

Stahlbauten

Bemessung und Konstruktion

DIN
18 800
Teil 1

Steel structures; design and construction
Structures en acier; calcul et construction

Teilweise Ersatz für DIN 1050,
DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Regelungen dieser Norm ersetzen die in den Normen DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101 enthaltenen für den Stahlbau geltenden allgemeingültigen Festlegungen soweit sie Bemessung und Konstruktion betreffen. Die vorgenannten Normen können erst dann zurückgezogen werden, wenn die momentan laufende Überarbeitung im Zuge der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks abgeschlossen ist (siehe hierzu auch Erläuterungen).

Um die Anwender vorab mit der neuen Gliederung des Stahlbau-Normenwerks in Grund- und Fachnormen (für bestimmte Anwendungsgebiete) vertraut und der Praxis eine Reihe von Verbesserungen und Neuerungen zugänglich zu machen, wird die vorliegende Norm zum jetzigen Zeitpunkt herausgegeben.

Im Rahmen dieser Norm erfolgt die Bemessung der Bauteile und Verbindungsmittel zunächst weiterhin auf der Grundlage zulässiger Spannungen, daneben ist wie bisher die Anwendung des Traglastverfahrens gestattet.

Eine Umstellung der Norm auf eine Bemessung mit γ -fachen Gebrauchslasten (Bemessungslasten) ist erst zusammen mit einer geplanten Neuausgabe der Grundnormen für Stabilitätsnachweise (bisher DIN 4114 Teil 1 und Teil 2) vorgesehen, die ebenfalls auf diesem Bemessungskonzept basieren sollen. Entsprechende Norm-Entwürfe für diese neuen Grundnormen sind in Vorbereitung.

Inhalt

	Seite		Seite
1	2	6	7
1.1	2	6.1	7
1.2	2	6.2	9
2	2	7	12
2.1	3	7.1	12
2.2	3	7.2	13
2.3	4	7.2.1	13
2.4	4	7.2.2	13
2.5	4	7.2.3	14
3	4	7.3	15
3.1	4	7.4	19
3.2	4	8	19
3.3	4	9	23
3.4	5	9.1	23
3.5	5	9.2	23
4	5	9.2.1	23
5	6	9.2.2	24
5.1	6	9.3	26
5.2	6	Normen und Unterlagen	27
5.3	6		
5.4	6		
5.5	7		

Fortsetzung Seite 2 bis 28
Erläuterungen Seite 29 bis 32

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

1 Allgemeine Angaben

Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten erfordern gründliche Fachkenntnisse. Daher dürfen diese Arbeiten nur von solchen Fachleuten und Betrieben ausgeführt werden, die entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen in den jeweiligen Anwendungsgebieten haben und eine sorgfältige Ausführung der übernommenen Aufgaben bieten.

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für die Bemessung und Konstruktion tragender Bauteile aus Stahl mit

- a) vorwiegend ruhender Beanspruchung und
- b) nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung unter Beachtung zusätzlicher Regelungen (Folgeteil in Vorbereitung)

Die zusätzlichen Bestimmungen in den entsprechenden Fachnormen sind zu beachten.

Die Mindestdicken der Bauteile sind in den jeweiligen Fachnormen festgelegt (für Verbindungen siehe Abschnitt 7). Bei dünnwandigen Bauteilen ist insbesondere auf eine ausreichende Sicherheit gegen örtliche Instabilität (siehe Abschnitt 5.3) sowie auf einen besonders wirkungsvollen Korrosionsschutz zu achten (siehe DIN 55 928 Teil 8).

1.2 Bautechnische Unterlagen

Für die Beurteilung der Standsicherheit des Stahlbauwerks im Endzustand, von Montagezuständen und für die bautechnische Überwachung sind die bautechnischen Unterlagen nach den Abschnitten 1.2.1 bis 1.2.3 erforderlich.

1.2.1 Berechnung (Nachweis der Standsicherheit)

Hierzu gehören der allgemeine Spannungsnachweis, der Stabilitätsnachweis und der Nachweis der Sicherheit gegen Abheben, Umkippen und Gleiten. Diese Nachweise müssen ausreichende Angaben enthalten über:

- a) Lastannahmen
- b) Statische Systeme (auch für Bauzustände)
- c) Werkstoffe
- d) Maße und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile und Verbindungen
- e) Ungünstigste Beanspruchung aller tragenden Bauteile und Verbindungen
- f) Formänderungen, soweit diese für die Standsicherheit und für die Gebrauchsfähigkeit von Bedeutung sind
- g) Belastungsangaben für die Fundamente

1.2.2 Ausführungsunterlagen

Sie müssen alle für die Prüfung und Abnahme notwendigen Angaben über Maße, Querschnitte, Werkstoffe, Verbindungen und den Korrosionsschutz enthalten. Sofern Besonderheiten bei der Montage zu beachten sind, ist dies ebenfalls zu vermerken.

1.2.3 Bescheinigungen

Siehe Abschnitt 2.1.3

2 Werkstoffe

2.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen

2.1.1 Stahlsorten

Als Werkstoffe dürfen im allgemeinen nur die Stähle St 37-2, St 37-3 und St 52-3 nach DIN 17 100 verwendet werden, im folgenden kurz mit St 37 bzw. St 52 bezeichnet.

Als Werkstoffe für Lager, Gelenke und Sonderbauteile dürfen außer den Baustählen St 37 und St 52 auch Stahlguß GS 52.3 nach DIN 1681, Vergütungsstahl C 35 N nach DIN 17 200 und Grauguß GG 15 nach DIN 1691 verwendet werden.

Andere Stähle dürfen nur verwendet werden,

- a) wenn ihre mechanischen Eigenschaften, chemische Zusammensetzung und Schweißbarkeit aus den Gütevorschriften oder Werknormen der Stahlhersteller ausreichend hervorgehen und diese Stähle einer der im 1. Absatz genannten Stahlsorten zugeordnet werden können,
- b) wenn für einzelne Anwendungsbereiche die den besonderen Bedingungen angepaßten Stähle in den speziellen Fachnormen vollständig beschrieben und hinsichtlich der Verwendung geregelt sind
- c) wenn ihre Brauchbarkeit, z. B. im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, besonders nachgewiesen ist.

2.1.2 Güteurwahl

Die Auswahl der Stähle richtet sich nach dem Verwendungszweck. (Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen enthält DAST-Ri 009.)

2.1.3 Bescheinigungen

Die verwendeten Stähle sind durch Bescheinigungen nach DIN 50 049 zu belegen, ausgenommen ungeschweißte Bauteile aus St 37 und untergeordnete Bauteile.

Für Bleche und Breitflachstähle in geschweißten Bauteilen mit Dicken über 30 mm bei St 37-2 und St 37-3 und über 25 mm bei St 52-3, die auf Zug oder Biegezug beansprucht werden, muß der Aufschweißbiegeversuch nach DIN 17 100 durchgeführt und durch ein Prüfzeugnis belegt sein.

In den Fachnormen oder bei der Bestellung können gegebenenfalls auch weitergehende Festlegungen getroffen werden, die sich auf die vorzulegende Bescheinigung nach DIN 50 049, auf Art, Umfang und Bewertung von zusätzlichen Prüfungen sowie die Kennzeichnung der Stähle beziehen können.

2.1.4 Kennzeichnung

Die verwendeten Stähle, ausgenommen St 37-2, sind gegen Verwechslungen zu kennzeichnen. Bei Trennung der Teile ist die Kennzeichnung auf die Einzelteile zu übertragen.

2.1.5 Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften

In Tabelle 1 sind die Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften von Walzstahl, Stahlguß und Gußeisen angegeben, die zur Ermittlung von Formänderungen und Schnittgrößen in die Berechnung einzusetzen sind.

Tabelle 1. Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften für Walzstahl, Stahlguß und Gußeisen

	1	2	3	4	5
	Stahl	Streckgrenze β_s N/mm ²	Elastizitätsmodul E N/mm ²	Schubmodul G N/mm ²	Lineare Wärmedehnzahl α_T K ⁻¹
1	Baustahl St 37	240 ¹⁾	210 000	81 000	$12 \cdot 10^{-6}$
2	Baustahl St 52	360 ²⁾			
3	Stahlguß GS 52	260			
4	Vergütungsstahl C 35 N	280			
5	Grauguß GG 15	–	100 000	38 000	$10 \cdot 10^{-6}$

1) Für Materialdicken ≤ 100 mm
2) Für Materialdicken ≤ 60 mm
Für größere Dicken sind entsprechende Festlegungen zu treffen

2.2 Drähte, Seile

2.2.1 Materialeigenschaften

Als Werkstoffe für die Drähte dürfen im allgemeinen unlegierte, beruhigt vergossene Qualitätsstähle nach DIN 17 140 oder legierte Edelstähle verwendet werden.

Andere Werkstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn die Eignung nachgewiesen ist.

Alle Drähte eines Seiles sollen die gleiche Nennfestigkeit β_N haben; diese soll 1800 N/mm² nicht überschreiten.

Die Nennfestigkeit des Drahtes ist ein Rechenwert für die Bestimmung der rechnerischen Bruchkraft des Drahtseiles.

Die verwendeten Seilarten sind vom Hersteller mindestens durch ein Werkzeugnis nach DIN 50 049 zu belegen.

Der Prüfumfang ist bei der Bestellung festzulegen.

Für die unter Abschnitt 2.2.2 aufgeführten Seilarten kann näherungsweise der Elastizitätsmodul nach Tabelle 4, Spalte 22, in die statische Berechnung eingesetzt werden. Wird der Elastizitätsmodul durch Prüfungen des zum Einbau bestimmten Seiles festgestellt, so sind Abweichungen zwischen diesem Elastizitätsmodul und dem in die statische Berechnung aufgrund der Tabelle 4 eingeführten Werte im allgemeinen bis $\pm 10\%$ zulässig, ohne daß eine Korrektur der statischen Berechnung vorgenommen zu werden braucht.

Für Drahtseile darf eine Temperaturdehnzahl $\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ angesetzt werden.

2.2.2 Seilarten

2.2.2.1 Geschlagene Drahtseile (siehe DIN 3051)

Diese Seile werden fabrikmäßig gefertigt. Zur Anwendung kommen in Frage:

- Spiralseile: Sie bestehen aus einer oder mehreren Lagen von Drähten, die lagenweise schraubenlinienförmig links- oder rechtsgängig um einen Kerndraht gewunden werden, eingesetzt werden im allgemeinen offene oder vollverschlossene Spiralseile.

Offene Spiralseile bestehen nur aus Runddrähten (siehe Bild 1).

Vollverschlossene Spiralseile bestehen in der äußeren Lage oder den äußeren Lagen aus Formdrähten und haben damit praktisch eine geschlossene Oberfläche (siehe Bild 2).

- Rundlitzenseile: Sie bestehen aus einer oder mehreren Lagen von Litzen, die schraubenlinienförmig um einen Kern gewunden sind (siehe Bild 3). Es dürfen nur Seile mit Stahleinlage verwendet werden.

Kreuzschlagseile sind wegen ihrer geringen Drehungsfähigkeit Gleichschlagseilen vorzuziehen.

Für die Anwendung geschlagener Drahtseile können die Eigenschaften „drehungsarm“ und „spannungsarm“ von Bedeutung sein.

Drehungsarm ist ein Drahtseil, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nicht oder nur wenig um seine Längsachse dreht.

Bei spannungsarmen Drahtseilen ist die aus der Verseilung herrührende elastische Rückfederung ganz oder nahezu beseitigt. Bei Spiralseilen ist eine spannungsarme Ausführung nur bedingt möglich.

2.2.2.2 Paralleldrahtbündel

Sie bestehen aus Runddrähten oder Litzen, die parallel zu ihrer Achse verlaufen und entweder kontinuierlich oder in Abständen zu einem Bündel zusammengefaßt werden (siehe Bild 4).

Paralleldrahtbündel haben eine größere Dehnsteifigkeit als geschlagene Drahtseile. Sie sind drehungsfrei – bei Paralleldrahtbündeln aus Litzen unter der Voraussetzung, daß sie je zur Hälfte aus links- und rechtsgängigen Litzen bestehen.

Ihre Herstellung erfordert große Sorgfalt und Erfahrung, durch die allein sichergestellt werden kann, daß sämtliche Drähte bzw. Litzen bei Belastung nahezu gleichen Kraftanteil erhalten.

Um den Zusammenhalt der einzelnen Drähte bzw. Litzen zu gewährleisten, wird empfohlen, das Paralleldrahtbündel mit einer durchlaufenden Wendel und/oder in gewissen Abständen mit engen Bunden zu umwickeln, z. B. aus dick feuerverzinktem Bindedraht (siehe Bild 5).

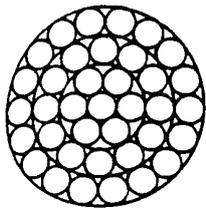


Bild 1.

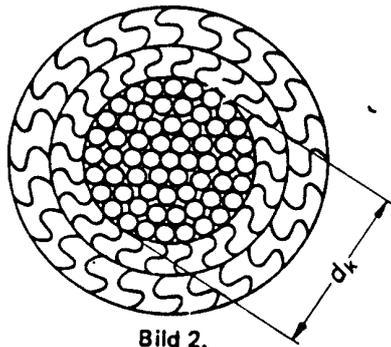


Bild 2.

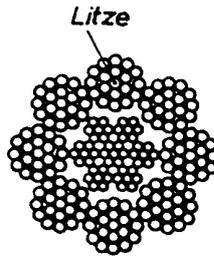


Bild 3.

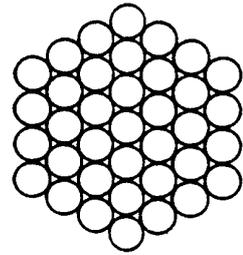


Bild 4.



Bild 5.

2.3 Schrauben, Niete

2.3.1 Festigkeitsklassen, Stahlsorten

Im allgemeinen sind Schrauben in den Festigkeitsklassen 4.6, 5.6 und 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 zu verwenden.

Als Werkstoffe für Niete sind die Stahlsorten USt 36-1 und RSt 44-2 nach DIN 17 111 zu verwenden.

Für die Verwendung anderer Verbindungsmittel gilt Abschnitt 2.1.1, 3. Absatz sinngemäß.

2.3.2 Hochfeste Schrauben

Für hochfeste Schrauben nach DIN 6914 in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 sind Muttern nach DIN 6915 in der Festigkeitsklasse 10 nach DIN 267 Teil 4 und gehärtete Unterlegscheiben nach DIN 6916 bis DIN 6918 in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 zu verwenden.

2.3.3 Bescheinigungen

Für Schrauben 10.9 hat das Herstellerwerk laufend durch geeignete Prüfungen nachzuweisen, daß die Anforderungen hinsichtlich Festigkeitseigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Maßhaltigkeit und Anziehverhalten für diese Schrauben erfüllt sind. Hierüber ist vom Hersteller eine Bescheinigung nach DIN 50 049, mindestens ein Werkzeugeignis auszustellen.

Die übrigen Schrauben und Niete sind nach den Grundsätzen von DIN 267 Teil 5 zu prüfen. Eine Bescheinigung hierüber wird nicht gefordert.

2.3.4 Feuerverzinkte hochfeste Schrauben

Werden Schrauben 10.9 und zugehörige Muttern und Scheiben in feuerverzinkter Ausführung verwendet, darf die Feuerverzinkung nur vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb bzw. Fremdbetrieb unter seiner Verantwortung übernommen werden. Es sind nur komplette Garnituren (Schrauben und Muttern) von ein und demselben Hersteller zu verwenden. Bei anderen Korrosionsschutzüberzügen, z. B. galvanische Verzinkung, ist die Möglichkeit einer Wasserstoffversprödung in Betracht zu ziehen.

2.4 Kopf- und Gewindebolzen

Es dürfen Kopfbolzen nach DIN 32 500 Teil 3 mit den Festigkeitseigenschaften $\sigma_B = 450$ bis 600 N/mm^2 und $\sigma_s \geq 350 \text{ N/mm}^2$ sowie Gewindebolzen nach DIN 32 500 Teil 1 in der Festigkeitsklasse 4.8 ($\sigma_B \geq 400 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s \geq 320 \text{ N/mm}^2$) verwendet werden.

2.5 Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver, Schutzgase

Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver und Schutzgase müssen DIN 1913, DIN 8557, DIN 8559 und DIN 32 526 entsprechen, eignungsgeprüft und gegebenenfalls gekennzeichnet sein. (Siehe auch DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.2.3.)

3 Grundsätze für die Berechnung

3.1 Allgemeines

Die nach Abschnitt 5 für alle tragenden Bauteile und Verbindungen geforderten Nachweise sind vollständig, übersichtlich und prüfbar zu führen. Die Berechnung muß in sich geschlossen sein und eindeutige Angaben für die Ausführungszeichnungen enthalten. Es dürfen deshalb im allgemeinen keine Werte aus anderen Berechnungen ohne Herleitung oder Quellenangabe übernommen werden.

3.2 Genauigkeit

Die Genauigkeit ist dem Berechnungsverfahren und der Eigenart des Tragsystems anzupassen. Bei Seilkonstruktionen sind außer den elastischen Formänderungen der Seile auch die Änderungen des Seildurchhanges in der Berechnung zu berücksichtigen.

Die für die Bemessung maßgebenden Querschnittswerte sowie Schnitt- und Stützgrößen dürfen auf 3 Ziffern gerundet werden.

3.3 Berechnungsverfahren

Die Berechnungsverfahren sind freigestellt.

Werden neue Berechnungsverfahren angewendet, sollten sich Aufsteller und Prüfer vor Aufstellen der Berechnung abstimmen. Für außergewöhnliche Formeln und Berechnungsverfahren ist die Quelle anzugeben, sofern sie veröffentlicht ist; anderenfalls sind die Formeln oder Verfahren so weit abzuleiten, daß ihre Richtigkeit nachgeprüft werden kann.

Für ganz oder teilweise mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) durchgeführte Berechnungen sind die „Vorläufigen Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen“¹⁾

¹⁾ Abgedruckt z. B. im Ministerialamtsblatt für das Land Bayern 1966, Seite 34

zu beachten; u. a. sind danach Bezeichnung und Herkunft der Programme anzugeben und die für die Bemessung maßgebenden Angaben auszudrücken.

Sollen Berechnungen durch Bauteil- oder Modellversuche ergänzt oder ersetzt werden, haben Aufsteller und Prüfer vorher das Versuchsprogramm untereinander abzustimmen.

3.4 Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen

In gelochten Bauteilen darf die Berücksichtigung der Lochabzüge für Löcher von Verbindungsmitteln bei dem nach Abschnitt 5.2 geforderten allgemeinen Spannungsnachweis näherungsweise nach Tabelle 2 erfolgen; d. h. Druck- und Schubspannungen dürfen am Bruttoquerschnitt (ohne Lochabzug) ermittelt werden.

Bei Anwendung des Traglastverfahrens sind bei der Ermittlung der in einem vollplastizierten Querschnitt aufnehmbaren Schnittgrößen alle im Zugbereich liegenden Lochquerschnitte als nicht vorhandene Querschnittsteile abzuziehen.

3.5 Mitwirkende Plattenbreite

Regelungen über die mitwirkende Plattenbreite sind, soweit erforderlich, in den jeweiligen Fachnormen festgelegt.

4 Lastannahmen

Der Berechnung sind die Lastannahmen der jeweiligen Fachnormen zugrunde zu legen. Außerdem sind darüber hinausgehende spezielle Belastungen zu berücksichtigen, wie z. B. Massenkräfte von Maschinen, Über- bzw. Unterdruck usw.

Tabelle 2. Querschnittswerte bei näherungsweise Berücksichtigung von Löchern für Verbindungsmittel

	1	2	3	4
	Schnittgröße	Spannungsart	Maßgebende Querschnittswerte zur Ermittlung der Spannungen aus	
			N und Q	M_B und M_T
1	Längskraft N	Druck	A	
2		Zug *)	$A - \Delta A$	
3	Biegemoment M_B	Druck		$W_D = \frac{I}{z_D}$
4		Zug *)		$W_Z = \frac{I - \Delta I}{z_Z}$
5	Längskraft N und Biegemoment M_B	Druck	A	$W_D = \frac{I}{z_D}$
6		Zug *)	$A - \Delta A$	$W_Z = \frac{I - \Delta I}{z_Z}$
7	Querkraft Q	Schub	A_Q, S, I, t	
8	Torsionsmoment M_T			**)

A Fläche des ungelochten Querschnittes
 ΔA Summe aller abzuziehenden Lochflächen, die in derjenigen Reißlinie liegen, die den kleinsten Wert $A - \Delta A$ ergibt
 A_Q Querkraftfläche, die bei näherungsweise Berechnung der Schubspannungen infolge Querkraft zu deren Aufnahme geeignet ist
S Flächenmoment 1. Grades (Statisches Moment) von ungelochten Querschnittsteilen, bezogen auf die Schwerachse des ungelochten Querschnittes
I Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des ungelochten Querschnittes
 ΔI Summe der Trägheitsmomente der in die ungünstigste Reißlinie fallenden Löcher im Biegezugbereich, bezogen auf die Schwerachse des ungelochten Querschnittes
 z_D Abstand der Randfaser am Druckrand von der Schwerachse des ungelochten Querschnittes
 z_Z Abstand der Randfaser am Zugrand von der Schwerachse des ungelochten Querschnittes
 W_D Maßgebendes Widerstandsmoment für die Randdruckspannung
 W_Z Maßgebendes Widerstandsmoment für die Randzugspannung
t Dicke des zur Querkraftaufnahme geeigneten Querschnittsteiles
 *) Gleitfeste Verbindung siehe Abschnitt 7.2.2.2
 **) Querschnittswerte des ungelochten Querschnittes

Die Einstufung der verschiedenen Lasten in Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten sowie in die bei den einzelnen Nachweisen gemäß Abschnitt 5 zu berücksichtigenden Lastfälle ist in den jeweiligen Fachnormen festgelegt.

5 Erforderliche Nachweise

5.1 Allgemeines

Zum Nachweis einer ausreichenden Bemessung sind die in den Abschnitten 5.2 bis 5.5 und 6.2.3 aufgezählten Nachweise zu führen.

Zum Nachweis der Tragsicherheit kann anstelle der Nachweise nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 auch die Traglast benutzt werden, d. h. die bei gegebener Lastkombination größte vom Bauwerk getragene Last.

Vereinfachend kann die Traglast für dafür geeignete Fälle näherungsweise nach DASt-Ri 008 berechnet werden.

Ein Nachweis der Tragsicherheit unter γ -fach gesteigerter Belastung ist stets dann zu führen, wenn die Schnittgrößen überproportional gegenüber der Belastung zunehmen und kein Ersatzverfahren, z. B. ω -Verfahren nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2, angewendet wird.

Falls der Nachweis der Tragsicherheit unter γ -fach gesteigerter Belastung geführt wird, ist eine Berechnung unter Gebrauchslasten im allgemeinen nur für den Formänderungsnachweis durchzuführen, wenn aus Sicherheitsgründen oder zur Sicherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Bauwerkes die Beschränkung der Formänderungen erforderlich ist (siehe Abschnitt 5.5).

5.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der allgemeine Spannungsnachweis ist für alle Bauteile und Verbindungsmittel für die verschiedenen in den Fachnormen festgelegten Lastfälle (z. B. H = Hauptlasten, HZ = Haupt- und Zusatzlasten, S = Sonderlasten) zu führen. Die errechneten Spannungen sind den zulässigen Werten gegenüberzustellen. Für die Lastfälle H und HZ sind die zulässigen Spannungen für Bauteile und Verbindungsmittel bzw. die zulässigen übertragbaren Kräfte für Schrauben und Niete in Abschnitt 8, Tabellen 7 bis 13, angegeben.

5.3 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 und DASt-Ri 012 zu führen.

5.4 Lagesicherheitsnachweis

Der Lagesicherheitsnachweis für Stahltragwerke umfaßt die Nachweise der Sicherheit gegen Abheben, Umkippen (Erreichen der kritischen Pressung) und gegen Gleiten.

5.4.1 Sicherheit gegen Abheben und Erreichen der kritischen Pressung β_{α}

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Erreichen der kritischen Pressung ist aus den maßgebenden Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten die hierfür ungünstigste Belastung zu ermitteln, wobei die einzelnen Anteile mit den Lasterhöhungsfaktoren γ_{α} nach der Tabelle 3 zu vervielfachen sind.

Tabelle 3. Lasterhöhungsfaktoren γ_{α} beim Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Umkippen

	1	2
	Belastungen	
		γ_{α}
1	günstig wirkende Anteile aller angesetzten Lasten	1,0
2	ungünstig wirkende Anteile der Eigenlast	1,1
3	ungünstig wirkende Anteile der Lasten außer den Lasten nach Zeile 2 und 5	1,3
4	ungünstig wirkende Anteile der Lasten in Bauzuständen	1,5
5	ungünstig wirkende Anteile aus Ersatzlasten bei Anprallfällen	1,1
6	Verschiebungs- und Verdrehungsgrößen	1,0

Ungewollte Außermittigkeiten und die Verformungen des Systems unter γ_{α} -facher Belastung sind, falls erforderlich, zu berücksichtigen.

5.4.1.1 Abheben

Die Sicherheit gegen Abheben von einzelnen Lagern ist nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Sie ist ausreichend, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$N_D \geq N_Z \quad (1)$$

Es bedeuten:

N_D Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden pressenden Stützgrößen aus den γ_{α} -fachen Belastungen

N_Z Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden abhebenden Stützgrößen aus den γ_{α} -fachen Belastungen

Werden zur Sicherung gegen Abheben Anker angebracht, so darf die Ankerzugkraft Z_A wie folgt berücksichtigt werden:

$$N_D + 1,3 \cdot \text{zul } Z_A \geq N_Z \quad (2)$$

Es ist hierbei $\text{zul } Z_A$ die im Lastfall H zulässige Ankerzugkraft; $\text{zul } \sigma_Z$ siehe Tabelle 10, Zeile 9.

Die ausreichende Verankerung des Ankers ist nachzuweisen.

5.4.1.2 Erreichen der kritischen Pressung β_{α} (Umkippen)

Die Sicherheit von Bauwerken und Bauteilen gegen Umkippen ist nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Sie ist ausreichend, wenn unter den γ_{α} -fachen Belastungen folgende Bedingung eingehalten wird:

$$\sigma_{\alpha} = \frac{D_{\alpha}}{A_{\alpha}} \leq \beta_{\alpha} \quad (3)$$

Es bedeuten:

σ_{α} Pressung unter den γ_{α} -fachen Belastungen, wobei eine konstante Spannungsverteilung in der gedrückten Teilfläche der Lagerfuge unter Einhaltung der Gleichgewichtsbedingungen angenommen werden kann. Die Annahme einer rechteckigen gedrückten Teilfläche ist zulässig.

D_{α} Reaktionskraft in der Lagerfuge (siehe Bild 6)

- N_{cr} Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden Stützgrößen aus γ_{cr} -facher Belastung.
- A_{cr} Teilfläche der Gesamtfläche der Lagerfuge, deren Schwerpunkt in der Wirkungslinie von D_{cr} liegt (bei der Annahme $\sigma = \text{konst.}$).
- β_{cr} die nach Tabelle 14 kritische Pressung in der Fuge bei γ_{cr} -facher Belastung.

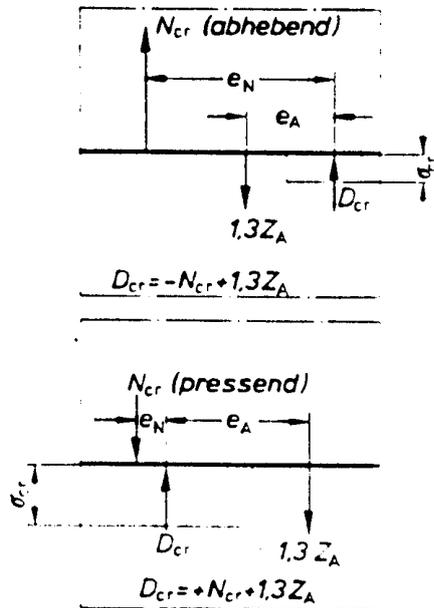


Bild 6. Ermittlung der Ankerzugkraft $Z_A = \frac{N_{cr} \cdot e_A}{1,3 \cdot A}$

In Gründungsfugen ist die Grundbruchsicherheit unter γ_{cr} -fachen Belastungen nachzuweisen. Die Grundbruchsicherheit unter γ_{cr} -fachen Belastungen muß mindestens 1,35 betragen.

5.4.2 Gleitsicherheit

Die Sicherheit gegen Gleiten parallel zur Bauwerksfuge ist wie folgt nachzuweisen, sofern in den Fachnormen nicht anders geregelt:

$$1,5 \cdot H \leq \mu_N \cdot N \tag{4 a}$$

Wird die Reibkraft nicht in Rechnung gestellt, genügt der einfache Nachweis:

$$H \leq D \tag{4 b}$$

Hierin bedeuten:

- μ Reibungsbeiwerte
Stahl auf Stahl: $\mu_N = 0,10$
Stahl auf Beton: $\mu_N = 0,30$
- N pressende Normalkraft in der Bauwerksfuge infolge der äußeren Lasten
- H parallel zur Bauwerksfuge wirkende Kraft infolge der äußeren Lasten
 N und H gelten für die gleiche maßgebende Lastkombination.
- D Zulässige übertragbare Kraft von eventuell vorhandenen Dollen, Rippen oder ähnlichen mechanischen Schubsicherungen in der Gleitrichtung, ermittelt mit den für den jeweiligen Lastfall zulässigen Spannungen gemäß Abschnitt 8.

Im Fall von Anpralllasten ist in Formel (4 a) statt 1,5 der Faktor 1,0 einzuführen.

5.5 Formänderungsuntersuchung

Die Funktionsfähigkeit des Bauwerkes kann je nach Anwendungsbereich eine Beschränkung der Formänderungen erforderlich machen. Zulässige Werte für Formänderungen sind fallweise in den Fachnormen enthalten; anderentfalls sind sie vor dem Aufstellen der bautechnischen Unterlagen mit dem Besteller festzulegen.

Für die Ermittlung der Formänderungen können im allgemeinen die Querschnittswerte ohne Lochabzug angesetzt werden.

Weitere Angaben zum Formänderungsnachweis, z. B. Berücksichtigung des Schraubenschlupfes, sind gegebenenfalls in den Fachnormen enthalten.

6 Bemessungsannahmen für Bauteile

6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen

Für den allgemeinen Spannungsnachweis gelten die folgenden Festlegungen.

6.1.1 Formelzeichen

In Bild 7 und den nachfolgenden Gleichungen (5) bis (10) bedeuten, soweit nicht bereits zu Tabelle 2 erläutert

	Schwerachse
y, z	Querschnittshauptachsen
Schnittgrößen:	
N	Langskraft in x-Richtung
Q_y, Q_z	Querkräfte in y- bzw. z-Richtung
M_y, M_z	Biegemomente um die y- bzw. z-Achse (Momentenvektor in y- bzw. z-Richtung)
$M_T (M_x)$	Torsionsmoment in x-Richtung
Spannungen:	
σ_x	Normalspannung infolge N, M_y und M_z
$\sigma_{x, m}$	Mittelwert der Normalspannung σ_x im nachzuweisenden Querschnittsteil
σ_y, σ_z	Normalspannungen infolge örtlicher Kräfteinleitung
$\sigma_{y, m}, \sigma_{z, m}$	Mittelwert der Normalspannungen σ_y bzw. σ_z im nachzuweisenden Querschnittsteil
τ_{xy}, τ_{xz}	Schubspannung im Querschnitt (Flächennormale x) in Richtung y bzw. z infolge Q_y, Q_z und M_T
τ_m	Mittelwert der Schubspannung τ_{xy} bzw. τ_{xz} im nachzuweisenden Querschnittsteil

6.1.2 Beanspruchung durch eine Längskraft N

Für ein durch eine Längskraft N beanspruchtes Bauteil ist der Nachweis nach Gleichung (5 a) bzw. (5 b) zu führen.

Druck $N < 0$; $\left| \sigma_D \right| = \frac{N}{A} \tag{5 a}$

Zug $N > 0$; $\sigma_Z = \frac{N}{A - \Delta A} \leq \text{zul}_\sigma \tag{5 b}$

Bei Zugstäben mit unsymmetrischem Anschluß durch nur eine Schraube ist der Nachweis für den schwächeren Teil des Nettoquerschnittes mit der halben zu übertragenden Kraft zu führen.

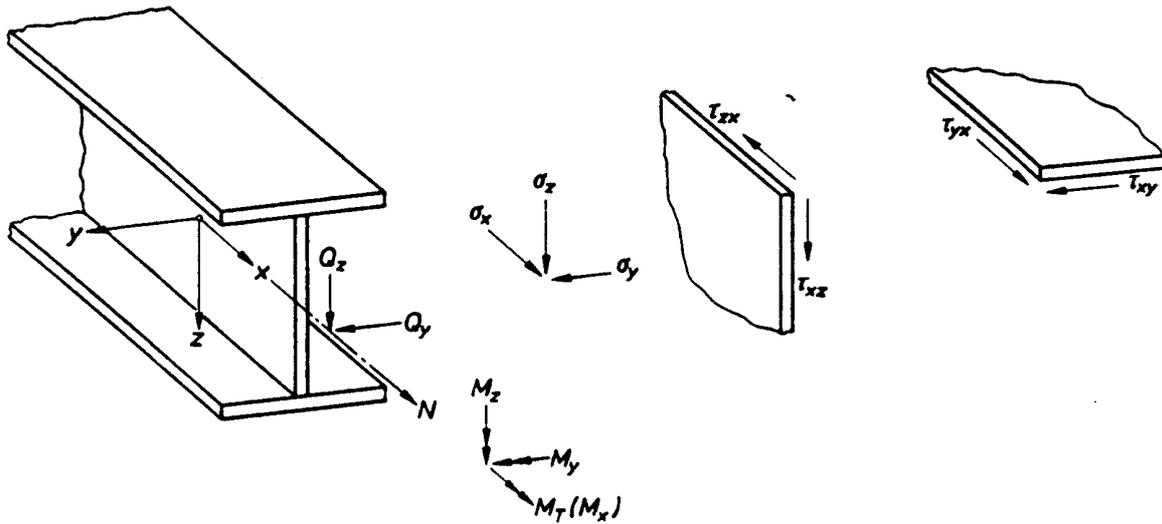


Bild 7. Koordinatensystem für Schnittgrößen und Beanspruchungen

6.1.3 Beanspruchung durch eine Querkraft Q_y oder Q_z

Für ein durch eine Querkraft Q_y oder Q_z beanspruchtes Bauteil ist im allgemeinen der Schubspannungsnachweis nach Gleichung (6 a) zu führen:

$$\left. \begin{aligned} \max \tau_{Q_y} &= \frac{Q_y \cdot \max S_z}{I_z \cdot t} \\ \text{bzw.} \\ \max \tau_{Q_z} &= \frac{Q_z \cdot \max S_y}{I_y \cdot t} \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ a})$$

Die maximale Schubbeanspruchung $\max \tau$ darf die zulässige Schubspannung $\text{zul } \tau$ bis zu 10 % überschreiten (Gleichung 6 b), wenn die mittlere Schubspannung eines Querschnitts τ_m die zulässige Schubspannung $\text{zul } \tau$ nicht überschreitet (Gleichung 6 c)

$$\left. \begin{aligned} \max \tau_{Q_y} &= \frac{Q_y \cdot \max S_z}{I_z \cdot t} \\ \text{bzw.} \\ \max \tau_{Q_z} &= \frac{Q_z \cdot \max S_y}{I_y \cdot t} \end{aligned} \right\} \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau \quad (6 \text{ b})$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{Q_y, m} &= \frac{Q_y}{A_{Q_y}} \\ \text{bzw.} \\ \tau_{Q_z, m} &= \frac{Q_z}{A_{Q_z}} \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ c})$$

Bei gleichzeitigem Auftreten von Schubspannungsteilen aus Querkraften Q_y und Q_z sowie Torsion gelten für die Summe der Schubspannungen die Gleichungen (6 a) bis (6 c) sinngemäß:

$$\max (\tau_{Q_y} + \tau_{Q_z} + \tau_T) \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ d}) \text{ statt (6 a)}$$

$$\max (\tau_{Q_y} + \tau_{Q_z} + \tau_T) \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau \quad (6 \text{ e}) \text{ statt (6 b)}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{Q_y} + \tau_{Q_z, m} + \tau_T \\ \tau_{Q_y, m} + \tau_{Q_z} + \tau_T \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ f}) \text{ statt (6 c)}$$

6.1.4 Beanspruchung durch ein Biegemoment M_y oder M_z

Für ein durch ein Biegemoment M_y oder M_z beanspruchtes Bauteil ist der Nachweis nach Gleichung (7 a) und (7 b) zu führen:

$$\left. \begin{aligned} \text{Biegedruck} \quad \sigma_D &= \left| \frac{M_y}{W_{D, y}} \right| \text{ bzw. } \left| \frac{M_z}{W_{D, z}} \right| \leq \text{zul } \sigma \quad (7 \text{ a}) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Biegezug} \quad \sigma_Z &= \frac{M_y}{W_{Z, y}} \text{ bzw. } \frac{M_z}{W_{Z, z}} \leq \text{zul } \sigma \quad (7 \text{ b}) \end{aligned} \right\}$$

6.1.6 Beanspruchung durch ein Torsionsmoment M_T

Für ein durch ein Torsionsmoment M_T beanspruchtes Bauteil sind die daraus resultierenden Schubspannungen nach St. Venant und falls erforderlich, auch die Wölbspannungen zu ermitteln.

6.1.6 Gleichzeitige Beanspruchung durch eine Längskraft N und Biegemomente M_y und M_z

Wird ein Bauteil durch eine Längskraft N (σ_N) und Biegemomente M_y und M_z (σ_{M_y} , σ_{M_z}) beansprucht, sind die zu den Einzelschnittgrößen nach Abschnitt 6.1.2 und 6.1.4 ermittelten Spannungsanteile für die maßgebenden Rand- bzw. Eckpunkte zu überlagern. Es sind die Nachweise nach Gleichung (8 a) bzw. (8 b) oder (8 c) zu führen.

Längskraft und einachsige Biegung (N und M_y oder N und M_z):

$$\left. \begin{aligned} |\sigma_N + \sigma_{M_y}| \\ |\sigma_N + \sigma_{M_z}| \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ a})$$

Längskraft und zweiachsige Biegung (N , M_y und M_z):

$$|\sigma_N + \sigma_{M_y} + \sigma_{M_z}| \leq \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ b})$$

Wenn je für sich

$$\left. \begin{aligned} |\sigma_N + \sigma_{M_y}| \\ |\sigma_N + \sigma_{M_z}| \end{aligned} \right\} \leq 0,8 \cdot \text{zul } \sigma,$$

darf die maximale Randspannung betragen.

$$|\sigma_N + \sigma_{M_y} + \sigma_{M_z}| \leq 1,1 \cdot \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ c})$$

6.1.7 Zweiachsige Spannungszustände

Bei zweiachsigen Spannungszuständen ist für das Zusammenwirken von Einzelspannungen (z. B. σ_x , σ_y und τ) ein Vergleichsspannungsnachweis nach Gleichung (9) zu führen.

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \leq \text{zul } \sigma \quad (9)$$

Bei Biegeträgern, die ausschließlich durch Querkräfte und einachsige Biegung beansprucht sind, darf statt dessen der Nachweis gemäß Gleichung (10) geführt werden.

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 \cdot \text{zul } \sigma \quad (10)$$

Gleichung (10) gilt als erfüllt, sofern die einzelnen Spannungsanteile die Bedingungen $\sigma \leq 0,5 \cdot \text{zul } \sigma$ oder $\tau \leq 0,5 \cdot \text{zul } \tau$ erfüllen.

Für die Nachweise gemäß Gleichung (9) oder (10) darf anstelle von τ die mittlere Schubspannung τ_m gemäß den Abschnitten 6.1.3 und 6.1.5 eingesetzt werden.

6.2 Seile

6.2.1 Allgemeines

Seile werden vorwiegend durch Langkräfte auf Zug beansprucht. Für die Bemessung sind bevorzugt Versuchsergebnisse zugrunde zu legen, die an solchen Seilen, Endausbildungen (Verankerungen) von Seilen, Umlenklagern und Schellen ermittelt wurden, die bei dem betreffenden Bauwerk verwendet werden.

6.2.2 Begriffe (siehe auch DIN 3051)

Der Seildurchmesser d ist der Durchmesser des dem Seil umschriebenen Kreises.

Der Füllfaktor f ist das Verhältnis des metallischen Querschnittes des Seiles zum Flächeninhalt seines Umkreises; siehe Tabelle 4, Spalte 2 bis 12.

Der metallische Seilquerschnitt A_m ist die Summe der Querschnitte aller Drähte im Seil. Er wird mittels des Füllfaktors f berechnet.

$$A_m = f \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

Die rechnerische Bruchkraft F_r des Seiles ist das Produkt aus dem metallischen Seilquerschnitt und der Nennfestigkeit β_N der Drähte.

$$F_r = A_m \cdot \beta_N$$

Die ermittelte Bruchkraft F_e des Seiles ist die Summe der einzeln im Zugversuch festgestellten Bruchkräfte aller Drähte des Seiles.

Die wirkliche Bruchkraft F_w des Seiles ist die durch Zerreißen des Seiles im ganzen Strang festgestellte Bruchkraft.

Der Verseilverlust ist die Differenz zwischen der ermittelten und der wirklichen Bruchkraft des Seiles.

Der Verseilfaktor k_s ist ein Erfahrungswert, der den Verseilverlust berücksichtigt; siehe Tabelle 4, Spalte 13 bis 20.

Die Mindestbruchkraft $\min F$ des Seiles ist das Produkt aus der rechnerischen Bruchkraft und dem Verseilfaktor.

$$\min F = A_m \cdot \beta_N \cdot k_s$$

Der Gewichts faktor u ist ein Rechenwert, der außer dem Gewichtsanteil der Drähte auch die Gewichtsanteile des Korrosionsschutzes berücksichtigt; siehe Tabelle 4, Spalte 21.

Das rechnerische Gewicht G des Seiles in kg/m ist das Produkt aus dem metallischen Seilquerschnitt A_m in mm² und dem Gewichts faktor.

$$G = A_m \cdot u$$

6.2.3 Nachweise

6.2.3.1 Alle Seilarten

Bei Seilen einschließlich Endausbildung muß die Sicherheit v gegenüber der wirklichen Bruchkraft

$$\text{im Lastfall H} \quad v_H \geq 2,2$$

$$\text{im Lastfall HZ} \quad v_{HZ} \geq 2,0$$

beragen.

Beim Aufstellen der statischen Berechnung ist im allgemeinen die wirkliche Bruchkraft noch nicht ermittelt. In diesem Fall darf die Mindestbruchkraft des Seiles eingesetzt werden.

Für den Tragfähigkeitsnachweis des Seiles einschließlich Endausbildung ist die Mindestbruchkraft des Seiles um den Verlustfaktor der Endausbildung k_e nach Tabelle 5, Spalte 3, abzumindern, d. h.

$$\min F_w \geq A_m \cdot \beta_N \cdot k_s \cdot k_e \quad (11)$$

Unter Einhaltung der geforderten Sicherheit v ergibt sich daraus die zulässige Seilkraft

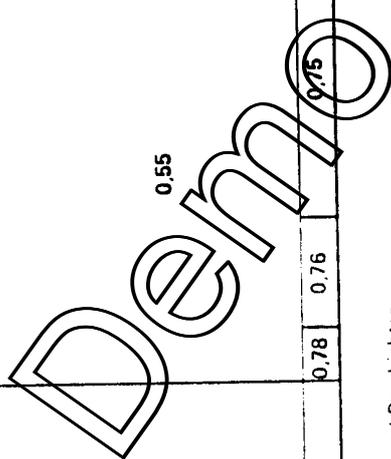
$$\text{zul } F = \frac{A_m \cdot \beta_N}{v} \cdot k_s \cdot k_e \quad (12 a)$$

bzw. die zulässige Spannung $\text{zul } \sigma$ für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft zu

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_N}{v} \cdot k_s \cdot k_e \quad (12 b)$$

Tabelle 4. Seilkennwerte für die statische Berechnung

1	2	3	4	5					6					7					20	21	22
				Fullfaktor f					Vorseilfaktor k_s					Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen							
Konstruktionsmerkmale	Runddraht kern + 1 Lage Profil-drahte	Runddraht kern + 2 Lagen Profil-drahte	Runddraht kern + mehr als 2 Lagen Profil-drahte	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	kg $\frac{m \cdot mm^2}{m^2}$	N $\frac{mm^2}{mm^2}$
	Seilarten	0,81	0,84	0,86	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	0,88	0,87	0,84	0,82	0,82	0,82		
1 Offene Spiralseile	0,81	0,84	0,86	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	0,88	0,87	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,15 · 10 ⁶
2 vollverschlossene Spiralseile	0,81	0,84	0,86	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	0,88	0,87	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,16 · 10 ⁶
3 Rundlitzenseile	6 bis 8																				0,12 · 10 ⁶
	8																				0,11 · 10 ⁶
	17																				0,11 · 10 ⁶
	19																				0,10 · 10 ⁶
	23																				0,10 · 10 ⁶
	30																				0,09 · 10 ⁶
4 Paralleldrahtbündel *)	25																				0,10 · 10 ⁶
	32																				0,09 · 10 ⁶
					0,78	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,85 **)	0,20 · 10 ⁶



*) Diese Werte gelten nicht für Paralleldrahtbündel aus Litzen.

**) Dieser Wert gilt für einen Korrosionsschutz durch Verzinken und Beschichten.

Tabelle 5. **Abminderung der Mindestbruchkraft in Abhängigkeit von der Endausbildung**

	1	2	3
	Art der Endausbildung	nach Norm	Verlustfaktor k_e
1	Metallischer Drahtseilverguß	DIN 3092	1,00
2	Preßklemme	DIN 3093 Teil 1 bis Teil 3	0,85
3	Drahtseilklemme	DIN 1142	0,80
Für andere hier nicht aufgeführte Endausbildungen sind die Werte k_e z. B. durch Versuche zu ermitteln.			

Vergußkegel und Seilkopf als mögliche Seilendausbildung müssen so bemessen sein, daß eine Übertragung der Mindestbruchkraft des Seiles gewährleistet ist. Diese Bedingung gilt bei Ausführung nach Bild 22 ohne weitere Nachweise als erfüllt.

Die wirkliche Bruchkraft des Seiles einschließlich Endausbildung (min F_w) ist durch einen Zugversuch nachzuweisen. Hierauf darf verzichtet werden, wenn

- die Ausführung des Seiles und der Endausbildung sowie zugehörige Angaben zur Tragfähigkeit einer DIN Norm, z. B. nach den Abschnitten 2.2.1 und 9.3, angenommen werden können oder
- ein Nachweis für vergleichbare Ausführungen und Abmessungen bereits erbracht ist.

Ist ein Zugversuch erforderlich, so ist er an mindestens 1 Probestück je Seildurchmesser von einer amtlichen oder amtlich anerkannten Prüfstelle²⁾ durchzuführen. Das Probestück muß aus derjenigen Materiallieferung entnommen werden, die für das Bauwerk, für das der Nachweis erbracht wird, bestimmt ist, und mindestens an einem Ende mit der für das Bauwerk vorgesehenen Endausbildung versehen sein.

Wenn die wirkliche Bruchkraft des Probestückes (Seil einschließlich Endausbildung) den nach Formel (11) errechneten Wert F_w um nicht mehr als 5 % unterschreitet, so ist eine nachträgliche Berücksichtigung der wirklichen Bruchkraft in der statischen Berechnung nicht erforderlich.

Über die Reibungsbeiwerte zur Berechnung von Kabelschellen, Umlenkklagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl liegen für offene Spiralseile, Rundlitzenseile und Paralleldrahtbündel keine ausreichenden Erfahrungen vor. Diese sind durch Versuche zu bestimmen. Zulässige Querpressungen und Krümmungsradien sind ebenfalls durch Versuche nachzuweisen.

6.2.3.2 Vollverschlossene Spiralseile

Die zulässige Spannung für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft ergibt sich nach Formel (12 b) mit den Werten $k_s = 0,92$ nach Tabelle 4, Spalte 15 bis 20 und $k_e = 1,00$ nach Tabelle 5, Zeile 1 (für metallischen Drahtseilverguß) zu

$$\text{zul } \sigma_H = \frac{0,92 \cdot 1,00}{2,2} \cdot \beta_N = 0,42 \cdot \beta_N \quad (12 c)$$

bzw.

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = \frac{0,92 \cdot 1,00}{2,0} \cdot \beta_N = 0,46 \cdot \beta_N \quad (12 d)$$

Bei der Berechnung von Kabelschellen, Umlenkklagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl sind, falls nicht durch Versuche anders nachgewiesen, folgende Reibungswerte einzusetzen:

zwischen Seilen bzw. zwischen Seilen und Stahl: $\mu = 0,10$
zwischen Einlegeseilen und Stahl: $\mu = 0,12$

Die Sicherheit gegen Gleiten muß

in Schellen $v_H = 1,5$ $v_{HZ} = 1,33$ und
auf Umlenkklagern $v_H = 2,2$ $v_{HZ} = 2,00$ betragen.

Werden für Umlenkklager, Schellen, Seilköpfe und Verankerungen Werkstoffe verwendet, für die in Tabelle 12 keine zulässigen Spannungen angegeben sind, so müssen folgende Sicherheiten eingehalten werden

gegen Bruch $v_H = 2,2$ $v_{HZ} = 2,0$
gegen die 0,2-Dehngrenze $v_H = 1,5$ $v_{HZ} = 1,33$

Die Querpressung wird als Linienlast angegeben. Bei Umlenkklagern darf sie für Haupt- und Zusatzkräfte im allgemeinen folgende Werte nicht überschreiten:

Seil auf Stahl: 10 kN/cm

Seil auf Weichmetalleinlage ≥ 1 mm: 25 kN/cm

Der für den Krümmungsradius der Seile in Umlenkklagern in Abschnitt 9.3.3 angegebene Mindestwert $r \geq 30 d$ darf für Seildurchmesser $d \leq 80$ mm auf $r \geq 20 d$ verringert werden, wenn dies beim Seilaufbau, insbesondere durch eine entsprechende Wahl der Schlaglänge berücksichtigt und außerdem sichergestellt ist, daß bei der Verwendung von Weichmetalleinlagen ≥ 1 mm die als Linienlast gerechnete Querpressung p [in kN/cm] des Seiles nicht höher ist als der Durchmesser d_k (Bild 2) des Runddrahtkernes [in mm].

Noch kleinere Krümmungsradien dürfen nur angewendet werden, wenn die wirkliche Bruchkraft des Seiles einschließlich Umlenkung durch mindestens einen Versuch einer amtlichen oder amtlich anerkannten Prüfstelle mit Prüfstücken, die der Ausführung im Bauwerk entsprechen, nachgewiesen ist.

In Schellen müssen die Seile formtreu quergepreßt werden, wobei darauf zu achten ist, daß lokale Spannungspitzen im Seil und scharfe Kanten vermieden werden. Die Querpressung soll möglichst hoch gewählt werden. Unter Haupt- und Zusatzlasten soll die als Linienlast gerechnete Querpressung p [in kN/cm] bei formtreuer Führung des Seiles etwa gleich dem Durchmesser d_k (Bild 2) des Runddrahtkernes [in mm] sein.

Für den Krümmungsradius der Seile sind die zulässigen Werte nach Abschnitt 9.3.3 einzuhalten.

6.2.3.3 Paralleldrahtbündel

Die zulässige Spannung für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft ergibt sich nach Formel (12 b) mit den Werten $k_s = 1,00$ nach Tabelle 4, Spalte 13 bis 20 und $k_e = 1,00$ nach Tabelle 5, Zeile 1 (für metallischen Drahtseilverguß) zu

$$\text{zul } \sigma_H = \frac{1,00 \cdot 1,00}{2,2} \cdot \beta_N = 0,45 \cdot \beta_N \quad (12 e)$$

bzw.

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = \frac{1,00 \cdot 1,00}{2,0} \cdot \beta_N = 0,50 \cdot \beta_N \quad (12 f)$$

²⁾ Diese sind im Verzeichnis C der Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zum Geräte-Sicherheitsgesetz angegeben.

7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile

7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße

7.1.1 Allgemeines

Die einzelnen Querschnittsteile, z. B. Flansche, Stege, sind im allgemeinen je für sich nach den anteiligen Schnitt- und Stützgrößen anzuschließen oder zu stoßen. Wird ein unmittelbarer Stoß oder Anschluß aller Querschnittsteile nicht oder nur teilweise ausgeführt, so ist die Kräfteumleitung im Stoßbereich nachzuweisen.

7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen

Decken sich die Schwerachsen der einzelnen Naht-, Schrauben- oder Nietgruppen nicht mit den Schwerachsen der zu verbindenden Querschnittsteile, entstehen Exzentrizitäten. Ob und in welchem Umfang diese zu berücksichtigen sind, ist den Fachnormen zu entnehmen.

7.1.3 Beiwinkel

Bei geschraubten und bei genieteten Anschlüssen sind Beiwinkel (siehe Bild 8) entweder an einem Schenkel mit dem 1,5fachen oder an beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen der anteiligen Schnittgrößen anzuschließen. Damit gelten auch in solchen Anschlüssen auftretende Exzentrizitäten als abgedeckt.

Für gleitfeste Verbindungen nach Abschnitt 7.2.2 ist diese Erhöhung nicht erforderlich.

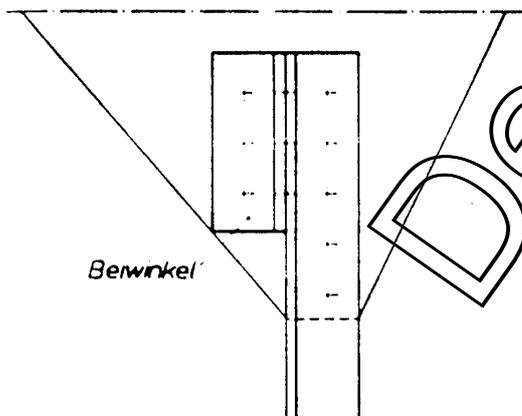


Bild 8. Anschluß eines Stabes durch Beiwinkel

7.1.4 Durchbindelaschen bei biegesteifen Stößen

Bei Anschlüssen mit Durchbindelaschen sind die Zugkräfte aus den Biegemomenten durch die Laschen allein aufzunehmen. Als Hebelarm darf vereinfachend angesetzt werden:

- bei Zug- und Drucklaschen der Abstand ihrer Schwerpunkte,
- bei nur einer gezogenen Lasche der Abstand ihres Schwerpunktes vom Druckrand. Hierbei muß eine einwandfreie Übertragung der Druckkraft durch Kontakt sichergestellt sein.

7.1.5 Stoßdeckung durch Knotenbleche

Knotenbleche dürfen zur Stoßdeckung herangezogen werden. Es ist ein entsprechender Nachweis zu führen.

7.1.6 Mittelbare Stoßdeckung

Bei mittelbarer Stoßdeckung über m Zwischenlagen zwischen der Stoßlasche und dem zu stoßenden Teil ist die Anzahl der Schrauben und Niete gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Anzahl n auf $n' = n \cdot (1 + 0,3 \cdot m)$ zu erhöhen (Bild 9).

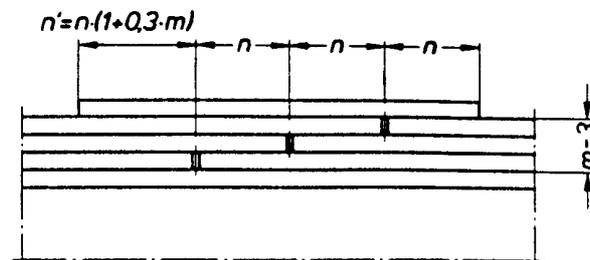


Bild 9. Erhöhung der Anzahl der Verbindungsmittel bei mittelbarer Stoßdeckung

Futterstücke von mehr als 6 mm Dicke gelten als Zwischenlage, wenn sie nicht mit mindestens einer Niet- bzw. Schraubenreihe oder durch entsprechende Schweißnähte verbunden werden.

In gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 7.2.2 ist ein Vorbinden oder Erhöhen der Schraubenzahl nicht erforderlich.

7.1.7 Gurtplattenanschluß

Gurtplatten von Vollwandträgern gelten erst an der Stelle als voll wirksam, an der ihre anteilige Kraft angeschlossen ist. Bei Anschlüssen mit Scher-/Lochleibungs- und gleitfesten Verbindungen ist, entsprechend Bild 10 mindestens eine Reihe der Verbindungsmittel vor dem rechnerischen Anschlußpunkt anzuordnen; für geschweißte Anschlüsse siehe auch Abschnitt 9.2.2.4.

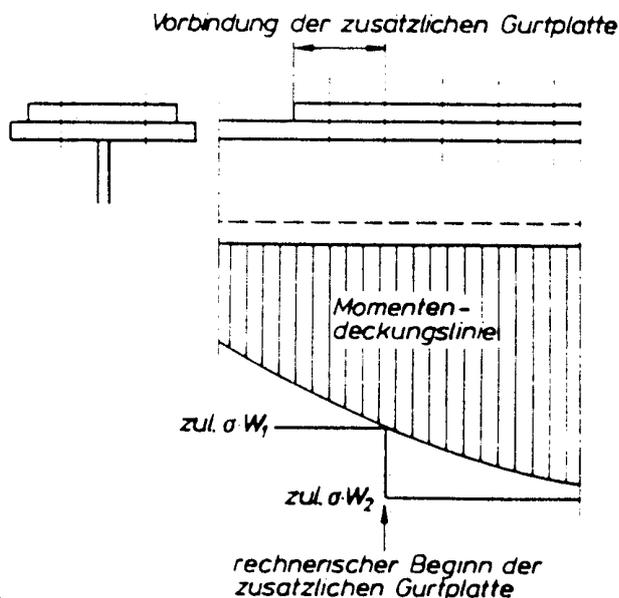


Bild 10. Verbindung zusätzlicher Gurtplatten

7.1.8 Kontaktstöße

Entsprechende Regelungen enthalten die Fachnormen.

7.2 Schrauben- und Nietverbindungen

7.2.1 Scher-/Lochleibungsverbindungen (SL- und SLP-Verbindungen)

7.2.1.1 Wirkungsweise

In Scher-/Lochleibungsverbindungen werden Schrauben bzw. Niete senkrecht zu ihrer Achse beansprucht. Für die Berechnung der übertragbaren Kräfte wird ausschließlich die Beanspruchung auf Abscheren in der Schraube bzw. im Niet sowie auf Lochleibung zwischen der Schraube bzw. dem Niet und der Lochwand des zu verbindenden Bauteiles herangezogen. Hochfeste Schrauben (Festigkeitsklasse 10.9) dürfen dabei ohne Vorspannung oder mit teilweiser Vorspannung $\geq 0,5 F_v$ (F_v nach Tabelle 9, Spalte 2), im folgenden mit „nichtplanmäßiger Vorspannung“ bezeichnet, verwendet werden.

Durch nichtplanmäßiges Vorspannen der Schrauben läßt sich durch Ausnutzen des dadurch hervorgerufenen räumlichen Spannungszustandes unter Nutzlast das Verformungsverhalten infolge Lochleibungsdruck verbessern. Dieses darf durch eine Erhöhung des zulässigen Lochleibungsdrucks in Rechnung gestellt werden (siehe Tabelle 7, Zeile 5 und 7).

Scher-/Lochleibungsverbindungen dürfen mit einem Lochspiel $\Delta d \leq 2$ mm (SL-Verbindungen) und $\Delta d \leq 0,3$ mm (SLP-Verbindungen) ausgeführt werden. Bei Anschlüssen und Stößen in seitenverschieblichen Rahmen darf das Lochspiel maximal 1,0 mm betragen.

Senkschrauben und Senkniete dürfen verwendet werden. Bei Verbindungen mit Senkschrauben darf das Lochspiel Δd maximal 1 mm betragen.

7.2.1.2 Nachweise

In den nachfolgenden Formeln (13) und (14) bedeuten:

- A_s Querschnittsfläche des Schaftes von Schraube bzw. geschlagenem Niet entsprechend Tabelle 8, Spalte 2 und 9
- F Zu übertragende Schnittkraft (Längskraft N , Querkraft Q)
- zul Q_{SL} zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer SL-Verbindung
- zul Q_{SLP} zulässige übertragbare Kraft einer Schraube bzw. eines Nietes je Scherfläche senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse in einer SLP-Verbindung.
- d Schaftdurchmesser der Schraube bzw. des geschlagenen Nietes
- n Anzahl der Schrauben bzw. Niete in der Verbindung
- m Anzahl der Scherfugen (Schnittigkeit)
- min Σt kleinste Summe der Blechdicken mit in gleicher Richtung wirkendem Lochleibungsdruck
- σ_l Lochleibungsdruck zwischen Schraube bzw. Niet und Lochwand des zu verbindenden Bauteiles
- τ_a Beanspruchung auf Abscheren in Schraube bzw. Niet

Die nachstehenden Formeln gelten für einschrittige sowie für mehrschrittige, symmetrische Verbindungen. Der Lochleibungsdruck σ_l und die Abscherspannung τ_a sind ungeachtet der wirklichen Spannungsverhältnisse wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_l = \frac{F}{d \cdot n \cdot \min \Sigma t} \quad (13)$$

Die Werte für zul σ_l sind für das Bauteil in Tabelle 7 und für die Schraube bzw. Niet in Tabelle 8 enthalten. Bei unterschiedlichen Werkstoffen für Bauteil und Verbindungsmittel ist der kleinere Wert der Bemessung zugrunde zu legen.

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_s} \quad \text{mit } A_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (14 a)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{zul } Q_{SL} \\ \text{zul } Q_{SLP} \end{array} \right\} = \text{zul } \tau_a \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (14 b)$$

Die Werte für zul τ_a sind in Tabelle 8 angegeben, ebenso die Werte zul Q_{SL} und zul Q_{SLP} für die gängigen Schrauben bzw. Niete.

Die Nachweise für Senkschrauben und Senkniete können nach den Ausführungen dieses Abschnittes durchgeführt werden, wenn die rechnerische Lochleibungsspannung zwischen dem außenliegenden Bauteil und dem glatten Schraubenschaft (Bereich II nach Bild 11) den zulässigen Wert nicht überschreitet. Andernfalls sind die zulässigen Kräfte auf 80 % abzumindern. In Verbindungen mit Senkschrauben und -nieten sind oberhalb der Gebrauchslast größere Verformungen als in anderen Schrauben- bzw. Nietverbindungen mit vergleichbaren Abmessungen zu erwarten, insbesondere besteht bei kleiner werdendem Bereich II die Tendenz, daß sich der Schraubenkopf infolge der Keilwirkung bei der Kraftübertragung im Bereich I aus der Oberfläche herausdreht.

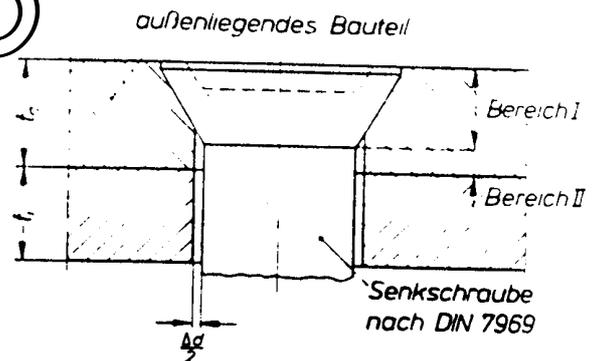


Bild 11. Verbindung mit Senkschraube nach DIN 7969

Bei Gelenkbolzen ist im allgemeinen zusätzlich die Biegespannung bzw. Vergleichsspannung nachzuweisen.

7.2.2 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben (GV- und GVP-Verbindungen)

7.2.2.1 Wirkungsweise

In gleitfesten Verbindungen sind die Schrauben planmäßig nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.2, vorzuspannen. Damit lassen sich in den besonders vorbehandelten Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Reibung übertragen (GV-Verbindungen). Bei Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben wird gleichzeitig die Kraftübertragung durch Abscheren und Lochleibungsdruck herangezogen (GVP-Verbindungen).

Gleitfeste Verbindungen dürfen mit einem Lochspiel $d \leq 2$ oder 3 mm (GV-Verbindungen) und mit einem Lochspiel $d \leq 0,3$ mm (GVP-Verbindungen) ausgeführt werden.

7.2.2.2 Nachweise

In den nachfolgenden Formeln (15) und (16) bedeuten:

- F_V Vorspannkraft in der Schraube nach Tabelle 9, Spalte 2
- zul Q_{GV} zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer GV-Verbindung
- zul Q_{GVP} zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Reibfläche (Scherfläche) senkrecht zur Schraube in einer GVP-Verbindung
- zul Q_{SLP} zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer SLP-Verbindung [vergleiche Formel (14 b)].
- $\mu = 0,5$ Reibbeiwert der Berührungsflächen bei einer der folgenden Reibflächenvorbereitungen:
- Stahlgußkiesstrahlen
 - 2x Flammstrahlen
 - Sandstrahlen
 - gleitfeste Beschichtungsstoffe nach Abschnitt 7.2.2.3
- v_G Sicherheitsbeiwert gegen Gleiten

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Schrauben Lochspiel $\Delta d \leq 2,0$ mm (GV-Verbindungen) beträgt:

$$\text{zul } Q_{GV} = \frac{\mu}{v_G} \cdot F_V \quad (15)$$

$$\text{mit } v_{G,H} = 1,25 \text{ oder } v_{G,HZ} = 1,10$$

Die Werte zul Q_{GV} sind in Tabelle 9, Spalten 3 und 4 angegeben. Bei einem Lochspiel $2,0 \text{ mm} < \Delta d \leq 3,0$ mm sind diese Werte auf 80 % zu ermaßen.

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben, Lochspiel $\Delta d \leq 0,3$ mm (GVP-Verbindungen) beträgt:

$$\text{zul } Q_{GVP} = \frac{1}{2} \cdot \text{zul } Q_{SLP} + \text{zul } Q_{GV} \quad (16)$$

Die Werte zul Q_{GVP} sind in Tabelle 9, Spalte 5 und 6 angegeben.

Der Lochleibungsdruck σ_1 in den zu verbindenden Bauteilen ist rechnerisch nach Formel (13) Abschnitt 7.2.1.2 nachzuweisen; dabei ist der Einfluß von Reibungskräften unberücksichtigt zu lassen. Die Werte für zul σ_1 sind Tabelle 7, Zeile 8, zu entnehmen. Ein Nachweis der Scherspannung τ_s ist nicht erforderlich.

Für Bauteile mit Zugbeanspruchung, die durch GV- oder GVP-Verbindungen angeschlossen sind, darf beim allgemeinen Spannungsnachweis angenommen werden, daß 40 % der zulässigen übertragbaren Kraft zul Q_{GV} nach Formel (15) derjenigen hochfesten Schrauben, die im betrachteten Querschnitt mit Lochabzug liegen, vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschluß angeschlossen sind (Kraftvorabzug).

Außerdem ist der Vollquerschnitt mit der Gesamtkraft nachzuweisen.

Werden GVP-Verbindungen durch Schnittkräfte mit wechselnden Vorzeichen beansprucht, so ist die Übertragung der dem Betrag nach größeren Kraft mit den Werten zul Q_{GVP} der Tabelle 9, Spalte 5 und 6, und die Übertragung der dem Betrag nach kleineren Kraft mit den Werten zul Q_{GV} der Tabelle 9, Spalte 3 und 4, nachzuweisen.

7.2.2.3 GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Beschichtungsstoffen

Wird auf die nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.1 vorbehandelten Reibflächen ein gleitfester Beschichtungsstoff aufgebracht, so sind für GV- und GVP-Verbindungen die Werte nach Tabelle 9, Spalte 3 und 4 bzw. 5 und 6 in Rechnung zu stellen. Gleitfeste Beschichtungsstoffe müssen den Technischen Lieferbedingungen (TL) Nr. 918 300, Blatt 85 der Deutschen Bundesbahn entsprechen und die darin unter Abschnitt 2.1 geforderten Reibbeiwerte durch Zeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt ³⁾ belegt sein. Diese Prüfung ist mindestens im Abstand von 3 Jahren zu wiederholen.

7.2.3 Verbindungen mit Zugbeanspruchung in Richtung der Schraubenachse aus äußerer Belastung

7.2.3.1 Nichtplanmäßig vorgespannte Verbindungen

In der nachfolgenden Formel (17) bedeuten:

zul Z zulässige übertragbare Kraft einer Schraube in Richtung der Schraubenachse

A_S	Spannungsquerschnitt	siehe DIN ISO 898 Teil 1, Ausgabe April 1979, Abschnitt 8.2
d_2	Nenn-Flankendurchmesser	
d_3	Nenn-Kerndurchmesser	

zul σ_Z zulässige Zugbeanspruchung in der Schraube

Es beträgt:

$$\text{zul } Z = \text{zul } \sigma_Z \cdot A_S \quad (17)$$

$$\text{mit } A_S = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Die Werte für zul σ_Z und zul Z sind in Tabelle 10 angegeben.

Die Verwendung hochfester Schrauben ohne Vorspannung oder mit nicht planmäßiger Vorspannung bei Beanspruchung auf Zug aus äußerer Belastung ist nur zulässig unter der Voraussetzung, daß die für die vorgesehene Lebensdauer der Verbindung zu erwartende Lastspielzahl N der nicht ständigen Lasten eine der folgenden Bedingungen erfüllt.

1. $N \leq 10^4$; diese Bedingung gilt als erfüllt bei nicht ständigen Lasten infolge Schnee, Temperatur, Nutzlasten in Wohnungen, Büros, Büchereien und Lagerstoffen.
2. $N \leq 10^5$; jedoch dürfen Spannungen, die größer als 40 % der im Lastfall H nach Tabelle 10, Spalte 7 zulässigen Werte sind, nicht mit einer größeren Spannungsspielzahl als 10^4 auftreten; diese Bedingung gilt als erfüllt bei Windbelastung, solange eine durch das Tragverhalten bedingte Periodizität der Windbelastung, z. B. durch angefachte Schwingungen, ausgeschlossen werden kann.

Dabei darf die zulässige übertragbare Zugkraft zul Z nach Formel (17) ermittelt werden. Die Werte zul σ_Z und zul Z sind dafür in Tabelle 10, Spalte 7 bzw. 8 angegeben.

³⁾ Hierfür anerkannte Materialprüfanstalten sind die Forschungs- und Materialprüfanstalten für das Bauwesen an der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut) und die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Universität Karlsruhe.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, ist im Einzelfall eine Zustimmung der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle erforderlich, sofern nicht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt ist. Anderenfalls sind die hochfesten Schrauben planmäßig vorzuspannen (siehe Abschnitt 7.2.3.2).

In SL- und SLP-Verbindungen sind bei gleichzeitiger Beanspruchung auf Abscheren und Zug alle Einzelnachweise (Q, σ_1, Z) unabhängig voneinander zu führen. Dabei dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten nach Tabelle 7, 8 und 10 ohne Nachweis einer Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Für den zulässigen Lochleibungsdruck σ_1 sind in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen ($\geq 0,5 \cdot F_v$) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 4 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 6 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen.

7.2.3.2 Planmäßig vorgespannte Verbindungen

Die Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung wird rechnerisch ausschließlich den Schrauben zugewiesen, d. h. 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. Die auf eine einzelne Schraube oder Paßschraube entfallende rechnerische Zugkraft Z darf die in Tabelle 10, Spalte 9 bzw. 10, angegebenen Werte zu Z nicht überschreiten.

In GV- und GVP-Verbindungen ist bei gleichzeitiger Beanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung und senkrecht zur Richtung der Schraubenachse die zulässige übertragbare Kraft zu Q_{GV} bzw. zu Q_{GVP} wie folgt abzumindern:

$$\text{zul } Q_{GV, z} = \left(0,2 + 0,8 \cdot \frac{\text{zul } Z - Z}{\text{zul } Z} \right) \cdot \text{zul } Q_{GV} \quad (18a)$$

$$\text{zul } Q_{GVP, z} = 0,5 \cdot \text{zul } Q_{SLP} + \left(0,2 + 0,8 \cdot \frac{\text{zul } Z - Z}{\text{zul } Z} \right) \cdot \text{zul } Q_{GV} \quad (18b)$$

Für den zulässigen Lochleibungsdruck σ_1 sind die Werte nach Tabelle 7, Zeile 5 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 7 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen.

7.3 Schweißverbindungen

7.3.1 Verbindungen durch Lichtbogenschweißung

Die nachstehenden Bestimmungen gelten auch für Nahte, bei denen Fertigungsbeschichtungen überschweißt werden, wenn die Bedingungen der DASt-Ri 006 „Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau“ beachtet sind.

7.3.1.1 Maße der Schweißnahte

Die rechnerischen Maße der Schweißnahte sind mit der Dicke a und der Länge l gegeben.

Die rechnerischen Nahtdicken a sind Tabelle 6 zu entnehmen. Aus schweißtechnischen Gründen werden bei Kehlnahten folgende Grenzwerte empfohlen:

$$\min a \geq \frac{2 \text{ mm}}{\max l - 0,5}$$

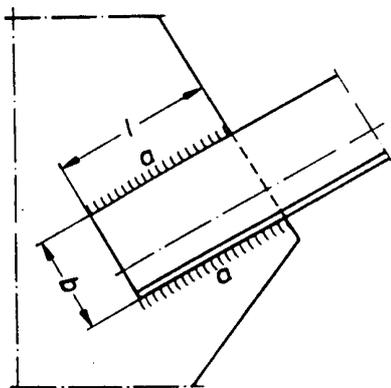
$$\max a \leq 0,7 \min l \quad (a \text{ und } l \text{ in mm})$$

Die rechnerische Nahtlänge l ist gleich der Gesamtlänge einer Naht, bei Kehlnahten gleich der Länge der Wurzellinie.

In unmittelbaren Laschen- und Stabanschlüssen sind für die rechnerische Länge der einzelnen Flankenkehlnahte die Bedingungen nach den Bildern 12 bis 14 einzuhalten. Unsymmetrische Anschlüsse nach Bild 14 sind nur zulässig, wenn die längere Naht nahe zum Schwerpunkt des anzuschließenden Teiles liegt.

Bei gleichmäßiger Kräfteinleitung über die Anschlußlänge, z. B. bei Querkraftübertragung vom Trägersteg zur Stirnplatte nach Bild 16 ist eine Begrenzung der rechnerischen Nahtlänge nicht erforderlich.

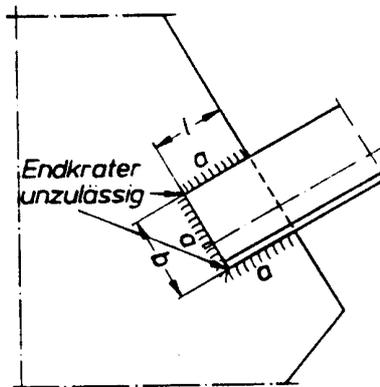
Für den mittelbaren Anschluß von Teilen zusammengesetzter Querschnitte ist die rechnerische Nahtlänge l nach Bild 15 anzusetzen.



$$100 a \geq l \geq 15 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = 2l$$

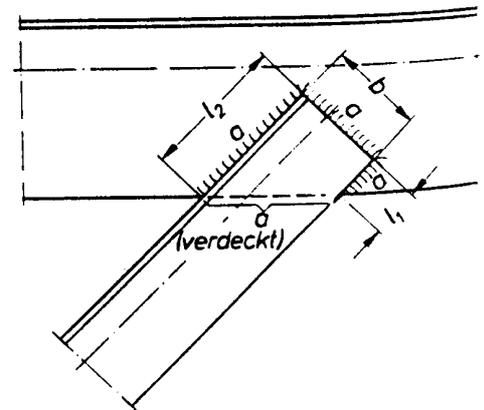
Bild 12. Anschluß mit Flankenkehlnähten



$$100 a \geq l \geq 10 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = b + 2l$$

Bild 13. Anschluß mit Stirn- und Flankenkehlnähten



$$l_1 \geq 10 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = (l_1 + l_2 + 2b)$$

Bild 14. Anschluß mit ringsumlaufender Kehlnaht

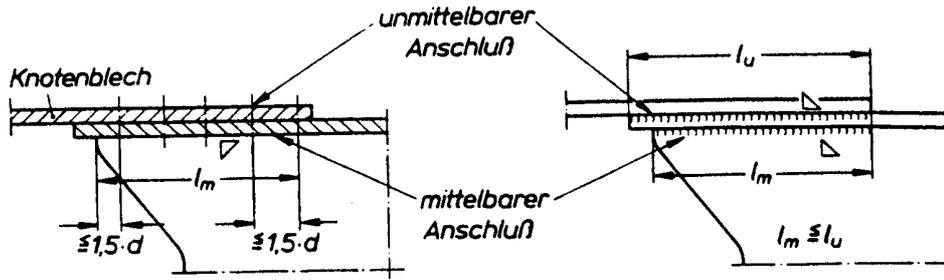


Bild 15. Rechnerische Nahtlänge l für den mittelbaren Anschluß von Teilen zusammengesetzter Querschnitte
 Darin bedeutet:
 d Schaftdurchmesser der Schraube bzw. des geschlagenen Nietes.

Tabelle 6. Rechnerische Schweißnahtdicken a

1		2	3	4
Nahtart		Bild	Rechn. Nahtdicke a	Bemerkung zur Ausführung
1	Stumpnaht		$a = t_1$ wenn $t_1 \geq t_2$	Ausführung nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.1.
2	D(oppel)-HV-Naht (K-Naht)			
3	HV-Naht	Kapplage gegen-geschweißt	 $a = t_1$	
4		Wurzel durch-geschweißt		

Tabelle 6. (Fortsetzung)

		1	2	3		4
		Nahtart	Bild	Rechn. Nahtdicke a		Bemerkung zur Ausführung
5	Stegnähte	D(oppel)-HY-Naht (K-Stegnaht)		$a = t_1$ $c \begin{cases} \geq \frac{1}{5} t_1 \\ \geq 3 \text{ mm} \end{cases}$	Wenn Bedingung für c nicht eingehalten wird, ist Nahtdicke a nach Zeile 7 bis 10 zu bestimmen	Ausführung nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.2
6		HY-Naht				
7	Kehlnähte	Kehlnaht		Nahtdicke a ist gleich der bis zum theoretischen Wurzelpunkt gemessenen Höhe des einschreibbaren gleichschenkligen Dreiecks	Empfohlene Grenzwerte für a siehe Abschnitt 7.3.1.1	
8		Doppelkehlnaht				
9	Kehlnähte	Kehlnaht		$a = \bar{a} + \frac{\min c}{2}$ \bar{a} : entspricht Nahtdicke a nach Zeile 7 und 8 $\min e$: aus Verfahrensprüfung (siehe DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.2 a)		
10		Doppelkehlnaht				
11	Kehlnähte	versenkt		$t_1 \geq 10 \text{ mm}$ $a = t_1$		
12			Doppelkehlnaht			
13	Dreiblenchnaht			t_2 nach t_3 $a = t_2$ für $t_2 < t_3$		
14				t_1 nach t_2 und t_3 $a = c$		

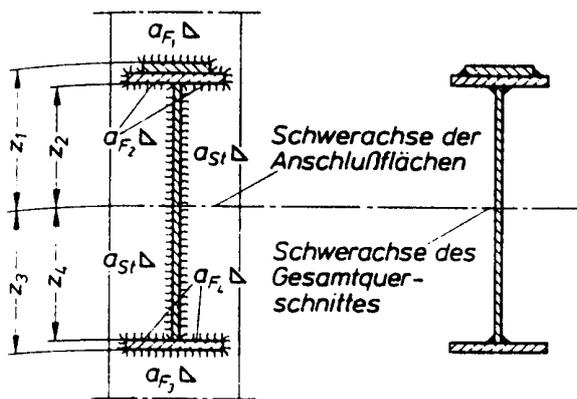


Bild 16. Biegesteifer Trägeranschluß

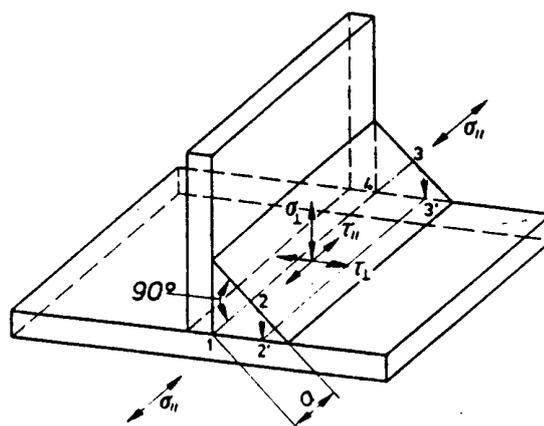


Bild 17. Mögliche Spannungsrichtungen in der Kehlnaht

7.3.1.2 Nahtfläche, Nahtträgheitsmoment

Die rechnerische Schweißnahtfläche ist im allgemeinen gegeben durch

$$A_w = \Sigma (a \cdot l) \quad (19)$$

Der Ausdruck $\Sigma (a \cdot l)$ umfaßt bei Übertragung

- von Längskraft alle Nähte der Schweißverbindungen, gleichmäßige Steifigkeit der Anschlußebene vorausgesetzt,
- von Querkraft nur diejenigen Anschlußnähte, die aufgrund ihrer Lage vorzugsweise imstande sind, Querkraft zu übertragen, z. B. bei I-, U- und ähnlichen Querschnitten nur die Stegnähte.

Der Schwerpunkt der Schweißnaht-Anschlußfläche entsprechend Bild 16, soll unter Beachtung von Abschnitt 7.1.1 möglichst in der Schwerlinie des zu verbindenden Bauteils liegen.

Zur Berechnung des Schweißnahtflächen-Trägheitsmoments I_w sind bei Kehlnähten die Schweißnahtflächen-Schwerachsen an den theoretischen Wurzelpunkten anzusetzen (siehe Bild 16 und Tabelle 6).

7.3.1.3 Nachweise

1. In den folgenden Bildern und Formeln (20) bis (23) bedeuten:

- A_w rechnerische Schweißnahtfläche gemäß Formel (19)
- F zu übertragende Schnittgröße (Längskraft N , Querkraft Q)
- I Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des Gesamtquerschnitts
- I_w Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des Schweißnahtquerschnitts
- S Flächenmoment 1. Grades (Statisches Moment) der angeschlossenen Querschnittsflächen
- z_1, \dots, z_4 Abstände der Nähte von der Schwerachse der Anschlußflächen (entsprechend Abschnitt 7.3.1.2, letzter Absatz)
- a Nahtdicke
- Σa Summe der jeweils anzusetzenden Schweißnahtdicken für die angeschlossenen Querschnittsflächen
- a_{F1}, a_{St} Schweißnahtdicken für Anschluß der Flansche
- e Nahtfreie Länge bei unterbrochenen Nähten
- l Nahtlänge

- σ_{\perp} Normalspannung quer zur Nahtichtung
 - τ_{\perp} Schubspannung quer zur Nahtichtung
 - σ_{\parallel} Normalspannung in Nahtichtung
 - τ_{\parallel} Schubspannung in Nahtichtung
- siehe Bild 17

2. Für eine durch Längskraft N oder Querkraft Q je für sich allein beanspruchte Schweißverbindung ist die Normal- und Schubspannung

$$\frac{\sigma_{\perp}}{\tau_{\parallel}} = \frac{F}{A_w} = \frac{F}{\Sigma(a \cdot l)} \quad (20)$$

3. Für eine durch ein Biegemoment M beanspruchte Schweißverbindung ist die Normalspannung

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{I_w} \cdot z \quad (21)$$

Unter Beachtung von Abschnitt 7.1.1 und Einhaltung von σ in den Flanschen darf das Biegemoment M ausschließlich den Nähten zum Anschluß der Flansche zugewiesen werden.

4. Für eine Längsnaht des durch eine Querkraft Q beanspruchten Biegeträgers ist die Schubspannung

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S}{I \cdot \Sigma a} \quad (22 a)$$

und bei unterbrochenen Längsnähten

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S}{I \cdot \Sigma a} \cdot \frac{e+l}{l} \quad (22 b)$$

Bei Trägeranschlüssen und in Stegblechquerstößen darf die Schubspannung nach Formel (20) berechnet werden; wenn das Bauteil nach Gleichung (6 b/c), Abschnitt 6.1.3 bemessen wurde.

5. Für eine durch ein Torsionsmoment M_T beanspruchte Schweißverbindung sind die daraus resultierenden Schubspannungen und, falls erforderlich, auch die Wölbspannungen zu berücksichtigen.

6. Bei zusammengesetzter Beanspruchung in Kehlnähten oder HY-Nähten (K-Stegnähte) nach Tabelle 6, Zeilen 5 bis 12 bei Beanspruchung durch mehr als eine der in Absatz 2 bis 5 aufgeführten Spannungen, z. B. für den biegesteifen Trägeranschluß ist der Vergleichswert σ_v nach Formel (23) zu ermitteln:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad (23)$$

Dabei ist jeweils der Maximalwert einer Spannung mit

den zugehörigen Werten der übrigen Spannungen einzusetzen. In Formel (23) bleibt die Normalspannung $\sigma_{||}$ unberücksichtigt.

Der Vergleichswert braucht nicht ermittelt zu werden für Kehlnähte und HY-Nähte (K-Stegnähte) eines biegesteifen Anschlusses mit den Schnittgrößen Biegemoment, Querkraft und Längskraft, wenn die Aufnahme des größten Biegemomentes und der größten Normalkraft durch die Flanschnähte (siehe Absatz 3 dieses Abschnittes) und der größten Querkraft durch die Stegnähte nach Formel (20) nachgewiesen ist.

7.3.2 Widerstandsabbrennstumpfschweißen

Bei Anwendung des Widerstandsabbrennstumpfschweißens ist ein Gutachten einer hierfür amtlich anerkannten Stelle vorzulegen. Darin sind die zulässigen Beanspruchungen der Schweißverbindung anzugeben.

7.3.3 Bolzenschweißen

Kopf- und Gewindebolzen können durch Stumpfschweißung mit dem Stahlbauteil verbunden werden. Zulässige Spannungen, die für die Schweißnaht und den Bolzen gelten, sind in Tabelle 13 angegeben.

7.4 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel

Bei Verwendung verschiedener Verbindungsmittel ist auf die Verträglichkeit der Formänderungen in der Verbindung zu achten. Gemeinsame Kraftübertragung darf z. B.

Tabelle 7. Zulässige Spannungen für Bauteile in N/mm²

1		Spannungsart	2	3	4	5		
			Werkstoff					
			St 37		St 52			
			Lastfall					
			H	HZ	H	HZ		
			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		
1	Druck und Biegedruck (zul σ_D) für Stabilitätsnachweis nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 (siehe Abschnitt 5.3)		140	160	210	240		
2	Zug und Biegezug (zul σ) Druck und Biegedruck		160	180	240	270		
3	Schub (zul τ)		92	104	139	156		
4	Lochleibungsdruck (zul σ_l) für Materialdicken ≥ 3 mm bei Verbindung durch	SL	rohe Schrauben (DIN 7990), hochfeste Schrauben (DIN 6914) oder Senkschrauben (DIN 7969) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ – ohne Vorspannung		280	320	420	480
5		SL	hochfeste Schrauben (DIN 6914) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ nicht planm. Vorspannung: $\geq 0,5 \cdot F_V$ (F_V n. Tab. 9, Spalte 2)		380	430	570	645
6		SLP	Niete (DIN 124 und DIN 302) oder Paßschrauben (DIN 7968) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$ ohne Vorspannung		320	360	480	540
7		SLP	hochfeste Paßschraube (Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$) nicht planm. Vorspannung: $\geq 0,5 \cdot F_V$ (F_V n. Tab. 9, Spalte 2)		420	470	630	710
8		GV, GVP	hochfeste Schraube (Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$) hochfeste Paßschraube (Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$) Vorspannung: $1,0 \cdot F_V$ (F_V n. Tab. 9, Spalte 2)		480	540	720	810

- angenommen werden bei gleichzeitiger Anwendung von
- Nieten und Paßschrauben
- GV- oder GVP-Verbindungen und Schweißnähten
- Schweißnähten in einem Gurt und Nieten, Paßschrauben oder gleitfeste Verbindungen in allen übrigen Querschnittsteilen bei vorwiegend auf einachsige Biegung beanspruchten Stößen.

Die zulässige übertragbare Gesamtkraft ergibt sich durch Addition der zulässigen übertragbaren Kräfte der einzelnen Verbindungsmittel.

SL-Verbindungen dürfen nicht mit SLP-, GV-, GVP- und Schweißverbindungen zur gemeinsamen Kraftübertragung herangezogen werden.

8 Zulässige Spannungen

Die zulässigen Spannungen bzw. zulässigen übertragbaren Kräfte für den allgemeinen Spannungsnachweis für Bauteile, Verbindungsmittel, Lager und Gelenke sind in den Tabellen 7 bis 13 angegeben; Tabelle 14 enthält die zulässigen Werte β_{α} für den nach Abschnitt 5.4 zu führenden Lagesicherheitsnachweis.

Davon abweichende zulässige Spannungen und Werte β_{α} bei Ausnahmebelastungen, z. B. Anpralllasten, Sonderlasten bzw. außergewöhnlichen Bauzuständen, z. B. Montage, Umbau, sind fallweise in den Fachnormen enthalten.

Tabelle 8. Zulässige übertragbare Scherkräfte zu Q_{SL} und zu Q_{SLP} je Schraube bzw. Niet und je Scherfläche senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse in kN und zulässige Spannungen für Schrauben und Niete in SL/SLP-Verbindungen in N/mm²

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
															SL-Verbindungen							SLP-Verbindungen						
															Rohe Schrauben (DIN 7990), hochfeste Schrauben (DIN 6914), Senkschrauben (DIN 7969) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ 1)							Paßschrauben (DIN 7968), Niete (DIN 124 und DIN 302) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$						
															Scher- fläche $\pi \cdot d^2$	DIN 7990 DIN 7969 4.6 2)		DIN 7990 DIN 7969 5.6 2)		DIN 6914 10.9 2)		Scher- fläche $\pi \cdot d^2$	Paßschrauben 4.6 2) Niete St 36		Paßschrauben 5.6 2) Niete St 44		Paßschrauben 10.9 2)	
Lastfall		Lastfall		Lastfall		Lastfall		Lastfall		Lastfall																		
4	H	HZ	H	HZ	H	HZ	4	H	HZ	H	HZ	H	HZ															
mm ²	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm ²	kN	kN	kN	kN	kN	kN															
1	M 12	113	12,7	14,2	19,2	21,5	27,0	30,5	133	18,6	21,3	27,9	31,9	37,0	42,5													
2	M 16	201	22,5	25,3	34,1	38,2	48,5	54,5	227	31,8	36,3	47,7	54,5	63,5	72,5													
3	M 20	314	35,2	39,6	53,4	59,7	75,5	85,0	346	48,4	55,4	72,2	83,0	97,0	111,0													
4	M 22	380	42,6	47,9	64,6	72,2	91,0	102,5	415	58,1	66,4	87,2	99,6	116,5	133,0													
5	M 24	452	50,6	57,0	76,8	85,9	108,5	122,0	491	68,7	78,6	103,1	117,8	137,5	157,0													
6	M 27	573	64,2	72,2	97,4	108,9	137,5	154,5	616	86,2	98,6	129,4	147,8	172,5	197,0													
7	M 30	707	79,2	89,1	120,2	134,3	169,5	191,0	755	105,7	120,8	158,6	181,2	211,5	241,5													
8	M 36	1018	114,0	128,3	173,1	193,4	244,5	275,0	1075	150,6	172,0	225,8	258,0	301,1	344,0													
9	Abscheren zul τ_a (N/mm ²)	112	126	168	192	240	270	140	160	210	240	280	320															
10	Lochleibungsdruck zul σ_l (N/mm ²)	280	320	420 3)	470 3)	4)	4)	320	360	480 3)	540 3)	4)	4)															

- 1) Bei Anschlüssen und Stößen seitenverschieblicher Rahmen ist $\Delta d \leq 1 \text{ mm}$ einzuhalten (siehe Abschnitt 7.2.1.1, 3. Absatz)
- 2) Festigkeitsklassen der Schrauben gemäß DIN ISO 898 Teil 1.
- 3) Bei Verwendung in Bauteilen aus St 37 sind die dafür zulässigen kleineren Werte nach Tabelle 7, Zeilen 4 bis 8 anzusetzen.
- 4) Es sind hier die zul σ_l -Werte des zu verbindenden Bauteils maßgebend.

Tabelle 9. Vorspannkraft und zulässige übertragbare Kräfte zu Q_{GV} und zu Q_{GVP} je Schraube und je Reibfläche (Scherfläche) senkrecht zur Schraubenachse in kN für Materialdicken $t \geq 3 \text{ mm}$

1	2	3	4	5	6	
Schrauben- größe	Vorspannkraft F_v siehe DIN 1000 Ausgabe Dezember 1973 Tabelle 1, Spalte 2	zul Q_{GV} (GV-Verbindungen) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$		zul Q_{GVP} (GVP-Verbindungen) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$		
		Werkstoff der zu verbindenden Bauteile				
		St 37, St 52		St 37, St 52		
		Lastfall		Lastfall		
		H	HZ	H	HZ	
	kN	kN	kN	kN	kN	
1	M 12	50	20,0	22,5	38,5	43,5
2	M 16	100	40,0	45,5	72,0	82,0
3	M 20	160	64,0	72,5	112,5	128,0
4	M 22	190	76,0	86,5	134,0	153,0
5	M 24	220	88,0	100,0	156,5	178,5
6	M 27	290	116,0	132,0	202,0	230,5
7	M 30	350	140,0	159,0	245,5	280,0
8	M 36	510	204,0	232,0	354,5	404,0

Für GV-Verbindungen mit Lochspiel $2 \text{ mm} < \Delta d \leq 3 \text{ mm}$ sind die Werte der Spalte 3 und 4 auf 80 % zu ermäßigen.

$$\eta = 0,5 \quad \gamma = 1,12$$

$$\gamma = 0,8^{-1} = 1,25$$

Tabelle 10. Zulässige übertragbare Zugkräfte Z je Schraube bzw. Paßschraube in Richtung der Schraubenachse in kN 1)

	1	2	3		4		5		6		7		8		9		10	
			Schrauben- größe	Spannungs- querschnitt A_s	Schrauben ohne Vorspannung										Schrauben mit planmäßiger Vorspannung ³⁾ 10.9 4)			
					4.6 4)		5.6 4)		10.9 2), 4)									
					Lastfall										H		HZ	
H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ									
		mm ²		kN		kN		kN		kN		kN		kN		kN		
1	M 12	84,3	9,3	10,5	12,6	14,3	30,5	34,6	35,0	40,0								
2	M 16	157	17,3	19,6	23,6	26,7	56,5	64,4	70,0	80,0								
3	M 20	245	27,0	30,6	36,8	41,7	88,2	100,5	112,0	128,0								
4	M 22	303	33,3	37,9	45,5	51,5	109,0	124,2	133,0	152,0								
5	M 24	353	38,8	44,1	53,0	60,0	127,0	144,7	154,0	176,0								
6	M 27	459	50,5	57,4	68,9	78,0	165,2	188,2	203,0	232,0								
7	M 30	561	61,7	70,1	84,2	95,4	202,0	230,0	245,0	280,0								
8	M 36	817	89,9	102,1	122,6	138,9	294,0	335,0	357,0	408,0								
9	zul σ_z (N/mm ²):		110	125	150	170	360	410	$0,7 \cdot F_V/A_S$		$0,8 \cdot F_V/A_S$							

- 1) In SL- und SLP-Verbindungen sind bei gleichzeitiger Beanspruchung auf Abscheren und Zug alle Einzelnachweise (Q, σ_1, Z) unabhängig voneinander zu führen. Dabei dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten nach den Tabellen 7, 8 und 10 ohne Nachweis einer Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Für den zulässigen Lochleibungsdruck σ_1 sind in planmäßig vorgespannten Verbindungen ($1,0 \cdot F_V$) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 5 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 7 (SLP-Verbindungen), in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen ($\geq 0,5 \cdot F_V$) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 4 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 6 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen. Diese Werte gelten nur für $Z = \text{zul } Z$. Für kleinere Werte Z kann zwischen den Werten der Tabelle 7, Zeilen 5 und 4 bzw. 7 und 6 geradlinig interpoliert werden.
- 2) Nur in Sonderfällen, siehe Abschnitt 7.2.3.1
- 3) F_V nach Tabelle 9, Spalte 2
- 4) Festigkeitseigenschaften der Schrauben nach DIN ISO 898 Teil 1.

$$\alpha_{\min} = \sqrt{t_{\max}}$$

$$\alpha_{\max} = 0,7 \cdot t_{\min}$$

Tabelle 11. Zulässige Spannungen für Schweißnähte in N/mm²

1		2	3	4	5	6	7	
Nahtart		Nahtgüte (siehe Tabelle 6, Spalte 4)	Spannungsart	St 37		St 52		
Bild nach Tabelle 6, Spalte 2	Lastfall							
	H			HZ	H	HZ		
				N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1	Stumpfnah D(oppel)-HV-Nah (K-Nah)	Zeile 1 Zeile 2	alle Nahtgü ten	Druck und Biegedruck zul σ_D	160	180	240	270
2	HV-Nah D(oppel)-HY-Nah ²⁾ (K-Stegnah)	Zeilen 3 u. 4 Zeile 5	Nahtgü ten nachgewiesen ¹⁾	Zug und Biegezug zul σ_Z				
3	HY-Nah ²⁾ Dreiblechnah	Zeile 6 Zeile 13	Nahtgü ten nicht nachgewiesen					
4	Kehlnä hte Dreiblechnah	Zeile 7 bis 12 Zeile 14	alle Nahtgü ten	Druck und Biegedruck zul σ_D	135	150	170	190
5				Zug und Biegezug zul σ_Z				
6	alle Nä hte	Zeile 1 bis 14		Schub in Naht- richtung zul τ				
7	HY-Nah Kehlnä hte	Zeile 6 Zeile 7 bis 12		Vergleichs- wert zul σ_V				

Spannungen senkrecht zur Nahtrichtung

¹⁾ Freiheit von Rissen, Binde- und Wurzelfehlern und Einschlüssen, ausgenommen vereinzelte und unbedeutende Schlackeneinschlüsse und Poren, ist mit Durchstrahlungs- oder Ultraschalluntersuchung nachzuweisen. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn beim Durchstrahlen von mindestens 10 % der Nähte, wobei die Arbeit aller beteiligten Schweißer gleichmäßig zu erfassen ist, ein einwandfreier Befund (d. h. mindestens Nahtgüte „blau“ nach IIW-Katalog) festgestellt wird.

²⁾ Wegen des vorhandenen Wurzelspaltes kommen für Zug und Biegezug nur die Werte der Zeile 3 in Betracht.

Tabelle 12. Zulässige Spannungen für Lagerteile und Gelenke¹⁾ in N/mm²

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Spannungsart		Werkstoff									
		GG-15		St 37		St 52		GS 52		C 35 N	
		Lastfall									
		H	HZ								
		N/mm ²									
1	Druck	100	110								
2	Biegedruck	90	100	160	180	240	270	180	200	160	180
3	Biegezug	45	50								
4	Berührungsdruck nach Hertz ²⁾	500	600	650	800	850	1050	850	1050	800	1000
5	Lochleibungsdruck bei Gelenkbolzen ³⁾	4)		210	240	320	360	240	265	210	240

¹⁾ Für andere Stähle und Baustoffe (z. B. bei Kunststofflagern) sind die jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen maßgebend. Ein Normblatt über Lager ist in Vorbereitung.

²⁾ Bei beweglichen Lagern mit mehr als 2 Rollen sind diese Werte auf 85 % zu ermäßigen. Solche Lager sind jedoch möglichst zu vermeiden.

³⁾ Diese Werte gelten nur für mehrschnittige Verbindungen.

⁴⁾ Als Gelenkbolzen nicht verwendbar.

Tabelle 13. Zulässige Spannungen für Kopf- und Gewindebolzen in N/mm²

	Spannungsart	Kopfbolzen nach DIN 32 500 Teil 3		Gewindebolzen nach DIN 32 500 Teil 1		Maßgebender Querschnitt für Spannungs- nachweis
		Lastfall		Lastfall		
		H	HZ	H	HZ	
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1	Zug	165	185	140	160	Spannungs- querschnitt
2	Biegezug und Biegedruck			–	–	Schaft
3	Schub	140	160	–	–	Schaft

Tabelle 14. Kritische Pressung β_{σ} bei γ_{σ} -facher Belastung

	1	2	3
	Bau- oder Werkstoff	β_{σ} N/mm ²	Bemerkung
1	Beton	β_{wN}	β_{wN} siehe DIN 1045
2	stählerne Linienkipplager	1,5 $\text{zul } \sigma_{HE}$	σ_{HE} : Hertzsche Pressung für Lastfall H siehe Tabelle 12
3	Gummiplatten (Elastomer)	1,5 $\text{zul } \sigma$	zul σ siehe allgemeine bauaufsicht- liche Zulassung bzw. entsprechende Richtlinien
4	Polytetrafluoräthylenplatten (z. B. Teflon)	1,5 $\text{zul } \sigma$	
5	Holz	1,5 $\text{zul } \sigma$	zul σ siehe DIN 1052 Teil 1

9 Grundsätze für die Konstruktion

9.1 Allgemeine Grundsätze

Beim Entwerfen der Einzelteile, insbesondere der Verbindungen, ist darauf zu achten, daß sich alle Teile einfach bearbeiten, verbinden und erhalten lassen (siehe DIN 55 928 Teil 2).

Im Bereich von Lasteinleitungen oder von Kraftumlenkungen an Knicken, Krümmungen, Ausschnitten und Durchbrüchen ist zu prüfen, ob bauliche Maßnahmen zu treffen sind, z. B. Anordnung von Steifen.

Die Verwendung verschiedener Stahlorten am selben Bauwerk und im selben Querschnitt ist zulässig.

9.2 Verbindungen und Verbindungsmittel

Die Anzahl der Stöße ist möglichst einzuschränken. Dabei ist die Größe der Bauteile auf die Möglichkeit der Fertigung, Montage und des Transportes zur Baustelle abzustellen.

Stöße und Anschlüsse sind gedungen auszubilden. In Stößen ist deshalb unmittelbare Stoßdeckung und doppelsymmetrische Verfläscherung anzustreben.

Schrauben-, Niet- und Schweißverbindungen am selben Bauwerk sind zulässig; über das Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel in einer Verbindung siehe Abschnitt 7.4.

9.2.1 Schrauben- und Nietverbindungen

9.2.1.1 Allgemeines

Am selben Bauwerk sollen Schrauben und Nieten mit möglichst wenig unterschiedlichen Durchmesser verwendet werden.

In Schraubenverbindungen dürfen rohe Schrauben nach DIN 7990 bzw. DIN 6914, Paßschrauben nach DIN 7968 und Senkschrauben nach DIN 7969 unter Beachtung von Abschnitt 7.2.1.1, letzter Absatz verwendet werden.

Hochfeste Schrauben nach DIN 6914 dürfen auch als Paßschrauben verwendet werden (SLP- und GVP-Verbindungen). Sie müssen hinsichtlich Schaft und Gewinde DIN 7968 und im übrigen DIN 6914 entsprechen.

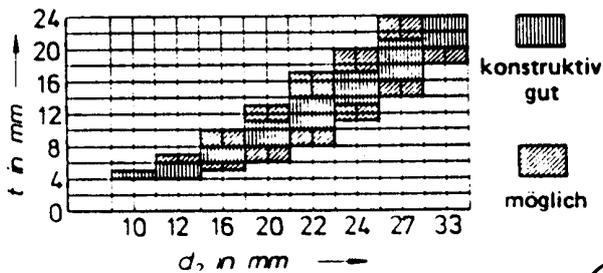
In Nietverbindungen sind möglichst Halbrundnieten nach DIN 124 zu verwenden; Senknieten nach DIN 302 Teil 2 dürfen unter Beachtung von Abschnitt 7.2.1.1, letzter Absatz, angewendet werden.

Empfehlungen für die Wahl der Niet- und Schraubenschaftdurchmesser in Abhängigkeit von der Materialdicke sind in Bild 18 angegeben.

Bei Stabanschlüssen und Gurtstößen dürfen in Krachrichtung höchstens 6 Schrauben oder Nieten hintereinander angeordnet werden. Bei Verbindungen mit Nieten ist jedes Querschnittsteil mit mindestens 2 Nieten anzuschließen, ausgenommen bei untergeordneten Bauteilen (z. B. Geländer, leichte Vergitterungen). Bei Schraubenverbindungen ist auch 1 Schraube zulässig.

Tabelle 15. Rand- und Lochabstände von Schrauben und Nieten

Randabstände			Lochabstände		
Kleinsten Randabstand	In Krafrichtung	$2 d_1$	Kleinsten Lochabstand	bei allen Bauwerksteilen	$3 d_1$
	Senkrecht zur Krafrichtung	$1,5 d_1$		Größter Lochabstand, soweit die Bemessung keine engere Teilung erfordert	im Druckbereich und für Beulsteifen
Größter Randabstand	In und senkrecht zur Krafrichtung	$3 d_1$ oder $6 t$	im Zugbereich und für Heftung auch im Druckbereich		$10 d_1$ oder $20 t$
Bei Stab- und Formstählen darf als größter Randabstand $8 t$ statt $6 t$ genommen werden, wenn das abstehende Ende eine Versteifung durch die Profilform erfährt.					
Größere Rand- und Lochabstände sind zulässig, wenn geeignete Maßnahmen einen ausreichenden Korrosionsschutz gewährleisten, wie z. B. erforderlich für Stirnplatten biegesteifer Stirnplattenverbindungen mit hochfesten Schrauben.					



d_2 = Rohriet- bzw. Schraubenschaftdurchmesser
 t = kleinste zu verbindende Materialdicke

Bild 18. Zusammenhang zwischen Materialdicke und Schrauben- bzw. Nietdurchmesser

9.2.1.2 Schrauben- und Nietabstände

Die zulässigen Schrauben- und Nietabstände voneinander und vom Rand – von Lochmitte zu Lochmitte gemessen – sind in Tabelle 15 in Abhängigkeit vom Lochdurchmesser d_1 und der Dicke t des dünnsten außenliegenden Teiles der Verbindung angegeben. Der jeweils kleinere Wert ist maßgebend. Der Abstand ist auch bei versetzten Schrauben- und Nietreihen von Lochmitte zu Lochmitte zu messen.

Bei breiten Stäben mit mehr als 2 Lochreihen sind nur für die äußeren Reihen die Werte nach Tabelle 15 einzuhalten. Für die Anreißmaße und Lochdurchmesser der Form- und Stabstähle sowie für die zulässigen kleinsten Versetzungen

der Schrauben und Niete in den beiden Schenkeln der Winkelstähle gelten unter Beachtung von Tabelle 15 DIN 997, DIN 998 und DIN 999.

9.2.2 Schweißverbindungen

9.2.2.1 Allgemeines

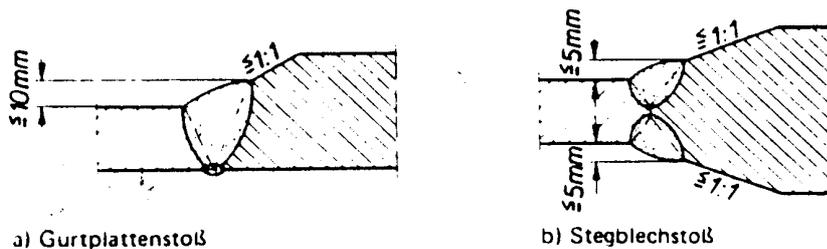
Die Bauteile müssen schweißgerecht durchgebildet sein. Das Schweißen in Wannenlage ist zu bevorzugen. Anhängungen von Schweißnähten sollen vermieden werden.

9.2.2.2 Stumpfstoße in Form- und Stabstählen

Auf Zug- oder Biegezug beanspruchte Stumpfstoße in Formstählen wie I-, IP-, U-Stählen oder Stabstählen wie Z-, T- und L-Stählen sollen möglichst vermieden werden. Müssen solche Stoße ausnahmsweise ausgeführt werden, so sind sie möglichst rechtwinklig zur Längsachse anzuordnen. Auf eine sorgfältige Nahtvorbereitung ist besonders zu achten.

9.2.2.3 Stumpfstoße von Blechen verschiedener Dicke

Wechselt an Stößen die Dicke von Gurtplatten oder Stegblechen, so sind wegen des besseren Überganges zum dickeren Teil die mehr als 10 mm vorstehenden Kanten im Verhältnis 1 : 1 oder flacher zu brechen. Dickenunterschiede kleiner als 10 mm dürfen in der Naht ausgeglichen werden (siehe Bild 19).



a) Gurtplattenstoß

b) Stegblechstoß

Bild 19. Stumpfstoße von Blechen verschiedener Dicken

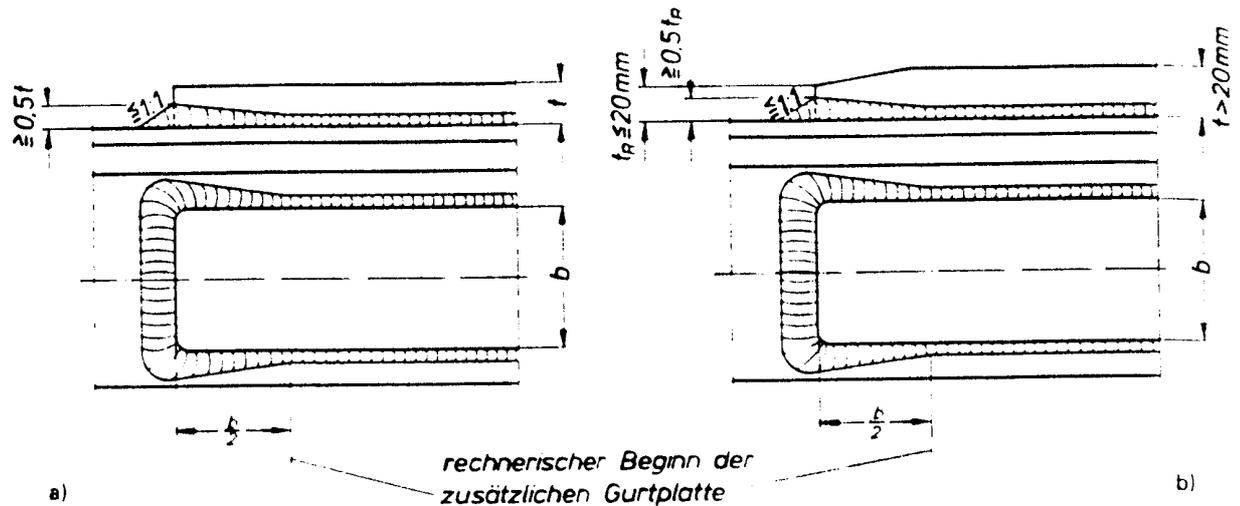


Bild 20. Nahtanschlus an Gurtplattenenden

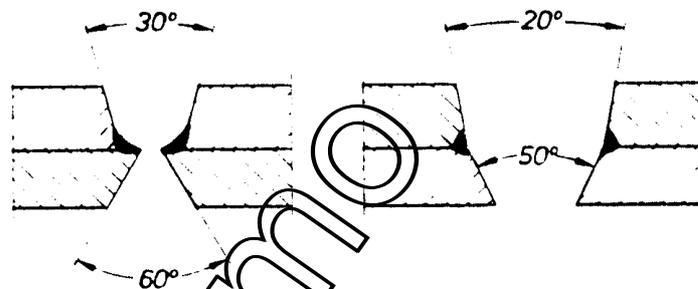


Bild 21. Gemeinsamer Stumpfstoß aufeinanderliegender Gurtplatten

9.2.2.4 Gurtplatten

Gurtplatten von mehr als 50 mm Dicke dürfen nur verwendet werden, wenn ihre einwandfreie Verarbeitung durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt ist (siehe DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.6).

Die Enden zusätzlicher Gurtplatten sind rechtwinklig abzuschneiden und durch Schweißnähte entsprechend Bild 20 anzuschließen. Zusatzgurtplatten mit Dicken über 20 mm dürfen nach Bild 20 b an den Enden abgechrägt werden, um zu große Stirnkehlnähte zu vermeiden.

Gurtplattenstöße müssen rechtwinklig zur Kraftrichtung liegen.

Müssen aufeinanderliegende Gurtplatten an der gleichen Stelle gemeinsam gestoßen werden, dann sind die Gurtplatten vor dem Schweißen des Stumpfstoßes an der Stirnseite durch Nähte so zu verbinden, daß diese Nähte beim Schweißen des Stoßes erhalten bleiben (siehe z. B. Bild 21).

9.2.2.5 Unterbrochene Schweißnähte

Unterbrochene oder nicht durchgeschweißte Stumpfnahte sind unzulässig, wenn eine Beanspruchung quer zur Naht vorliegt.

Unterbrochene Kehlnähte dürfen – außer an Bauteilen im Freien oder bei besonderer Korrosionsgefahr – ausgeführt werden; dieses gilt auch für gegenüberliegende oder versetzt gegenüberliegende Doppelkehlnähte. In den nicht geschweißten Bereichen ist mit besonderer Sorgfalt ein ausreichender Korrosionsschutz sicherzustellen.

9.2.2.6 Schweißnähte in Hohlkehlen von Walzprofilen

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

Tabelle 16. Bedingungen für das Schweißen in kaltgeformten Bereichen

	1	2	3	4
	r/t	ϵ in %	zul t in mm	
1	≥ 10	< 5	alle	
2	$\geq 3,0$	≤ 14	≤ 24	
3	≥ 2	≤ 20	≤ 12	
4	$\geq 1,5$	≤ 25	≤ 8	
5	$\geq 1,0$	≤ 33	≤ 4	

9.2.2.7 Schweißen in kaltgeformten Bereichen
 In kaltgeformten Bereichen von Bauteilen einschließlich der angrenzenden Flächen von der Breite $5t$ (siehe Bild in Tabelle 16, Spalte 4), darf geschweißt werden, wenn die Bedingungen nach Tabelle 16 abhängig von der Dehnung ϵ oder bei Biegeverformungen vom Verhältnis Biege-radius r der inneren Rundung zur Blechdicke t eingehalten sind.

Sofern kaltverformte Teile vor dem Schweißen normalgeglüht werden, brauchen die Grenzwerte der Umformgrade nach Tabelle 16, Spalte 1 und 2 nicht eingehalten werden.

9.3 Seilkonstruktionen

9.3.1 Seile und Kabel

Gleiche Seilarten können zu Kabeln zusammengefaßt werden. Auf eine korrosionsschutz- und wartungsgerechte Gestaltung ist zu achten, ebenso auf die konstruktive Erfassung möglicher Verformungen, z. B. Schwingungen infolge Wind.

Da geschlagene Drahtseile im Anlieferungszustand noch nicht ihren endgültigen E-Modul erreicht haben, empfiehlt es sich, diese Seile vor dem Einbau vorzudecken.

Der innere und der äußere Korrosionsschutz sind sorgfältig auf die zu erwartende Korrosionsbeanspruchung abzustimmen.

9.3.2 Endausbildung der Seile

Die Endausbildung richtet sich nach der Art und dem Durchmesser der gewählten Seile.

9.3.2.1 Seilköpfe

Seile werden im allgemeinen in Seilköpfen (auch Seilschuhe oder Seilhülsen genannt) verankert. Die äußere Form des Seilkopfes kann z. B. durch die Montage- oder die Nachspann-Vorrichtungen bestimmt sein. Die Ausbildung des Vergußkegels und das Vergießen haben nach DIN 3092 zu erfolgen.

Von dem in Bild 22 dargestellten Seilkopf darf abgewichen werden, wenn durch mindestens einen Zugversuch nachgewiesen wird, daß die Mindestbruchkraft des Seiles durch den Seilkopf und den Verguß übertragen wird.

Sämtliche Seilköpfe aus Stahlguß sind einer Ultraschall- oder Durchstrahlungsprüfung zu unterziehen. Die Fehlerbeurteilung erfolgt nach DIN 17 245, Ausgabe Oktober 1977, Tabelle 4 bzw. 5, Gütestufe 2 (III).

Die Freiheit von Rissen ist bei sämtlichen Seilköpfen durch Magnetpulverprüfung nachzuweisen.

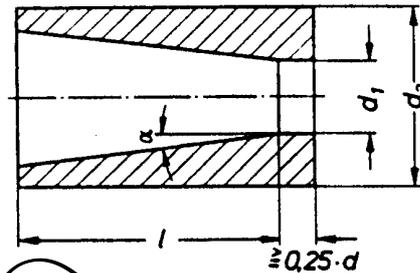


Bild 22. Zylindrischer Seilkopf

Darin bedeuten:

$5^\circ \leq \alpha \leq 9^\circ$

$d_1 = 1,2 \cdot d + 3 \text{ mm}$

$d_2 \geq 3,5 \cdot d$ *)

$l \geq 5 \cdot d$ bzw.

$50 \cdot d_D \leq l \leq 7 \cdot d$ bei Drahtseilen mit weniger als 50 Drähten

d Seildurchmesser

d_D größter Drahtdurchmesser

*) Voraussetzungen für das Maß d_2 :

– Zugaben aus Allgemeintoleranzen sind zusätzlich zu berücksichtigen

– Materialgüte für den Seilkopf mindestens GS-60. 3 nach DIN 1681

– Nennfestigkeit β_N

bei vollverschlossenen Spiralseilen $\leq 1600 \text{ N/mm}^2$

bei Paralleldrahtbündeln $\leq 1700 \text{ N/mm}^2$

bei offenen Spiralseilen und Rundlitzenseilen $\leq 1800 \text{ N/mm}^2$

9.3.2.2 Kauschen und Klemmen

Diese Verankerung gehört insbesondere zu den unter Abschnitt 2.2.2.1 aufgeführten Rundlitzenseilen. Bei der Verwendung für offene Spiralseile ist auf ausreichende Biegsamkeit des Seiles zu achten.

Das um die Kausche (siehe DIN 3090 und DIN 3091) gelegte Seilende kann befestigt werden durch Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen (siehe DIN 3093) oder durch Drahtseilklemmen (siehe DIN 1142). Bei offenen Spiralseilen ist die nach DIN 1142, Ausgabe Oktober 1975, Tabelle 2 erforderliche Anzahl um 1 zu erhöhen und nach DIN 3093 mit 2 Preßklemmen zu verpressen.

9.3.2.3 Andere Endausbildungen

Andere Endausbildungen, z. B. Preßklemmen aus Stahl, Seilschlösser, Spleißarten nach DIN 83 318, Endlosseile oder Abspannschrauben, dürfen nur dann verwendet werden, wenn deren Eignung nachgewiesen wird.

9.3.3 Umlenkklager und Schellen für vollverschlossene Spiralseile, Kabel aus vollverschlossenen Spiralseilen und Paralleldrahtbündel

Der Radius r der Seilauflegerfläche soll mindestens gleich dem dreißigfachen Wert des Seildurchmessers d und die Bogenlänge l_1 der Auflagerfläche soll $l_1 = l_2 + 2 \Delta l_2$ sein. (Siehe auch Abschnitt 6.2.3.2, drittletzter Absatz.)

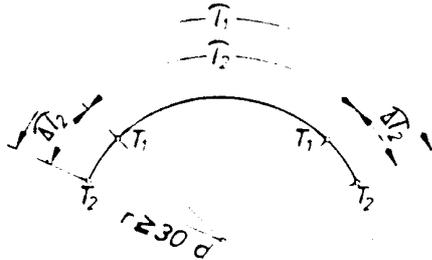


Bild 23. Umlenkklager für verschlossene Seile bzw. Kabel

In Bild 23 bedeuten:

l_2 Bogenlänge zwischen den beiden theoretischen Berührungspunkten T_1 , ermittelt für die jeweils ungünstigsten Lastfälle, wobei die Bewegung des Lagers

und der Durchgang des Seiles bzw. des Kabels zu berücksichtigen sind.

Δl_2 0,03 l_2 , die Verschiebung der Berührungspunkte T_1 nach T_2 aufgrund der Einschnürung des Seiles bzw. Kabels im Lagerbereich infolge der Querpressung.
 $l_1 \geq l_2 + 2 \Delta l_2 \geq 1,06 \cdot l_2$

Die Endrundungen der Seilauflegerfläche, die innerhalb der Bogenlänge l_1 liegen können, sollen mindestens 20 mm betragen.

Die Auflagerfläche ist der Querschnittsform des Seiles bzw. Kabels anzupassen. Im gesamten Bereich der Auflagerung sind zum Übertragen der Querpressung Formstücke zwischen den Seilen einzulegen. Bei Verwendung dieser Formstücke oder einer Ausfütterung zwischen Seil bzw. Kabel und Auflagerfläche (z. B. mit einem mindestens 1 mm dicken weichen Metall) sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Vermeidung elektrolytischer Korrosion zu treffen.

Klemmschellen sind so auszubilden, daß die erforderliche Reibung zwischen Seil bzw. Kabel und Schelle erreicht wird, um ein Wandern oder Rutschen zu vermeiden; sie müssen deshalb im allgemeinen mit Einlegedrähten ausgefüttert werden. Für Spreizschellen gelten diese Festlegungen sinngemäß.

Es ist zu beachten, daß sich die Klemmkraft in den Schellen durch Querschnittsverringern der Seile infolge Zugbeanspruchung teilweise abbauen.

Normen und Unterlagen

Auf die folgenden Normen und Richtlinien wird im Text dieser Norm hingewiesen:

DIN 124	Halbrundniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 267 Teil 4	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Muttern aus unlegierten und niedriglegierten Stählen
DIN 267 Teil 5	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Prüfung und Abnahme
DIN 302	Senkniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 997	Anreißmaße (Wurzelmaße) für Form- und Stabstahl
DIN 998	Lochabstände in ungleichschenkligen Winkelstählen
DIN 999	Lochabstände in gleichschenkligen Winkelstählen
DIN 1000	Stahlbauten, Ausführung
DIN 1045	Beton- und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1052 Teil 1	Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
DIN 1142	Drahtseilklemmen für Seilendverbindungen bei sicherheitstechnischen Anforderungen
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften
DIN 1691	Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß)
DIN 1913 Teil 1	Stabelektroden für das Verbindungsschweißen von Stahl, unlegiert und niedriglegiert; Einteilung, Bezeichnung, technische Lieferbedingungen
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	Metallische Drahtseilergüsse in Seilhülsen
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 aus Rohlingen mit gleichbleibender Wanddicke, Formen, Zuordnung
- DIN 3093 Teil 3 Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen, Preßverbindungen aus Rohlingen mit gleichbleibender Wanddicke, Herstellung, Güteanforderungen, Prüfung
- DIN 4114 Teil 1 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
- DIN 4114 Teil 2 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
- DIN 6914 Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
- DIN 6915 Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
- DIN 6916 Scheiben; rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
- DIN 6917 Scheiben; viereckig, für HV-Verbindungen an I-Trägern in Stahlkonstruktionen
- DIN 6918 Scheiben; viereckig, für HV-Verbindungen an U-Trägern in Stahlkonstruktionen
- DIN 7968 Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen
- DIN 7969 Senkschrauben mit Schlitz, ohne Mutter, mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
- DIN 7990 Sechskantschrauben mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
- DIN 8557 Schweißzusatzwerkstoffe und Schweißpulver für das Unterpulverschweißen
- DIN 8559 Teil 1 Schweißzusatz für das Schutzgasschweißen; Drahtelektroden und Schweißdrähte für das Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen
- DIN 17 100 Allgemeine Baustähle; Gütenorm
- DIN 17 111 Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Gütevorschriften
- DIN 17 140 Walzstahl aus Massenhählen und unlegierten Qualitätsstählen; Gütevorschriften
- DIN 17 200 Vergütungsstähle; Gütevorschriften
- DIN 17 245 Warmfester ferritischer Stahlguß; Technische Lieferbedingungen
- DIN 32 500 Teil 1 Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Gewindebolzen
- DIN 32 500 Teil 2 Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Betonanker und Kopfbolzen
- DIN 32 526 Schutzgase zum Schweißen
- DIN 50 049 Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
- DIN 55 928 Teil 2 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; korrosionsschutzgerechte Gestaltung
- DIN 55 928 Teil 8 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen
- DIN 83 318 Spleiße für Drahtseile
- DIN ISO 898 Teil 1 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben
- DAST-Ri 006 Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen im Stahlbau
- DAST-Ri 008 Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau ¹⁾
- DAST-Ri 009 Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten ¹⁾
- DAST-Ri 012 Beulsicherheitsnachweise für Platten ¹⁾
- Vorläufige Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen ²⁾
- Technische Lieferbedingungen (TL) Nr. 918 300, Blatt 85. Deutsche Bundesbahn, Anstrichstoffe auf Alkali-Silikat-Grundlage mit Zinkstaub für Reibflächen von gleitfesten Verbindungen (Stahlbau); Technische Lieferbedingungen ³⁾

¹⁾ Bezugsquelle: Stahlbau-Verlags GmbH, Köln

²⁾ Abgedruckt im Ministerialamtsblatt für das Land Bayern 1966, S. 34

³⁾ Bezugsquelle: Bundesbahndirektion Hannover, Drucksachenlager Minden

Erläuterungen

Zu den Vorbemerkungen (Seite 1)

Die Herausgabe von DIN 18 800 Teil 1 und die vorgesehene Neugliederung der Stahlbaunormen in Grund- und Fachnormen soll die Anwendung der Stahlbaunormen in der Praxis erleichtern.

Bei der Neubearbeitung von DIN 1050 „Stahl im Hochbau“ wurde vom zuständigen NABau-Arbeitsausschuß angeregt, die Stahlbaunormen neu zu gliedern. Außerdem lag dazu ein entsprechender Vorschlag des Institutes für Bautechnik, Berlin, vor. Danach sollten für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung des gesamten Stahlbaus geltende Grundnormen geschaffen werden, mit Regelungen, die für alle Anwendungsgebiete einheitlich gültig sind und daneben durch Überarbeitung der bestehenden Stahlbaunormen Fachnormen mit nur noch zusätzlich zu den Grundnormen zu beachtenden Bestimmungen aufgestellt werden.

Mit den Arbeiten an DIN 18 800 Teil 1 wurde Ende 1973 begonnen.

Als Grundnorm für den Bereich „Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion“ wurde die DIN-Hauptnummer DIN 18 800 gewählt. Im Anhang zu diesen Erläuterungen ist in der Übersicht 1 die vorgesehene Gliederung dargestellt. Diese Übersicht läßt erkennen, daß das neue Normenkonzept erst dann richtig genutzt werden kann, wenn neben den Fachgrundnormen eine genügende Anzahl von Fachnormen zur Verfügung stehen. Mit der Bearbeitung der besonders wichtigen Fachnormen: „Stahlhochbauten“ und „Stahlerne Straßenbrücken“ wurde bereits begonnen. Mit dem Erscheinen entsprechender Normen-Entwürfe noch in diesem Jahr ist zu rechnen.

Um einerseits möglichst schnell die Anwendung mit der neuen Gliederung des Stahlbau-Normenwerkes vertraut und der Praxis eine Reihe von neuen technischen Erkenntnissen zugänglich zu machen, andererseits internationale Tendenzen für ein neues Sicherheitskonzept nicht außer Betracht zu lassen, hat man sich in dem für DIN 18 800 Teil 1 zuständigen NABau-Arbeitsausschuß nach ausführlichen Beratungen und in Abstimmung mit den anderen Arbeitsausschüssen im Fachbereich VIII Stahlbau des NABau im DIN dazu entschlossen, das neue Normenkonzept in zwei Schritten zu verwirklichen.

Der erste Schritt ist mit der vorliegenden Norm DIN 18 800 Teil 1 erreicht. Man hat dazu das bisherige Konzept der Bemessung, d. h. den Vergleich der vorhandenen Spannungen mit den zulässigen Spannungen im maßgebenden Querschnitt beibehalten, um in diesem ersten Schritt zunächst das neue Konzept der Gliederung in Grund- und Fachnormen möglichst schnell für die Praxis anwendbar zu machen. Ein Grund dafür bestand auch im Hinblick auf die derzeit noch gültige und bei der Bemessung von Stahlbauten zu beachtende Stabilitätsvorschrift DIN 4114 und der kürzlich neu erschienenen DAST-Ri 012, die ebenfalls auf zulässigen Spannungen basieren.

Dort, wo mit dem Bemessungskonzept der zulässigen Spannungen keine eindeutige Aussage über die Standsicherheit des Bauteils oder Bauwerks möglich ist, z. B. sobald kein linearer Zusammenhang zwischen Belastungen und Beanspruchungen besteht, kann zur Bemessung auch die Traglast benutzt, d. h. ein Nachweis der Tragsicherheit unter γ -fach gesteigerten Lasten geführt werden.

Die wichtigsten Verbesserungen und Neuerungen, die begründet durch den derzeitigen Erkenntnisstand der Technik, bereits jetzt Eingang in die Norm gefunden

haben und der Praxis wirtschaftlichen Nutzen bringen, sind am Schluß der Erläuterungen zu den Vorbemerkungen zusammengestellt.

Unmittelbar nach Abschluß der Arbeiten zu DIN 18 800 Teil 1 wurde der zweite Schritt des vorgesehenen Plans in Angriff genommen. Die „Bemessung“, die bisher auf der Gegenüberstellung von vorhandenen und zulässigen Spannungen beruht, soll dabei durch ein Verfahren ersetzt werden, bei dem die aus den Bemessungslasten – d. h. die mit Sicherheitsbeiwerten γ multiplizierten Gebrauchslasten – resultierenden Schnittgrößen, den sogenannten Traglasten eines Systems, gegenübergestellt werden.

Bei den z. Z. in Bearbeitung befindlichen Folgeteilen dieser Norm (siehe Übersicht 1), die in der Endphase die Stabilitätsnorm DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 geschlossen ersetzen sollen, hat man diesen Weg der Bemessung für stabilitätsgefährdete druckbeanspruchte Bauteile bereits teilweise beschritten.

DIN 18 800 Teil 1 entstand im wesentlichen aus der Zusammenfassung der Regelungen für die Bemessung und bauliche Durchbildung aus DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101 und der DAST-Richtlinie 010. Auch die einschlägige Bundesbahnvorschrift DS 804 wurde entsprechend berücksichtigt.

Die wichtigsten Neuregelungen in DIN 18 800 Teil 1 gegenüber den genannten Vorschriften sind

- a) Umstellung auf neue SI-Einheiten und neue Bezeichnungen nach DIN 1080 Teil 1, Teil 2 und Teil 4
- b) Mindestdicke für Konstruktionsteile, die nicht mehr festgelegt. Lediglich für Schrauben- und Schweißverbindungen sind bestimmte Materialmindestdicken vorgeschrieben.
- c) Aufnahme von Regelungen über Seile
- d) Neufassung des Lagesicherheitsnachweises (früher: Standsicherheitsnachweis)
- e) Möglichkeit, Berechnungen mittels EDV durchzuführen und durch Modell- und Bauteilversuche zu ergänzen
- f) Aufnahme von Formeln für die Bemessung von Bauteilen
- g) Neuerungen für Bauteil-Verbindungen
 - Formeln für die Bemessung von Schrauben- bzw. Nietverbindungen
 - Zulässigkeit von Ein-Schrauben-Verbindungen
 - Regelungen für die Bemessung von Senkschrauben
 - Erhöhung des Lochspiels für SL- und GV-Verbindungen auf 2 mm
 - Erweiterung der zulässigen Schraubendurchmesser für hochfeste Schrauben auf M 36
 - Erhöhung der zulässigen Lochleibungsspannungen in den Lastfällen H und HZ und der zulässigen Zugspannung im Lastfall HZ für Verbindungen mit Schrauben nach DIN 7990 und DIN 7968
 - neue Schweißnahtformen entsprechend den Wünschen der Praxis
 - Regelungen über das Widerstandsabbrennstumpfschweißen und das Bolzenschweißen
 - Erweiterung des Anwendungsbereiches von Schweißnähten in Hohlkehlen von Walzprofilen und in kaltverformten Bereichen.

Zu 1.1 Anwendungsbereich

Auf eine Begrenzung des Anwendungsbereiches der Norm nur auf „Bauteile mit vorwiegend ruhender Beanspruchung“ wurde bewußt verzichtet, weil die hier festgelegten Regelungen allgemeine Gültigkeit haben. Zusätzliche oder einschränkende Bestimmungen für „nicht vorwiegend ruhend“ beanspruchte Bauteile sollen im geplanten Folgeteil der Norm geregelt werden.

Bezüglich der Mindestdickenbegrenzung sind nur noch für Schrauben- und Schweißverbindungen bestimmte Forderungen enthalten.

Zu 2.1.1

Von den allgemeinen Baustählen nach DIN 17 100 wurden für den Stahlbau die Stähle St 37-2 (USt 37-2 und RSt 37-2), St 37-3 und St 52-3 ausgewählt. Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch die Verwendung anderer Stähle gestattet:

Zu a) z. B. Wetterfeste Stähle nach DASt-Richtlinie 007, Stähle für Rohre und Hohlprofile, für die sich Normen in Vorbereitung befinden

Zu b) z. B. Kesselbleche nach DIN 17 155 gemäß DIN 4119

Zu c) z. B. Nichtrostende Stähle mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung durch das Institut für Bautechnik, Berlin

Zu 2.1.3

Um Verwechslungen auszuschließen und sicherzustellen, daß die gewählten Stahlsorten tatsächlich eingebaut werden, sind für alle verwendeten Stähle entsprechende Bescheinigungen nach DIN 50 049 vorzulegen. Ausgenommen hiervon ist lediglich die Stahlsorte St 37 für nichtgeschweißte Bauteile, da die Verwendung einer geringerwertigen Stahlsorte als St 37 nicht gestattet und eine Verwechslung deshalb nicht kritisch ist. Der Umfang der erforderlichen Werkstoffbescheinigungen ist gegenüber den früheren Regelungen insgesamt gleich geblieben.

Sämtliche nicht aus St 37-2 bestehenden Einzelteile (Träger, Bleche usw.) sind außerdem, z. B. durch Schlagmale oder Farbzeichen, um auch hier Verwechslungen, z. B. von St 52 und St 37, auszuschließen.

Zu 2.1.5 (Tabelle 1)

Für die Streckgrenze sind Rechenwerte angegeben, die im Gegensatz zu den in DIN 17 100 enthaltenen für die Anwendung bei Bemessung und Konstruktion unpraktikabeln, ungeraden Werten – bedingt durch die exakte Umrechnung in die neuen SI-Maßeinheiten ($1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$) – entsprechend einer Empfehlung des NABau für alle bautechnischen Normen auf einem Umrechnungsverhältnis 1:10 basieren. Für größere Materialdicken ($t > 60$ bzw. 100 mm), bei denen die Streckgrenze gegenüber dem angegebenen Rechenwert – und damit auch die zulässige Spannung – bedeutend abfallen kann, sind im Einzelfall entsprechende Festlegungen zu treffen, bzw. entsprechend hohe Streckgrenzenwerte für diese Dicken bei der Bestellung mit dem Hersteller zu vereinbaren.

Zu 2.2 Drähte, Seile

Erstmals wurden in einer Stahlbaugrundnorm Regelungen über Seile – hier als Oberbegriff auch für Kabel und Bündel verwendet – aufgenommen, da Seilkonstruktionen heute in vielen Anwendungsgebieten des Stahlbaues zu finden sind.

Zu 2.3 Schrauben, Niete

Es sind hier nur die im Stahlbau üblicherweise verwendeten Schrauben-Festigkeitsklassen 4.6, 5.6 und 10.9 auf-

geführt. Für die Verwendung anderer, z. B. Edelstahl-Schrauben gelten die Erläuterungen zu Abschnitt 2.1.1 sinngemäß.

Bei der Norm DIN ISO 898 Teil 1 handelt es sich um die Folgeausgabe der Normen DIN 267 Teil 3 und Teil 7, wobei internationale Festlegungen übernommen wurden.

Zu 3.3 Berechnungsverfahren

Es wird hier ausdrücklich auch auf die Möglichkeit hingewiesen, Berechnungen mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung durchführen zu dürfen oder sie durch entsprechende Modellversuche zu ersetzen.

Zu 4 Lastannahmen

Die Einstufungen von Lasten in Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten bleibt grundsätzlich den Fachnormen vorbehalten, da gleiche Lasten je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Bedeutungen haben können.

Zu 5.1 Erforderliche Nachweise, Allgemeines

Obwohl diese Norm noch auf dem Konzept der zulässigen Spannungen aufbaut, wird grundsätzlich auf die Möglichkeit hingewiesen, die Bemessung auch mit Hilfe der Traglast durchführen zu dürfen. Für den Fall, daß Schnittgrößen überproportional zur Belastung anwachsen, wird der Nachweis unter γ -fachgesteigerten Gebrauchslasten sogar zwingend vorgeschrieben.

Im Entwurf DIN 18 800 Teil 2 sollen die Sicherheitsbeiwerte wie folgt festgelegt werden:

Lastfall Hauptlasten (H)	$\gamma = 1,50$
Lastfall Haupt- und Zusatzlasten (HZ)	$\gamma = 1,3$

Zu 5.4 Lagesicherheitsnachweis

Der Nachweis der äußeren Stabilität eines Tragwerkes (Sicherheit gegen Abheben, Umkippen und Gleiten) wurde wie in der Vorgabe der neuen Bundesbahnvorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke DB 804 neu gefaßt. Hier werden erstmalig unterschiedliche Lasterhöhungsfaktoren γ_{α} (entsprechen den Sicherheitsbeiwerten gemäß Erläuterungen zu 5.1) für in ihrer Wirkung verschiedenartige Lastanteile eingeführt.

Der früher übliche Nachweis gegen Umkippen des Tragwerks um eine Bauwerkskante ist nunmehr ersetzt durch den Nachweis gegen das Erreichen einer kritischen Pressung β_{α} in der untersuchten Fuge. Durch die angegebenen Nachweise ist gewährleistet, daß die Reaktionskraft in der Fuge (D_{α}) stets einen ausreichenden Abstand von einer möglichen Kippkante aufweist und daß unter dieser Kippkante die Festigkeit des betreffenden Baustoffes nicht überschritten wird. Der Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen ist also erbracht, wenn nachgewiesen ist, daß die vorhandene Pressung σ_{α} unter γ_{α} -facher Belastung kleiner ist als die für den jeweiligen Baustoff zulässige kritische Pressung β_{α} .

Die jeweils ungünstigste, d. h. maßgebende Lastkombination muß durch Probieren ermittelt werden; es genügt im allgemeinen nicht, den Lagesicherheitsnachweis mit den um γ_{α} vervielfachten Lastkombinationen der Lastfälle H und HZ durchzuführen.

Zu 6 Bemessungsannahmen für Bauteile**Zu 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen**

Sämtliche verwendeten Formelzeichen sind auf die Festlegungen in DIN 1080 abgestimmt worden. Für den Praktiker bedeutet das ein gewisses Umdenken, weil nunmehr die „x-Achse“ einheitlich die „Trägerlängsachse“ bezeichnet. Für die Querschnittshauptachsen verbleiben damit die Buchstaben y und z. Schnittkräfte erhalten als Indizes grundsätzlich den Buchstaben der Achse, in dessen Rich-

tung ihr zugehöriger Vektor zeigt. Nach Bild 7 sind die Momente M_y und M_z Momente um die y- bzw. z-Achse (Trägerquerachsen), d. h. Biegemomente und das Moment M_x ein Moment um die x-Achse (Trägerlängsachse), d. h. ein Torsionsmoment.

Für die Spannungsermittlung wurden nur die gängigen Bemessungsformeln in die Norm aufgenommen, um einen Lehrbuchcharakter zu vermeiden. Weitergehende Formeln z. B. für die Berechnung von Wölbspannungen sind deshalb der einschlägigen Literatur zu entnehmen.

Hinsichtlich des Schub- und Vergleichsspannungsnachweises ist darauf hinzuweisen, daß beim Nachweis mit den maximalen (ortlich) auftretenden Spannungen die zulässigen Werte um 10 % überschritten werden dürfen, wenn gleichzeitig nachgewiesen wird, daß bei der Rechnung mit den entsprechenden Mittelwerten für den untersuchten Querschnittsteil die zulässigen Spannungen eingehalten werden.

Zu 6.1.3 Beanspruchung durch eine Querkraft Q

Zu Formel (6 c)

Die Querkraftfläche A_Q von Stäben mit I- oder [-Querschnitt ergibt sich mit den Bezeichnungen nach Bild E 1 aus Gleichung (E 6 a)

$$A_Q = h_Q \cdot t_{Steg} \quad (E 6 a)$$

Ein I- oder [-Querschnitt mit ausgeprägten Flanschen im Sinne von Abschnitt 6.1.3, bei dem der Nachweis nach Formel (6 c) entfallen kann, liegt immer dann vor, wenn die Bedingung (E 6 b) erfüllt ist:

$$\Delta A_Q = t_{Steg} \cdot z_{Fl\ min} \leq t_{Fl\ min} \cdot b_{Fl\ min} \quad (E 6 b)$$

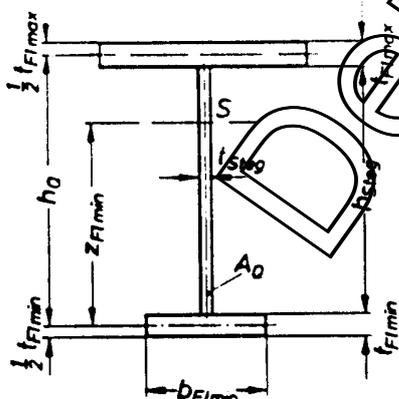


Bild E 1.

Bei gleich großen Flanschen läßt sich Bedingung (E 6 b) durch Bedingung (E 6 c) ersetzen.

$$A_Q \leq \frac{1}{2} A \quad (E 6 c)$$

Bei Querschnitten mit nicht ausgeprägten Flanschen, d. h. bei Nichterfüllung der Bedingung (E 6 b) bzw. (E 6 c), ist immer die Bedingung (E 6 d) erfüllt.

$$\frac{\max \tau}{\tau_m} > 1,1 \quad (E 6 d)$$

In solchen Fällen darf also beim Nachweis von $\max \tau$ die zulässige Spannung $zul \tau$ bis zu 10 % überschritten werden ohne zusätzlichen Nachweis von Bedingung (6 a).

Bei Stäben mit □-Querschnitt darf Bedingung (6 a) nur bei mindestens einfachsymmetrischen Querschnitten mit Querkraft in der Symmetrieachse und bei Einhaltung der Bedingung (E 6 b) bzw. (E 6 c) angewandt werden.

In (E 6 a) und (E 6 b) ist in diesem Fall t_{Steg} durch die Summe beider Stegdicken zu ersetzen.

Bei allen anderen Stäben mit □-Querschnitten ist der Nachweis für $\max \tau$ nach Bedingung (6 b) zu führen, wobei zu berücksichtigen ist, daß $\max S$ das Ergebnis der statisch unbestimmten Schubflußverteilung ist. Die Überschreitung von $zul \tau$ um 10 % für $\max \tau$ ist immer dann zulässig, wenn Bedingung (E 6 d) eingehalten wird, wobei τ_m den Mittelwert der Querkraftschubspannungen des betrachteten Steges darstellt. Bei einfachsymmetrischen Kastenquerschnitten mit Querkraft senkrecht zur Symmetrieachse darf Bedingung (E 6 d) als erfüllt angesehen werden, wenn Bedingung (E 6 c) mit $\sum t_{Steg}$ anstelle von t_{Steg} nicht erfüllt ist.

Zu 6.2.3.1

Die Tragfähigkeit eines Seiles wird im allgemeinen durch einen Zugversuch bestimmt. Da jedoch beim Aufstellen der statischen Berechnung die wirkliche Bruchkraft im allgemeinen noch nicht ermittelt ist, darf für die Seilarten nach Abschnitt 2.2.2 mit den theoretischen Werten β_N , A_m , k_s und k_e gerechnet werden.

Zu 7.2 Schrauben- und Nietverbindungen

Erstmals sind in einer Stahlbaunorm auch für Schrauben- und Nietverbindungen entsprechende Bemessungsformeln enthalten. Angaben über die Bemessung von Senkschrauben und -nieten sowie die Vergrößerung des zulässigen Lochspiels bei SL- und GV-Verbindungen von 1 mm auf 2 mm erfüllen häufig geäußerte Forderungen aus der Praxis.

Regelungen bezüglich der Materialmindestdicke siehe Erläuterungen zu B.

Zu 7.3 Schweißverbindungen

Die bisherigen Regelungen aus DIN 4100 wurden dem Stand der Technik angepaßt. So ist z. B. die in der Praxis häufig angewandte „versenkte Kehlnaht“ als neue Nahtform aufgenommen worden, als Ersatz der auch in DIN 1000 noch enthaltenen HV-Stegnaht mit Kehlnaht. Die Mindestdicke geschweißter Bauteile ergibt sich aus den beiden Forderungen $\min a \geq 2 \text{ mm}$ und $\max a \leq 0,7 \min t$ zu $\min t \geq \frac{2}{0,7} \approx 3 \text{ mm}$.

Zu 8 Zulässige Spannungen

Die für die geforderten Nachweise jeweils zulässigen Spannungen sind in den Tabellen 7 bis 14 zusammengefaßt. Gegenüber früheren Regelungen sei auf folgende Änderungen bzw. Ergänzungen besonders hingewiesen:

- Die Werte für „zul σ “ gelten nicht nur für die jeweils auftretenden Zug- und Druckspannungen, sondern auch für den Vergleichsspannungsnachweis nach Abschnitt 6.1.7 (siehe auch Erläuterungen zu 6.1, letzter Absatz)
- Angabe von Tragfähigkeitswerten bei gleitfesten Verbindungen auch für Schraubendurchmesser M 36
- Erhöhung der zulässigen Lochleibungsspannungen im Lastfall H und HZ und der zulässigen Zugbeanspruchung im Lastfall HZ für Verbindungen mit Schrauben nach DIN 7990 und DIN 7968. Die Werte für den zulässigen Lochleibungsdruck in Bauteilen und Verbindungsmitteln gelten nur für Materialdicken $\geq 3 \text{ mm}$.

Zu 9 Grundsätze für die Konstruktion

Zu 9.2.2.7 Schweißen in kaltgeformten Bereichen

Gegenüber den bisherigen Regelungen in DIN 4100 sind die Grenzen, in denen das Schweißen in kaltgeformten Bereichen zulässig ist, aufgrund neuer Erkenntnisse und Untersuchungen erweitert worden.

Anhang zu den Erläuterungen

Übersicht 1. Vorgesehene Gliederung in Fachgrund- und Fachnormen

NEU	Fachgrundnormen	ALT 1)
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion	DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100, DIN 4101; DASt-Ri 010
Folgeteile in Vorbereitung	Stahlbauten; Knicken von Stäben und Stabwerken	DIN 4114 Teil 1 und Teil 2
	Stahlbauten; Beulen von Platten	DIN 4114 Teil 1 und Teil 2; DASt-Ri 012 Sonderfälle in DIN 15 018, DIN 4119, DIN 4133
	Stahlbauten; Beulen von Schalen	
	Stahlbauten; Verbundkonstruktionen, Grundlagen	Richtlinien für Stahlverbundträger
	Stahlbauten; Bemessung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung	DIN 1000
	Stahlbauten; Herstellung	
Stahlbauten; Erhaltung		

NEU	Fachnormen	ALT 1)
Neubearbeitung im Rahmen der „18 800er-Reihe“ in Vorbereitung	Stahlhochbauten	DIN 1050; DIN 4100
	Niedrigdruckgasbehälter und oberirdische Tankbauwerke	DIN 3397; DIN 4119 Teil 1 und Teil 2
	Türme und Maste	(DIN 4131)
	Kranbahnen	DIN 4132
	Stahlschornsteine	DIN 4133
	Verbundkonstruktionen im Hochbau	Richtlinien für Stahlverbundträger
	Stahltrapezprofile	DIN 1073, DIN 1079, DIN 4101 Richtlinien für Stahlverbundträger
	Hohlprofile im Stahlbau	
	Stählerne Straßenbrücken	
	Verbundträger-Straßenbrücken	
1) Zur Zeit existierende, noch gültige Regelungen für den jeweiligen Bereich.		