren

(810) Für Beanspruchung von Schrauben auf Zug und Abscheren in gestützten Verbindungen ist der Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 8.2.1.3, Element 809 und zusätzlich nach Bedingung (58) zu führen, wobei in Bedingung (58) für $N_{R,d}$ derjenige Querschnitt zugrunde zu legen ist, der in der Scherfuge liegt.

$$\left(\frac{N}{N_{R,d}} \right)^2 + \left(\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (58)$$

Auf den Interaktionsnachweis darf verzichtet werden, wenn $N/N_{R,d}$ oder $V_a/V_{a,R,d}$ kleiner als 0,25 ist.

8.2.1.5 Betriebsfestigkeit

(811) Für den Betriebsfestigkeitsnachweis zugbeanspruchter Schrauben gilt Abschnitt 7.5.1, Element 741, wobei in den Bedingungen (25) und (26) für $\Delta\sigma$ die Spannungsschwingbreite im Spannungsquerschnitt einzusetzen ist.

Für Schrauben, die auf Abscheren beansprucht werden, gilt Abschnitt 7.5.1, Element 741, jedoch sind hier an die Stelle der Bedingungen (25) und (26) die Bedingungen (59 a) und (59 b) zu setzen.

$$\Delta\tau_a \leq 46 \text{ N/mm}^2 \quad (59 a)$$

$$n \leq 10^8 (46/\Delta\tau_a)^5 \quad (59 b)$$

mit

$\Delta\tau_a = \max \tau_a - \min \tau_a$ in N/mm^2
 Scherspannungs-Schwingbreite im Schaftquerschnitt

46 N/mm^2 Dauerfestigkeit bei 10^8 Spannungsspielen

n Anzahl der Spannungsspiele

Bei schwingender Beanspruchung auf Abscheren darf das Gewinde nicht in die zu verbindenden Teile hineinreichen.

Anmerkung 1: Die Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma$ in den Bedingungen (25) und (26) bezieht sich bei planmäßig vorgespannten, zugbeanspruchten Schrauben auf die Schwingbreite der Schraubenkraft und nicht auf die der anteiligen Anschlußkraft.

Anmerkung 2: Die Bedingung (25) ist wegen des sehr geringen Wertes $\Delta\sigma$ für nichtplanmäßig vorgespannte Schrauben im allgemeinen nicht erfüllbar.

8.2.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

(812) Für gleitfeste planmäßig vorgespannte Verbindungen (GV, GVP) ist mit Bedingung (60) nachzuweisen, daß die im Gebrauchstauglichkeitsnachweis auf eine Schraube in einer Scherfuge entfallende Kraft V_g die Grenzgleitkraft $V_{g,R,d}$ nach Gleichung (61) nicht überschreitet.

$$\frac{V_g}{V_{g,R,d}} \leq 1 \quad (60)$$

$$V_{g,R,d} = \mu \cdot F_v (1 - N/F_v)/(1,15 \gamma_M) \quad (61)$$

Hierin bedeuten:

$\mu = 0,5$ Reibungszahl nach Vorbehandlung der Reibflächen nach DIN 18800 Teil 7/05.83, Abschnitt 3.3.3.1

F_v Vorspannkraft nach Anhang A bzw. DIN 18800 Teil 7/05.83, Tabelle 1

N die anteilig auf die Schraube entfallende Zugkraft für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis

$\gamma_M = 1,0$

Es dürfen Reibungszahlen $\mu > 0,5$ verwendet werden, wenn sie belegt werden.

Anmerkung 1: Für nicht zugbeanspruchte Schrauben folgt:

$$V_{g,R,d} = \mu \cdot F_v/(1,15 \gamma_M)$$

Anmerkung 2: Zugkräfte in vorgespannten Verbindungen reduzieren die Klemmkraft zwischen den Berührungsflächen, so daß die Gleitlasten ebenfalls reduziert werden.

Anmerkung 3: Der Faktor 1,15 ist ein Korrekturfaktor. Die Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung wird rechnerisch ausschließlich den Schrauben zugewiesen, das heißt, der tatsächlich eintretende Abbau der Klemmkraft in den Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile sowie die Vergrößerung der Pressung in den Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter werden nicht berücksichtigt.

8.2.3 Verformungen

(813) Muß nach Abschnitt 7.4, Element 733, der Schlupf von Schraubenverbindungen bei der Tragwerksverformung berücksichtigt werden, ist er mit dem 1,0fachen Nennlochspiel Δd nach Tabelle 6 anzusetzen. Dabei ist von deckungsgleichen Löchern auszugehen.

8.3 Augenstäbe und Bolzen

(814) Grenzabmessungen

Falls für Bolzen mit einem Lochspiel $\Delta d \leq 0,1 d_L$, höchstens jedoch 3 mm, auf einen genaueren Tragsicherheitsnachweis verzichtet wird, müssen die Grenzabmessungen (Mindestwerte) der Augenstäbe nach Form A oder Form B eingehalten werden.

Form A nach Bild 25:

$$\text{grenz } a = \frac{F}{2 t \cdot f_{y,k}/\gamma_M} + \frac{2}{3} d_L \quad (62)$$

$$\text{grenz } c = \frac{F}{2 t \cdot f_{y,k}/\gamma_M} + \frac{1}{3} d_L \quad (63)$$

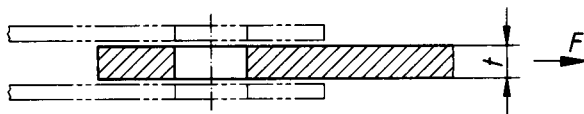
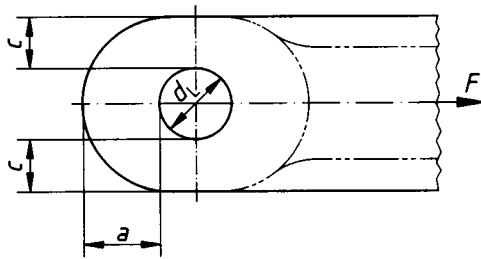


Bild 25. Augenstababmessungen Form A

Form B nach Bild 26:

$$\text{grenz } t = 0,7 \sqrt{\frac{F}{f_{y,k}/\gamma_M}} \quad (64)$$

$$\text{grenz } d_L = 2,5 \text{ grenz } t \quad (65)$$

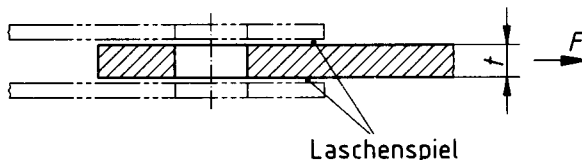
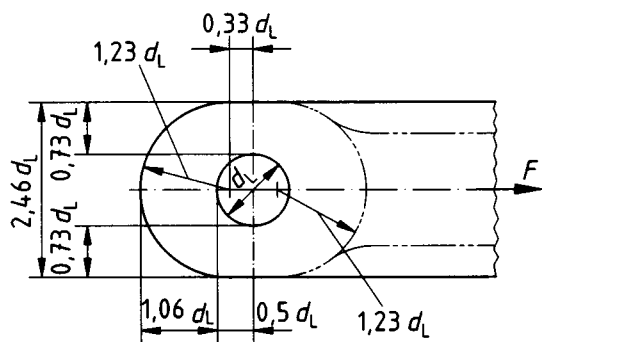


Bild 26. Augenstababmessungen Form B

(815) Grenzscherkraft

Der Nachweis auf Abscheren ist nach Abschnitt 8.2.1.2, Element 804, zu führen.

(816) Grenzlochleibungskraft

Falls auf eine genauere Berechnung verzichtet wird, ist der Nachweis mit Bedingung (52) zu führen.

Für Bolzen mit einem Lochspiel $\Delta d \leq 0,1 d_L$, höchstens jedoch 3 mm, ist dabei die Grenzlochleibungskraft wie folgt zu ermitteln:

$$V_{l,R,d} = t \cdot d_{Sch} \cdot 1,5 f_{y,k}/\gamma_M \quad (66)$$

(817) Grenzbiegemoment

Für Bolzen mit einem Lochspiel $\Delta d \leq 0,1 d_L$, höchstens jedoch 3 mm, ist das Grenzbiegemoment wie folgt zu ermitteln:

$$M_{R,d} = W_{Sch} \cdot \frac{f_{y,b,k}}{1,25 \cdot \gamma_M} \quad (67)$$

mit W_{Sch} = Widerstandsmoment des Bolzenschaftes

Falls auf eine genauere Berechnung verzichtet wird, ist mit Bedingung (68) nachzuweisen, daß das vorhandene Biegemoment M das Grenzbiegemoment $M_{R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{M}{M_{R,d}} \leq 1 \quad (68)$$

Anmerkung: Ein auf der sicheren Seite liegendes Beispiel für die Ermittlung des Biegemomentes in einem Bolzen ist in Bild 27 dargestellt.

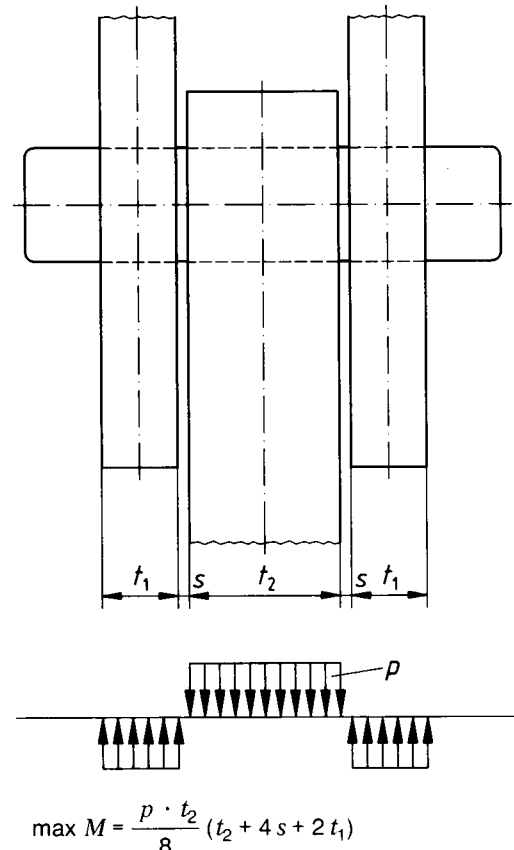


Bild 27. Ermittlung des Biegemomentes in einem Bolzen

(818) Biegung und Abscheren

Es ist nachzuweisen, daß in den maßgebenden Schnitten Bedingung (69) eingehalten ist.

$$\left(\frac{M}{M_{R,d}} \right)^2 + \left(\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (69)$$

Auf den Interaktionsnachweis darf verzichtet werden, wenn $M/M_{R,d}$ oder $V_a/V_{a,R,d}$ kleiner als 0,25 ist.

8.4 Verbindungen mit Schweißnähten

8.4.1 Verbindungen mit Lichtbogenschweißen

8.4.1.1 Maße und Querschnittswerte

(819) Rechnerische Schweißnahtdicke a

Die rechnerische Schweißnahtdicke a für verschiedene Nahtarten ist Tabelle 19 zu entnehmen. Andere als die dort aufgeführten Nahtarten sind sinngemäß einzuordnen.

(820) Rechnerische Schweißnahtlänge l

Die rechnerische Schweißnahtlänge l einer Naht ist ihre geometrische Länge. Für Kehlnähte ist sie die Länge der Wurzellinie. Kehlnähte dürfen beim Nachweis nur berücksichtigt werden, wenn $l \geq 6,0 a$, mindestens jedoch 30 mm, ist.

Anmerkung: Größte Nahtlänge siehe Element 823.

(821) Rechnerische Schweißnahtfläche A_w

Die rechnerische Schweißnahtfläche A_w ist

$$A_w = \sum a \cdot l \quad (70)$$

Beim Nachweis sind nur die Flächen derjenigen Schweißnähte anzusetzen, die aufgrund ihrer Lage vorzugsweise imstande sind, die vorhandenen Schnittgrößen in der Verbindung zu übertragen.

(822) Rechnerische Schweißnahtlänge

Für Kehlnähte ist die Schweißnahtfläche konzentriert in der Wurzellinie anzunehmen.

(823) Unmittelbarer Stabanschluß

In unmittelbaren Laschen- und Stabanschlüssen darf als rechnerische Schweißnahtlänge l der einzelnen Flankenkehlnähte maximal $150 a$ angesetzt werden.

Wenn die rechnerische Schweißnahtlänge nach Tabelle 20 bestimmt wird, dürfen die Momente aus den Außermittigkeiten des Schweißnahtschwerpunktes zur Stabachse unberücksichtigt bleiben. Das gilt auch dann, wenn andere als Winkelprofile angeschlossen werden.

Anmerkung 1: Mindestnahtlänge siehe Element 820.

Anmerkung 2: Bei kontinuierlicher Krafteinleitung über die Schweißnaht ist eine obere Begrenzung nicht erforderlich.

(824) Mittelbarer Anschluß

Bei zusammengesetzten Querschnitten ist auch die Schweißverbindung zwischen mittelbar und unmittelbar angeschlossenen Querschnittsteilen nachzuweisen.

Wenn Teile von Querschnitten im Anschlußbereich von Stäben zur Aufnahme von Schnittgrößen nicht erforderlich sind, brauchen deren Anschlüsse in der Regel nicht nachgewiesen zu werden.

Anmerkung: Ein Beispiel für eine Schweißverbindung zwischen dem unmittelbar (Flansch) und dem mittelbar angeschlossenen Querschnittsteil (Steg) ist in Bild 28 dargestellt. Diese Schweißverbindung wird in diesem Fall mittelbarer Anschluß genannt. Als rechnerische Nahtlänge des mittelbaren Anschlusses gilt die Nahtlänge l vom Beginn des unmittelbaren Anschlusses bis zum Ende des mittelbaren Anschlusses.

8.4.1.2 Schweißnahtspannungen

(825) Nachweis für Stumpf- und Kehlnähte

Für Schweißnähte nach Tabelle 19 ist mit Bedingung (71) nachzuweisen, daß der Vergleichswert $\sigma_{w,v}$ der vorhandenen Schweißnahtspannungen nach Bild 29 die Grenzscheißnahtspannung $\sigma_{w,R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} \leq 1 \quad (71)$$

$$\text{mit } \sigma_{w,v} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad (72)$$

und $\sigma_{w,R,d}$ nach Abschnitt 8.4.1.3, Elemente 829 und 830.

Die Schweißnahtspannung $\sigma_{\perp}$ in Richtung der Schweißnaht braucht nicht berücksichtigt zu werden.

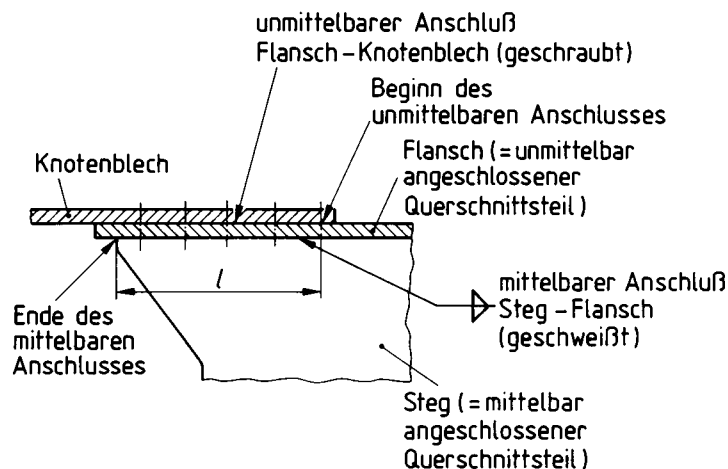
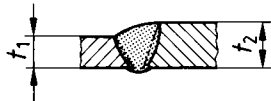
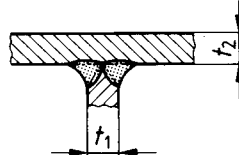
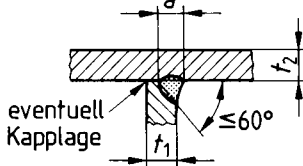
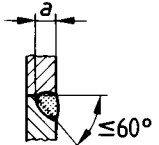
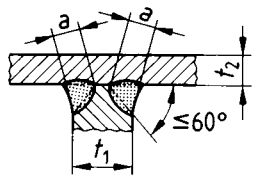
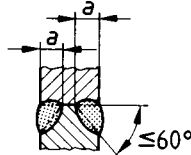
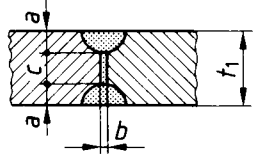


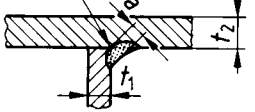
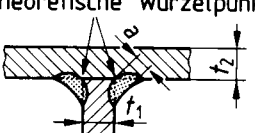
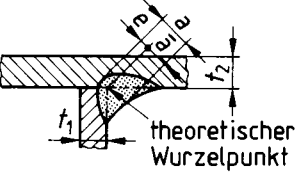
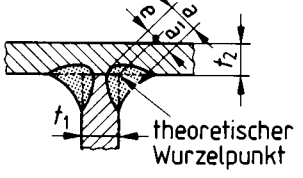
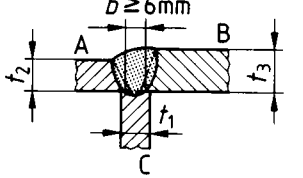
Bild 28. Mittelbarer Anschluß bei zusammengesetzten Querschnitten

Tabelle 19. Rechnerische Schweißnahtdicken a

1		2	3
Nahtart ¹⁾		Bild	Rechnerische Nahtdicke a
1	Stumpfnah		$a = t_1$
2	D(oppel)HV-Naht (K-Naht)		$a = t_1$
3	Durch- oder gegenge- schweißte Nähte	Kaplage gegenge- schweißt	
4		Wurzel durchge- schweißt	
5	HY-Naht mit Kehl- naht ²⁾		Die Nahtdicke a ist gleich dem Abstand vom theoretischen Wurzelpunkt zur Nahtoberfläche
6	HY-Naht ²⁾		
7	D(oppel)HY-Naht mit Doppelkehl-naht ²⁾		
8	D(oppel)HY-Naht ²⁾		
9	Doppel I-Naht ohne Nahtvorbe- reitung (Vollmech. Naht)		Nahtdicke a mit Verfahrens- prüfung festlegen Spalt b ist verfahrensabhängig UP-Schweißung: $b = 0$

Fußnoten siehe Seite 38

Tabelle 19. (Fortsetzung)

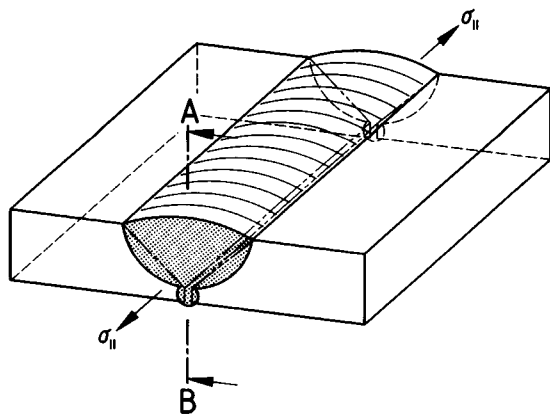
1		2	3
Nahtart ¹⁾		Bild	Rechnerische Nahtdicke a
10	Kehlnaht		Nahtdicke ist gleich der bis zum theoretischen Wurzelpunkt gemessenen Höhe des einschreibbaren gleichschenkligen Dreiecks
11	Doppelkehlnaht		
12	Kehlnaht		$a = \bar{a} + e$ $\bar{a}$: entspricht Nahtdicke a nach Zeile 10 und 11 e : mit Verfahrensprüfung festlegen (siehe DIN 18 800 Teil 7/05.83, Abschnitt 3.4.3.2 a)
13	Doppelkehlnaht		
14	Dreiblechnaht Steifflankennaht		Von A nach B $a = t_2$ für $t_2 < t_3$
15			Von C nach A und B $a = b$

¹⁾ Ausführung nach DIN 18 800 Teil 7/05.83, Abschnitt 3.4.3.

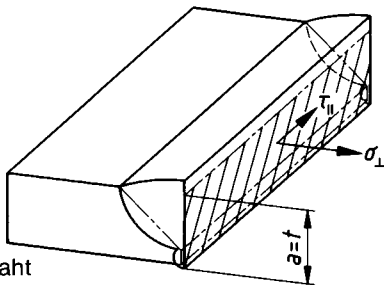
²⁾ Bei Nähten nach Zeilen 5 bis 8 mit einem Öffnungswinkel $< 45^\circ$ ist das rechnerische a -Maß um 2 mm zu vermindern oder durch eine Verfahrensprüfung festzulegen. Ausgenommen hiervon sind Nähte, die in Position w (Wannenposition) und h (Horizontalposition) mit Schutzgasschweißung ausgeführt werden.

Tabelle 20. Rechnerische Schweißnahtlängen Σl bei unmittelbaren Stabanschlüssen

	1	2	3
	Nahtart	Bild	Rechnerische Nahtlänge Σl
1	Flankenkehlnähte		$\Sigma l = 2 l_1$
2	Stirn- und Flankenkehlnähte		$\Sigma l = b + 2 l_1$
3	Ringsumlaufende Kehlnaht — Schwerachse näher zur längeren Naht		$\Sigma l = l_1 + l_2 + 2 b$
4	Ringsumlaufende Kehlnaht — Schwerachse näher zur kürzeren Naht		$\Sigma l = 2 l_1 + 2 b$
5	Kehlnaht oder HV-Naht bei geschlitztem Winkelprofil		$\Sigma l = 2 l_1$

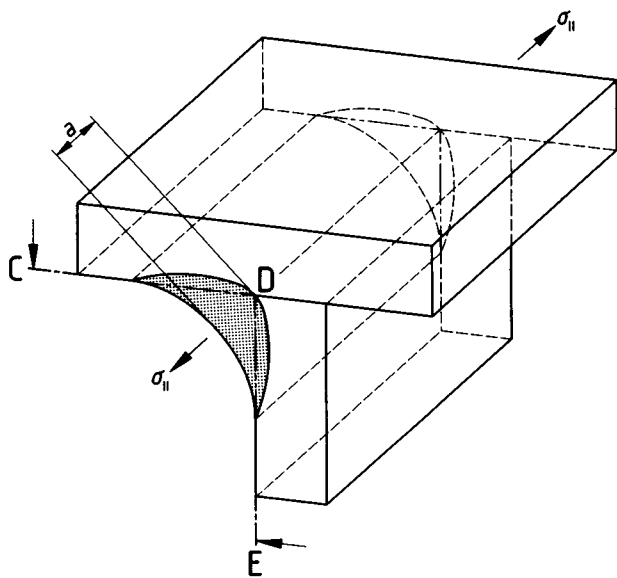


A-B

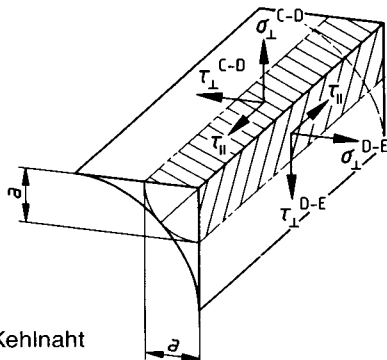


a) Stumpfnahtheit

Bild 29 a. Schweißnahtspannungen in Stumpfnähten



C-E



b) Kehlnahtheit

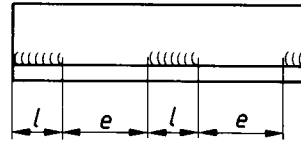
Bild 29 b. Schweißnahtspannungen in Kehlnähten

(826) Schweißnahtschubspannungen bei Biegeträgern

Die Schweißnahtschubspannung $\tau_{\parallel}$ in Längsnähten von Biegeträgern ist nach Gleichung (73) zu berechnen.

$$\tau_{\parallel} = \frac{V \cdot S}{I \cdot \sum a} \quad (73)$$

Bei unterbrochenen Nähten nach Bild 30 ist sie mit dem Faktor $(e + l)/l$ zu erhöhen.

Bild 30. Zur Berechnung von Schweißnahtschubspannungen $\tau_{\parallel}$ in unterbrochenen Längsnähten

Anmerkung: Regelungen für unterbrochene Nähte zur Verbindung gedrückter Bauteile enthalten DIN 18800 Teil 2 und Teil 3.

(827) Exzentrisch beanspruchte Nähte

Bei exzentrisch beanspruchten Nähten ist die Exzentrizität rechnerisch zu berücksichtigen, wenn die angeschlossenen Teile ungestützt sind.

(828) Nichttragende Schweißnähte

Nähte, die — z.B. wegen erschwelter Zugänglichkeit — nicht einwandfrei ausgeführt werden können, dürfen bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

8.4.1.3 Grenzschnitzspannungen**(829) $\sigma_{w,R,d}$ für alle Nähte**

Die Grenzschnitzspannung $\sigma_{w,R,d}$ ist mit $f_{y,k}$ nach Tabelle 1, Zeile 1, 3 oder 5 und α_w nach Tabelle 21 mit Gleichung (74) zu ermitteln.

$$\sigma_{w,R,d} = \alpha_w \cdot f_{y,k} / \gamma_M \quad (74)$$

Für Schweißnähte in Bauteilen mit Erzeugnisdicken über 40 mm gilt hier jeweils als charakteristischer Wert der Streckgrenze $f_{y,k}$ der Wert für Erzeugnisdicken bis 40 mm.

(830) Stumpfstöße von Formstählen

Für Stumpfstöße von Formstählen aus St 37-2 und USt 37-2 mit einer Erzeugnisdicke $t > 16$ mm ist bei Zugbeanspruchung die Grenzschnitzspannung nach Gleichung (75) zu ermitteln.

$$\sigma_{w,R,d} = 0,55 \cdot f_{y,k} / \gamma_M \quad (75)$$

8.4.1.4 Sonderregelungen für Tragsicherheitsnachweise nach den Verfahren Elastisch-Plastisch und Plastisch-Plastisch**(831) Nicht erlaubte Schweißnähte**

Werden die Schnittgrößen nach dem Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch mit Umlagerung von Momenten nach Abschnitt 7.5.3, Element 754, oder dem Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch ermittelt, so dürfen die Schweißnähte nach Tabelle 19, Zeilen 5, 6, 10, 12 und 15, in Bereichen von Fließgelenken nicht verwendet werden, wenn sie durch Spannungen $\sigma_{\perp}$ oder $\tau_{\perp}$ beansprucht werden. Dies gilt auch für Nähte nach Zeile 4, wenn diese Nähte nicht prüfbar sind, es sei denn, daß durch eine entsprechende Überhöhung (Kehlnaht) das mögliche Defizit ausgeglichen ist.

Tabelle 21. α_w -Werte für Grenzsweißnahtspannungen

	1	2	3	4	5
	Nähte nach Tabelle 19	Nahtgüte	Beanspru- chungsart	St 37-2 USt 37-2, RSt 37-2	St 52-3 StE 355, WStE 355 TStE 355, EStE 355
1	Zeile 1 — 4	alle Nahtgüten	Druck	1,0 ¹⁾	1,0 ¹⁾
2		Nahtgüte nachge- wiesen	Zug		
3		Nahtgüte nicht nachge- wiesen		0,95	0,80
4		Zeile 5 — 15	alle Nahtgüten		
5	Zeile 1 — 15		Schub		

¹⁾ Diese Nähte brauchen im allgemeinen rechnerisch nicht nachgewiesen zu werden, da der Bauteilwiderstand maßgebend ist.

(832) Schweißnähte mit Nachweis der Nahtgüte

Werden die Schnittgrößen nach dem Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch mit Umlagerung von Momenten nach Abschnitt 7.5.3, Element 754, oder dem Nachweisverfahren Plastisch-Plastisch ermittelt, so darf bei Schweißnähten nach Tabelle 19, Zeilen 1 bis 4, der Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 7.5.4, Element 759, entfallen, sofern bei Zugbeanspruchung die Nahtgüte nachgewiesen wird.

(833) Anschluß oder Querstoß von Walzträgern mit I-Querschnitt und I-Trägern mit ähnlichen Abmessungen

Der Anschluß oder Querstoß eines Walzträgers mit I-Querschnitt oder eines I-Trägers mit ähnlichen Abmessungen darf ohne weiteren Tragsicherheitsnachweis nach Bild 31 und Tabelle 22 ausgeführt werden.

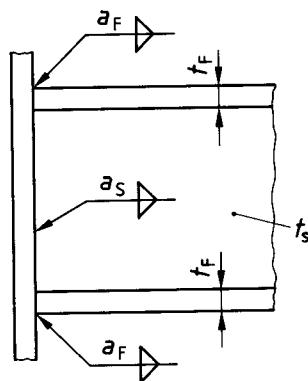


Bild 31. Trägeranschluß oder -querstoß ohne weiteren Tragsicherheitsnachweis

Für die Stahlauswahl ist Abschnitt 4.1, Element 403, zu beachten.

Anmerkung 1: Diese Regelung gilt für alle Nachweisverfahren nach Tabelle 11.

Anmerkung 2: Walzträger sind hier warmgewalzte Träger mit I-Querschnitt nach den Normen der Reihe DIN 1025; I-Träger mit ähnlichen Abmessungen

sind geschweißte Träger, die in ihrer Form und in ihren Abmessungen nur unwesentlich von den Walzträgern nach den Normen der Reihe DIN 1025 abweichen.

Tabelle 22. Nahtdicken beim Anschluß nach Bild 31

Werkstoff	Nahtdicken
St 37	$a_F \geq 0,5 t_F$ $a_S \geq 0,5 t_S$
St 52 StE 355	$a_F = 0,7 t_F$ $a_S = 0,7 t_S$

8.4.2 Andere Schweißverfahren**(834) Widerstandsabbrennstumpfschweißen, Reibschweißen**

Bei Anwendung des Widerstandsabbrennstumpfschweißens oder des Reibschweißens ist ein Gutachten einer anerkannten Stelle²⁾ vorzulegen. Darin ist die Beanspruchbarkeit der Schweißverbindung anzugeben.

(835) Bolzenschweißen

Für Kopf- und Gewindebolzen, die durch Stumpfschweißen mit Stahlbauteilen verbunden sind, gelten die Grenzschnnungen nach den Gleichungen (76) und (77) sowohl für die Schweißnaht als auch für den Bolzen.

$$\sigma_{b,R,d} = f_{y,b,k} / \gamma_M \quad (76)$$

$$\tau_{b,R,d} = 0,7 f_{y,b,k} / \gamma_M \quad (77)$$

mit $f_{y,b,k}$ nach Tabelle 4.

Die Bezugsfläche ist bei Kopfbolzen der Schaftquerschnitt und bei Gewindebolzen der Spannungsquerschnitt.

²⁾ Anerkannte Stellen siehe z.B. Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, 1987, Heft 1, Seite 19.

8.5 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel

(836) Werden verschiedene Verbindungsmittel in einem Anschluß oder Stoß verwendet, ist auf die Verträglichkeit der Formänderungen zu achten.

Gemeinsame Kraftübertragung darf angenommen werden bei

- Nieten und Paßschrauben oder
- GVP-Verbindungen und Schweißnähten oder
- Schweißnähten in einem oder in beiden Gurten und Nieten oder Paßschrauben in allen übrigen Querschnittsteilen bei vorwiegender Beanspruchung durch Biegemomente M_y .

Die Grenzschnittgrößen ergeben sich in diesen Fällen durch Addition der Grenzschnittgrößen der einzelnen Verbindungsmittel.

SL- und SLV-Verbindungen dürfen nicht mit SLP-, SLVP-, GVP- und Schweißnahtverbindungen zur gemeinsamen Kraftübertragung herangezogen werden.

8.6 Druckübertragung durch Kontakt

(837) Druckkräfte normal zur Kontaktfuge dürfen vollständig durch Kontakt übertragen werden, wenn seitliches Ausweichen der Bauteile am Kontaktstoß ausgeschlossen ist.

Die Grenzdruckspannungen in der Kontaktfuge sind gleich denen des Werkstoffes der gestoßenen Bauteile.

Beim Nachweis der zu stoßenden Bauteile müssen Verformungen, Toleranzen und eventuelles Bilden einer klaffenden Fuge berücksichtigt werden.

Die ausreichende Sicherung der gegenseitigen Lage der Bauteile ist nachzuweisen. Dabei dürfen Reibungskräfte nicht berücksichtigt werden.

Anmerkung 1: Verformungen können hierbei Vorverformungen, elastische Verformungen und lokale plastische Verformungen sein.

Anmerkung 2: Toleranzen können einen Versatz in der Schwerlinie von Querschnittsteilen bewirken.

Anmerkung 3: Hinweise können der Literatur entnommen werden, z.B. [2] und [3].

9 Beanspruchbarkeit hochfester Zugglieder der beim Nachweis der Tragsicherheit

9.1 Allgemeines

(901) Beanspruchbarkeiten von Zuggliedern, Verankerungen, Umlenkclagern, Klemmen und Schellen sind durch Versuche zu ermitteln, wenn im folgenden keine anderen Regeln gegeben sind.

Die Prüfkörper müssen mit der Ausführung im Bauwerk übereinstimmen.

Anmerkung: Auch scheinbar geringe konstruktive Unterschiede können die Beanspruchbarkeit nachhaltig beeinflussen.

9.2 Hochfeste Zugglieder und ihre Verankerungen

9.2.1 Tragsicherheitsnachweise

(902) Es ist mit Bedingung (78) nachzuweisen, daß die vorhandene Zugkraft Z die Grenzzugkraft $Z_{R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{Z}{Z_{R,d}} \leq 1 \quad (78)$$

9.2.2 Beanspruchbarkeit von hochfesten Zuggliedern

(903) Grenzzugkraft

Die Grenzzugkraft hochfester Zugglieder ist mit Gleichung (79) zu ermitteln.

$$Z_{R,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} Z_{B,k}/(1,5 \gamma_M) \\ Z_{D,k}/(1,0 \gamma_M) \end{array} \right. \quad (79)$$

mit

$Z_{B,k}$ Bruchkraft nach Element 904 oder 905

$Z_{D,k}$ Dehnkraft nach Element 906

Anmerkung: Bei hochfesten Zuggliedern wird im allgemeinen gegenüber der Bruchkraft $Z_{B,k}$ abgesichert. Bei Seilen kann aber auch der Nachweis gegen Fließen maßgebend werden.

(904) Durch Versuch bestimmte Bruchkraft

Wird die Bruchkraft von hochfesten Zuggliedern durch Versuche bestimmt (wirkliche Bruchkraft), ist eine ausreichende Zahl von Eignungs- oder Überwachungsversuchen zwischen den am Bau Beteiligten zu vereinbaren. Die Versuche sind von oder unter Aufsicht einer anerkannten Prüfstelle durchzuführen oder zu überwachen und zu bescheinigen. Die Probestücke müssen derjenigen Lieferung entnommen werden, die für das Bauwerk, für das der Nachweis erbracht wird, bestimmt ist. Sie müssen mindestens an einem Ende mit der für das Bauwerk vorgesehenen Verankerung und Lagerung versehen sein.

Bei Eignungsversuchen ist als charakteristischer Wert der wirklichen Bruchkraft vers $Z_{B,k}$ die 5%-Fraktile der Versuchswerte zu verwenden.

Bei Überwachungsversuchen muß mindestens die durch Rechnung ermittelte Bruchkraft nach Element 905 erreicht werden.

Anmerkung: Der Versuchswert vers $Z_{B,k}$ wird in DIN 3051 Teil 3 wirkliche Bruchkraft genannt. Bei der Ermittlung der 5%-Fraktile dürfen Vorinformationen zwecks Reduzierung des Versuchsumfanges benutzt werden (vergleiche z.B. [9]).

(905) Durch Rechnung ermittelte Bruchkraft

Die Bruchkraft hochfester Zugglieder darf nach Gleichung (80) ermittelt werden, wenn

- die Ausführung des Zuggliedes mit seiner Endausbildung den einschlägigen DIN-Normen entspricht und die rechnerischen Bruchkräfte $\text{cal } Z_{B,k}$ daraus entnommen werden können oder
- Versuchsergebnisse für eine vergleichbare Ausführung mit etwa gleichen Abmessungen bereits vorliegen.

$$\text{cal } Z_{B,k} = A_m \cdot f_{u,k} \cdot k_S \cdot k_e \quad (80)$$

mit

A_m metallischer Querschnitt

$f_{u,k}$ charakteristischer Wert der Zugfestigkeit der Drähte bzw. Spanndrähte oder Spannstäbe

k_S Verseilfaktor nach Tabelle 23

k_e Verlustfaktor nach Tabelle 24

Tabelle 23. **Verseilfaktoren** k_s

	1	2	3	4	
	Verseilfaktor k_s				
	Art des hochfesten Zuggliedes nach Element (523)	Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen			
		1	2	≥ 3	
1	Offene Spiralseile	0,90	0,88	0,87	
2	Vollverschlossene Spiralseile	—			
3	Rundlitzenseile mit Stahleinlage		0,84 0,78 0,80 0,75 0,77 0,73 0,72 0,70		
	Höchstseil- durchmesser in mm	Anzahl der Außenlitzen			Drahtanzahl je Außenlitze
	7	6			6 bis 8
	8	8			6 bis 8
	17	6			15 bis 26
	19	8			15 bis 26
	23	6			27 bis 49
	30	8			27 bis 49
	25	6			50 bis 75
	32	8			50 bis 75
4	Zugglieder aus Spannstählen	1,00			

Abb. 23: Verseilfaktor

Tabelle 24. **Verlustfaktor** k_e

	1	2	3
	Art der Verankerung	nach Norm	Verlustfaktor k_e
1	Metallischer Verguß	DIN 3092 Teil 1	1,00
2	Kunststoff oder Kugel-Epoxidharz-Verguß	—*)	1,00
3	Flämische Augen mit Stahlpreßklemmen	DIN 3095 Teil 2	1,00
4	Preßklemme aus Aluminium-Knetlegierungen	DIN 3093 Teil 2	0,90
5	Drahtseilklemme	DIN 1142	0,85
Für hier nicht aufgeführte Verankerungen sind die Werte k_e durch Versuche zu ermitteln.			
*) Siehe Abschnitt 4.3.2, Element 418.			

Anmerkung 1: Einschlägige DIN-Normen sind z.B. die Normen der Reihe DIN 3051 und DIN 83313.

Anmerkung 2: Der metallische Querschnitt A_m ist die Summe der Querschnitte aller Drähte bzw. Spanndrähte oder Spannstäbe.

$$A_m = f \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \quad (81)$$

Hierin ist d der Nenndurchmesser des umschreibenden Kreises und der Füllfaktor f das Verhältnis des metallischen Querschnittes zum Flächeninhalt des umschreibenden Kreises, siehe Tabelle 10.

Anmerkung 3: Der charakteristische Wert der Zugfestigkeit der Drähte wird in den einschlägigen Seilnormen auch als Nennfestigkeit bezeichnet.

Anmerkung 4: Der Verseilfaktor k_s berücksichtigt den Einfluß des Verseilens auf die Bruchkraft ohne den Einfluß der Verankerung.

Anmerkung 5: Der Verlustfaktor k_e berücksichtigt den Einfluß der Verankerung auf die Bruchkraft.

(906) Dehnkraft von Seilen

Die Dehnkraft (0,2%-Dehngrenze) von Seilen ist durch Versuche unter Beachtung der Belastungsgeschichte und des eventuellen Vorreckens zu bestimmen. Als charakteristischer Wert vers $Z_{D,k}$ der Dehnkraft ist die 5%-Fraktile der Versuchswerte vers Z_D zu verwenden.

Abschnitt 4.3.5, Element 426, ist zu beachten.

Anmerkung: Die Dehnkraft ist kein Maß für die Sicherheit des Seiles selbst. Die Forderung ausreichender Sicherheit gegen die 0,2%-Dehngrenze bedeutet lediglich, daß sich das Seil auch unter — kurzzeitig wirkend gedachter — γ_F -facher Belastung elastisch verhält und sich somit keine Lastumlagerung auf andere Bauteile ergibt. Bei vollverschlossenen Spiralseilen ist die Dehnkraft $\geq 0,66 \cdot$ Bruchkraft und deshalb für den Nachweis nicht maßgebend.

9.2.3 Beanspruchbarkeit von Verankerungsköpfen

(907) Allgemeines

Die Beanspruchbarkeit von Verankerungsköpfen ist durch Versuch oder Berechnung zu bestimmen.

(908) Berechnung der Grenzfließkraft

Bei der Berechnung der Grenzfließkraft sind Verankerungsköpfe als dickwandige Rohre mit Innendruck anzunehmen. Es ist mit den Bedingungen (82) und (83) nachzuweisen, daß die vorhandene Längsspannung σ_l und die vorhandene Ringzugspannung $\sigma_{r,i}$ die Grenzspannung $\sigma_{R,d}$ nach Gleichung (84) nicht überschreiten.

$$\frac{\sigma_l}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad (82)$$

$$\frac{\sigma_{r,i}}{\sigma_{R,d}} \leq 1 \quad (83)$$

$$\sigma_{R,d} = f_{y,k} / \gamma_M \quad (84)$$

Vereinfachend darf für zylindrische Verankerungsköpfe, die auf der Austrittsfläche ringförmig und zentrisch gelagert sind, angenommen werden, daß

- die größte Längsspannung

$$\sigma_l = \frac{1,5 Z}{A} \quad (85)$$

ist,

- die Ringzugkraft

$$P_r = \frac{Z}{2 \pi \cdot \tan(\varrho + \alpha)} \quad (86)$$

ist und sich entsprechend Bild 32 über die Länge des Verankerungskopfes verteilt und

- die größte Ringzugspannung auf der Innenseite des Verankerungskopfes

$$\sigma_{r,i} = 1,5 \frac{\max p_r}{(d_a - d_i)/2} \quad (87)$$

ist.

Hierin bedeuten:

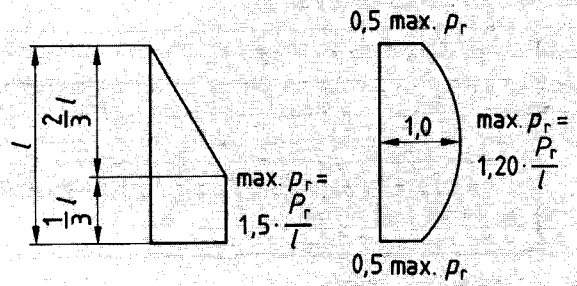
- Z vorhandene Zugkraft
- A Aufstandsfläche des Verankerungskopfes
- α Neigungswinkel des Verankerungskonus (siehe Bild 10)
- l Hülslenlänge (siehe Bild 10)
- ϱ Wandreibungswinkel. Für Kugel-Epoxidharzverguß ist $\varrho = 22^\circ$, und für Metallvergüsse mit Legierung Z 610 ist $\varrho = 17^\circ$ zu setzen
- d_a, d_i Außen- bzw. Innendurchmesser des Verankerungskopfes

$$\max p_r = 1,2 \frac{P_r}{l} \quad \text{für Kugel-Epoxidharzverguß}$$

$$\max p_r = 1,5 \frac{P_r}{l} \quad \text{für Metallverguß}$$

Anmerkung 1: Die angegebenen Gleichungen und die Zahlenwerte für den Wandreibungswinkel beruhen auf der Auswertung zahlreicher Zerreißversuche.

Anmerkung 2: Der Faktor 1,5 bei der Ermittlung der Längsspannung σ_l berücksichtigt das Einspannmoment infolge Innendruck.



Metallverguß

Kugel-Epoxidharzverguß

Bild 32. Verteilung der Ringzugkraft über die Länge des Verankerungskopfes

Anmerkung 3: Der Faktor 1,5 bei der Ermittlung der Ringzugspannung $\sigma_{r,i}$ berücksichtigt die ungleichförmige Spannungsverteilung über die Wanddicke.

9.3 Umlenkklager, Klemmen und Schellen

9.3.1 Grenzquerpressung und Teilsicherheitsbeiwert

(909) Nachweis

Es ist mit Bedingung (88) nachzuweisen, daß die vorhandene mittlere Querpressung q aus Klemmen- oder Schellendruck die Grenzquerpressung $q_{R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{q}{q_{R,d}} \leq 1 \quad (88)$$

mit

$$q = D/d' \quad (89)$$

D Klemmen- oder Schellendruck (Kraft je Längeneinheit)

d' Auflagerungsbreite nach Bild 11;
 $0,6 d \leq d' \leq d$

d Seildurchmesser

Anmerkung: Bei der Berechnung der Querpressung braucht der Umlenkdruck nicht berücksichtigt zu werden, da dieser über die Begrenzung des Umlenkradius nach Abschnitt 5.3.3, Element 528, begrenzt ist.

(910) Grenzquerpressung

Die Grenzquerpressung $q_{R,d}$ von vollverschlossenen Spiralseilen ist für

- Lagerung auf Stahl

$$q_{R,d} = \frac{40}{\gamma_M} \text{ N/mm}^2, \quad (90)$$

- Lagerung auf Weichmetalleinlage oder Spritzverzinkung mit einer Dicke von mindestens 1 mm

$$q_{R,d} = \frac{100}{\gamma_M} \text{ N/mm}^2, \quad (91)$$

- den Runddrahtkern

$$q_{R,d} = \frac{200}{\gamma_M} \text{ N/mm}^2, \quad (92)$$

Für andere hochfeste Zugglieder ist die Grenzquerpressung durch Versuche zu bestimmen.

Anmerkung: Bei der angegebenen Grenzquerpressung ist die Bruchlast des Seils auf dem Umlenkklager gegenüber der Bruchlast des freien Seils ohne Querpressung um nicht mehr als 3 % abgemindert.

9.3.2 Gleiten

(911) Nachweis

Für das Gleiten von hochfesten Zuggliedern auf Sattellagern sowie von Klemmen und Schellen auf hochfesten Zuggliedern ist mit Bedingung (93) nachzuweisen, daß die vorhandene Gleitkraft G die Grenzgleitkraft $G_{R,d}$ nicht überschreitet.

$$\frac{G}{G_{R,d}} \leq 1 \quad (93)$$

(912) Grenzgleitkraft von Seilen

Die Grenzgleitkraft $G_{R,d}$ von Seilen auf Sattellagern und von Klemmen und Schellen auf Seilen ist

$$G_{R,d} = \mu (U \cdot \alpha_u + K \cdot \alpha_k) / \gamma_M \quad (94)$$

mit

U Summe der Umlenkkräfte

K Summe der Klemmkkräfte

α_u Umlenkkraftbeiwert

α_k Klemmkraftbeiwert

μ Reibungszahl nach Abschnitt 4.3.5, Element 429

Der Abbau der Klemmkkräfte durch elastische und plastische Seileinschnürung ist zu berücksichtigen. Die Dicke der Klemmen und Schellen im Scheitelbereich ist so zu begrenzen, daß dieser Abbau möglichst gering ist.

Bei der Berechnung der Grenzgleitkraft ist

$\gamma_M = 1,65$ für Gleiten auf Sattellagern

$\gamma_M = 1,1$ für Gleiten von Klemmen und Schellen

zu setzen.

Anmerkung: Die Beiwerte α_u und α_k berücksichtigen, daß durch die entsprechende Formgebung der Sattellager, Klemmen und Schellen die Umlenk- bzw. Klemmkkräfte mehrfach aktiviert werden können.

(913) Grenzgleitkraft für andere hochfeste Zugglieder

Die Grenzgleitkraft für andere hochfeste Zugglieder ist durch Versuche zu bestimmen.

Anhang A

Dieser Anhang enthält Regelungen, die ihrem Sachinhalt entsprechend eigentlich anderen Normen zuzuordnen sind. Sie können, sobald sie dort enthalten und damit zitierfähig sind, hier entfallen.

Sonderregelung für die Stahlsorte St 52-3

A1 — Für Erzeugnisse aus Stahlsorte St 52-3 sind bei Einhaltung der Festlegungen in DIN 17 100/01.80, Abschnitt 8.3.1, für die Elemente C, Si, Mn, P, S, Al, B, Cr, Cu, Mo, Ni, Nb, Ti und V die Gehalte der chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzanalyse zu prüfen und bekanntzugeben (siehe Element 404). An Stelle der Angabe der tatsächlichen Gehalte der Elemente Nb, Ti und V genügen auch Prüfung und Bestätigung, daß in der Schmelzenanalyse folgende Höchstwerte eingehalten werden:

Nb: 0,02 %

Ti : 0,02 %

V : 0,03 %.

Stähle in den Grenzen der chemischen Zusammensetzung und in Übereinstimmung mit allen weiteren Festlegungen für die Stahlsorte St 52-3 nach DIN 17 100 mit Höchstgehalten an Niob von 0,05 %, an Titan von 0,05 % und an Vanadin von 0,10 % dürfen verwendet werden, wenn der Kohlenstoffgehalt für Nennstärken bis 30 mm 0,18 % nicht überschreitet. Die Begrenzung des Kohlenstoffgehaltes gilt, wenn auch nur eines der genannten Elemente den unteren Grenzwert überschreitet.

Bei geschweißten Bauteilen müssen für Erzeugnisse aus der Stahlsorte St 52-3 im Abnahmeprüfzeugnis Angaben zu den oben aufgeführten Elementen enthalten sein.

Anmerkung: DIN 17 100 wird überarbeitet und künftig diese Regelung für den St 52-3 ersetzen.

Bescheinigungen

A2 — Für Deckenträger, Pfetten und Unterzüge, die nach DIN 18801/06.83, Abschnitt 6.1.2.3 bemessen werden, ist ein Werkszeugnis ausreichend.

Anmerkung: Element A2 soll in DIN 18801 übernommen werden; erst wenn es dort enthalten ist, kann es hier entfallen.

Kennzeichnung der Erzeugnisse

A3 — Die zu verwendenden Stahlerzeugnisse müssen gegen Verwechslung gekennzeichnet sein. Vor der Trennung ist die Kennzeichnung auf die Einzelteile zu übertragen.

Anmerkung: Element A3 soll in DIN 18800 Teil 7 übernommen werden; erst wenn es dort enthalten ist, kann es hier entfallen.

Verankerung von hochfesten Zuggliedern

A4 — Bis zur Fertigstellung von DIN 3092 Teil 2 sind bei Kugel-Epoxidharz-Verguß Stahlkugeln mit einem Durchmesser von 1 bis 2 mm und einer mittleren HV1 = 3500 N/mm² sowie Epoxidharz mit einer Aushärtetemperatur von ca 100 ° zu verwenden.

Anmerkung: Der Kugel-Epoxidharz-Verguß besteht aus

- harten Stahlkugeln als Traggerüst,
- Epoxidharz als Bindemittel und
- Füllern, z. B. Zinkstaub.

Einwirkungen

A5 — Die kombinierten Einwirkungen Schnee und Wind

$$\left(s + \frac{w}{2} \right) \text{ und } \left(w + \frac{s}{2} \right)$$

im Sinn von DIN 1055 Teil 5/06.75, Abschnitt 5, gelten als **eine** veränderliche Einwirkung.

Anmerkung: Element A5 ist eine Behelfsregelung, da noch keine korrekten Kombinationsbeiwerte für diesen Lastfall vorhanden sind.

Ausführungen

A6 — Sollen Berührungsflächen von Stahlteilen untereinander sowie mit anderen Baustoffen ungeschützt bleiben, sind die Spalten gegen das Eindringen von Feuchtigkeit abzusichern.

Anmerkung: Element A6 soll in DIN 18800 Teil 7 übernommen werden; erst wenn es dort enthalten ist, kann es hier entfallen.

Nachweis der Nahtgüte

A7 — Der Nachweis der Nahtgüte gilt als erbracht, wenn bei der Durchstrahlungs- oder Ultraschalluntersuchung von mindestens 10 % der Nähte ein einwandfreier Befund festgestellt wird. Dabei ist die Arbeit aller beteiligter Schweißer gleichmäßig zu erfassen. Beim einwandfreien

Befund muß die Freiheit von Rissen, Binde- und Wurzelfehlern und Einschlüssen, ausgenommen vereinzelte und unbedeutende Schlackeneinschlüsse und Poren, mit einer Dokumentation nachgewiesen sein.

Anmerkung: Element A7 soll in DIN 18800 Teil 7 übernommen werden; erst wenn es dort enthalten ist, kann es hier entfallen.

Fertigungsbeschichtungen

A8 — Beim Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen ist die DAST-Richtlinie 006 — „Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau“ zu beachten.

Anmerkung: Element A8 soll in DIN 18800 Teil 7 übernommen werden; erst wenn es dort enthalten ist, kann es hier entfallen.

Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 124	Halbrundniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 267 Teil 9	Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen; Teile mit galvanischen Überzügen
DIN 302	Senkniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 434	Scheiben, vierkant, keilförmig für U-Träger
DIN 435	Scheiben, vierkant, keilförmig für I-Träger
DIN 555	Sechskantmutter; Gewinde M 5 bis M 100 × 6; Produktklasse C
DIN 779	Formstahldrähte für vollverschlossene Spiralseile; Maße und Technische Lieferbedingungen
DIN 1025 Teil 1	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Schmale I-Träger, I-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1025 Teil 2	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Breite I-Träger, IPB- und IB-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1025 Teil 3	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Breite I-Träger, leichte Ausführung, IPBI-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1025 Teil 4	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Breite I-Träger, verstärkte Ausführung, IPBV-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1025 Teil 5	Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Mittelbreite I-Träger, IPE-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte
DIN 1045	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislast
DIN 1142	Drahtseilklemmen für Seil-Endverbindungen bei sicherheitstechnischen Anforderungen
DIN 1164 Teil 2	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Überwachung (Güteüberwachung)
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Technische Lieferbedingungen
DIN 1690 Teil 1	Technische Lieferbedingungen für Gußstücke aus metallischen Werkstoffen; Allgemeine Bedingungen
DIN 1690 Teil 2	Technische Lieferbedingungen für Gußstücke aus metallischen Werkstoffen; Stahlgußstücke; Einteilung nach Gütestufen aufgrund zerstörungsfreier Prüfungen
DIN 3051 Teil 1	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen; Übersicht
DIN 3051 Teil 2	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen; Seilarten, Begriffe
DIN 3051 Teil 3	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen; Berechnung, Faktoren
DIN 3051 Teil 4	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen; Technische Lieferbedingungen
DIN 3090	Kauschen; Formstahlkauschen für Drahtseile
DIN 3091	Kauschen; Vollkauschen für Drahtseile
DIN 3092 Teil 1	Drahtseil-Vergüsse in Seilhülsen; Metallische Vergüsse; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN 3093 Teil 1	Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen; Rohlinge aus Flachovalrohren mit gleichbleibender Wanddicke, Technische Lieferbedingungen
DIN 3093 Teil 2	Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen; Preßverbindungen; Sicherheitstechnische Anforderungen
DIN 3095 Teil 1	Flämische Augen mit Stahlpreßklemmen; Stahlpreßklemmen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
DIN 3095 Teil 2	Flämische Augen mit Stahlpreßklemmen; Formen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung

DIN 4141 Teil 1	Lager im Bauwesen; Allgemeine Regelungen
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten, HV-Schrauben in Stahlkonstruktionen
DIN 6915	Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten, für Verbindungen mit HV-Schrauben in Stahlkonstruktionen
DIN 6916	Scheiben, rund, für HV-Schrauben in Stahlkonstruktionen
DIN 6917	Scheiben, vierkant, keilförmig, für HV-Schrauben an I-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 6918	Scheiben, vierkant, keilförmig, für HV-Schrauben an U-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 7968	Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter oder mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
DIN 7969	Senkschrauben mit Schlitz, ohne Mutter oder mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen
DIN 7989	Scheiben für Stahlkonstruktionen
DIN 7990	Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen
DIN 7999	Sechskant-Paßschrauben, hochfest, mit großen Schlüsselweiten für Stahlkonstruktionen
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 17 102	Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht; Technische Lieferbedingungen für Blech, Band, Breitflach-, Form- und Stabstahl
DIN 17 103	Schmiedestücke aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 111	Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 119	Kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Stahlrohre (Hohlprofile) für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 120	Geschweißte kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 121	Nahtlose kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 123	Geschweißte kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 124	Nahtlose kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 125	Quadratische und rechteckige Rohre (Hohlprofile) aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 140 Teil 1	Walzdraht zum Kaltziehen; Technische Lieferbedingungen für Grundstahl und unlegierte Qualitätsstähle
DIN 17 182	Stahlgußsorten mit verbesserter Schweißbeignung und Zähigkeit für allgemeine Verwendungszwecke
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 440	Nichtrostende Stähle, Technische Lieferbedingungen für Blech, Warmband, Walzdraht, gezogenen Draht, Stabstahl, Schmiedestücke und Halbzeug
DIN 18800 Teil 2	Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken
DIN 18800 Teil 3	Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Plattenbeulen
DIN 18800 Teil 4	Stahlbauten; Stabilitätsfälle, Schalenbeulen
DIN 18800 Teil 6	(z.Z. Entwurf) Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion bei häufig wiederholten Beanspruchungen
DIN 18800 Teil 7	Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
DIN 18801	Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung
DIN 32500 Teil 1	Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Gewindebolzen
DIN 32500 Teil 3	Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Betonanker und Kopfbolzen
DIN 50 049	Bescheinigungen über Materialprüfungen
DIN 55928 Teil 1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines
DIN 55928 Teil 2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsgerechte Gestaltung
DIN 55928 Teil 3	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten
DIN 55928 Teil 4	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen
DIN 55928 Teil 5	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
DIN 55928 Teil 6	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten
DIN 55928 Teil 7	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen
DIN 55928 Teil 8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)
DIN 55928 Teil 9	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe
DIN 83313	Seilhülsen

DIN ISO 898 Teil 1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben, identisch mit ISO 898-1: 1988
DIN ISO 898 Teil 2	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Muttern mit festgelegten Prüfkraften
DAST-Richtlinie 006	Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau ³⁾
DAST-Richtlinie 009	Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten ³⁾
DAST-Richtlinie 014	Empfehlungen zum Vermeiden von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl ³⁾
ISO 3898 : 1987	Bases for design of structures; Notations; General symbols (Berechnungsgrundlagen für Bauten; Begriffe, Allgemeine Symbole)
ISO Report TR 7596	Socketing procedures for wire ropes — Resin socketing
SEP 1390	Aufschweißbiegeversuch ⁴⁾
SEW 685	Kaltzäher Stahlguß; Gütevorschriften ⁴⁾
Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, 1987, Heft 1 ⁵⁾	
Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise ⁶⁾	

- [1] DIN: Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Anlagen. Berlin, Köln: Beuth Verlag, 1981.
- [2] Scheer, J., Peil U. und Scheibe, H.-J.: Zur Übertragung von Kräften durch Kontakt im Stahlbau. Bauingenieur **62** (1987), S. 419—424.
- [3] Lindner, J. und Gietzelt, R.: Kontaktstöße in Druckstäben. Stahlbau **57** (1988), S. 39—50, S. 384.
- [4] Valtinat, G.: Schraubenverbindungen. Stahlbau Handbuch Band 1. Köln: Stahlbau-Verlag 1982, dort S. 402—425.
- [5] Fischer, M. und Wenk, P.: Zur Frage der Abhängigkeit der Kehlnahtdicke von der Blechdicke beim Verschweißen von Baustählen. Stahlbau **54** (1985), S. 239—242.
- [6] SIA 160 Einwirkungen auf Tragwerke. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein 1970.
- [7] Scheer, J. und Bahr, G.: Interaktionsdiagramme für die Querschnittstraglasten außermittig längsbelasteter, dünnwandiger Winkelprofile. Bauingenieur **56** (1981), S. 459—466.
- [8] Rubin, H.: Interaktionsbeziehungen ... Stahlbau **47** (1978), S. 76—85, S. 145—151, S. 174—281.
- [9] Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüf- und Zulassungsverfahren. Berlin: Institut für Bautechnik, 1986.

Frühere Ausgaben

DIN 18800 Teil 1: 03.81

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe März 1981 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Inhalt dem Stand der Technik angepaßt und unter Berücksichtigung der vom NABau herausgegebenen „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen an baulichen Anlagen“ (GruSiBau) vollständig überarbeitet.

³⁾ Zu beziehen bei: Deutscher Ausschuß für Stahlbau, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

⁴⁾ Zu beziehen bei: Verlag Stahleisen mbH, Postfach 82 29, 4000 Düsseldorf 1

⁵⁾ Zu beziehen bei: Verlag Ernst & Sohn, Hohenzollerndamm 170, 1000 Berlin 31

⁶⁾ Zu beziehen bei: Bundesvereinigung der Prüingenieure für Baustatik, Teckstraße 44, 7000 Stuttgart 1

Erläuterungen

Neben der inhaltlichen Neugestaltung der Normen der Reihe DIN 18800 wurde auch versucht, ihnen äußerlich ein anderes Erscheinungsbild zu geben und damit zu einer leichteren, einfacheren Handhabung der Norm beizutragen. Damit folgten der NABau-Fachbereich 08 und seine für die Erarbeitung dieser Normen zuständigen Arbeitsausschüsse einem Beschluß des NABau-Beirats aus dem Jahre 1981, eine solche neue Struktur probeweise anzuwenden. Im folgenden wird dieses Konzept erläutert und dem Anwender damit gewissermaßen eine Art „Gebrauchsanweisung“ an die Hand gegeben.

Grundgedanken dieser neuen Struktur sind die — im Rahmen der Normenerstellung eigentlich schon immer erhobenen — Forderungen nach

- Eindeutigkeit, Überschaubarkeit und Transparenz der verschiedenen Aussagen,
- leichter Ansprechbarkeit, Adressierbarkeit und Austauschbarkeit der einzelnen Inhaltsteile,
- einfacher, widerspruchsfreier Fortschreibung der Einzelregelungen,
- einfacher Anwendung.

Um dies zu erreichen, wurde ausgehend von und aufbauend auf dem Anforderungsprofil der Deutschen Bundesbahn für die Erstellung ihrer bautechnischen Regelwerke sowie in Übereinstimmung mit dem nach den Regeln von DIN 820 „Machbarem“ das hiermit nunmehr vorliegende Erscheinungsbild gefunden.

Im Rahmen der üblichen, allgemein bekannten Gliederung in Abschnitte und Unterabschnitte nach dem Dezimalsystem ist darüber hinaus der gesamte Text in überschaubare, (abschnittsweise) durchgehend benummerte, sogenannte „Elemente“ gegliedert, deren jedes eine in sich geschlossene Aussage enthält und damit auch bei Übernahme in eine andere Norm verständlich bleibt. Zu jedem Element gehört eine Überschrift, welche den wesentlichen Inhalt in Kurzform erkennen läßt.

Die Aussagewertigkeit der Regelungen wird unterschieden nach

- **verbindlichen Regelungen** in Form von Geboten, Verboten, Grundsätzen (Regeln),
- **nicht verbindlichen Regelungen** in Form von Empfehlungen sowie Erlaubnissen unter konkret beschriebenen Bedingungen,
- **Erläuterungen** in Form von Beispielen, Hinweisen, Skizzen und Bildern.

Die eindeutige Formulierung des jeweiligen Verbindlichkeitsgrades jeder Regelung ergibt sich aus der konsequenten Anwendung der modalen Hilfsverben nach DIN 820 Teil 23. Zur Verbesserung der Übersicht wird der Verbindlichkeitsgrad jedoch nicht nur verbal beschrieben, sondern auch durch ein entsprechendes Druckbild optisch unterschieden. Danach sind die „nicht verbindlichen Regelungen“ mit einem Raster unterlegt, und die „Erläuterungen“ stehen eingerückt als Anmerkung unmittelbar hinter dem jeweiligen Element.

Internationale Patentklassifikation

G 04 B 1/24

G 01 L 5/00

G 01 N 3/00