

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 Allgemeine Angaben	2	6 Bemessungsannahmen für Bauteile	7
1.1 Anwendungsbereich	2	6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen	7
1.2 Bautechnische Unterlagen	2	6.2 Seile	9
2 Werkstoffe	2	7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile	12
2.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen	2	7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße	12
2.2 Drähte, Seile	3	7.2 Schrauben- und Nietverbindungen	13
2.3 Schrauben, Niete	4	7.2.1 Scher-/Lochleibungsverbindungen (SL- und SLP-Verbindungen)	13
2.4 Kopf- und Gewindebolzen	4	7.2.2 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben (GV- und GVP-Verbindungen)	13
2.5 Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver, Schutzgase	4	7.2.3 Verbindungen mit Zugbeanspruchung in Richtung der Schraubenachse aus äußerer Belastung	14
3 Grundsätze für die Berechnung	4	7.3 Schweißverbindungen	15
3.1 Allgemeines	4	7.4 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	19
3.2 Genauigkeit	4	8 Zulässige Spannungen	19
3.3 Berechnungsverfahren	4	9 Grundsätze für die Konstruktion	23
3.4 Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen	5	9.1 Allgemeine Grundsätze	23
3.5 Mitwirkende Plattenbreite	5	9.2 Verbindungen und Verbindungsmittel	23
4 Lastannahmen	5	9.2.1 Schrauben- und Nietverbindungen	23
5 Erforderliche Nachweise	6	9.2.2 Schweißverbindungen	24
5.1 Allgemeines	6	9.3 Seilkonstruktionen	26
5.2 Allgemeiner Spannungsnachweis	6	Normen und Unterlagen	27
5.3 Stabilitätsnachweis	6		
5.4 Lagesicherheitsnachweis	6		
5.5 Formänderungsuntersuchung	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 Güteauswahl

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 Edelmetalle 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 Werkzeugeignungszeugnis 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 Drehungsanfälligkeit 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).

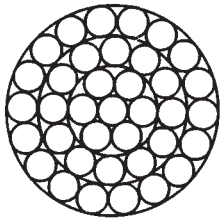


Bild 1.

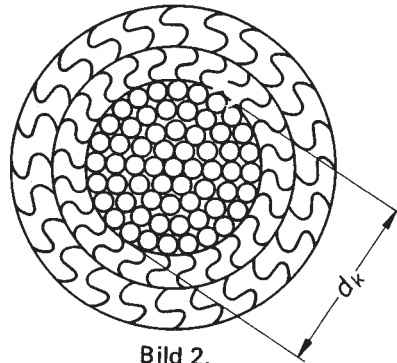


Bild 2.

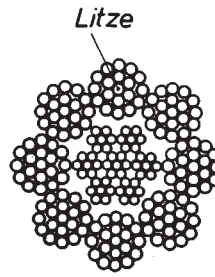


Bild 3.

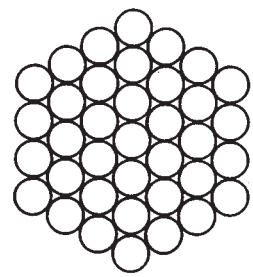


Bild 4.



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 Werkzeugzeugnis 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 auszudrucken.

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 näherungsweiser 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 Rißlinie liegen, die den kleinsten Wert $A - \Delta A$ ergibt

A_Q Querkraftfläche, die bei näherungsweiser 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 Rißlinie 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_{cr}

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_{cr} nach der Tabelle 3 zu vervielfachen sind.

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

	1	2
	Belastungen	γ_{cr}
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_{cr} -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_{cr} -fachen Belastungen

N_Z Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden abhebenden Stützgrößen aus den γ_{cr} -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_{cr} (Umkippen)

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

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

Es bedeuten:

σ_{cr} Pressung unter den γ_{cr} -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_{cr} Reaktionskraft in der Lagerfuge (siehe Bild 6)

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

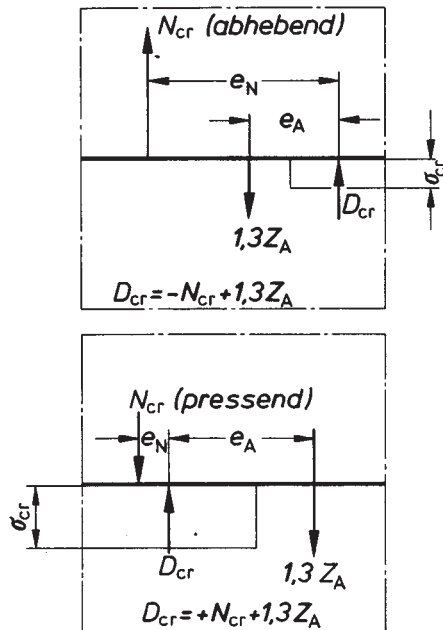


Bild 6. Ermittlung der Ankerzugkraft $Z_A = \frac{N_{\alpha} \cdot e_N}{1,3 \cdot e_A}$

In Gründungsfugen ist die Grundbruchsicherheit unter γ_{α} -fachen Belastungen nachzuweisen. Die Grundbruchsicherheit unter γ_{α} -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:

$$1,5 \cdot H \leq \mu_N \cdot N \quad (4 \text{ a})$$

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

$$H \leq D \quad (4 \text{ b})$$

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; anderenfalls 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:

Koordinaten:

- x Schwerachse
 y, z Querschnittshauptachsen

Schnittgrößen:

- N Längskraft 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 Krafteinleitung
 $\sigma_{y, m}, \sigma_{z, m}$ 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.

$$\text{Druck } N < 0; \quad \left| \sigma_D \right| = \frac{N}{A} \quad (5 \text{ a})$$

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

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.

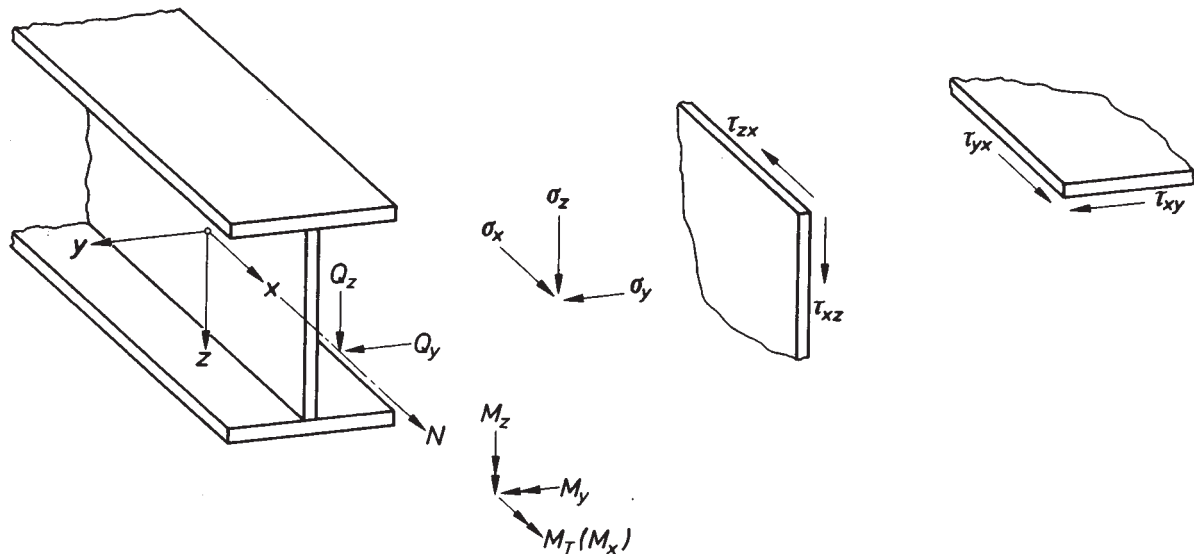


Bild 7. Koordinatensystem für Schnittgrößen und Beanspruchungen

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:

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

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)

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

6.1.5 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 Wölbspennungen 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):

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

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

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

darf die maximale Randspannung

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

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 Längskräfte auf Zug beansprucht. Für die Bemessung sind bevorzugt Versuchsergebnisse zugrunde zu legen, die an solchen Seilen, Endausbildungen (Verankerungen) von Seilen, Umlenkagern 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 Gewichsfaktor w 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 Gewichsfaktor.

$$G = A_m \cdot w$$

6.2.3 Nachweise

6.2.3.1 Alle Seilarten

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

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

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

betragen.

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	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
		Füllfaktor f										Verseilfaktor k_s										Gewichts- faktor $w \cdot 100$	Elastizitäts- modul E		
Konstruktionsmerkmale		Runddraht- kern + 1 Lage Profil- drähte	Runddraht- kern + 2 Lagen Profil- drähte	Runddraht- kern + mehr als 2 Lagen Profil- drähte	Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen								Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen								$\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$			
Seilarten		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	—			0,83	$0,15 \cdot 10^6$			
1	Offene Spiralseile	0,77	0,76	0,75			—			0,90	0,88	0,87	0,84	0,82	—			0,83 <th>$0,16 \cdot 10^6$</th>	$0,16 \cdot 10^6$						
2	vollverschlossene Spiralseile	0,81	0,84	0,86	—										0,92										$0,16 \cdot 10^6$
Rundlitzenseile																									
3	7	6	6 bis 8																			0,84	$0,12 \cdot 10^6$		
	8	8	6 bis 8																			0,78	$0,11 \cdot 10^6$		
	17	6	15 bis 26																			0,80	$0,11 \cdot 10^6$		
	19	8	15 bis 26																			0,75	$0,10 \cdot 10^6$		
	23	6	27 bis 49																			0,77	$0,10 \cdot 10^6$		
	30	8	27 bis 49																			0,73	$0,09 \cdot 10^6$		
4	25	6	50 bis 75																			0,72	$0,10 \cdot 10^6$		
	32	8	50 bis 75																			0,70	$0,09 \cdot 10^6$		
	Paralleldrahtbündel *)		—	0,78	0,76	0,75													1,00	0,85 **)	$0,20 \cdot 10^6$				

*) Diese Werte gelten nicht für Paralleldrahtbündel aus Litzen.

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

*) Diese Werte gelten nicht für Paralleldrahtbündel aus Litzen.

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