

DIN EN 1993-1-4

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatz für
DIN EN 1993-1-4:2007-02
Siehe Anwendungsbeginn

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln –
Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-4:2006 + A1:2015**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-4: General rules –
Supplementary rules for stainless steels;
German version EN 1993-1-4:2006 + A1:2015

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-4: Règles générales –
Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables;
Version allemande EN 1993-1-4:2006 + A1:2015

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)



Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2015-10-01.

Für DIN EN 1993-1-4:2007-02 besteht eine Übergangsfrist bis 2016-06-30.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-4:2006 + A1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung“ begleitet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1993-1-4:2007-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die europäische Änderung A1 wurde eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1993-1-4: 2002-05

DIN EN 1993-1-4: 2007-02

ICS 91.010.30; 91.080.10

Deutsche Fassung

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten —
Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln —
Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen**

Eurocode 3 —
Design of steel structures —
Part 1-4: General rules —
Supplementary rules for stainless steels

Eurocode 3 —
Calcul des structures en acier —
Partie 1-4: Règles générales —
Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Januar 2006 angenommen.

Die Änderung A1 modifiziert die Europäische Norm EN 1993-1-4:2006. Sie wurde vom CEN am 1. März 2015 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Ä Vorwort der Änderung A1	5
1 Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Normative Verweisungen	6
1.3 Voraussetzungen	7
1.4 Unterscheidung von verbindlichen Regeln und nicht verbindlichen Regeln	7
1.5 Begriffe	7
1.6 Formelzeichen	7
2 Werkstoffe	8
2.1 Nichtrostende Stähle im Bauwesen	8
2.1.1 Allgemeines	8
2.1.2 Mechanische Eigenschaften nichtrostender Stähle	8
2.1.3 Werkstoffkennwerte	10
2.1.4 Bruchzähigkeit	10
2.1.5 Eigenschaften in Dickenrichtung	11
2.1.6 Toleranzen	11
2.2 Schrauben	11
2.2.1 Allgemeines	11
2.2.2 Vorgespannte Schrauben	11
2.2.3 Andere mechanische Verbindungsmittel	12
2.3 Schweißzusatzwerkstoffe	12
3 Dauerhaftigkeit	12
4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Ermittlung von Verformungen	12
5 Grenzzustände der Tragfähigkeit	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Einstufung in Querschnittsklassen	15
5.2.1 Maximales Breite-zu-Dicke-Verhältnis	15
5.2.2 Klassifizierung druckbeanspruchter Querschnittsteile	15
5.2.3 Wirksame Breiten von Querschnitten der Klasse 4	18
5.2.4 Wirkung der Schubverzerrung	19
5.3 Querschnittstragfähigkeit	19
5.3.1 Zugtragfähigkeit an Stellen mit Schraubenlöchern	19
5.4 Stabilität von Bauteilen	20
5.4.1 Allgemeines	20
5.4.2 Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck	20
5.4.3 Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse	21
5.5 Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile	22
5.6 Schubtragfähigkeit	23
5.7 Quersteifen im Steg	24
6 Bemessung von Anschlüssen	24
6.1 Grundlagen	24
6.2 Schraubenverbindungen	25
6.3 Geschweißte Verbindungen	25

7	Versuchsgestützte Bemessung	26
8	Ermüdung	26
9	Bemessung im Brandfall	26
Anhang A  (normativ) Werkstoffauswahl und Dauerhaftigkeit.....		27
A.1	Korrosionsschutz von Bauprodukten — Anforderungen	27
A.2	Werkstoffauswahl.....	27
A.3	Schwimmballenatmosphäre.....	30
A.4	Korrosionsschutz von Verbindungen mit anderen Metallen	31
A.5	Verzinkung und Kontakt mit geschmolzenem Zink	31
Anhang B (informativ) Kaltverfestigte, nichtrostende Stähle		32
B.1	Grundlagen	32
B.2	Kaltverfestigung infolge der Fertigung	32
Anhang C (informativ) Beschreibung des Materialverhaltens.....		33
C.1	Allgemeines	33
C.2	Mechanische Eigenschaften	33

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-4:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-1-4:2002.

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

Nationaler Anhang für EN 1993-1-4

Diese Norm enthält alternative Verfahren, Kennwerte und Empfehlungen mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, wann nationale Abänderungen anfallen. Deswegen gilt zur nationalen Norm, die EN 1993-1-4 implementiert, ein nationaler Anhang, der die national bestimmten Parameter zu Entwurf und Bemessung von Stahlbauten, die in dem jeweiligen Land zu errichten sind, enthält.

Nationale Abänderungen werden in den folgenden Regelungen der EN 1993-1-4 ermöglicht:

2.1.4(2)

2.1.5(1)

5.1(2)

5.5(1)

5.6(2)

6.1(2)

6.2(3)

A₁ 7(1)

A.2(8)

A.3, Tabelle A.4. **A**₁

Vorwort der Änderung A1

Dieses Dokument (EN 1993-1-4:2006/A1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 1993-1-4:2006 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2016 zurückgezogen werden.

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

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

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Teil 1-4 der EN 1993 enthält ergänzende Regelungen zu Konstruktion und Bemessung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken, die die Anwendung der EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 und EN 1993-1-8 auf austenitische, austenitisch-ferritische und ferritische nichtrostende Stähle erweitern.

ANMERKUNG 1 Näheres zur Dauerhaftigkeit nichtrostender Stähle enthält Anhang A.

ANMERKUNG 2 Die Ausführung von Tragwerken aus nichtrostenden Stählen ist in EN 1090 geregelt.

ANMERKUNG 3 Richtlinien zur Weiterbehandlung einschließlich Wärmebehandlung enthält EN 10088.

1.2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm nimmt teilweise Bezug auf andere Regelwerke. Die normativen Verweise werden an den betreffenden Textstellen zitiert und sind in der nachstehenden Liste enthalten. Für Dokumente, die ein Ausgabedatum tragen, gilt, dass eine neuere Ausgabe für das Arbeiten mit dieser Europäischen Norm nur dann anzuwenden ist, wenn hierfür ein Hinweis vorhanden ist. Bei nicht datierten Dokumenten ist die neueste Version maßgebend.

EN 508-3, *Dachdeckungsprodukte aus Metallblech — Festlegungen für selbsttragende Bedachungselemente aus Stahlblech, Aluminiumblech oder nichtrostendem Stahlblech — Teil 3: Nichtrostender Stahl*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*

EN 1993-1-1:2005 ^[A1], *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1993-1-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 1993-1-3, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-3: Allgemeine Regeln — Ergänzende Regeln für dünnwandige Bauteile und Bleche*

EN 1993-1-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile*

EN 1993-1-6, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen*

EN 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

EN 1993-1-9, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

EN 1993-1-10, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*

EN 1993-1-11, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-11: Tragwerke mit Zuggliedern aus Stahl*

EN 1993-1-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-12: Zusätzliche Regeln zur Erweiterung von EN 1993 auf Stahlsorten bis S 700*

EN 10029, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an; Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen*

EN 10052, *Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen*

EN 10088 (alle Teile), *Nichtrostende Stähle*

EN 10162, *Kaltprofile aus Stahl — Technische Lieferbedingungen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

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

EN ISO 3506-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben*

EN ISO 3506-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern*

EN ISO 3506-3, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 3: Gewindestifte und ähnliche, nicht auf Zug beanspruchte Schrauben*

EN ISO 7089, *Flache Scheiben — Normale Reihe, Produktklasse A*

EN ISO 7090, *Flache Scheiben mit Fase — Normale Reihe, Produktklasse A*

EN ISO 9445, *Kontinuierlich gewalztes Kaltband, Kaltbreitband, Blech und Kaltband in Stäben aus nichtrostenden Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

1.3 Voraussetzungen

(1) Es gilt zusätzlich zu den grundlegenden Annahmen der EN 1990:

— die Herstellung und Errichtung erfolgt nach EN 1090-2.

1.4 Unterscheidung von verbindlichen Regeln und nicht verbindlichen Regeln

(1) Es gelten die Regelungen in EN 1990, 1.4.

1.5 Begriffe

(1) Es gelten die Regelungen in EN 1990, 1.5.

(2) Solange nicht anderes festgelegt, gelten die Begriffe für die Behandlung von Eisenwerkstoffen nach EN 10052.

1.6 Formelzeichen

Zusätzlich zu den in EN 1990, EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-5 und 1993-1-8 angegebenen Symbolen werden folgende Symbole verwendet:

$f_{u,red}$	abgeminderte Beanspruchbarkeit bei Lochleibung;
$E_{s,ser}$	elastischer Sekantenmodul zu Berechnungen der Gebrauchstauglichkeit;
$E_{s,1}$	elastischer Sekantenmodul entsprechend der Spannung im Zugflansch;
$E_{s,2}$	elastischer Sekantenmodul entsprechend der Spannung im Druckflansch;
$\sigma_{1,Ed,ser}$	Bemessungsspannung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
n	Beiwert.

2 Werkstoffe

2.1 Nichtrostende Stähle im Bauwesen

2.1.1 Allgemeines

■_{A1} (1) Die in Teil 1-4 festgelegten Bemessungsvorschriften gelten für nichtrostenden Stahl im unverfestigten Zustand entsprechend Tabelle 2.1 und für kaltverfestigten, austenitischen, nichtrostenden Stahl entsprechend Tabelle 2.2.

Die für die Konstruktion von Bauwerken verwendeten typischen Stahlsorten sind in den Tabellen 2.1 und 2.2 aufgeführt. Die Bemessungsregeln in dieser Norm dürfen auch für andere Sorten in EN 10088-4 und EN 10088-5 unter der Voraussetzung angewendet werden, dass der entsprechende Teilsicherheitsbeiwert (γ_M) um 10 % erhöht wird. Eine fachliche Beratung sollte gegebenenfalls in Bezug auf Dauerhaftigkeit, Fertigung, Schweißbarkeit, Ermüdungsfestigkeit und Beständigkeit gegen hohe Temperaturen dieser Stahlsorten hinzugezogen werden. ■_{A1}

(2) Die Nennwerte der Materialeigenschaften nach 2.1.2 sollten als charakteristische Werte bei der Tragwerksbemessung angesetzt werden.

(3) Für nähere Angaben zu den Materialeigenschaften wird auf ■_{A1} Europäische Normen ■_{A1} verwiesen.

■_{A1} gestrichener Text ■_{A1}

2.1.2 Mechanische Eigenschaften nichtrostender Stähle

■_{A1} (1) Bei der Bemessung sollten die Kennwerte unabhängig von der Walzrichtung wie folgt angenommen werden:

- Streckgrenze, f_y : Nennspannung (0,2%-Dehngrenze), festgelegt in den Tabellen 2.1 und 2.2;
- Zugfestigkeit, f_u : Nennwert der Zugfestigkeit, festgelegt in den Tabellen 2.1 und 2.2.

(2) Die Duktilitätsanforderungen in EN 1993-1-1:2005, 3.2.2, gelten ebenfalls für nichtrostende Stähle. Stähle, die mit einer der in Tabelle 2.1 aufgeführten Sorten übereinstimmen, sollten als diesen Anforderungen genügend angesehen werden. In Tabelle 2.2 aufgeführte Stähle sollten festgelegte Eigenschaften aufweisen, die die Duktilitätsanforderungen in EN 1993-1-1 erfüllen.

(3) Höhere Festigkeitswerte, z. B. infolge von Kaltverfestigung des Grundmaterials, dürfen bei der Bemessung unter der Voraussetzung verwendet werden, dass sie durch Prüfungen entsprechend Abschnitt 7 verifiziert sind.

Tabelle 2.1 — Nennwerte der Streckgrenze f_y und der Zugfestigkeit f_u für nichtrostende Konstruktionsstähle nach EN 10088^a

Gefügeart des nicht- rostenden Stahls	Sorte	Erzeugnisform							
		Kaltgewalztes Band		Warmgewalztes Band		Warmgewalztes Blech		Stab-, Rund- und Profilstahl	
		Nenn Dicke t							
		$t \leq 8 \text{ mm}$		$t \leq 13,5 \text{ mm}$		$t \leq 75 \text{ mm}$		$t \leq 250 \text{ mm}$	
		f_y	f_u	f_y	f_u	f_y	f_u	f_y	f_u
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Ferritische Stähle	1.4003	280	450	280	450	250 ^c	450 ^c	260 ^d	450 ^d
	1.4016	260	450	240	450	240 ^c	430 ^c	240 ^d	400 ^d
	1.4512	210	380	210	380	—	—	—	—
Austeniti- sche Stähle	1.4306	220	520	200	520	200	500	180	460
	1.4307							175	500
	1.4541							190	500
	1.4301	230	540	210	520	210	520	200	500
	1.4401	240	530	220	530	220	520		
	1.4404							230	530
	1.4539							200	500
	1.4571		540		540				
	1.4432	240	550	220	550	220	520	200	500
	1.4435								
	1.4311	290	550	270	550	270	550	270	550
	1.4406	300	580	280	580	280	580	280	580
	1.4439	290		270		270			
	1.4529	—	—	—	—	300	650	300 ^b	650 ^b
	1.4547	320	650	300	650	300	650	300	650
	1.4318	350	650	330	650	330	630	—	—
Austeniti- sch-ferriti- sche Stähle	1.4062	530 ^e	700 ^e	480 ^f	680 ^f	450 ^g	650 ^g	380 ^b	650 ^b
	1.4162	530 ^e	700 ^e	480 ^f	680 ^f	450	650	450 ^b	650 ^b
	1.4482	500 ^e	700 ^e	480 ^f	660 ^f	450	650	400 ^b	650 ^b
	1.4662	550 ^e	750 ^e	550	750	480	680	450 ^b	650 ^b
	1.4362	450	650	400	650	400	630	400 ^b	600 ^b
	1.4462	500	700	460	700	460	640	450 ^b	650 ^b
^a Die Nennwerte f_y und f_u in dieser Tabelle dürfen ohne gesonderte Beachtung der Anisotropie oder von Verfestigungseffekten für die Bemessung verwendet werden.									
^b $t \leq 160 \text{ mm}$									
^c $t \leq 25 \text{ mm}$									
^d $t \leq 100 \text{ mm}$									
^e $t \leq 6,4 \text{ mm}$									
^f $t \leq 10 \text{ mm}$									
^g $t \leq 50 \text{ mm}$ ($f_y = 430 \text{ N/mm}^2$ und $f_u = 625 \text{ N/mm}^2$ bei $50 \text{ mm} < t \leq 75 \text{ mm}$)									

Tabelle 2.2 — Nennwerte der Streckgrenze f_y und der Zugfestigkeit f_u für nichtrostende Baustähle nach EN 10088, die kaltverfestigt sind

Sorte	Kaltverfestigt			
	CP350		CP500	
	f_y N/mm ²	f_u^a N/mm ²	f_y N/mm ²	f_u^a N/mm ²
1.4301	350	600	460	650
1.4318	b	b	460	650
1.4541	350	600	460	650
1.4401	350	600	460	650
1.4571	350	600	460	650

^a Entsprechend EN 10088 legt die CP-Klassifizierung nur die erforderliche 0,2 %-Dehngrenze, f_y , fest. Die verwendeten Stähle sollten festgelegte Eigenschaften aufweisen, die die tabellierten konservativen Werte für die Zugfestigkeit, f_u , erfüllen, sofern nicht durch die Bauartprüfung die Zulässigkeit niedrigerer Werte nachgewiesen wird.

^b Die Stahlsorte 1.4318 hat im unverfestigten Zustand eine 0,2 %-Dehngrenze von 350 N/mm²; siehe Tabelle 2.1.

Ⓐ1

2.1.3 Werkstoffkennwerte

(1) Für eine Tragwerksberechnung und zur Bestimmung der Bauteil- und Querschnittswiderstände dürfen die folgenden Werte angesetzt werden:

— Elastizitätsmodul E :

$E = 200\,000\text{ N/mm}^2$ für austenitische und austenitisch-ferritische Sorten der Tabelle 2.1 außer für die Sorten 1.4539, 1.4529 und 1.4547

$E = 195\,000\text{ N/mm}^2$ für austenitische Sorten 1.4539, 1.4529 und 1.4547

$E = 220\,000\text{ N/mm}^2$ für ferritische Sorten der Tabelle 2.1

— Schubmodul G mit $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

— Querdehnungszahl $\nu = 0,3$

Wahlweise dürfen für unverfestigte Werkstoffe Spannungs-Dehnungskurven nach Anhang C zur Beschreibung des Materialverhaltens herangezogen werden.

(2) Zur Berechnung der Verformungen von Bauteilen darf der Sekantenmodul, der zu den Spannungen im Bauteil im Gebrauchszustand gehört, angesetzt werden, siehe 4.2(5).

2.1.4 Bruchzähigkeit

(1) Es darf unterstellt werden, dass die austenitischen und austenitisch-ferritischen, nichtrostenden Stähle nach Teil 1-4 bis zu Gebrauchstemperaturen von -40 °C ausreichend zäh und unempfindlich gegen Sprödbbruch sind.

ANMERKUNG 1 Austenitische Stähle dürfen auch bei Temperaturen unter -40 °C zum Einsatz kommen, jedoch sind die Anforderungen für den Einzelfall zu ermitteln.

ANMERKUNG 2 Zur Versprödung in Verbindung mit flüssigem Zink, siehe Anhang Ⓐ A.5 Ⓐ1.

(2) EN 1993-1-10 gilt für ferritische, nichtrostende Stähle. Die erforderlichen Versuchstemperaturen und CVN-Werte dürfen der Tabelle 2.1 der EN 1993-1-10 entnommen werden.

ANMERKUNG 1 Ferritische Stähle sind nicht in Untergruppen unterteilt.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf weitere Informationen zur Bruchzähigkeit von ferritischen, nichtrostenden Stählen geben.

2.1.5 Eigenschaften in Dickenrichtung

(1) EN 1993-1-10 enthält Regelungen zur Bestimmung der Eigenschaften in Dickenrichtung.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf weitere Informationen zur Auswahl von Eigenschaften in Dickenrichtung geben.

2.1.6 Toleranzen

(1) Die Abmessungs- und Massentoleranzen von Walzprofilen, Konstruktionshohlprofilen und Blechen sollten der jeweiligen Liefernorm entsprechen, wenn nicht strengere Werte gefordert wurden.

ANMERKUNG Näheres zu Toleranzen für Erzeugnisdicken kaltgewalzter, nichtrostender Stähle enthält EN ISO 9445:2006. Zu Blechen siehe EN 10029.

(2) Für geschweißte Konstruktionsteile sollten die Toleranzen nach EN 1090-2 angewendet werden.

(3) Zur Tragwerksberechnung und -bemessung sollten die Nennwerte der Abmessungen verwendet werden, wenn nicht die Bemessungswerte der Werkstoffdicken nach 3.2.4(3) der EN 1993-1-3 ermittelt werden.

2.2 Schrauben

2.2.1 Allgemeines

(1) Schrauben und Muttern aus nichtrostendem Stahl sollten EN ISO 3506-1, EN ISO 3506-2 und EN ISO 3506-3 entsprechen. Unterlegscheiben sollten ebenfalls aus austenitischem Stahl bestehen und EN ISO 7089 bzw. EN ISO 7090 entsprechen. Die Korrosionsbeständigkeit der Schrauben sollte im Vergleich zum Grundwerkstoff gleichwertig oder besser sein.

(2) Die Nennwerte für Streckgrenze f_{yb} und Zugfestigkeit f_{ub} für Schrauben aus nichtrostendem Stahl sind Tabelle 2.2 zu entnehmen.

(3) Bis zum Erscheinen einer gültigen Europäischen Norm sollten die spezifizierten Eigenschaften mit einer anerkannten Qualitätsprüfung mit Proben aus jedem Lieferlos nachgewiesen werden.

Tabelle 2.3 — Nennwerte für f_{yb} und f_{ub} für Schrauben aus nichtrostendem Stahl

Werkstoffgruppe	Festigkeitsklasse nach EN ISO 3506	Schraubengröße	Streckgrenze f_{yb} N/mm ²	Zugfestigkeit f_{ub} N/mm ²
Austenitisch und austenitisch-ferritisch	50	≤ M 39	210	500
	70	≤ M 24	450	700
	80	≤ M 24	600	800

2.2.2 Vorgespannte Schrauben

ANMERKUNG Hochfeste Schrauben aus nichtrostenden Stählen sollten nicht in gleitfesten vorgespannten Schraubenverbindungen eingesetzt werden, wenn nicht durch Versuche die Eignung im Einzelfall nachgewiesen werden kann.

2.2.3 Andere mechanische Verbindungsmittel

(1) Anforderungen an andere Verbindungsmittel enthält EN 1993-1-3.

2.3 Schweißzusatzwerkstoffe

(1) Es gelten die in EN 1993-1-8 gestellten Anforderungen an Schweißzusatzwerkstoffe.

A1 (2) Als Ausnahme zu 2.3 (1) dürfen bei kaltverfestigtem austenitischem nichtrostendem Stahl Schweißzusatzwerkstoffe eine niedrigere Nennfestigkeit haben, als das Grundmaterial, siehe 6.3. Im Allgemeinen sollten austenitische Schweißzusatzwerkstoffe beim Schweißen von kaltverfestigten nichtrostenden Stählen verwendet werden. Austenitisch-ferritische Schweißzusatzwerkstoffe dürfen ebenfalls unter der Voraussetzung verwendet werden, dass die mechanischen Eigenschaften der Anschlüsse durch Versuche entsprechend Abschnitt 7 verifiziert sind. **A1**

A1 (3) **A1** Die Schweißelektroden und das gewählte Schweißverfahren sollten zusätzlich zu den Anforderungen nach EN 1993-1-8 eine Schweißnaht mit ausreichender Korrosionsbeständigkeit, die den vorhandenen Umgebungsbedingungen entspricht, ermöglichen.

A1 *gestrichener Text* **A1**

ANMERKUNG Für die Wahl des Schweißverfahrens für Anschlüsse mit nichtrostendem Stahl wird eine Fachberatung empfohlen.

3 Dauerhaftigkeit

A1 (1) Anhang A enthält eine Verfahrensweise zur Auswahl der geeigneten Sorte des nichtrostenden Stahls, der für die jeweiligen Umgebungsbedingungen des Bauteils zu verwenden ist. **A1**

4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

4.1 Allgemeines

(1) Auf nichtrostende Stähle sollten die in EN 1993-1-1, Abschnitt 7 gestellten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit angewendet werden.

(2) Bauteilverformungen sollten nach 4.2 abgeschätzt werden.

4.2 Ermittlung von Verformungen

(1) Bei der Abschätzung der Verformungen sollten die Einflüsse der nichtlinearen Spannungs-Dehnungs-Beziehung für nichtrostende Stähle und die Wirksamkeit des Querschnitts berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Richtlinien zur Beschreibung des nichtlinearen Materialverhaltens unverfestigter Werkstoffe enthält der informative Anhang C.

(2) Die Grundanforderungen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit enthält EN 1990, 3.4.

ANMERKUNG EN 1990 enthält die jeweiligen Einwirkungskombinationen für die nachstehenden Bemessungsfälle:

- Berechnung der Verformungen unter ständigen und/oder variablen Einwirkungen;
- Berücksichtigung von Langzeiteffekten wie Schwinden, Kriechen und Relaxation;
- Berücksichtigung der optischen Erscheinung, des Nutzungskomforts oder der Maschinenlauffähigkeit.

- (3) Bei Querschnitten der Klasse 4 darf der wirksame Querschnitt auf der sicheren Seite liegend mit den wirksamen Breiten der druckbeanspruchten Querschnittsteile nach 5.2.3 bestimmt werden. Wahlweise darf die genauere Methode nach 4.4(4) in EN 1993-1-5 verwendet werden.
- (4) Bei Bauteilen, bei denen Schubverzerrungen durch den Ansatz mittragender Breiten zu berücksichtigen sind, dürfen die Querschnittswerte auf der sicheren Seite liegend nach EN 1993-1-5, 3.2 ermittelt werden.
- (5) Verformungen sollten unter Verwendung des Sekantenmoduls $E_{s,ser}$, der die Gebrauchsspannungen unter der maßgebenden Lastkombination und die Walzrichtung berücksichtigt, abgeschätzt werden. Ist die Walzrichtung nicht bekannt oder kann sie nicht sichergestellt werden, sollte der Wert für die Längsrichtung verwendet werden. Wahlweise dürfen numerische Verfahren (FEM) nach EN 1993-1-5, Anhang C zusammen mit der Formulierung des nichtlinearen Materialverhaltens nach Anhang C dieser Norm zum Einsatz kommen.
- (6) Der Wert des Sekantenmoduls $E_{s,ser}$ darf folgendermaßen bestimmt werden:

$$E_{s,ser} = \frac{(E_{s,1} + E_{s,2})}{2} \quad (4.1)$$

Dabei ist

$E_{s,1}$ der Sekantenmodul, bezogen auf die Spannung σ_1 im Zugflansch;

$E_{s,2}$ der Sekantenmodul, bezogen auf die Spannung σ_2 im Druckflansch.

- (7) Die Werte $E_{s,1}$ und $E_{s,2}$ für die entsprechende Gebrauchsspannung $\sigma_{i,Ed,ser}$ und die Walzrichtung dürfen abgeschätzt werden mit:

$$E_{s,i} = \frac{E}{1 + 0,002 \frac{E}{\sigma_{i,Ed,ser}} \left(\frac{\sigma_{i,Ed,ser}}{f_y} \right)^n} \quad (4.2)$$

mit:

$i = 1$ oder 2 .

- (8) Der Koeffizient n darf der Tabelle 4.1 entnommen werden.

ANMERKUNG Anhang C enthält eine Methode zur Bestimmung von n für Sorten, die nicht in Tabelle 4.1 enthalten sind.

- (9) Zur Vereinfachung darf die Veränderung von $E_{s,ser}$ über die Bauteillänge vernachlässigt und stattdessen der Minimalwert für $E_{s,ser}$ (an der Stelle der maximalen Bauteilspannungen $\sigma_{1,Ed,ser}$ und $\sigma_{2,Ed,ser}$) verwendet werden.

Tabelle 4.1 — Koeffizient n

Stahlsorte	Koeffizient n	
	Längsrichtung	Querrichtung
1.4003	7	11
1.4016	6	14
1.4512	9	16
1.4301	6	8
1.4306		
1.4307		
1.4318		
1.4541		
1.4401	7	9
1.4404		
1.4432		
1.4435		
1.4539		
1.4571		
1.4462	5	5
1.4362		

5 Grenzzustände der Tragfähigkeit

5.1 Allgemeines

(1) Die in EN 1993-1-1, Abschnitte 5 und 6 getroffenen Festlegungen sollten für nichtrostende Stähle angewendet werden, es sei denn, sie werden durch die besonderen Bestimmungen in diesem Teil 1-4 verändert oder ersetzt.

(2) Teilsicherheitsbeiwerte γ_M entsprechend der Definition in 2.4.3 der EN 1993-1-1 beziehen sich auf die unterschiedlichen charakteristischen Beanspruchbarkeitsgrößen dieses Abschnitts, siehe Tabelle 5.1.

Tabelle 5.1 — Teilsicherheitsbeiwerte

Querschnittstragfähigkeit gegenüber ausgeprägtem Fließen einschließlich lokaler Instabilitäten	γ_{M0}
Bauteiltragfähigkeit gegenüber Instabilitäten entsprechend Bauteilnachweisen	γ_{M1}
Querschnittstragfähigkeit gegenüber Zugbruch	γ_{M2}
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Nieten, Schweißnähten, Bolzen und Blechen mit Lochleibungsbeanspruchung	γ_{M2}

ANMERKUNG γ_M -Werte dürfen im Nationalen Anhang festgelegt sein. Die folgenden Werte werden empfohlen:

$$\gamma_{M0} = 1,1$$

$$\gamma_{M1} = 1,1$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

(3) Diese Norm enthält keine Regelungen für eine plastische Tragwerksberechnung.

ANMERKUNG Tragwerke sollten nicht mit plastischen Berechnungsverfahren berechnet werden, solange keine ausreichenden Versuchsdaten vorliegen, die die Berechnungsannahmen durch Messung des tatsächlichen Tragwerksverhaltens bestätigen. Insbesondere sollte der Versuchsnachweis erbracht werden, dass die Anschlüsse in der Lage sind, die infolge von Verfestigungseffekten vergrößerten Schnittgrößen aufzunehmen.

(4)P Auf Ermüdung beanspruchte Anschlüsse müssen die Grundsätze in EN 1993-1-9 erfüllen.

A1 (5) Werden Bauteile signifikant verformt, darf die Kaltverfestigung austenitischer, nichtrostender Stähle berücksichtigt werden. Werden durch die Kaltverformung die Schnittgrößen in den Bauteilen erhöht, so sollten die Anschlüsse so bemessen werden, dass sie auf die höhere Bauteiltragfähigkeit abgestimmt sind, besonders dann, wenn eine Kapazitätsbemessung erforderlich ist. **A1**

5.2 Einstufung in Querschnittsklassen

5.2.1 Maximales Breite-zu-Dicke-Verhältnis

(1) Die in diesem Teil 1-4 getroffenen Festlegungen zur Bemessung dürfen für Querschnitte mit Abmessungen innerhalb der Grenzen nach EN 1993-1-3 angewendet werden, es sei denn, die Grenzverhältnisse für b/t und h/t in EN 1993-1-3 sind größer als 400, siehe Bild 5.1.

(2) Sind sichtbare Profilverformungen ebener Querschnittsteile unter Gebrauchslast nicht zumutbar, darf ein Grenzwert $b/t \leq 75$ angesetzt werden.

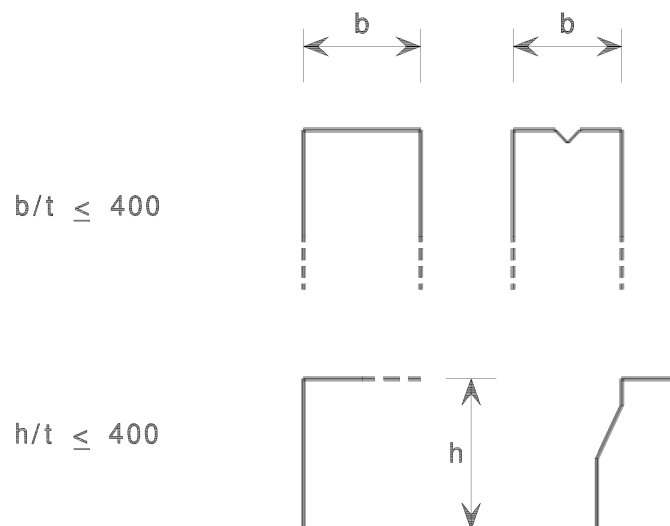


Bild 5.1 — Maximale Breite-zu-Dicke-Verhältnisse

5.2.2 Klassifizierung druckbeanspruchter Querschnittsteile

(1) Druckbeanspruchte Querschnittsteile sollten in die Klassen 1, 2 oder 3 in Abhängigkeit der Grenzen nach Tabelle 5.2 eingeteilt werden. Druckbeanspruchte Querschnittsteile, die die Kriterien der Klasse 3 nicht erfüllen, sollten der Klasse 4 zugeordnet werden.

Tabelle 5.2 — (Blatt 1 von 3): Maximale Breiten-zu-Dicken-Verhältnisse druckbeanspruchter Querschnittsteile

Beidseitig gestützte Querschnittsteile				
Klasse	biegebeanspruchtes Querschnittsteil	druckbeanspruchtes Querschnittsteil	druck- und biegebeanspruchtes Querschnittsteil	
Spannungsverteilung im Querschnittsteil (Druck positiv)				
1	$\langle A_1 \rangle \, clt \leq 72 \varepsilon$	$clt \leq 33 \varepsilon$	für $\alpha > 0,5$: $clt \leq \frac{396 \varepsilon}{13 \alpha - 1}$ für $\alpha \leq 0,5$: $clt \leq \frac{36 \varepsilon}{\alpha} \langle A_1 \rangle$	
2	$\langle A_1 \rangle \, clt \leq 76 \varepsilon$	$\langle A_1 \rangle \, clt \leq 35 \varepsilon$	für $\alpha > 0,5$: $clt \leq \frac{420 \varepsilon}{13 \alpha - 1}$ für $\alpha \leq 0,5$: $clt \leq \frac{38 \varepsilon}{\alpha} \langle A_1 \rangle$	
Spannungsverteilung im Querschnittsteil (Druck positiv)				
3	$\langle A_1 \rangle \, clt \leq 90 \varepsilon$	$clt \leq 37 \varepsilon$	$clt \leq 18,5 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma}} \langle A_1 \rangle$ Zu k_{σ} siehe EN 1993-1-5	
$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y} \frac{E}{210\,000} \right]^{0,5}$	Stahlsorte	1.4301	1.4401	1.4462
	f_y (N/mm ²)	210	220	460
	ε	1,03	1,01	0,698
ANMERKUNG Bei Hohlprofilen darf auf der sicheren Seite liegend $c = (h - 2t)$ oder $(b - 2t)$ gesetzt werden.				

Tabelle 5.2 — (Blatt 2 von 3): Maximale Breiten-zu-Dicken-Verhältnisse druckbeanspruchter Querschnittsteile

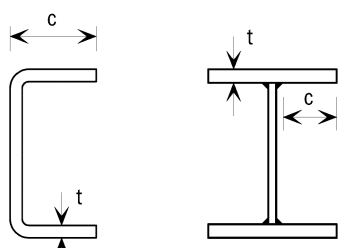
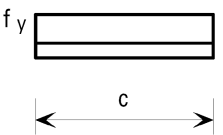
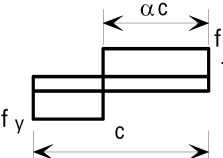
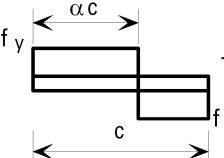
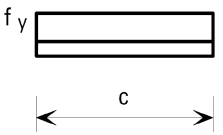
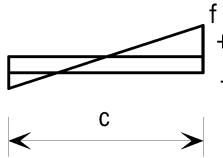
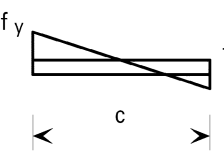
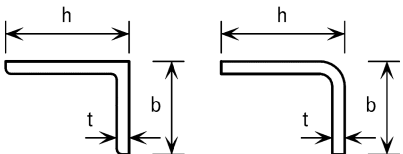
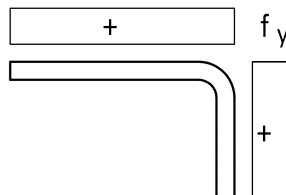
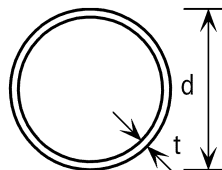
Einseitig gestützte Querschnittsteile				
				
Klasse	Querschnittsart	druckbeanspruchtes Querschnittsteil	druck- und biegebeanspruchtes Querschnittsteil	
			druckbeanspruchter Rand	zugbeanspruchter Rand
Spannungsverteilung im Querschnittsteil (Druck positiv)				
1	A1 kaltgeformt und geschweißt	$clt \leq 9\varepsilon$	$clt \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$clt \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}} \text{ A1}$
2	A1 kaltgeformt und geschweißt	$clt \leq 10\varepsilon$	$clt \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$clt \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}} \text{ A1}$
Spannungsverteilung im Querschnittsteil (Druck positiv)				
3	A1 kaltgeformt und geschweißt	$clt \leq 14\varepsilon$	$clt \leq 21,0\varepsilon \sqrt{k_\sigma}$ Zu k_σ siehe EN 1993-1-5 A1	
$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y} \frac{E}{210\,000} \right]^{0,5}$	Stahlsorte	1.4301	1.4401	1.4462
	f_y (N/mm ²)	210	220	460
	ε	1,03	1,01	0,698

Tabelle 5.2 — (Blatt 3 von 3): Maximale Breiten-zu-Dicken-Verhältnisse druckbeanspruchter Querschnittsteile

Winkel				
Siehe auch unter „einseitig gestützte Querschnittsteile“ (Blatt 2 von 3)				Gilt nicht bei Winkeln, die in Längsrichtung durchgängig an andere Bauteile angeschlossen sind.
Klasse	druckbeanspruchter Querschnitt			
Spannungsverteilung über den Querschnitt (Druck positiv)				
3	$\boxed{A_1} \quad h/t \leq 15\varepsilon : \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon \boxed{A_1}$			
$\boxed{A_1}$ Rundrohrhohlprofile $\boxed{A_1}$				
				
Klasse	biegebeanspruchter Querschnitt bis 240 CHS		druckbeanspruchter Querschnitt	
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$		$d/t \leq 50\varepsilon^2$	
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$		$d/t \leq 70\varepsilon^2$	
3	$d/t \leq 280\varepsilon^2$		$d/t \leq 90\varepsilon^2$	
	ANMERKUNG Zu $d > 240 \text{ mm}$ $\boxed{A_1}$ und/oder $\boxed{A_1}$ $d/t > 280\varepsilon^2$ siehe EN 1993-1-6.		ANMERKUNG Zu $d/t > 90\varepsilon^2$ siehe EN 1993-1-6.	
$\varepsilon = \left[\frac{235}{f_y} \frac{E}{210\,000} \right]^{0,5}$	Stahlsorte	1.4301	1.4401	1.4462
	$f_y \text{ (N/mm}^2\text{)}$	210	220	460
	ε	1,03	1,01	0,698

5.2.3 Wirksame Breiten von Querschnitten der Klasse 4

(1) Die wirksamen Breiten druckbeanspruchter Querschnittsteile der Klasse 4 für die notwendige Abminderung der Tragfähigkeit infolge lokalen Beulens dürfen nach EN 1993-1-5, 4.4(1) bis (5) bestimmt werden. Dabei sollte der Abminderungsbeiwert jedoch folgendermaßen ermittelt werden:

$\boxed{A_1}$ Beiderseitig gestützte druckbeanspruchte Querschnittsteile (kaltgeformt oder geschweißt):

$$\rho = \frac{0,772}{\lambda_p} - \frac{0,079}{\lambda_p^2} \quad \text{jedoch} \leq 1 \quad (5.1)$$

Einseitig gestützte druckbeanspruchte Querschnittsteile (kaltgeformt oder geschweißt):

$$\rho = \frac{1}{\lambda_p} - \frac{0,188}{\lambda_p^2} \text{ jedoch } \leq 1 \quad (5.2) \quad \text{A1}$$

Dabei ist $\bar{\lambda}_p$ der Schlankheitsgrad eines Querschnittsteils mit folgender Definition:

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$$

Dabei ist

t die entsprechende Dicke;

k_σ der Beulwert für das maßgebende Spannungsverhältnis ψ und die Randbedingungen nach Tabelle 4.1 oder gegebenenfalls Tabelle 4.2 in EN 1993-1-5;

$\bar{b}$ die folgende, maßgebende Breite:

$\bar{b} = d$ bei Stegen (außer für RHS-Querschnitte);

$\bar{b}$ = Breite der ebenen Stegflächen von Rechteckhohlprofilen (RHS), auf der sicheren Seite

$$\bar{b} = h - 2t;$$

$\bar{b} = b$ bei beidseitig gestützten Teilflächen (außer bei RHS);

$\bar{b}$ = Breite der ebene Flanschfläche von Rechteckhohlprofilen (RHS), auf der sicheren Seite

$$\bar{b} = b - 2t;$$

$\bar{b} = c$ bei einseitig gestützten Querschnittselementen;

$\bar{b} = h$ bei gleichschenkligen und ungleichschenkligen Winkeln;

ε der Werkstoffbeiwert nach Tabelle 5.2.

5.2.4 Wirkung der Schubverzerrung

(1) Die Wirkung der Schubverzerrung sollte durch eine reduzierte, mittragende Breite nach EN 1993-1-5, 3.3 berücksichtigt werden.

5.3 Querschnittstragfähigkeit

5.3.1 Zugtragfähigkeit an Stellen mit Schraubenlöchern

(1) Die Zugtragfähigkeit eines Querschnitts sollte als der kleinste Wert aus der plastischen Tragfähigkeit $N_{pl,Rd}$ des Bruttoquerschnitts und der Zugtragfähigkeit $N_{u,Rd}$ des Nettoquerschnitts angesetzt werden.

(2) Die plastische Tragfähigkeit des Bruttoquerschnitts sollte bestimmt werden aus:

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} \quad (5.4)$$

(3) Die Zugtragfähigkeit des Nettoquerschnitts sollte bestimmt werden aus:

$$N_{u,Rd} = k_r A_{net} f_u / \gamma_{M2} \quad (5.5)$$

mit:

$$k_r = (1 + 3 r (d_o/u - 0,3)) \text{ jedoch } k_r \leq 1$$

$$r = [\text{Anzahl der Schrauben im kritischen Schnitt}] / [\text{Gesamtanzahl der Schrauben in der Verbindung}]$$

$$u = 2 e_2 \text{ jedoch } u \leq p_2$$

Dabei ist

A_{net} die Fläche des Nettoquerschnitts;

d_o der Nenndurchmesser des Schraubenlochs;

e_2 der Abstand zwischen Mitte des Schraubenlochs und benachbartem Rand senkrecht zur Krafrichtung;

p_2 der Abstand zwischen den Mitten der Schraubenlöcher senkrecht zur Krafrichtung.

5.4 Stabilität von Bauteilen

5.4.1 Allgemeines

(1) Die in EN 1993-1-1 und gegebenenfalls EN 1993-1-3 getroffenen Festlegungen zu Biegeknicken, Biegedrillknicken, Drillknicken und Querschnittsinstabilitäten sollten für nichtrostende Stähle bis auf die Ergänzungen oder Abänderungen in 5.4.2 oder 5.4.3 angewendet werden.

ANMERKUNG EN 1993-1-1, 6.3.2.3 gilt nicht bei nichtrostenden Stählen.

(2) Die Belastungen sollten in die Gleichungen in EN 1993-1-1 als Absolutwerte eingesetzt werden. χ_{min} ist das Minimum aus χ_y und χ_z für Biegeknicken, χ_T für Drillknicken und χ_{TF} für Biegedrillknicken.

5.4.2 Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck

5.4.2.1 Knickspannungslinien

(1) Bei druckbeanspruchten Bauteilen sollte χ in Abhängigkeit des Schlankheitsgrads $\bar{\lambda}$ und der maßgebenden Knickspannungslinie ermittelt werden:

$$\chi = \frac{1}{\varphi + [\varphi^2 - \bar{\lambda}^2]^{0,5}} \leq 1 \quad (5.6)$$

mit:

$$\varphi = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2 \right) \quad (5.7)$$

Dabei ist

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \text{ für Querschnitte der Klassen 1, 2 und 3;} \quad (5.8)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} \text{ für Querschnitte der Klasse 4;} \quad (5.9)$$

α ein Imperfektionsbeiwert;

N_{cr} die elastische Verzweigungslast der maßgebenden Knickform, gerechnet mit dem Bruttoquerschnitt;

$\bar{\lambda}_0$ die Grenزشlankheit.

(2) Die Werte α und $\bar{\lambda}_0$ sollten für die jeweiligen Knickspannungslinien der Tabelle 5.3 entnommen werden. Die Knickspannungslinien der Tabelle 5.3 gelten nicht für nach der Fertigung geglühte Hohlprofile.

(3) Bei Schlankheitsgraden $\bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_0$ oder bei $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq \bar{\lambda}_0^2$ darf Knicken vernachlässigt werden, so dass nur Querschnittsnachweise zu führen sind.

Tabelle 5.2 — Werte α und $\bar{\lambda}_0$ für Biegeknicken, Drillknicken und Biegedrillknicken

Knickform	Art des Bauteils	α	$\bar{\lambda}_0$
Biegeknicken	Kaltgeformte, offene Profile	0,49	0,40
	Hohlprofile (geschweißt und nahtlos)	0,49	0,40
	Geschweißte offene Querschnitte (um die starke Hauptachse)	0,49	0,20
	Geschweißte offene Querschnitte (um die schwache Hauptachse)	0,76	0,20
Drillknicken und Biegedrillknicken	Alle Bauteile	0,34	0,20

5.4.3 Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse

5.4.3.1 Biegedrillknickkurven

(1) Bei biegebeanspruchten Bauteilen gleich bleibenden Querschnitts sollte χ_{LT} in Abhängigkeit des jeweiligen Schlankheitsgrads $\bar{\lambda}_{LT}$ ermittelt werden:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad (5.10)$$

Dabei ist

$$\phi_{LT} = 0,5 \left(1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,4) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right); \quad (5.11)$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}; \quad (5.12)$$

α_{LT} der Imperfektionsbeiwert

= 0,34 bei kaltgeformten Querschnitten und Hohlprofilen (geschweißt und nahtlos);

= 0,76 bei geschweißten offenen Querschnitten und anderen Querschnitten, für die keine Versuchsergebnisse existieren;

M_{cr} das elastische Verzweigungsmoment für Biegedrillknicken.

(2) Bei Schlankheitsgraden $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0,4$ oder bei $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq 0,16$ darf Biegedrillknicken außer Acht gelassen werden, so dass nur ein Querschnittsnachweis zu führen ist.

5.5 Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile

(1) Bauteile mit gleichzeitiger Beanspruchung aus Biegung und Druck sollten folgende Bedingungen erfüllen:

Druckkraft und einachsige Biegung um die starke Hauptachse

gegen vorzeitiges Versagen um die starke Hauptachse:

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_y \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \right) \leq 1 \quad (5.13)$$

gegen vorzeitiges Versagen um die schwache Hauptachse (bei biegedrillknickgefährdeten Bauteilen):

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_{LT} \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{M_{b,Rd}} \right) \leq 1 \quad (5.14)$$

Druckkraft und einachsige Biegung um die schwache Hauptachse

gegen vorzeitiges Versagen um die schwache Hauptachse:

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \leq 1 \quad (5.15)$$

Druckkraft und zweiachsige Biegung

Alle Bauteile sollten folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_y \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \right) + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \leq 1 \quad (5.16)$$

Für biegedrillknickgefährdete Bauteile gilt zusätzlich:

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_{LT} \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{M_{b,Rd}} \right) + k_z \left(\frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\beta_{W,z} W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \right) \leq 1 \quad (5.17)$$

In den obigen Gleichungen sind:

e_{Ny} und e_{Nz}	die Verschiebungen der Nulllinien bei gleichmäßiger Druckbeanspruchung über den Querschnitt;
N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ und $M_{z,Ed}$	die Bemessungsschnittgrößen (Druckkraft und Größtwerte der Momente um die beiden Achsen);
$(N_{b,Rd})_{\min}$	der kleinste Wert von $N_{b,Rd}$ für die folgenden vier Knickfälle: Biegeknicken um die y- und die z-Achse, Drillknicken und Biegedrillknicken;
$(N_{b,Rd})_{\min 1}$	der kleinste Wert von $N_{b,Rd}$ für die drei folgenden Knickfälle: Biegeknicken um die z-Achse, Drillknicken und Biegetorsionsknicken;
$\beta_{W,y}$ und $\beta_{W,z}$	die Beiwerte jeweils für die y- oder z-Achse mit: $\beta_W = 1,0$ für Querschnitte der Klasse 1 oder 2; $\beta_W = W_{el}/W_{pl}$ für Querschnitte der Klasse 3; $\beta_W = W_{eff}/W_{pl}$ für Querschnitte der Klasse 4;
$W_{pl,y}$ und $W_{pl,z}$	die plastischen Widerstandsmomente jeweils für die y- oder die z-Achse;
$M_{b,Rd}$	die Tragfähigkeit gegenüber Biegedrillknicken;
k_y , k_z , k_{LT}	die Interaktionsbeiwerte.

ANMERKUNG 1 Der nationale Anhang darf k_y , k_z , k_{LT} definieren. Die folgenden Werte werden empfohlen:

$$k_y = 1,0 + 2(\bar{\lambda}_y - 0,5) \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} \text{ jedoch } 1,2 \leq k_y \leq 1,2 + 2 \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} ;$$

$$k_z = 1,0 + 2(\bar{\lambda}_z - 0,5) \frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min 1}} \text{ jedoch } 1,2 \leq k_z \leq 1,2 + 2 \frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min 1}} ;$$

$$k_{LT} = 1,0.$$

ANMERKUNG 2 Der nationale Anhang darf andere Interaktionsgleichungen als die der Gleichungen (5.13) bis (5.17) enthalten.

5.6 Schubtragfähigkeit

(1) Die Schubtragfähigkeit $V_{c,Rd}$ sollte als der kleinste Wert aus der Tragfähigkeit $V_{b,Rd}$ gegenüber Schubbeulen nach EN 1993-1-5, 5.2(1) mit den Abänderungen in (3) und (4) und aus der plastischen Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd}$ nach EN 1993-1-1, 6.2.6(2) angesetzt werden.

Ⓐ (2) Bleche mit h_w/t -Werten größer als $\frac{56,2}{\eta} \varepsilon$ bei einem nicht ausgesteiften Steg oder $\frac{24,3}{\eta} \varepsilon \sqrt{k_t}$ bei einem ausgesteiften Steg sollten in Bezug auf Schubbeulen nachgewiesen und durch Quersteifen an den Auflagern ausgesteift werden. Ⓐ

Dabei ist

h_w die lichte Steghöhe zwischen den Flanschen, siehe EN 1993-1-5, Bild 5.1;

ε nach Tabelle 5.2;

k_{τ} nach EN 1993-1-5, 5.3.

ANMERKUNG η darf im Nationalen Anhang definiert sein. Es wird $\eta = 1,20$ empfohlen.

[A1] (3) Bei Stegen mit Quersteifen nur an den Auflagern und bei Stegen mit dazwischen liegenden Quersteifen und/oder Längssteifen ist in der Regel der Beiwert χ_w für den Stegbeitrag gegen Schubbeulen nach Tabelle 5.4 zu bestimmen:

Tabelle 5.4 — Abminderungsbeiwert des Steges gegen Schubbeulen χ_w

	χ_w bei starrer Auflagersteife	χ_w bei verformbarer Auflagersteife
$\bar{\lambda}_w \leq 0,65/\eta$	η	η
$0,65/\eta < \bar{\lambda}_w < 0,65$	$0,65/\bar{\lambda}_w$	$0,65/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 0,65$	$1,56/(0,91 + \bar{\lambda}_w)$	$1,19/(0,54 + \bar{\lambda}_w)$

Die Kriterien für Auflagersteifen (Endauflager) und $\bar{\lambda}_w$ sind in EN 1993-1-5, 5.3 (3) und (5), festgelegt. **[A1]**

(4) Wird die Flanschtragfähigkeit nicht vollständig zur Aufnahme des Biegemoments genutzt, d. h. $M_{Ed} < M_{f,Rd}$, darf ein Flanschfaktor χ_f in die Berechnung der Schubtragfähigkeit eingeführt werden. χ_f ist in EN 1993-1-5, 5.4(1) definiert; für den Wert c gilt jedoch:

$$c = \left[0,17 + \frac{3,5 b_f t_f^2 f_{yf}}{t_w h_w^2 f_{yw}} \right] a \text{ und } \frac{c}{a} \leq 0,65 \quad (5.20)$$

5.7 Quersteifen im Steg

- (1) Die Festlegungen in EN 1993-1-5, 9.3 gelten, wenn zusätzlich (2) und (3) beachtet werden.
- (2) Die Knicktragfähigkeit $N_{b,Rd}$ der Steifen senkrecht zur Blechebene sollte nach 5.4.2 mit $\alpha = 0,49$ und $\bar{\lambda}_0 = 0,2$ ermittelt werden. Die Knicklänge l der Steife sollte entsprechend den Randbedingungen, jedoch nicht mit weniger als $0,75h_w$ festgelegt werden, wenn beide Enden seitlich gehalten sind. Ein größerer Wert sollte für weniger wirksame Randeinspannungen verwendet werden. Weist die Steife einen Ausschnitt am belasteten Rand auf, sollte die Querschnitttragfähigkeit mit dem Nettoquerschnitt nachgewiesen werden.
- (3) Für den Knicknachweis sollte als wirksame Steifenfläche die Fläche der Steife selbst und ein Steganteil von $11 \varepsilon t_w$ an jeder Seite angesetzt werden. An den Bauteilenden (oder an Stegöffnungen) sollte das Maß $11 \varepsilon t_w$ durch das tatsächlich verfügbare Maß begrenzt werden.

6 Bemessung von Anschlüssen

6.1 Grundlagen

- (1) Die Festlegungen in EN 1993-1-8 sollten auf nichtrostende Stähle angewendet werden, außer wo sie durch die besonderen Festlegungen in 6.2 und 6.3 ergänzt oder ersetzt werden.

ANMERKUNG Näheres zur Dauerhaftigkeit enthält Anhang A. Näheres zur Herstellung von Verbindungen enthält EN 1090-2.

(2) Die Bemessung der Verbindungen von Blechen aus nichtrostenden Stählen mit selbstfurchenden Schrauben sollte nach EN 1993-1-3 erfolgen. Dabei ist die Beanspruchbarkeit gegen Herausziehen durch Versuche zu ermitteln.

ANMERKUNG 1 Liegen nicht genügend Erfahrungswerte vor, sollte die Verwendbarkeit von selbstfurchenden Schrauben für Bleche aus nichtrostenden Stählen durch Versuche nachgewiesen werden.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf Gleichungen für die Beanspruchbarkeit gegenüber Herausziehen auf der Grundlage von Versuchen nach Abschnitt 7 angeben.

6.2 Schraubenverbindungen

(1) Die Beanspruchbarkeit gegenüber Lochleibung sollte statt mit f_u mit einem abgeminderten Wert $f_{u,red}$ berechnet werden:

$$f_{u,red} = 0,5 f_y + 0,6 f_u \quad \text{jedoch } \leq f_u \quad (6.1)$$

(2) Abscherbeanspruchte Schrauben aus nichtrostenden Stählen der Festigkeitsklassen 50, 70 und 80 nach EN ISO 3506 sollten wie Schrauben der Festigkeitsgüte 4.6, 5.6 und 8.8 behandelt werden.

(3) Für die Beanspruchbarkeit $F_{V,Rd}$ gegenüber Abscheren sollte Folgendes angesetzt werden:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha f_{ub} A}{\gamma_{M2}} \quad (6.2)$$

Dabei ist

A der Schaftquerschnitt (bei Scherfläche im Schaft); oder der Spannungsquerschnitt (bei Scherfläche im Gewinde);

f_{ub} die Zugfestigkeit einer Schraube, siehe Tabelle 2.2.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf den Wert α angeben. Empfohlene Werte sind:

- bei Scherfläche durch den Schaft, $\alpha = 0,6$;
- bei Scherfläche durch das Gewinde, $\alpha = 0,5$.

6.3 Geschweißte Verbindungen

A1 (1) Bei der Ermittlung des Bemessungswertes der Beanspruchbarkeit von Kehlnähten sollte bei nichtrostenden Stählen für jede Sorte ein Korrelationsbeiwert $\beta_W = 1,0$ angesetzt werden, sofern sich nicht ein kleinerer Wert aus Versuchen nach Abschnitt 7 ergibt.

(2) Bei geschweißten kaltverfestigten Werkstoffen sollte die Beanspruchbarkeit des Grundmaterials in den Wärmeeinflusszonen von Stumpfnähten als die Zugfestigkeit des unverfestigten Grundmaterials eingesetzt werden, siehe jedoch auch 6.3 (4).

(3) Beim Schweißen von kaltverfestigten Werkstoffen darf der metallische Schweißzusatzwerkstoff eine niedrigere Festigkeit haben, als die des Grundmaterials, in diesem Fall sollte der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit von Kehl- und Stumpfnähten auf der Nennzugfestigkeit des Schweißzusatzwerkstoffs beruhen. Siehe jedoch auch 6.3 (4).

(4) In geschweißten Anschlüssen von kaltverfestigtem Werkstoff kann das Erweichen der Wärmeeinflusszonen unvollständig sein, und die tatsächliche Festigkeit der Anschlüsse kann höher sein als die nach 6.3 (2) und (3) berechnete. Unter diesen Umständen kann es möglich sein, höhere Festigkeitswerte durch Versuche entsprechend Abschnitt 7 festzustellen. **A1**

7 Versuchsgestützte Bemessung

(1) 5.2 und Anhang D der EN 1990 sowie Abschnitt 9 und Anhang A der EN 1993-1-3 gelten sinngemäß für nichtrostende Stähle.

 ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf weitere Informationen in Bezug auf den Versuch enthalten. 

(2) Versuchskörper sollten auf ähnliche Art und Weise wie die Komponenten des Endprodukts hergestellt werden, so dass sich dieselben Verfestigungsgrade einstellen.

(3) Da nichtrostende Stähle Anisotropien aufweisen können, sollten die Versuchskörper aus Blechen mit gleicher Orientierung zur Walzrichtung wie für das Tragwerk beabsichtigt hergestellt werden (d. h. senkrecht oder parallel zur Walzrichtung). Ist die Walzrichtung nicht bekannt oder kann sie nicht garantiert werden, sollten Versuche für beide Walzrichtungen durchgeführt und das ungünstigste Ergebnis zugrunde gelegt werden.

8 Ermüdung

(1) EN 1993-1-9 sollte bei der Bestimmung der Ermüdungsbeanspruchbarkeit von nichtrostenden Stählen angewendet werden.

9 Bemessung im Brandfall

(1) Für die Bemessung im Brandfall sollten die mechanischen Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen in EN 1993-1-2, Anhang C verwendet werden.

Anhang A A1 (normativ)

Werkstoffauswahl und Dauerhaftigkeit

A.1 Korrosionsschutz von Bauprodukten — Anforderungen

(1) Unter der Voraussetzung, dass der Werkstoff entsprechend dem in den Tabellen A.1, A.2 und A.3 angegebenen Verfahren ausgewählt wird, den Beschränkungen in A.2 unterliegt sowie keine zusätzlichen Anforderungen nach A.3 bis A.6 vorhanden sind, erfordern Bauteile und Verbindungselemente aus nicht-rostendem Stahl keinen Korrosionsschutz, um eine ausreichende Dauerhaftigkeit sicherzustellen.

A.2 Werkstoffauswahl

(1) Das in diesem Unterabschnitt angegebene Verfahren bezieht sich auf die Auswahl von Werkstoffen für konstruktive Anwendungen und setzt voraus, dass es sich um tragende Bauteile handelt.

(2) Das Verfahren berücksichtigt nicht:

- Sorten-/Produktverfügbarkeit;
- Anforderungen an die Oberflächenbearbeitung, z. B. aus architektonischen oder hygienischen Gründen;
- Anschluss-/Verbindungsverfahren.

Die Art der Oberflächenbeschaffenheit kann eine entscheidende Wirkung auf die Dauerhaftigkeit haben. Sofern optische Anforderungen wichtig für ein bestimmtes Bauteil sind, darf in Übereinstimmung mit EN 10088-4 oder EN 10088-5 eine geeignete Oberflächenbeschaffenheit festgelegt werden.

(3) Das Verfahren geht davon aus, dass die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- die Einsatzumgebung wird in der Nähe eines neutralen pH-Bereichs (pH-Wert 4 bis 10) liegen;
- die Bauteile sind nicht direkt oder nur teilweise einem chemisch technologischen Verfahren oder chemischen Prozess ausgesetzt;
- die Bauteile sind nicht ständig oder häufig in Meerwasser eingetaucht.

Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, sollte eine fachliche Beratung in Anspruch genommen werden.

In Bezug auf Leitlinien zur Werkstoffauswahl für Befestigungen in Beton oder Mauerwerk sollte auf EN 1992 und EN 1996 verwiesen werden.

(4) Das Verfahren ist für Umgebungen geeignet, die innerhalb Europas vorhanden sind. Das Verfahren sollte nicht für Regionen außerhalb Europas angewendet werden und kann besonders in bestimmten Teilen der Welt irreführend sein, z. B. im Mittleren Osten, Fernen Osten und Zentralamerika.

(5) Das Verfahren umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Ermittlung des **Korrosionsbeständigkeitsfaktors** (CRF, en: corrosion resistance factor) für die Umgebung (Tabelle A.1);
- Bestimmung der **Korrosionsbeständigkeitsklasse** (CRC, en: corrosion resistance class) aus dem CRF (Tabelle A.2).

Tabelle A.3 enthält Stahlsorten, die eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit für die vorgesehenen Einsatzbedingungen aufweisen. Die Auswahl der spezifischen Stahlsorte wird neben der Korrosionsbeständigkeit von weiteren Faktoren abhängen, z. B. der Festigkeit und Verfügbarkeit der erforderlichen Erzeugnisform. Die Spezifikation des Werkstoffes mithilfe der CRC und der Bemessungsfestigkeit, z. B. CRC II und $f_y = 450 \text{ N/mm}^2$, ist ausreichend, um dem Lieferanten zu ermöglichen, eine geeignete Stahlsorte aus der CRC zu empfehlen.

(6) Das Verfahren gilt für Bauteile die dem Außenbereich ausgesetzt sind. Bei Bauteilen in Innenräumen ist der CRF = 1.

Ein Innenraum ist ein Bereich, der entweder belüftet oder beheizt wird, oder sich innerhalb geschlossener Türen befindet. Parkhäuser, Verladerampen oder andere Bauwerke mit großen Öffnungen sollten als Außenbereiche gelten.

ANMERKUNG Hallenbäder sind Sonderfälle von Innenräumen, die in A.3 behandelt werden.

(7) Der CRF hängt von der Korrosivität der Umgebung ab und ist wie folgt zu berechnen:

$$\text{CRF} = F_1 + F_2 + F_3$$

Dabei ist

F_1 das Risiko der Exposition gegenüber Chloriden aus Salzwasser oder Auftausalzen (Streusalz);

F_2 das Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid;

F_3 das Reinigungskonzept oder die Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen.

(8) Der Wert von F_1 ist bei Anwendungen an der Küste von dem bestimmten Ort in Europa abhängig und wird aus Erfahrungswerten mit vorhandenen Bauwerken, Daten von Korrosionsprüfungen sowie von der Chloridverteilung abgeleitet. Die Vielzahl von Umgebungsbedingungen innerhalb Europas bedeutet, dass in einigen Fällen der berechnete CRF konservativ sein wird.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf festlegen, ob ein moderaterer CRF ausgewählt werden darf, wenn validierte örtliche Erfahrungen oder Prüfdaten eine derartige Auswahl unterstützen.

(9) Verschiedene Bauteile eines Bauwerks können unterschiedliche Expositionsbedingungen aufweisen, z. B. kann ein Bauteil vollständig exponiert und ein anderes Teil vollständig geschützt sein. Jede Exposition sollte einzeln beurteilt werden.

(10) Das Verfahren geht davon aus, dass die Anforderungen von EN 1090-2 eingehalten werden in Bezug auf:

- die Schweißverfahren und die anschließende Nachbearbeitung der Schweißnaht;
- die Vermeidung oder die Entfernung und Reinigung von Verunreinigung der Oberflächen von nichtrostenden Stählen nach dem thermischen oder mechanischen Schneiden.

Nichtbeachtung kann zur Verminderung der Korrosionsbeständigkeit der geschweißten Bauteile führen.

Tabelle A.1 — Bestimmung des Korrosionsbeständigkeitsfaktors $CRF = F_1 + F_2 + F_3$

F_1 Risiko der Exposition gegenüber Chloriden aus Salzwasser oder Auftausalzen (Streusalz)		
ANMERKUNG M ist der Abstand vom Meer und S ist der Abstand von Straßen mit Einsatz von Auftausalzen.		
1	Innenräume	
0	Niedriges Expositionsrisiko	$M > 10 \text{ km}$ oder $S > 0,1 \text{ km}$
-3	Mittleres Expositionsrisiko	$1 \text{ km} < M \leq 10 \text{ km}$ oder $0,01 \text{ km} < S \leq 0,1 \text{ km}$
-7	Hohes Expositionsrisiko	$0,25 \text{ km} < M \leq 1 \text{ km}$ oder $S \leq 0,01 \text{ km}$
-10	Sehr hohes Expositionsrisiko	Straßentunnel, bei denen Auftausalz ausgebracht wird oder wenn Fahrzeuge Auftausalze in den Tunnel einbringen könnten.
-10	Sehr hohes Expositionsrisiko	$M \leq 0,25 \text{ km}$ Nordseeküste Deutschlands und alle Küstenregionen der Ostsee.
-15	Sehr hohes Expositionsrisiko	$M \leq 0,25 \text{ km}$ Atlantikküste Portugals, Spaniens und Frankreichs. Küste des Ärmelkanals und der Nordseeregionen des UK, Frankreichs, Belgiens, den Niederlanden und Südschwedens. Alle anderen Küstenregionen des UK, Norwegens, Dänemarks und Irlands. Mittelmeerküste
F_2 Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid		
In den europäischen Küstenregionen ist die Schwefeldioxidkonzentration üblicherweise gering. Im Landesinneren ist die Schwefeldioxidkonzentration entweder gering oder mittel. Ein hohes Expositionsrisiko ist ungewöhnlich und stets mit besonderen Standorten der Schwerindustrie oder spezifischen Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise Straßentunneln, verbunden. Die Schwefeldioxidkonzentration kann in Übereinstimmung mit dem Verfahren in ISO 9225 bewertet werden.		
0	Niedriges Expositionsrisiko	Mittelwert der Gaskonzentration $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
-5	Mittleres Expositionsrisiko	Mittelwert der Gaskonzentration $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$
-10	Hohes Expositionsrisiko	Mittelwert der Gaskonzentration $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
F_3 Reinigungskonzept oder die Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen (wenn $F_1 + F_2 \geq 0$, dann $F_3 = 0$)		
0	Vollständige Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen	
-2	Spezifisches Reinigungskonzept	
-7	Kein Abwaschen durch Regen oder keine spezifische Reinigung	
Wenn das Bauteil regelmäßig auf Anzeichen von Korrosion überprüft und gereinigt werden muss, sollte das dem Anwender in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Die Überprüfung, das Reinigungsverfahren und die Häufigkeit sollten festgelegt sein. Je häufiger die Reinigung erfolgt, desto größer ist der Nutzen. Die Zeitspanne zwischen den Reinigungen sollte nicht größer als 3 Monate sein. Ist eine Reinigung festgelegt, sollte sie für alle Teile des Bauwerks gelten und nicht nur für die leicht zugänglichen und gut sichtbaren Bauteile.		

Tabelle A.2 — Bestimmung der Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRF)

Korrosionsbeständigkeitsfaktor (CRF)	Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)
CRF = 1	I
$0 \geq \text{CRF} > -7$	II
$-7 \geq \text{CRF} > -15$	III
$-15 \geq \text{CRF} \geq -20$	IV
$\text{CRF} < -20$	V

Tabelle A.3 — Stahlsorten in jeder Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)

Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)				
I	II	III	IV	V
1.4003	1.4301	1.4401	1.4439	1.4565
1.4016	1.4307	1.4404	1.4462	1.4529
1.4512	1.4311	1.4435	1.4539	1.4547
	1.4541	1.4571		1.4410
	1.4318	1.4429		1.4501
	1.4306	1.4432		1.4507
	1.4567	1.4162		
	1.4482	1.4662		
		1.4362		
		1.4062		
		1.4578		
Die Stahlsorte einer höheren Klasse darf anstelle der durch den CRF vorgegebenen verwendet werden.				
ANMERKUNG Die Korrosionsbeständigkeitsklassen sind nur für die Anwendung mit diesem Auswahlverfahren für Stahlsorten vorgesehen und gelten nur für Konstruktionen mit tragender Funktion.				

A.3 Schwimmhallenatmosphäre

(1) Um das Risiko von Spannungsrisskorrosion (SCC, en: stress corrosion cracking) in Schwimmhallenatmosphären zu berücksichtigen, dürfen für tragende Bauteile, die der Schwimmhallenatmosphäre ausgesetzt sind, nur die in Tabelle A.4 angegebenen Stahlsorten verwendet werden.

Tabelle A.4 — Stahlsorten für Schwimmhallenatmosphären

Tragende Bauteile in Schwimmhallenatmosphäre	Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)
Tragende Bauteile, die regelmäßig gereinigt werden ^a	CRC III oder CRC IV (außer 1.4162, 1.4662, 1.4362, 1.4062)
Tragende Bauteile, die nicht regelmäßig gereinigt werden	CRC V (außer 1.4410, 1.4501 und 1.4507)
Alle Befestigungs-, Verbindungsmittel und Gewindeteile	CRC V (außer 1.4410, 1.4501 und 1.4507)
^a Wenn das Bauteil regelmäßig auf Anzeichen von Korrosion überprüft und gereinigt werden muss, sollte das dem Anwender in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Die Überprüfung, das Reinigungsverfahren und die Häufigkeit sollten festgelegt sein. Je häufiger die Reinigung erfolgt, desto größer ist der Nutzen. Die Zeitspanne zwischen den Reinigungen sollte nicht größer als eine Woche sein. Ist die Reinigung festgelegt, sollte sie für alle Teile des Bauwerks gelten und nicht nur für die leicht zugänglichen und gut sichtbaren Bauteile.	
ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf festlegen, ob eine weniger häufige Reinigung zulässig ist.	

A.4 Korrosionsschutz von Verbindungen mit anderen Metallen

(1) Bimetallkorrosion kann auftreten, wenn unterschiedliche Metalle miteinander in elektrischem Kontakt stehen und der Kontaktbereich einem Elektrolyten (z. B. Wasser oder Boden) ausgesetzt ist. Bimetallkorrosion kann zu zusätzlicher Korrosion eines der Metalle führen, wenn dieses nicht geschützt oder vom anderen Metall nicht elektrisch isoliert ist.

(2) Falls erforderlich, sollte Bimetallkorrosion durch elektrische Isolierung des nichtrostenden Stahls vom anderen Metall vermieden werden. Die elektrische Isolierung kann durch die Verwendung von isolierenden Unterlegscheiben an beiden Seiten der Verbindung oder durch eine auf die nichtrostenden Stahlbauteile aufgetragene Schutzbeschichtung erreicht werden.

(3) Besondere Maßnahmen sollten unternommen werden, um die Dauerhaftigkeit der Schweißnähte zwischen nichtrostendem Stahl und anderen Metallen (üblicherweise Baustahl) sicherzustellen, beispielsweise sollte die Schweißnaht beschichtet sein und die Beschichtung mindestens 75 mm auf die Oberfläche des nichtrostenden Stahls aufgebracht werden.

A.5 Verzinkung und Kontakt mit geschmolzenem Zink

(1) Die Feuerverzinkung von Bauteilen aus nichtrostendem Stahl ist nicht zulässig, da der Kontakt mit geschmolzenem Zink zur Versprödung des nichtrostenden Stahls führen kann.

(2) Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden, um sicherzustellen, dass im Fall eines Brandes kein geschmolzenes Zink vom verzinkten Stahl auf den nichtrostenden Stahl tropfen oder laufen kann und damit eine Versprödung verursacht. Zusätzlich besteht das Risiko von Versprödung, wenn ein Bauteil aus nichtrostendem Stahl mit einem Bauteil aus Baustahl verbunden und anschließend feuerverzinkt wird. **A1**

Anhang B (informativ)

Kaltverfestigte, nichtrostende Stähle

B.1 Grundlagen

A1 gestrichener Text **A1**

A1 (1) **A1** Die Regelungen gelten nur dann, wenn die Eigenschaften im Verlauf der Fertigung, Montage und der Nutzungszeit beibehalten werden. Schweißen oder Wärmebehandlung der Erzeugnisse sollte vermieden werden, außer wenn Versuche nach Abschnitt 7 belegen, dass die mechanischen Eigenschaften dadurch nicht unter die angesetzten Größen abfallen.

A1 gestrichener Text **A1**

B.2 Kaltverfestigung infolge der Fertigung

A1 (1) Die Kaltverfestigung infolge der Bauteilfertigung kann bei der Bemessung mit angesetzt werden, sofern dieser Effekt der Kaltverformung durch Großversuche nach Abschnitt 7 verifiziert wurde. **A1**

(2) Bei der Bemessung der Anschlüsse, die nicht Teil von Großversuchen sind, sind in der Regel die Nennwerte anzusetzen.

Anhang C (informativ)

Beschreibung des Materialverhaltens

C.1 Allgemeines

(1) Dieser Anhang enthält Regelungen zur Beschreibung des Materialverhaltens.

C.2 Mechanische Eigenschaften

(1) Die mechanischen Eigenschaften E , f_y und f_u für FE-Berechnungen sollten als charakteristische Werte angesetzt werden. Regeln für die Bemessung mit FE-Methoden enthält der informative Anhang C der EN 1993-1-5.

(2) Abhängig von der geforderten Genauigkeit und den zu erzielenden Maximaldehnungen können die folgenden Näherungen zur Beschreibung des Materialverhaltens herangezogen werden:

a) Spannungs-Dehnungs-Kurven mit Verfestigung, wie folgt:

$$\varepsilon = \begin{cases} \frac{\sigma}{E} + 0,002 \left(\frac{\sigma}{f_y} \right)^n & \text{für } \sigma \leq f_y \\ 0,002 + \frac{f_y}{E} + \frac{\sigma - f_y}{E_y} + \varepsilon_u \left(\frac{\sigma - f_y}{f_u - f_y} \right)^m & \text{für } f_y < \sigma \leq f_u \end{cases} \quad (\text{C.1})$$

Dabei ist

n ein Koeffizient mit der Definition $n = \frac{\ln(20)}{\ln(f_y / R_{p0,01})}$

wobei:

$R_{p0,01}$ die Festigkeit bei 0,01 % plastischer Dehnung ist;

n darf der Tabelle 4.1 entnommen oder aus den gemessenen Spannungs-Dehnungs-Linien zurückgerechnet werden;

E_y der Tangentenmodul der Spannungs-Dehnungs-Linie bei Erreichen der Streckgrenze:

$$E_y = \frac{E}{1 + 0,002n \frac{E}{f_y}} ;$$

ε_u die Maximaldehnung zugehörig zur Zugfestigkeit f_u , die näherungsweise wie folgt ermittelt werden kann:

$$\varepsilon_u = 1 - \frac{f_y}{f_u} \text{ jedoch } \varepsilon_u \leq A \text{ mit } A \text{ als die Bruchdehnung definiert in EN 10088;}$$

m ein Koeffizient der Größe $m = 1 + 3,5 \frac{f_y}{f_u}$.

- b) Spannungs-Dehnungs-Linie nach a) aber mit gemessenen Größen;
- c) wahre Spannungs-Dehnungs-Linie, ermittelt aus der technischen Spannungs-Dehnungs-Kurve nach:

$$\sigma_{\text{true}} = \sigma(1 + \varepsilon) \quad (\text{C.2})$$

$$\varepsilon_{\text{true}} = \ln(1 + \varepsilon)$$