

DIN EN 1993-1-10



ICS 91.010.30; 91.080.13

EntwurfEinsprüche bis 2023-03-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1993-1-10:2010-12**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und
Eigenschaften in Dickenrichtung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1993-1-10:2023**Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties;
German and English version prEN 1993-1-10:2023Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-10: Choix des qualités d'acier;
Version allemande et anglaise prEN 1993-1-10:2023**Anwendungswarnvermerk**Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.**Stellungnahmen werden erbeten**

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz,
Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 108 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1993-1-10:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung (SpA zu CEN/TC 250/SC 3, ISO/TC 167/SC 1)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1993-1-10:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument vollständig überarbeitet;
- b) redaktionelle Anpassungen vorgenommen.

– Entwurf –

2023-03

prEN 1993-1-10:2023

<i>Titel de:</i>	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung
<i>Titel en:</i>	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties
<i>Titel fr:</i>	Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-10: Choix des qualités d'acier

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
0.1 Einleitung zu den Eurocodes	4
0.2 Einleitung zu EN 1993	4
0.3 Einleitung zu EN 1993-1-10	6
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen	6
0.5 Nationaler Anhang zu EN 1993-1-10	6
1 Anwendungsbereich	7
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-1-10	7
1.2 Voraussetzungen	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	10
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	10
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	10
3.2.3 Griechische Großbuchstaben	11
3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben	11
4 Werkstoffauswahl zur Vermeidung von Sprödbbruch	11
4.1 Allgemeine Regeln	11
4.2 Zähigkeitsanforderungen für den Tieflagen- und den Übergangstemperaturbereich	13
4.2.1 Durchführung	13
4.2.2 Maximal zulässige Dickenwerte	15
4.2.3 Beurteilung mittels Bruchmechanik	29
4.3 Werkstoffe mit zusätzlichen Bruchzähigkeitsanforderungen bezüglich des Hochlagenbereichs	30
4.4 Werkstoffe mit zusätzlichen Bruchzähigkeitsanforderungen bezüglich der Erdbebenbemessung	31
4.5 Zusätzliche Werkstoffanforderungen beim Schweißen in kaltgeformten Zonen	31
5 Vermeidung von Terrassenbruch durch Festlegung von Eigenschaften in Dickenrichtung	32
5.1 Allgemeines	32
5.2 Durchführung	34
Anhang A (informativ) Spezifische Regeln für Einschubverbindungen	37
A.1 Anwendung dieses Anhangs	37
A.2 Umfang und Anwendungsbereich	37
A.3 Auswahlprozess	37
A.4 Bestimmung der wichtigsten geometrischen Parameter und der höchsten aufgetragenen Spannung σ_{Ed}	38
A.5 Bestimmung der maximal zulässigen geometrischen Parameter	39
Literaturhinweise	53

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1993-1-10:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1993-1-10:2005 einschließlich EN 1993-1-10:2005/AC:2009 ersetzen.

Die erste Generation der EN Eurocodes wurde zwischen den Jahren 2002 und 2007 veröffentlicht. Dieses Dokument wurde als Teil der zweiten Generation der Eurocodes im Rahmen des Mandats M/515 erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Die Eurocodes wurden erarbeitet, um in Verbindung mit einschlägigen Ausführungs-, Werkstoff-, Produkt- und Prüfnormen angewendet zu werden und um Anforderungen an Ausführung, Werkstoffe, Produkte und Prüfung zu identifizieren, auf denen die Eurocodes beruhen.

Die Eurocodes erkennen die Verantwortlichkeit aller Mitgliedstaaten an und wahren deren Recht, sicherheitsbezogene Werte auf nationaler Ebene in Nationalen Anhängen festzulegen.

Einleitung

0.1 Einleitung zu den Eurocodes

Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus umfassen die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*
- EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*
- EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*
- EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*
- EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*
- EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*
- EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*
- EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*
- EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*
- Neue Teile sind derzeit in Erarbeitung, z. B. der Eurocode für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken aus Glas.

Die Eurocodes sind für die Anwendung durch Tragwerksplaner, Bauherren, Hersteller, Ausführende, zuständige Behörden (bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben in Übereinstimmung mit nationalen oder internationalen Vorschriften), Lehrkräfte, Softwareentwickler und Normenausschüsse, in denen verwandte Produktnormen, Prüfnormen und Ausführungsnormen erarbeitet werden, gedacht.

ANMERKUNG Einige Entwurfs- und Bemessungsaspekte werden am zutreffendsten von den zuständigen Behörden festgelegt oder können, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien wie Tragwerksplanern und Bauherren vereinbart werden. In den Eurocodes werden solche Aspekte durch ausdrückliche Bezugnahme auf die zuständigen Behörden und die beteiligten Parteien gekennzeichnet.

0.2 Einleitung zu EN 1993

EN 1993 (alle Teile) gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Bauwerken aus Stahl. Eurocode 3 entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken sowie den Grundlagen für ihre Bemessung und Nachweise, die in EN 1990, Grundlagen der Tragwerksplanung, enthalten sind.

EN 1993 (alle Teile) behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Tragwerken aus Stahl. Andere Anforderungen, wie z. B. bezüglich Wärmedämmung oder Schallschutz, werden nicht berücksichtigt.

EN 1993 ist in folgende Teile unterteilt:

EN 1993-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*;

EN 1993-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken*;

EN 1993-3, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 3: Türme, Maste und Schornsteine*;

EN 1993-4, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 4: Silos und Tankbauwerke*;

EN 1993-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 5: Pfähle und Spundwände*;

EN 1993-6, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 6: Kranbahnen*;

EN 1993-7, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 7: Bemessung von Sandwich-Paneelen*.

EN 1993-1 existiert nicht als physisches Dokument, sondern besteht aus den folgenden 14 Einzelteilen, deren grundlegender Teil EN 1993-1-1 ist:

EN 1993-1-1, *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 kaltgeformte Bauteile und Bleche*;

ANMERKUNG Kaltgeformte Hohlprofile nach EN 10219 (alle Teile) werden in EN 1993-1-1 behandelt.

EN 1993-1-4, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln — Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*;

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 1993-1-7, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-7: Plattenförmige Bauteile mit Querbelaastung*;

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: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken 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 S960*;

EN 1993-1-13, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-13: Regeln für Träger mit großen Stegöffnungen*;

EN 1993-1-14, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Part 1-14: Durch Finite-Elemente-Berechnung unterstützte Bemessung*.

Alle Teile von EN 1993-1-2 bis EN 1993-1-14 behandeln allgemeine Themen, die unabhängig von der Art des Tragwerks sind, wie die Tragwerksbemessung für den Brandfall, ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche, nichtrostende Stähle, plattenförmige Bauteile usw.

Alle Teile von EN 1993-2 bis EN 1993-7 behandeln Themen, die für eine bestimmte Tragwerksart maßgebend sind, wie Stahlbrücken; Türme, Maste und Schornsteine; Silos und Tankbauwerke; Pfähle und Spundwände; Kranbahnen usw. EN 1993-2 bis EN 1993-7 beziehen sich auf die allgemeinen Regeln nach EN 1993-1 und ergänzen, ändern oder ersetzen diese.

0.3 Einleitung zu EN 1993-1-10

EN 1993-1-10 enthält allgemeine Bemessungsregeln für die Stahlsortenauswahl zur Vermeidung von Spröbruch durch Festlegung der Zähigkeitseigenschaften sowie zur Vermeidung von Terrassenbruch durch Festlegung von Eigenschaften in Dickenrichtung.

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen

Das Verb „muss“ beschreibt eine Anforderung, die zwingend zu befolgen ist und von der bei Anwendung der Eurocodes keine Abweichung zulässig ist.

Das Verb „sollte“ beschreibt eine streng empfohlene Auswahl oder Vorgehensweise. In Abhängigkeit von nationalen Regeln und/oder relevanten Vertragsbestimmungen könnten alternative Lösungen verwendet/angenommen werden, wenn sie technisch gerechtfertigt sind.

Das Verb „darf“ beschreibt eine erlaubte Vorgehensweise innerhalb der Anwendungsgrenzen der Eurocodes.

Das Verb „kann“ beschreibt Möglichkeiten und Fähigkeiten; es wird für Tatsachenfeststellungen und Erklärungen verwendet.

0.5 Nationaler Anhang zu EN 1993-1-10

Nationale Festlegungen sind in dieser Norm gestattet, sofern sie im Rahmen von Anmerkungen ausdrücklich angegeben sind. Nationale Festlegungen schließen die Wahl von Werten für national festzulegende Parameter (NDP, en: Nationally Determined Parameters) ein.

Hierzu kann die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1993-1-10 einen Nationalen Anhang mit allen national festzulegenden Parametern enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist der in dieser Norm angegebene Standardwert anzuwenden.

Wenn keine nationale Festlegung angeführt wird und kein Standardwert in dieser Norm angegeben ist, kann die Festlegung durch eine zuständige Behörde getroffen werden oder, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, können die beteiligten Parteien im Einzelfall eine Vereinbarung treffen.

Nationale Festlegungen sind in EN 1993-1-10 zu den folgenden Abschnitten gestattet:

4.2.1(4)	4.2.2.3(1)	4.2.3(5)	4.3(3)
4.4(3)	5.1(2)	A1(1)	

Nationale Festlegungen sind in EN 1993-1-10 zur Anwendung der folgenden informativen Anhänge gestattet:

Anhang A

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Erleichterung der Umsetzung enthalten, sofern dadurch keine Bestimmungen der Eurocodes geändert werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-1-10

(1) EN 1993-1-10 enthält Regeln für die Wahl von Stahlsorten und -güten im Hinblick auf Bruchzähigkeit zur Vermeidung von Sprödbruch.

ANMERKUNG Die Gütegruppe von Stahl (en: steel toughness quality) ist auch bekannt als Stahlgütegruppe (en: subgrade).

(2) EN 1993-1-10 enthält Regeln für die Festlegung von Eigenschaften in Dickenrichtung für geschweißte Bauteile zur Verringerung des Risikos von Terrassenbruch.

(3) EN 1993-1-10 enthält zusätzliche Anforderungen an die Zähigkeit für bestimmte Fälle, um die Zähigkeit im Hochlagenbereich in Bezug auf den Bemessungsgrenzwert der Tragfähigkeit unter Zugbeanspruchung und die Erdbebenbemessung sicherzustellen.

(4) Dieses Dokument enthält Regeln für Baustähle, die in FprEN 1993-1-1:2022 aufgeführt sind. Dieses Dokument gilt für die Stahlsorten S235 bis S700.

(5) Dieses Dokument enthält Regeln, die ausschließlich für die Wahl des Grundwerkstoffs gelten.

(6) Dieses Dokument enthält Regeln, die für durch FprEN 1993-1-1:2022, 5.1(3), abgedeckte Stahlwerkstoffe gelten, sofern jedes einzelne Stahlbauteil entsprechend den Anforderungen nach FprEN 1993-1-1:2022, 5.1(3), und EN 1090-2:2018, 5.1, geprüft wird.

(7) Dieses Dokument gilt nicht für einen Werkstoff, der aus bestehenden Stahlkonstruktionen entnommen wurde, der Ermüdungsbeanspruchungen oder einem Brandfall ausgesetzt war.

1.2 Voraussetzungen

(1) Sofern nicht ausdrücklich angegeben, gelten EN 1990, EN 1991 (alle Teile) und die anderen maßgebenden Teile von EN 1993-1 (alle Teile).

(2) Die in EN 1993-1-10 angegebenen Bemessungsverfahren sind anwendbar, wenn:

- die Ausführungsqualität den Festlegungen nach EN 1090-2 oder EN 1090-4 entspricht; und
- die verwendeten Werkstoffe und -produkte den Festlegungen der maßgebenden Teile von EN 1993 (alle Teile) oder den maßgebenden Werkstoff- und Produktspezifikationen entsprechen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG In den Literaturhinweisen sind zitierte Dokumente aufgelistet, die keine normativen Verweisungen sind, einschließlich solcher Dokumente, die als Empfehlungen (d. h. durch „sollte“-Sätze) und Erlaubnisse (d. h. durch „darf“-Sätze) in Bezug genommenen werden.

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken* — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

EN 1090-4, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 4: Technische Anforderungen an tragende, kaltgeformte Bauelemente aus Stahl und tragende, kaltgeformte Bauteile für Dach-, Decken-, Boden- und Wandanwendungen*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1993 (alle Teile), *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

FprEN 1993-1-1:2022, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

KV-Wert

Charpy-V-Kerbschlagwert

Kerbschlagarbeit in Joule [J], die für den Bruch einer Charpy-V-Kerbschlagprobe bei einer bestimmten Prüftemperatur T benötigt wird (d. h. T_{KV})

3.1.2

Übergangstemperaturbereich

Temperaturbereich im Zähigkeits-Temperaturdiagramm $KV(T)$, in dem die Beziehung dargestellt wird, wie der Zähigkeitsabfall des Werkstoffes mit der Temperatur korreliert und die Versagensart von zäh nach spröde wechselt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bereich 2 in Bild 3.1.

3.1.3

Tieflagenbereich

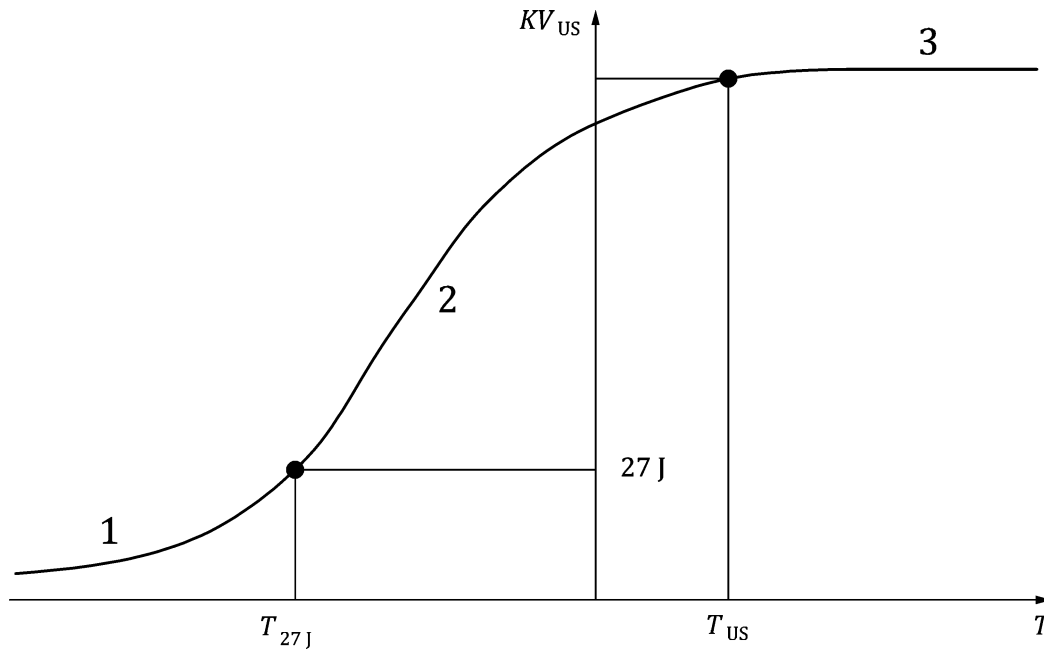
Temperaturbereich im Kerbschlagarbeit-Temperaturdiagramm, in dem die Charpy-V-Kerbschlagprobe Bruchverhalten infolge Spaltbarkeit (Sprödbbruch) aufweist, siehe Bereich 1 in Bild 3.1

3.1.4

Hochlagenbereich

Temperaturbereich im Zähigkeits-Temperaturdiagramm, in dem die Charpy-V-Kerbschlagprobe duktiles Bruchverhalten aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bereich 3 in Bild 3.1.



Legende

- 1 Tieflagenbereich
- 2 Übergangtemperaturbereich
- 3 Hochlagenbereich

ANMERKUNG Die Charpy-Übergangstemperatur kann auch T_{30J} oder T_{40J} sein – entsprechend KV -Werten von 30 J oder 40 J. Eine Erläuterung zu T_{27J} und T_{US} ist der Liste der Symbole zu entnehmen.

Bild 3.1 — Beispiel für den Zusammenhang zwischen Temperatur und Charpy-Kerbschlagarbeit

3.1.5

Charpy-Übergangstemperatur

niedrigste Temperatur im Übergangtemperaturbereich, bei der das Werkstoffverhalten von zäh nach spröde wechselt

3.1.6

Z-Wert

Prozentwert der Brucheinschnürung einer Zugprobe im einaxialen Zugversuch in Dickenrichtung (siehe EN ISO 6892-1 und EN 10164) um die Duktilität in Dickenrichtung einer Zugprobe anzugeben.

3.1.7

Kaltumformungsgrad

bleibende Dehnung infolge Kaltumformung in Prozent

3.1.8

Bezugstemperatur

Wert der niedrigsten Einsatztemperatur des Stahls, erforderlichenfalls modifiziert mittels Temperaturverschiebungen zur Berücksichtigung der Rissgeometrie, des konstruktiven Details, der Zuverlässigkeit, der Dehnungsraten und der Kaltumformung

3.2 Symbole und Abkürzungen

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

$CTOD$	Rissspitzenöffnung
J	Wert der elastisch-plastischen Bruchzähigkeit (J-Integralwert), in N/mm, der als Linien- oder Oberflächenintegral bestimmt wird, das die Rissfront von einem Rissufer zum anderen umfasst
K	Spannungsintensitätsfaktor, in N/mm ^{3/2}
K_{Ic}	Bruchzähigkeit für den ebenen Dehnungsfall und für linear-elastisches Werkstoffverhalten, in N/mm ^{3/2}
$KV(T)$	Kerbschlagarbeit in Joule [J], bei Prüfung einer Charpy-V-Kerbschlagprobe bei Temperatur T_{KV}
KV_{US}	Kerbschlagarbeit in Joule [J], bei Prüfung einer Charpy-V-Kerbschlagprobe bei Temperatur T_{US}
T	Temperatur [°C]
T_{Ed}	Bezugstemperatur (siehe 4.2.1)
T_{27J}	Übergangstemperatur, bei der die Kerbschlagarbeit KV entsprechend der maßgebenden Produktnorm in einem Kerbschlagversuch nach Charpy 27 J nicht unterschreiten sollte
T_{30J}	Übergangstemperatur, bei der die Kerbschlagarbeit KV entsprechend der maßgebenden Produktnorm in einem Kerbschlagversuch nach Charpy 30 J nicht unterschreiten sollte
T_{40J}	Übergangstemperatur, bei der die Kerbschlagarbeit KV entsprechend der maßgebenden Produktnorm in einem Kerbschlagversuch nach Charpy 40 J nicht unterschreiten sollte
T_{KV}	Prüftemperatur [°C] für einen Kerbschlagversuch nach Charpy für einen festgelegten Mindestwert der Kerbschlagarbeit KV , in Joule [J]
$T_{N,min}$	Mindest-Stahltemperatur [°C] eines Bauteils in Gebrauch mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren für die entsprechend der Tragwerksart empfohlene Lufttemperatur und unter Einbeziehung eines Strahlungsverlustes
T_{US}	niedrigste Temperatur [°C], bei der das Auftreten von Scherbruch bei einem Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy 100 % beträgt und die als Ausgangspunkt des Hochlagenbereichs angesetzt wird (siehe 4.3)
Z	Z-Güteklasse [%], differenziert nach aufsteigenden Z-Werten (siehe 5.2)
Z_{Ed}	erforderlicher Bemessungswert von Z , der sich aus der Größenordnung der Dehnungsbeanspruchung des Metalls infolge behinderter Schweißnahtschrumpfung ergibt
Z_{Rd}	verfügbarer Bemessungswert von Z in Abhängigkeit von den Eigenschaften in Dickenrichtung des Materials

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

f_y	Streckgrenze
$f_{y,nom}$	Nennwert der Streckgrenze
t	Dicke
t_{max}	maximal zulässige Bauteildicke

3.2.3 Griechische Großbuchstaben

- ΔT_R Sicherheitszuschlag [K], falls erforderlich, um abweichende Zuverlässigkeitsniveaus für andere Anwendungen berücksichtigen zu können
- $\Delta T_{\dot{\epsilon}}$ Temperaturverschiebung [K] zur Berücksichtigung einer vom Bezugswert $\dot{\epsilon}_0$ abweichenden Dehnungsrate
- $\Delta T_{\epsilon_{cf}}$ Temperaturverschiebung [K] zur Berücksichtigung des Kaltumformungsgrades ϵ_{cf} oder ϵ_{eff}
- ΔT_{σ} Temperaturverschiebung [K] zur Berücksichtigung der Spannung und Streckgrenze des Materials, rissähnlicher Imperfektionen sowie der Bauteilform und -abmessungen, siehe 4.2.3(3)

3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben

- ϵ_{cf} Kaltumformungsgrad (DCF), in Prozent
- $\dot{\epsilon}$ Dehnungsrate [1/s]
- $\dot{\epsilon}_0$ Bezugswert der Dehnungsrate [1/s]
- ϵ_{eff} effektive Dehnung als Mittelwert der plastischen Dehnung im Netto-Querschnitt
- ϵ_{pnom} plastische Dehnung zur Berücksichtigung von Kaltbiegungen in Hohlprofilen
- σ_{Ed} Spannungen, die mit der Bezugstemperatur T_{Ed} auftreten

4 Werkstoffauswahl zur Vermeidung von Sprödbbruch

4.1 Allgemeine Regeln

(1) Zur Vermeidung von Sprödbbruch muss die Materialauswahl den allgemeinen Regeln nach EN 1990 und EN 1991 (alle Teile) sowie den jeweiligen Bemessungsvorschriften für Stahltragwerke nach den anderen maßgebenden Teilen von EN 1993-1 (alle Teile) entsprechen.

(2) Die Ausführung muss den Anforderungen nach EN 1090-2 oder EN 1090-4 entsprechen.

(3) Die Regeln nach Abschnitt 4 sind anwendbar für Bauteile und Kerbfälle unter Zugspannungen, welche sich aus der Kombination in Gleichung (4.1) ergeben.

(4) Die Regeln nach Abschnitt 4 dürfen für nicht zugbeanspruchte Bauelemente angewendet werden, da die Regeln in dieser Situation konservativ sind. Für Bauteil- oder Bauteilkomponenten unter Druckspannung darf eine Mindest-Zähigkeitseigenschaft für eine Nennspannung von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ ermittelt werden.

(5) Normen für Stahlerzeugnisse legen fest, dass Probekörper bei einer bestimmten Prüftemperatur T_{KV} bei einer Kerbschlagarbeit unter einem festgelegten Wert KV nicht versagen dürfen.

(6) Die Regeln sollten für die Mindest-Kerbschlagarbeit KV_2 für die in der maßgebenden Norm für Stahlerzeugnisse aufgeführte festgelegte Güteklasse angewendet werden. Neuer Werkstoff geringerer Güte (Stahlgütegruppen) sollte nicht verwendet werden, auch wenn die Prüfergebnisse gleichwertige oder bessere Werte für die Kerbschlagarbeit ergeben.

(7) Die Regeln nach 4.1 beziehen sich auf die Zähigkeit im Tieflagen- und im Übergangstemperaturbereich, siehe 4.2. Zusätzliche Regeln für die Zähigkeit im Hochlagenbereich in Bezug auf den Bemessungsgrenzwert der Tragfähigkeit unter Zugbeanspruchung und für die Erdbebenbemessung sind in 4.3 bzw. 4.4 angegeben.

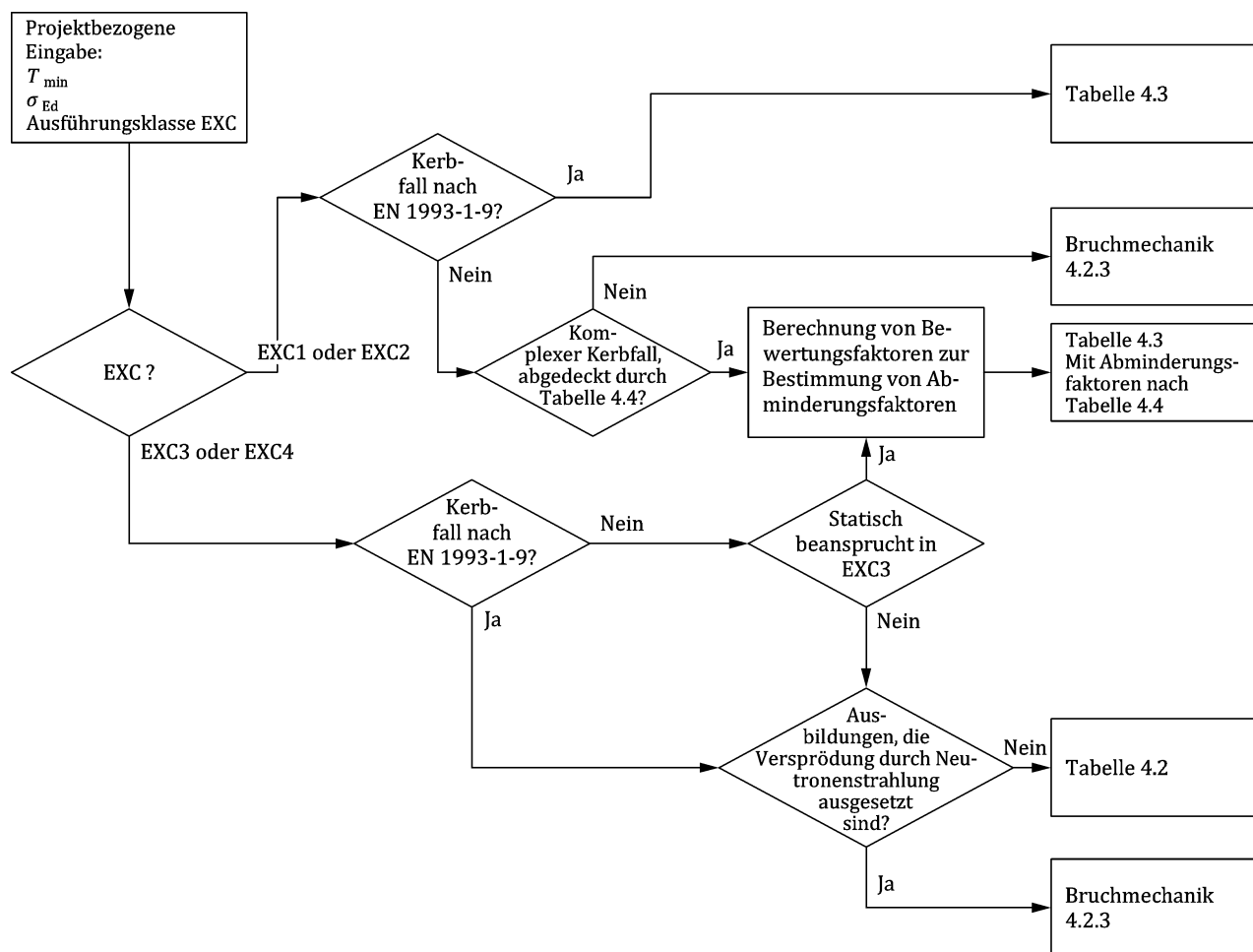
(8) Die Wahl eines Bemessungsverfahrens für Sprödbbruchbeurteilung muss nach Bild 4.1 erfolgen.

ANMERKUNG Die Wahl beruht auf der Temperatur (siehe Gleichung (4.2)), Spannung (siehe Gleichung (4.1)) und Ausführungsklasse, wie in FprEN 1993-1-1:2022, Anhang A, definiert.

(9) Für ermüdungsbeanspruchte Bauteile der Ausführungsklasse EXC 2 sollte ein Abminderungsfaktor von 0,5 entsprechend Tabelle 4.5 auf die Dickenwerte nach Tabelle 4.3 angewendet werden.

(10) Für geschweißte Bauteile der Ausführungsklasse EXC 3, die nicht durch detaillierte Tabellen zum Nennspannungsverfahren nach EN 1993-1-9 abgedeckt sind, sollte 4.2.2.3 angewendet werden.

(11) Die Zähigkeit von Bauteilen, die Versprödung durch Neutronenstrahlung ausgesetzt sind, z. B. Tragwerke von Kernkraftwerken, sollte mittels Bruchmechanik nach 4.2.3 bestimmt werden.



ANMERKUNG Tabelle 4.2 für EXC3 und EXC4 wurde hauptsächlich für ermüdungsbeanspruchte Bauteile und Tabelle 4.3 für EXC1 und EXC2 für hauptsächlich statisch belastete Bauteile entwickelt.

Bild 4.1 — Flussdiagramm der Werkstoffauswahlverfahren für Sprödbbruchbeurteilung

4.2 Zähigkeitsanforderungen für den Tieflagen- und den Übergangstemperaturbereich

4.2.1 Durchführung

(1) Bei der Wahl der Stahlgüte sollte Folgendes berücksichtigt werden:

i) Eigenschaften des Stahlwerkstoffs:

- Streckgrenze in Abhängigkeit von der Werkstoffdicke $f_y(t)$;
- Zähigkeitseigenschaft, ausgedrückt als T_{27J} , T_{30J} oder T_{40J} ;

ii) Bauteileigenschaften:

- Bauteilgeometrie und -ausbildung;
- Spannungskonzentrationen in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie und der Dicke des beanspruchten Bauteils (t);
- geeignete Annahmen bezüglich Herstellungsfehlern (z. B. durchgehende Risse oder halbelliptische Oberflächenrisse);

iii) Bemessungssituationen:

- Bemessungswert der niedrigsten Stahltemperatur;
- größte aufgebrachte Spannungen aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen, abgeleitet vom nachstehend in (4) beschriebenen Bemessungszustand;
- Eigenspannungen;
- Annahmen zu Risswachstum infolge Ermüdungsbeanspruchung während eines Überwachungszeitraums (sofern maßgebend);
- Dehnungsgeschwindigkeit $\dot{\epsilon}$ aus außergewöhnlichen Einwirkungen (sofern maßgebend);
- Kaltumformungsgrad (ϵ_{cf} und ϵ_{eff}) (sofern maßgebend);

iv) Ausführungsklasse nach FprEN 1993-1-1:2022, Anhang A.

(2) Die maximal zulässige Dicke von Stahlbauelementen in Bezug auf Bruch sollte anhand von Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 ermittelt werden.

(3) Der folgende Bemessungszustand sollte verwendet werden:

i) Die größte aufgebrachte Nennspannung σ_{Ed} sollte entsprechend der Kombination von Einwirkungen nach Gleichung (4.1) ermittelt werden:

$$E_d = E\{A[T_{Ed}] + \sum G_K + \psi_1 Q_{K1} + \sum \psi_{(2,i)} Q_{Ki}\} \quad (4.1)$$

Dabei ist/sind

A die Leiteinwirkung, die durch die Bezugstemperatur T_{Ed} wiedergegeben wird, welche die Werkstoffzähigkeit des betrachteten Bauteils beeinflusst und auch zu Spannung infolge der Behinderung von Bewegungen führen könnte;

ΣG_K die ständigen Einwirkungen;

$\psi_1 Q_{K1}$ der ständige Wert der veränderlichen Last; und

$\psi_{2i} Q_{Ki}$ die quasi-ständigen Werte der veränderlichen Begleitlasten, welche die auf den Werkstoff einwirkenden Spannungswerte dominieren.

ii) Die Kombinationsbeiwerte ψ_1 und ψ_2 sollten EN 1990 entsprechen.

iii) Die größte aufgebrachte Spannung σ_{Ed} sollte der Bemessungswert der größten Nennzugspannung am potenziellen Bruchinitiierungspunkt sein. Die aufgebrachte Spannung σ_{Ed} muss durch elastische Berechnungen bestimmt werden. Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung sollten, sofern maßgebend, berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Die Kombination nach Gleichung (4.1) wird als gleichwertig zu einer außergewöhnlichen Kombination betrachtet, da gleichzeitiges Auftreten von niedrigster Temperatur, Rissgröße, Rissstelle und Werkstoffeigenschaft angenommen wird.

ANMERKUNG 2 σ_{Ed} kann Spannungen aufgrund der Behinderung von Bewegungen infolge Temperaturänderung einschließen.

ANMERKUNG 3 Da die Leiteinwirkung die Bezugstemperatur T_{Ed} ist, wird im Allgemeinen die größte aufgebrachte Spannung σ_{Ed} einen Wert von 75 % der Streckgrenze nicht überschreiten.

(4) Die Bezugstemperatur T_{Ed} an der potenziellen Rissstelle sollte unter Verwendung von Gleichung (4.2) bestimmt werden:

$$T_{Ed} = T_{N,min} + \Delta T_{\sigma} + \Delta T_R + \Delta T_{\varepsilon} + \Delta T_{\varepsilon_{cf}} \quad (4.2)$$

Dabei ist

$T_{N,min}$ der Mindestwert der gleichmäßigen Stahltemperatur mit einer festgelegten Wiederkehrperiode für außenliegende Bauteile; siehe EN 1991-1-5. Für den Extremwert der geringstmöglichen Lufttemperatur sollte in Abhängigkeit vom Tragwerkstyp eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren angewendet werden.

Das zur Berechnung der Temperaturverschiebung $\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$ infolge Kaltumformung angewendete Verfahren beruht auf Erkenntnissen für nicht feinkörnigen Stählen und ist für feinkörnige Stähle konservativ. Sofern verfügbar, dürfen andere geeignete Regeln zur Berücksichtigung von Kaltumformungseffekten angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Ein Höchstwert für die Differenz von 40 K ist ($T_{KV} \leq T_{N,min} + 40$ K). Der Nationale Anhang kann den Höchstwert angeben, um den die Mindest-Stahltemperatur $T_{N,min}$ die Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} unterschreiten kann.

ΔT_{σ} die Anpassung für Spannung und Streckgrenze des Werkstoffs, Rissimperfection sowie Bauteilform und -abmessung,

ANMERKUNG 2 ΔT_{σ} ist gleich 0 K für die Berechnung von T_{Ed} nach Gleichung (4.2) bei der Bestimmung der maximal zulässigen Erzeugnisdicken nach 4.2.2.2. Grund hierfür ist die Verwendung einer Standardkurve für die Temperaturverschiebung ΔT_{σ} bei der Erstellung der tabellierten Werte nach 4.2.2, welche die Bemessungswerte der Spannungsintensitätsfaktorfunktion K aus aufgetragenen Spannungen σ_{Ed} und Eigenspannungen umhüllt und die Wallin-Sanz-Korrelation zwischen der Spannungsintensitätsfaktorfunktion $[K]$ und der Temperatur T einschließt.

ANMERKUNG 3 Der Nationale Anhang kann den Bereich von σ_{Ed} begrenzen, auf den die Gültigkeit der zulässigen Dickenwerte nach Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 eingeschränkt werden kann.

ΔT_R ein Sicherheitszuschlag, sofern erforderlich, zur Berücksichtigung anderer Zuverlässigkeitsniveaus für andere Anwendungen

ANMERKUNG 4 Bei Verwendung der tabellierten Werte nach 4.2.2 ist das Sicherheitselement ΔT_R gleich 0 K, sofern der Nationale Anhang keinen abweichenden Wert angibt, um T_{Ed} an andere Zuverlässigkeitsanforderungen anzupassen. Bei Verwendung von durch Prüfung ermittelten Werkstoffkennwerten entspricht das Sicherheitselement ΔT_R gleich -38 K, sofern der Nationale Anhang keinen abweichenden Wert angibt.

$\Delta T_{\dot{\epsilon}}$ die Anpassung für eine vom Bezugswert $\dot{\epsilon}_0$ abweichende Dehnrage, siehe Gleichung (4.5)

$\Delta T_{\epsilon_{cf}}$ die Anpassung für den Kaltumformungsgrad ϵ_{cf} , siehe Gleichung (4.6)

ANMERKUNG 5 Alternative Verfahren können zur Bestimmung der Zähigkeitsanforderungen angewendet werden. Weitere Informationen sind in 4.2.3 angegeben.

4.2.2 Maximal zulässige Dickenwerte

4.2.2.1 Allgemeines

(1) Für die Ausführungsklassen 3 und 4 darf die maximal zulässige Dicke aus Tabelle 4.2 abgelesen werden. Für die Ausführungsklassen 1 und 2 darf die maximal zulässige Dicke je nach Anwendbarkeit aus Tabelle 4.3 oder Tabelle 4.2 ausgewählt werden. Die Ausführungsklasse darf nach FprEN 1993-1-1:2022, Tabelle A1, festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Es gilt das im Flussdiagramm in Bild 4.1 dargestellte Verfahren.

ANMERKUNG 2 Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 enthalten die für eine Stahlsorte geeignete maximal zulässige Bauteildicke t_{max} , ihre Zähigkeitseigenschaft in Form des KV-Wertes, das angewendete Spannungsniveau $[\sigma_{Ed}]$ und die Referenztemperatur $[T_{Ed}]$.

ANMERKUNG 3 Die in Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 angegebenen Werte beruhen auf den folgenden Voraussetzungen:

- die Werte entsprechen den Zuverlässigkeitsanforderungen nach EN 1990;
- eine Dehnungsrate $\dot{\epsilon} = 4 \times 10^{-4}/s$ wurde angenommen, welche die dynamischen Schnittgrößeneinflüsse für die meisten vorübergehenden und ständigen Bemessungssituationen abdeckt;
- nicht kaltgeformter Werkstoff mit $\epsilon_{cf} = 0 \%$;
- die Nennwerte der Kerbschlagzähigkeit in Form von T_{27J} beruhen auf den folgenden Produktnormen: EN 10025 (alle Teile), EN 10210-1, EN 10210-2, EN 10219-1, EN 10219-2 und EN 10149-2. Für andere Werte wurden die folgenden Korrelationen verwendet

$$T_{40J} = T_{27J} + 10 [^{\circ}C] \quad (4.3)$$

$$T_{30J} = T_{27J} + 0 [^{\circ}\text{C}] \quad (4.4)$$

ANMERKUNG 4 Für ermüdungsbeanspruchte Bauteile sind alle Kerbfallkategorien für Nennspannungen nach EN 1993-1-9 abgedeckt.

ANMERKUNG 5 Für Tragwerke unter vorwiegend statischer Beanspruchung ist ein vereinfachtes Verfahren zur Berücksichtigung komplexer Geometrien in 4.2.2.3 angegeben.

Bei der Bestimmung von Tabelle 4.2 wurde die Ermüdung berücksichtigt, indem eine Ermüdungslast auf ein Kerbdetail mit einem angenommenen Anfangsfehler aufgebracht wurde. Die in diesen Details angenommene Schädigung beträgt ein Viertel des vollständigen Ermüdungsschadens, die sich aus dem Nennspannungskonzept nach EN 1993-1-9 ergibt. Diese Annahme lässt eine Mindestanzahl von betriebsbegleitenden Inspektionsintervallen zu, welche für das Verfahren ausreichender Schadenstoleranz nach EN 1993-1-9 festgelegt werden sollten. Eine Inspektion am Ende der Bauteillebensdauer ist nur bei Verlängerung der Lebensdauer erforderlich. Für ermüdungsbeanspruchte Bauteile, die nach EN 1993-1-9 mit dem Konzept der ausreichenden Sicherheit gegen Ermüdungsversagen ohne Vorankündigung bemessen werden, sowie statisch beanspruchte Bauteile nach Tabelle 4.3, ist keine betriebsbegleitende Inspektion bezüglich Sprödbruch erforderlich, sofern die Bauteile entsprechend den Anforderungen nach EN 1090-2 ausgeführt werden.

(2) Für hohe Dehnraten $\dot{\varepsilon} > 4 \times 10^{-4}/\text{s}$ (z. B. für Stoßlasten) dürfen die tabellierten Werte nach Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 durch Reduzierung von T_{Ed} um $\Delta T_{\dot{\varepsilon}}$ nach Gleichung (4.5) verwendet werden:

$$\Delta T_{\dot{\varepsilon}} = -\frac{1\,440 - f_y(t)}{550} \times \left(\ln \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} \right)^{1,5} [\text{K}] \quad (4.5)$$

mit $\dot{\varepsilon}_0 = 10^{-4}/\text{s}$ als Bezugswert der Dehnrates.

(3) Zur Berücksichtigung des Einflusses von Kaltumformung von alterungsbeständigen Stählen dürfen die tabellierten Werte nach Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 unter Anpassung von T_{Ed} durch Addition von $\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$ nach Gleichung (4.6) verwendet werden:

$$\Delta T_{\varepsilon_{cf}} = -3 \times \varepsilon_{cf} [\text{K}] \quad (4.6)$$

mit $0 \text{ K} \geq \Delta T_{\varepsilon_{cf}} \geq -45 \text{ K}$

Dabei ist ε_{cf} der Wert der plastischen Dehnung infolge Kaltumformung.

(4) Für kreisförmige kaltgeformte Hohlprofile nach EN 10219-1 und EN 10219-2 sowie andere kaltgeformte Profile nach EN 1993-1-3 darf aufgrund von Effekten infolge Kaltumformung die Anpassung nach Gleichung (4.7) verwendet werden:

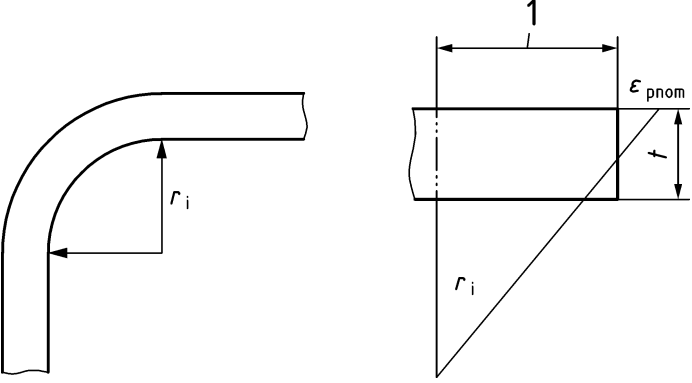
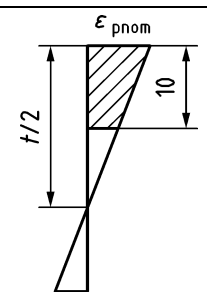
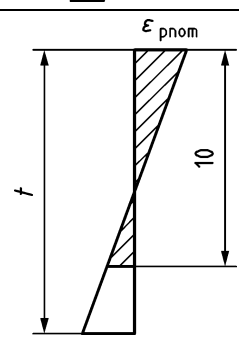
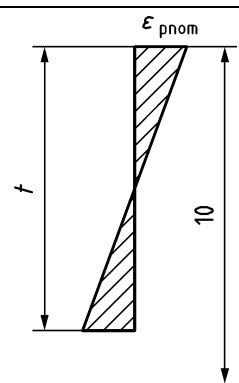
$$\Delta T_{\varepsilon_{eff}} = -3\varepsilon_{eff} [\text{K}] \text{ bei } \varepsilon_{eff} > 2 \% \quad (4.7)$$

Dabei ist ε_{eff} der Mittelwert der plastischen Dehnung in der Netto-Querschnittsfläche.

ANMERKUNG 1 Der Wert von ε_{eff} ist von der Wanddicke und dem Innenradius r_i abhängig.

ANMERKUNG 2 Tabelle 4.1 enthält die Beziehung zwischen dem Radius des Kaltbiegens und dem Höchstwert der plastischen Dehnung ε_{pnom} sowie den Wert ε_{eff} für verschiedene Wanddicken t .

Tabelle 4.1 — Definition von $\varepsilon_{\text{pnom}}$ und ε_{eff} für den Radius der Kaltbiegung r_i

		$\varepsilon_{\text{pnom}} = \frac{t}{2r_i + t}$
Bestimmung der wirksamen Dehnung ε_{eff}		
t	Verteilung von $\varepsilon_{\text{pnom}}$	ε_{eff}
≥ 20		$\varepsilon_{\text{pnom}} \left(1 - \frac{10}{t}\right)$
< 20 ≥ 10		$\frac{\varepsilon_{\text{pnom}}}{2} \left(\frac{t}{20} + \frac{(20-t)^2}{20t} \right)$
< 10		$\frac{\varepsilon_{\text{pnom}}}{2} \frac{t}{10}$

(5) Für $r_i/t > 15$ dürfen herstellungsbedingte Kaltumformungsauswirkungen vernachlässigt werden. Für $r_i/t \leq 15$ darf der Höchstwert von $\Delta T_{\varepsilon_{\text{cf}}}$ mit $\Delta T_{\varepsilon_{\text{cf}}} = -20$ K angesetzt werden.

ANMERKUNG Für rechteckige Hohlprofile, die den Lieferbedingungen nach EN 10219 entsprechen, lautet die Anpassung ΔT_{ef} :

$$\Delta T_{\text{ef}} = -35 \text{ [K] bei } t \leq 16 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{\text{ef}} = -45 \text{ [K] bei } t > 16 \text{ mm}$$

sofern nicht mittels Prüfung anders bestimmt.

4.2.2.2 Bestimmung der maximal zulässigen Erzeugnisdicke

(1) Für die Ausführungsklassen 3 und 4 darf die maximal zulässige Dicke aus Tabelle 4.2 ausgewählt werden. Für die Ausführungsklassen 1 und 2 darf die maximal zulässige Dicke je nach Anwendbarkeit aus Tabelle 4.3 oder Tabelle 4.2 ausgewählt werden. Die Ausführungsklasse darf nach FprEN 1993-1-1:2022, Tabelle A1, bestimmt werden.

(2) Die Dickenwerte werden in Form von drei Spannungsniveaus angegeben, die als Anteile der Nennstreckgrenze ausgedrückt werden:

a) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

b) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,50 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

c) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

(3) Der Wert der Nennstreckgrenze $f_y(t)$ darf entweder nach Gleichung (4.8) bestimmt oder als R_{eH} -Werte den maßgebenden Produktnormen entnommen werden.

$$f_y(t) = f_{y,\text{nom}} - 0,25 \frac{t}{t_0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (4.8)$$

Dabei ist

t die Blechdicke, in mm;

$t_0 = 1 \text{ mm}$.

ANMERKUNG Die tabellierten Werte sind als Auswahl für sieben verschiedene Bezugstemperaturen angegeben: +10 °C, 0 °C, –10 °C, –20 °C, –30 °C, –40 °C, –50 °C, –80 °C und –120 °C.

(4) Extrapolationen über die in Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 angegebenen Extremwerte der Spannungen hinaus sollten nicht durchgeführt werden.

Tabelle 4.2 — Maximal zulässige Erzeugnisdicke t , in mm, für die Ausführungsklassen EXC3 und EXC4

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{ed}																											
		T °C	J_{min}	°C																											
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	
				$\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 \cdot f_y(t)$										$\sigma_{\text{Ed}} = 0,5 \cdot f_y(t)$										$\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	10	5	90	75	65	55	45	40	35	20	15	135	115	100	85	75	65	60	40	30	
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	15	10	125	105	90	75	65	55	45	30	15	175	155	135	115	100	85	75	50	35	
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	25	10	170	145	125	105	90	75	65	40	20	200	200	175	155	135	115	100	65	40	
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	10	5	80	70	55	50	40	35	30	20	10	125	110	95	80	70	60	55	40	25	
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	15	5	115	95	80	70	55	50	40	25	15	165	145	125	110	95	80	70	45	30	
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	20	10	155	130	115	95	80	70	55	35	20	200	190	165	145	125	110	95	60	40	
	K2,M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	25	10	180	155	130	115	95	80	70	40	20	200	200	190	165	145	125	110	70	40	
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	35	15	200	200	180	155	130	115	95	55	30	200	200	200	200	190	165	145	95	55	
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	15	10	5	5	65	55	45	40	30	25	25	15	10	110	95	80	70	60	55	45	30	20	
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	10	5	95	80	65	55	45	40	30	20	10	150	130	110	95	80	70	60	40	25	
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	15	5	135	110	95	80	65	55	45	25	15	200	175	150	130	110	95	80	55	30	
	J4	-40	27	130	110	90	75	60	50	40	20	10	180	155	135	110	95	80	65	40	20	200	200	195	170	150	130	110	70	40	
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	20	5	155	135	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	110	95	60	35	
	J5,ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	25	10	200	180	155	135	110	95	80	45	25	210	200	200	200	175	150	130	80	45	
S420	JR	20	27	35	30	20	20	15	10	10	5	—	60	50	40	35	25	20	20	10	5	100	85	75	65	55	45	40	30	20	
	J0	0	27	55	45	35	30	20	20	15	5	—	85	70	60	50	40	35	25	15	10	140	120	100	85	75	65	55	35	20	
	J2	-20	27	80	65	55	45	35	30	20	10	5	120	100	85	70	60	50	40	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	30	
	J4	-40	27	115	95	80	65	55	45	35	20	5	165	140	120	100	85	70	60	35	15	200	200	185	160	140	120	100	65	35	
	K2,M,N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	15	5	140	120	100	85	70	60	50	25	15	200	185	160	140	120	100	85	55	30	
	J5,ML,NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	20	10	190	165	140	120	100	85	70	40	20	200	200	200	185	160	140	120	75	40	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{ed}																											
				°C																											
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	
				$\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S460	JR	20	27	30	25	20	15	10	10	5	5	—	55	45	35	30	25	20	15	10	5	95	80	70	60	50	45	40	25	15	
	J0	0	27	50	40	30	25	20	15	10	5	—	80	65	55	45	35	30	25	15	5	130	115	95	80	70	60	50	35	20	
	J2	-20	27	75	60	50	40	30	25	20	10	5	110	95	80	65	55	45	35	20	10	175	150	130	115	95	80	70	45	25	
	J4	-40	27	105	90	75	60	50	40	30	15	5	155	130	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	115	95	60	35	
	K2,M,N	-20	40	90	75	60	50	40	30	25	10	5	130	110	95	80	65	55	45	25	10	200	175	150	130	115	95	80	50	30	
	J5,ML,NL	-50	27	125	105	90	75	60	50	40	20	5	180	155	130	110	95	80	65	35	15	200	200	200	175	150	130	115	70	40	
	Q	-20	30	75	60	50	40	30	25	20	10	5	110	95	80	65	55	45	35	20	10	175	150	130	115	95	80	70	45	25	
	QL	-40	30	105	90	75	60	50	40	30	15	5	155	130	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	115	95	60	35	
	QL1	-60	30	150	125	105	90	75	60	50	25	10	200	180	155	130	110	95	80	45	20	200	200	200	200	175	150	130	80	45	
S500	J0	0	27	45	35	30	20	20	15	10	5	—	70	60	50	40	35	25	20	10	5	125	105	90	80	65	55	50	30	20	
	K2,M,N	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	195	170	145	125	105	90	80	50	25	
	ML,NL	-50	27	120	100	80	65	55	45	35	20	5	170	145	125	105	85	70	60	35	15	250	220	195	170	145	125	105	65	35	
	Q	0	40	55	45	35	30	20	20	15	5	—	85	70	60	50	40	35	25	15	5	145	125	105	90	80	65	55	35	20	
	Q	-20	30	65	55	45	35	30	20	20	10	5	105	85	70	60	50	40	35	20	10	170	145	125	105	90	80	65	40	25	
	QL	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	195	170	145	125	105	90	80	50	25	
	QL	-40	30	100	80	65	55	45	35	30	15	5	145	125	105	85	70	60	50	25	10	220	195	170	145	125	105	90	55	30	
	QL1	-40	40	120	100	80	65	55	45	35	20	5	170	145	125	105	85	70	60	35	15	250	220	195	170	145	125	105	65	35	
	QL1	-60	30	140	120	100	80	65	55	45	20	10	195	170	145	125	105	85	70	40	20	250	250	220	195	170	145	125	80	40	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{ed}																											
				°C																											
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	
				$\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S550	MC	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	10	5	115	95	80	65	55	45	35	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	25	
	Q	0	40	50	40	30	25	20	15	10	5	—	80	65	55	45	35	30	25	15	5	140	120	100	85	75	60	55	35	20	
	Q	-20	30	60	50	40	30	25	20	15	5	—	95	80	65	55	45	35	30	15	5	160	140	120	100	85	75	60	40	20	
	QL	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	10	5	115	95	80	65	55	45	35	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	25	
	QL	-40	30	90	75	60	50	40	30	25	10	5	135	115	95	80	65	55	45	25	10	210	185	160	140	120	100	85	55	30	
	QL1	-40	40	110	90	75	60	50	40	30	15	5	160	135	115	95	80	65	55	30	15	240	210	185	160	140	120	100	60	35	
	QL1	-60	30	130	110	90	75	60	50	40	20	5	185	160	135	115	95	80	65	35	15	250	240	210	185	160	140	120	75	40	
S600	MC	-20	40	70	55	45	35	30	20	15	5	—	105	90	75	60	50	40	35	20	5	175	155	130	110	95	80	70	40	20	
S620	Q	0	40	45	35	25	20	15	15	10	5	—	70	60	50	40	30	25	20	10	5	130	110	95	80	65	55	50	30	15	
	Q	-20	30	55	45	35	25	20	15	15	5	—	85	70	60	50	40	30	25	15	5	150	130	110	95	80	65	55	35	20	
	QL	-20	40	65	55	45	35	25	20	15	5	—	105	85	70	60	50	40	30	15	5	175	150	130	110	95	80	65	40	20	
	QL	-40	30	80	65	55	45	35	25	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	200	175	150	130	110	95	80	50	25	
	QL1	-40	40	100	80	65	55	45	35	25	15	5	145	125	105	85	70	60	50	25	10	230	200	175	150	130	110	95	55	30	
	QL1	-60	30	120	100	80	65	55	45	35	15	5	170	145	125	105	85	70	60	30	15	250	230	200	175	150	130	110	65	35	
S650	MC	-20	40	65	50	40	35	25	20	15	5	—	100	85	70	55	45	40	30	15	5	170	145	125	105	90	75	65	40	20	
S690 ^a	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	5	—	65	55	45	35	30	20	20	10	5	120	100	85	75	60	50	45	25	15	
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	5	—	80	65	55	45	35	30	20	10	5	140	120	100	85	75	60	50	30	15	
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	5	—	95	80	65	55	45	35	30	15	5	165	140	120	100	85	75	60	35	20	
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	10	—	115	95	80	65	55	45	35	20	5	190	165	140	120	100	85	75	45	20	
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	10	5	135	115	95	80	65	55	45	25	10	200	190	165	140	120	100	85	50	25	
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	15	5	160	135	115	95	80	65	55	30	10	200	200	190	165	140	120	100	60	30	
S700	MC	-20	40	60	45	40	30	25	20	15	5	—	95	80	65	55	45	35	30	15	5	165	140	120	100	85	70	60	35	20	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{ed}																											
				°C																											
		T	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	
		°C		$\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
Lineare Interpolation darf bei Anwendung von Tabelle 4.2 durchgeführt werden. Die meisten Anwendungen erfordern σ_{Ed} -Werte zwischen $\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 f_y(t)$ und $\sigma_{\text{Ed}} = 0,50 f_y(t)$. Ein Strich in Tabelle 4.2 bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Tabelle 4.2 wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Die KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses können geringer sein als die Werte für Proben in Walzrichtung. Erforderlichenfalls dürfen KV-Mindestwerte senkrecht zur Walzrichtung entsprechend den Optionen der Produktnorm festgelegt werden.																															
ANMERKUNG 1		Zu Bauelementen unter Druckspannung siehe 4.1(4).																													
ANMERKUNG 2		Nicht alle der in Tabelle 4.2 angegebenen Größen sind notwendigerweise in den maßgebenden Produktnormen enthalten.																													
a		Bei der Bestellung von Erzeugnissen aus S690-Stählen muss die Prüftemperatur TKV für die gewählte Stahlgütegruppe festgelegt werden.																													

Tabelle 4.3 — Maximal zulässige Erzeugnisdicke t , in mm, für die Ausführungsklassen EXC1 und EXC2

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																											
		T °C	J_{min}	°C																											
				10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S235	JR	20	27	250	250	170	120	90	65	50	25	15	250	250	250	250	190	145	110	55	30	250	250	250	250	250	250	250	135	75	
	J0	0	27	250	250	250	250	170	120	90	40	15	250	250	250	250	250	250	190	85	40	250	250	250	250	250	250	250	200	100	
	J2	−20	27	250	250	250	250	250	250	170	65	25	250	250	250	250	250	250	250	145	55	250	250	250	250	250	250	250	250	135	
S275	JR	20	27	250	185	130	95	70	50	40	20	10	250	250	250	205	150	115	90	45	25	250	250	250	250	250	250	215	120	65	
	J0	0	27	250	250	250	185	130	95	70	30	15	250	250	250	250	250	205	150	70	30	250	250	250	250	250	250	250	175	85	
	J2	−20	27	250	250	250	250	250	185	130	50	20	250	250	250	250	250	250	250	115	45	250	250	250	250	250	250	250	250	120	
	K2,M,N	−20	40	250	250	250	250	250	250	185	70	25	250	250	250	250	250	250	250	150	55	250	250	250	250	250	250	250	250	140	
	ML,NL	−50	27	250	250	250	250	250	250	250	130	40	250	250	250	250	250	250	250	90	250	250	250	250	250	250	250	250	250	215	
S355	JR	20	27	165	115	85	60	45	35	25	10	5	250	250	190	140	105	80	60	30	15	250	250	250	250	250	210	165	90	50	
	J0	0	27	250	240	165	115	85	60	45	20	5	250	250	250	250	190	140	105	45	20	250	250	250	250	250	250	250	135	65	
	J2	−20	27	250	250	250	240	165	115	85	35	10	250	250	250	250	250	250	190	80	30	250	250	250	250	250	250	250	210	90	
	J4	−40	27	250	250	250	250	250	240	165	60	20	250	250	250	250	250	250	250	140	45	250	250	250	250	250	250	250	250	135	
	K2,M,N	−20	40	250	250	250	250	240	165	115	45	15	250	250	250	250	250	250	250	105	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110	
	J5,ML,NL	−50	27	250	250	250	250	250	250	240	85	25	250	250	250	250	250	250	250	190	60	250	250	250	250	250	250	250	250	165	
S420	JR	20	27	120	85	60	45	30	25	20	10	5	250	200	145	105	80	60	45	25	10	250	250	250	250	225	175	140	75	40	
	J0	0	27	250	175	120	85	60	45	30	15	5	250	250	250	200	145	105	80	35	15	250	250	250	250	250	250	225	110	55	
	J2	−20	27	250	250	250	175	120	85	60	25	10	250	250	250	250	250	200	145	60	25	250	250	250	250	250	250	250	175	75	
	J4	−40	27	250	250	250	250	250	175	120	45	15	250	250	250	250	250	250	250	105	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110	
	M,N	−20	40	250	250	250	250	175	120	85	30	10	250	250	250	250	250	250	200	80	30	250	250	250	250	250	250	250	225	90	
	J5,ML,NL	−50	27	250	250	250	250	250	250	175	60	20	250	250	250	250	250	250	250	145	45	250	250	250	250	250	250	250	250	140	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																											
				°C																											
		T °C	J _{min}	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S460	JR	20	27	105	70	50	35	25	20	15	5	—	235	170	125	90	70	50	40	20	10	250	250	250	250	200	155	125	65	35	
	J0	0	27	210	145	105	70	50	35	25	10	5	250	250	235	170	125	90	70	30	15	250	250	250	250	250	200	100	45		
	J2	−20	27	250	250	210	145	105	70	50	20	5	250	250	250	250	235	170	125	50	20	250	250	250	250	250	250	250	155	65	
	J4	−40	27	250	250	250	250	210	145	105	35	10	250	250	250	250	250	250	235	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100	
	K2,M,N	−20	40	250	250	250	210	145	105	70	25	10	250	250	250	250	250	240	170	70	25	250	250	250	250	250	250	250	205	80	
	J5,ML,NL	−50	27	250	250	250	250	250	210	145	50	15	250	250	250	250	250	250	250	125	40	250	250	250	250	250	250	250	250	125	
	Q	−20	30	250	250	210	145	105	70	50	20	5	250	250	250	250	240	170	125	50	20	250	250	250	250	250	250	250	155	65	
	QL	−40	30	250	250	250	250	210	145	105	35	10	250	250	250	250	250	250	240	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100	
	QL1	−60	30	250	250	250	250	250	250	210	70	20	250	250	250	250	250	250	250	170	50	250	250	250	250	250	250	250	250	155	
S500	J0	0	27	180	125	90	60	45	30	25	10	5	250	250	205	150	110	80	60	25	10	250	250	250	250	250	240	185	90	40	
	K2,M,N	−20	40	250	250	250	180	125	90	60	25	5	250	250	250	250	250	205	150	60	20	250	250	250	250	250	250	250	185	70	
	ML,NL	−50	27	250	250	250	250	250	180	125	45	10	250	250	250	250	250	250	250	110	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110	
	Q	0	40	250	180	125	90	60	45	30	10	5	250	250	250	205	150	110	80	35	15	250	250	250	250	250	250	240	110	50	
	Q	−20	30	250	250	180	125	90	60	45	15	5	250	250	250	250	205	150	110	45	15	250	250	250	250	250	250	250	140	60	
	QL	−20	40	250	250	250	180	125	90	60	25	5	250	250	250	250	250	205	150	60	20	250	250	250	250	250	250	250	185	70	
	QL	−40	30	250	250	250	250	180	125	90	30	10	250	250	250	250	250	250	205	80	25	250	250	250	250	250	250	250	240	90	
	QL1	−40	40	250	250	250	250	250	180	125	45	10	250	250	250	250	250	250	250	110	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110	
	QL1	−60	30	250	250	250	250	250	250	180	60	15	250	250	250	250	250	250	250	150	45	250	250	250	250	250	250	250	250	140	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																											
				°C																											
		T °C	J_{min}	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	−80	−120	
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S550	MC	−20	40	250	250	215	150	105	75	50	20	5	250	250	250	250	245	175	125	50	15	250	250	250	250	250	250	250	160	65	
	Q	0	40	215	150	105	75	50	35	25	10	5	250	250	245	175	125	90	65	30	10	250	250	250	250	250	250	210	100	45	
	Q	−20	30	250	215	150	105	75	50	35	15	5	250	250	250	245	175	125	90	35	15	250	250	250	250	250	250	250	125	50	
	QL	−20	40	250	250	215	150	105	75	50	20	5	250	250	250	250	245	175	125	50	15	250	250	250	250	250	250	250	160	65	
	QL	−40	30	250	250	250	215	150	105	75	25	5	250	250	250	250	250	245	175	65	20	250	250	250	250	250	250	250	210	80	
	QL1	−40	40	250	250	250	250	215	150	105	35	10	250	250	250	250	250	250	245	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100	
	QL1	−60	30	250	250	250	250	250	215	150	50	15	250	250	250	250	250	250	250	125	35	250	250	250	250	250	250	250	250	125	
S600	MC	−20	40	250	250	185	130	90	60	45	15	5	250	250	250	250	210	150	110	40	15	250	250	250	250	250	250	250	145	55	
S620	Q	0	40	175	120	85	60	40	30	20	5	—	250	250	200	145	105	75	55	25	10	250	250	250	250	250	240	180	85	35	
	Q	−20	30	250	175	120	85	60	40	30	10	5	250	250	250	200	145	105	75	30	10	250	250	250	250	250	250	240	105	45	
	QL	−20	40	250	250	175	120	85	60	40	15	5	250	250	250	250	200	145	105	40	15	250	250	250	250	250	250	250	135	55	
	QL	−40	30	250	250	250	175	120	85	60	20	5	250	250	250	250	250	200	145	55	15	250	250	250	250	250	250	250	180	65	
	QL1	−40	40	250	250	250	250	175	120	85	30	5	250	250	250	250	250	250	200	75	25	250	250	250	250	250	250	250	240	85	
	QL1	−60	30	250	250	250	250	250	175	120	40	10	250	250	250	250	250	250	250	105	30	250	250	250	250	250	250	250	250	105	
S650	MC	−20	40	250	230	160	110	75	55	35	15	5	250	250	250	250	185	130	95	35	10	250	250	250	250	250	250	250	130	50	
S690 ^a	Q	0	40	140	100	70	45	35	25	15	5	—	250	235	165	120	85	60	45	20	5	250	250	250	250	250	205	155	70	30	
	Q	−20	30	205	140	100	70	45	35	25	10	—	250	250	235	165	120	85	60	25	10	250	250	250	250	250	250	205	90	35	
	QL	−20	40	250	205	140	100	70	45	35	10	5	250	250	250	235	165	120	85	35	10	250	250	250	250	250	250	250	120	45	
	QL	−40	30	250	250	205	140	100	70	45	15	5	250	250	250	250	235	165	120	45	15	250	250	250	250	250	250	250	155	55	
	QL1	−40	40	250	250	250	205	140	100	70	25	5	250	250	250	250	250	235	165	60	20	250	250	250	250	250	250	250	205	70	
	QL1	−60	30	250	250	250	250	205	140	100	35	10	250	250	250	250	250	250	235	85	25	250	250	250	250	250	250	250	250	90	
S700	MC	−20	40	250	200	135	95	65	45	30	10	—	250	250	250	225	160	115	85	30	10	250	250	250	250	250	250	250	115	45	

Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																										
				°C																										
		T	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120
		°C		$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$									$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$								
Lineare Interpolation darf bei der Verwendung von Tabelle 4.3 angewendet werden. Die meisten Anwendungen erfordern σ_{Ed} -Werte zwischen $\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$ und $\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$. Ein Strich in Tabelle 4.2 bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Tabelle 4.3 wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Die KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses können geringer sein als die Werte für Proben in Walzrichtung. Erforderlichenfalls können KV-Mindestwerte senkrecht zur Walzrichtung entsprechend den Optionen der Produktnorm festgelegt werden.																														
ANMERKUNG 1	Für druckbeanspruchte Bauteile siehe 4.1(4).																													
ANMERKUNG 2	Nicht alle der in Tabelle 4.3 angegebenen Größen sind notwendigerweise in den maßgebenden Produktnormen enthalten.																													
ANMERKUNG 3	Die tabellierten Werte gelten für Konstruktionsdetails, die den Kerbfallkategorien nach EN 1993-1-9 entsprechen. Für komplexere Geometrien und herstellungsbedingte Abminderungsfaktoren siehe 4.2.2.3.																													
^a	Bei der Bestellung von Erzeugnissen aus S690-Stählen muss die Prüftemperatur T_{KV} für die gewählte Stahlgütegruppe festgelegt werden.																													

4.2.2.3 Nicht EN 1993-1-9 konforme Kerbfälle und komplexe Verbindungen

(1) Für Kerbfälle, die nicht durch die detaillierten Tabellen zum Nennspannungsverfahren nach EN 1993-1-9 abgedeckt sind, und für Anschlüsse der Ausführungsklassen 1 und 2 in nicht ermüdungsbezogenen Fällen, die komplex sind im Hinblick auf Sprödbbruch bezüglich Spannungszuständen, Herstellung oder Inspektion, darf ein einfacher Ansatz zur Vermeidung einer Beurteilung durch Anwendung von Bruchmechanik nach 4.2.3 angewendet werden.

ANMERKUNG Komplexe Anschlüsse sind jene, bei denen Zugspannungen in mehr als einer Ebene infolge der aufgetragenen Beanspruchung (oder der starren Lagerung aufgrund der Anschlussgeometrie) vorliegen.

(2) Als einfacher Ansatz dürfen die Abminderungsfaktoren nach Tabelle 4.5 auf die zulässigen Werte der Bauelementdicke nach Tabelle 4.3 angewendet werden.

(3) Die in Tabelle 4.4 angegebene bewertete Summe der Faktoren $W_c = W_{ca} + W_{cb} + W_{cc} + W_{cd} + W_{ce}$ sollte für die Bestimmung der Abminderungsfaktoren nach Tabelle 4.5 verwendet werden.

(4) Zusätzlich zu den Anforderungen an die KV-Werte in Walzrichtung nach Tabelle 4.3 oder nach 4.5 dürfen für komplexe Anschlüsse KV-Werte quer zur Walzrichtung geprüft werden, wobei die Vermeidung von Terrassenbruch berücksichtigt werden muss.

ANMERKUNG 1 Die Werte für die Abminderungsfaktoren sind in Tabelle 4.5 angegeben, sofern der Nationale Anhang keine abweichenden Werte angibt.

ANMERKUNG 2 Besondere Regeln für Einschubverbindungen unter quasi-statischen Lasten sind in Anhang A angegeben.

(5) Tabelle 4.4 sollte nicht auf die in den Tabellen für das Nennspannungskonzept nach EN 1993-1-9 angegebenen Kerbfälle angewendet werden.

(6) Für nicht ermüdungsbeanspruchte Bauteile der EXC3, sollte dieser Ansatz angewendet werden. Die Mindestdicken nach Tabelle 4.2 und entsprechend dem Ansatz nach diesem Unterabschnitt dürfen für komplexe Anschlüsse angewendet werden.

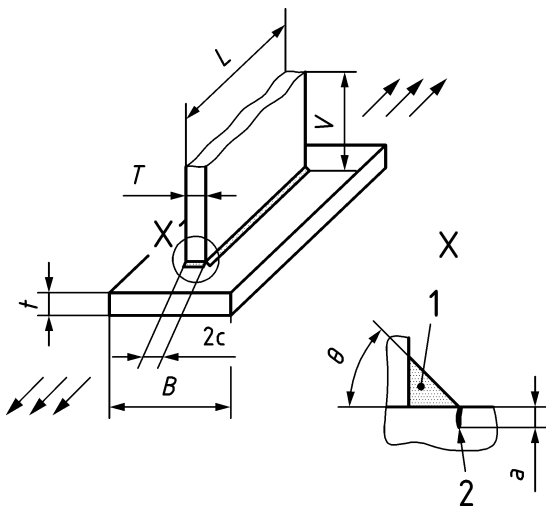
Tabelle 4.4 — Auswahl der Bewertungsfaktoren für die Kerbfallkomplexität

	Einflussfaktor	Wert der Einflussparameter	W-Wert
a)	Grad der Triaxialität infolge Nennspannungen	Einaxial (Verweis siehe z. B. Bild 4.2)	$W_{ca} = 0$
		Zwei axial	$W_{ca} = 2$
		Mehr axial, siehe z. B. Bild 4.3	$W_{ca} = 5$
b)	Grad der Spannungskonzentration	Mittel (Verweis siehe z. B. Bild 4.2)	$W_{cb} = 0$
		Hoch	$W_{cb} = 2$
c)	Zugänglichkeit für NDT während der Herstellung	Gewöhnlich (Verweis siehe z. B. Bild 4.2)	$W_{cc} = 0$
		Schwierig, siehe z. B. Bild 4.3	$W_{cc} = 1$
d)	Herstellung von Löchern	Keine Löcher (Verweis siehe z. B. Bild 4.2)	$W_{cd} = 0$
		Geböhrt	$W_{cd} = 0$
		Gestanz	$W_{cd} = 1$

	Einflussfaktor	Wert der Einflussparameter	W-Wert
e)	Eigenspannungsniveau σ_{res}	$\sigma_{res} < 0,5 f_y$ (nach Spannungsabbau durch Wärmebehandlung)	$W_{ce} = -1$
		$0,75 f_y < \sigma_{res} < 1,0 f_y$ (Verweis siehe z. B. Bild 4.2)	$W_{ce} = 0$

Tabelle 4.5 — Abminderungsfaktoren

Wichtungsfaktor	$-1 \leq W_c \leq 2$	$3 \leq W_c \leq 4$	$5 \leq W_c \leq 6$	$7 \leq W_c \leq 9$
Abminderungsfaktoren	1,0	0,75	0,50	0,35



- Legende**
- 1 Kehlnaht
 - 2 halb-elliptischer Oberflächenriss

Bild 4.2 — Beispiel für ein Bezugskerbfall

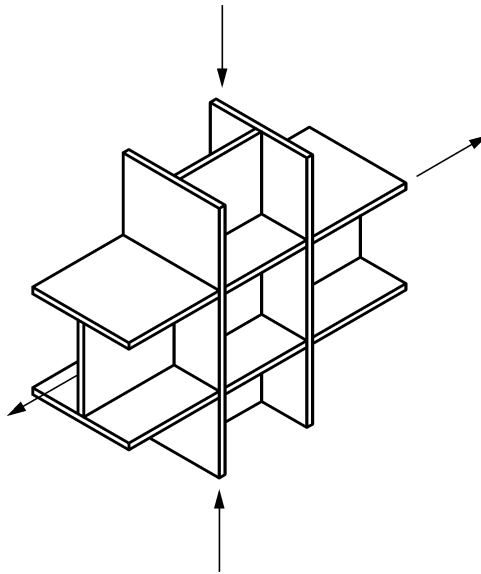


Bild 4.3 — Beispielkerbfall für mehraxiale Beanspruchung mit schwieriger Zugänglichkeit für NDT in Abhängigkeit von den Bauteilgrößen

4.2.3 Beurteilung mittels Bruchmechanik

(1) Sind exaktere Verfahren erforderlich, um präzisere Ergebnisse als die in 4.2.2 angegebenen zu erhalten, sollte ein spezifischer Nachweis mittels Bruchmechanik bzw. mittels versuchsgestützter Bruchmechanik unterstützt durch Bruchversuche an großmaßstäblichen Probekörpern geführt werden.

(2) Mittels Bruchmechanik oder versuchsgestützter Bruchmechanik sollte der potenzielle Versagensmechanismus modelliert werden, wobei gegebenenfalls von Eigenspannungen auszugehen ist und ein geeigneter Fehler zu verwenden ist, der den Nettoquerschnitt des Werkstoffs verringert und somit dessen Anfälligkeit für Versagen durch Bruch des verringerten Querschnitts erhöht.

(3) Der Fehler sollte folgenden Anforderungen entsprechen:

- Lage und Form sollten der betrachteten Bauteilausbildung angemessen sein. Die Tabellen der Ermüdungsklassifizierung nach EN 1993-1-9 dürfen als Leitlinie zu geeigneten Rissstellen dienen.
- Bei Bauteilen, die nicht ermüdungsanfällig sind, sollte die Größe des Fehlers dem Höchstwert entsprechen, der bei den nach EN 1090 durchgeführten Inspektionen wahrscheinlich nicht korrigiert worden ist. Die Lage des angenommenen Fehlers sollte an der Stelle mit der ungünstigsten Spannungskonzentration angesetzt werden.
- Bei ermüdungsanfälligen Bauteilen sollte sich die Größe des Fehlers aus einem Anfangsfehler mit ermüdungsbedingtem Risswachstum zusammensetzen. Die Größe des Anfangsrisses sollte so gewählt werden, dass sie repräsentativ für den Mindestwert ist, welcher mit den nach EN 1090 angewendeten Inspektionsverfahren nachweisbar ist. Das ermüdungsbedingte Risswachstum sollte anhand eines geeigneten bruchmechanischen Modells berechnet werden, welches auf der Verwendung von während der sicher geplanten Lebensdauer oder eines Inspektionsintervalls beobachteten Lasten beruht (soweit maßgebend).

(4) Bei numerischer Bewertung mittels Bruchmechanik dürfen die Zähigkeitsanforderung und die Bemessungswerte der Zähigkeitseigenschaften der Werkstoffe als $CTOD$ -Werte, J -Integralwerte, K_{IC} -Werte oder KV -Werte angegeben werden. Ein Vergleich sollte anhand geeigneter bruchmechanischer Methoden durchgeführt werden.

(5) Alternativ zu (4) darf die folgende Bedingung für die Bezugstemperatur erfüllt werden:

$$T_{Ed} \geq T_{Rd} \quad (4.9)$$

Dabei ist

T_{Rd} die Temperatur, bei der unter den beurteilten Bedingungen ein sicherer Wert der Bruchzähigkeit zuverlässig angenommen werden kann.

(6) Wenn eine Bauteilausbildung mit oder ohne Ermüdungsbeanspruchung weder einer bestimmten Kerbfallkategorie nach EN 1993-1-9 noch einem der komplexen Anschlüsse nach 4.2.2.3 zugeordnet werden kann oder wenn exaktere Verfahren erforderlich sind, um präzisere Ergebnisse zu erzielen als in Tabelle 4.2 oder Tabelle 4.3 angegeben, dann sollte ein spezieller Nachweis anhand von Bruchversuchen an großmaßstäblichen Probekörpern geführt werden.

ANMERKUNG Die Bedingungen für die Durchführung der Prüfungen, das Verfahren für die großmaßstäblichen Prüfungen und die Beurteilung der Prüfergebnisse können in den nationalen Anhängen festgelegt sein.

(7) Die Beurteilung der großmaßstäblichen Prüfungen darf unter Verwendung von einem oder mehreren großmaßstäblichen Probekörpern durchgeführt werden. Um realistische Ergebnisse zu erzielen, sollten die Probekörper in ähnlicher Weise wie das tatsächliche Tragwerk ausgeführt und beansprucht werden.

ANMERKUNG Die numerische Beurteilung der Prüfergebnisse kann mittels der Methode nach EN 1990:2002, Anhang D, erfolgen.

4.3 Werkstoffe mit zusätzlichen Bruchzähigkeitsanforderungen bezüglich des Hochlagenbereichs

(1) Zusätzlich zu den Bestimmungen nach prEN 1993-1-1:2022, 5.2, sowie nach 4.2 dieses Dokuments sollte, soweit nachstehend festgelegt, für Werkstoffdicken $t > 30$ mm für die Stahlsorten S275, S355 und S235 die folgende Anforderung gelten:

- Für EXC1 sollten die Mindestanforderungen an die Zähigkeit der Stahlgüte JR betragen.
- Für EXC2 sowie für statisch beanspruchte Stahlbauteile der EXC3 sollten die Mindestanforderungen an die Zähigkeit der Stahlgüte J0 betragen.
- Für ermüdungsbeanspruchte Stahlbauteile der EXC3 sollten die Mindestanforderungen an die Zähigkeit der Stahlgüte J2 für die Stahlsorten S235, S275 und S355 betragen.
- Für EXC4 sollten Feinkornstähle verwendet werden.

(2) Die Bemessung gegen Sprödbbruch nach 4.2 könnte zu höheren Mindestanforderungen an die Zähigkeit führen als in (1) angegeben. In diesen Fällen sollte die höhere der beiden Zähigkeitsanforderungen angewendet werden.

(3) Ist eine weitere Prüfung erforderlich, sollte die Mindest-Kerbschlagarbeit KV_{us} in einem Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy bei Raumtemperatur nicht weniger als 100 J betragen. Für Feinkornstähle ist keine Prüfung von KV_{us} erforderlich.

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang kann den Anwendungsbereich festlegen, alternative Anforderungen angeben oder alternative Verfahren für 4.3 enthalten. Dies schließt die Bedingungen ein, unter denen die weitere Prüfung nach Absatz (3) erforderlich ist.

ANMERKUNG 2 Feinkornstähle sind Stähle mit einer ferritischen Korngrößen-Kennzahl ≥ 6 , siehe EN ISO 643.

(4) Für nicht durch Zugspannungen beanspruchte Bauelemente gelten die Bestimmungen nach 4.3 nicht.

4.4 Werkstoffe mit zusätzlichen Bruchzähigkeitsanforderungen bezüglich der Erdbebenbemessung

(1) Bei Tragwerken, bei denen eine Erdbebenbemessung erforderlich ist, sollten die folgenden Anforderungen für ableitfähige Bauelemente gelten:

- Bei hinsichtlich der seismischen Duktilitätsklasse nach EN 1998 mit DC1 eingestuften Tragwerken sollten die Mindestanforderungen an die Zähigkeit der Stahlgüte J2 betragen.
- Für Tragwerke der Klasse DC2 oder DC3 sollten Feinkornstähle verwendet werden.

(2) Die Bemessung gegen Sprödbruch nach 4.2 könnte zu höheren Mindestanforderungen an die Zähigkeit führen als in (1) angegeben. In diesen Fällen sollte die höhere der beiden Zähigkeitsanforderungen angewendet werden.

(3) Ist eine weitere Prüfung erforderlich, sollte die Mindest-Kerbschlagarbeit KV_{us} in einem Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy bei Raumtemperatur nicht weniger als 125 J betragen. Für Feinkornstähle ist keine Prüfung von KV_{us} erforderlich.

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang kann alternative Anforderungen oder alternative Verfahren für 4.4 bestimmen. Dies schließt die Bedingungen ein, unter denen die weitere Prüfung nach Absatz (3) erforderlich ist.

ANMERKUNG 2 Feinkornstähle sind Stähle mit einer ferritischen Korngrößen-Kennzahl ≥ 6 , siehe EN ISO 643.

4.5 Zusätzliche Werkstoffanforderungen beim Schweißen in kaltgeformten Zonen

(1) Beim Schweißen in kaltgeformten Zonen müssen zusätzliche Werkstoffanforderungen berücksichtigt werden.

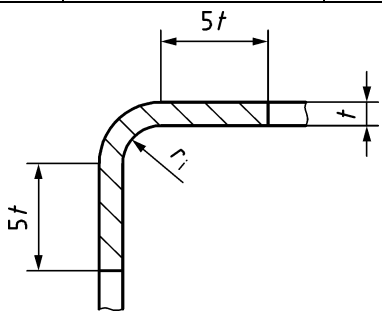
(2) Die kaltgeformte Zone schließt die Ecke sowie einen Abstand von $5t$ auf jeder Seite ein, wie im Bild in Tabelle 4.6 dargestellt. Das Schweißen ist in dieser Zone zulässig, sofern die Stahlsorte geringer als oder gleich S460 und eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- die kaltgeformten Zonen werden nach dem Kaltumformen und vor dem Schweißen normalgeglüht;
- das Verhältnis r/t und die Dicke entsprechen den Tabelle 4.6 entnommenen maßgebenden Werten.

(3) Kaltgeformte spannungsarmgeglühte rechteckige Hohlprofile sollten als kaltgeformte Profile behandelt werden.

Normen-Download-Beuth - VFA-Interliff e. V. - KdNr. 6363432-1D, Fe8dhTYev-svwsSzyvtrfjsQOZY8wlsmsx8e4u09-2023-01-31 08:04:48

Tabelle 4.6 — Bedingungen für das Schweißen von kaltgeformten Ecken und angrenzendem Werkstoff

r_i/t	Dehnung infolge Kaltumformung %	Höchstwert der Dicke t mm		
		Allgemein		Vollständig beruhigter/ aluminium- beruhigter Stahl (Al $\geq 0,02$ %)
		Vorwiegend statische Beanspruchung	Dominierende Ermüdungsbeanspruchung	
≥ 25	≤ 2	beliebig	Beliebig	beliebig
≥ 10	≤ 5	beliebig	16	beliebig
$\geq 3,0$	≤ 14	24	12	24
$\geq 2,0$	≤ 20	12	10	12
$\geq 1,5$	≤ 25	8	8	10
$\geq 1,0$	≤ 33	4	4	6
				

ANMERKUNG Bei kaltgeformten Hohlprofilen aus Stahlsorten bis einschließlich S460 nach EN 10219, welche nicht den Grenzwerten für das Verhältnis von Innenecke zu Dicke (r/t) nach Tabelle 4.6 entsprechen, kann das Schweißen in den kaltgeformten Ecken und in angrenzenden Abständen von $5t$ von den Ecken durchgeführt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Dicke $t \leq 12,5$ mm;
 - es handelt sich um aluminiumberuhigten Stahl;
 - die Stahlgüte ist J2H, K2H, MH, MLH, NH oder NLH;
 - die chemische Analyse erfüllt die folgenden Grenzwerte: C $\leq 0,18$ %, P $\leq 0,02$ % und S $\leq 0,012$ %.
- (4) Schweißen in kaltgeformten Zonen darf erfolgen, wenn durch Versuche nachgewiesen werden kann, dass das Schweißen für die jeweilige Anwendung zulässig ist.

5 Vermeidung von Terrassenbruch durch Festlegung von Eigenschaften in Dickenrichtung

5.1 Allgemeines

(1) Die folgenden Aspekte sollten bei der Wahl von Stahlbaugruppen oder -verbindungen zum Schutz gegen Terrassenbruch berücksichtigt werden:

- die Gefährdung der Lage bezüglich der aufgetragenen Zugspannung und des Redundanzgrades;

- die Dehnung in Dickenrichtung im zu verbindenden Bauelement.

ANMERKUNG 1 Diese Dehnung entsteht durch Schrumpfung des Schweißguts beim Abkühlen. Sie steigt stark an, wenn eine freie Bewegung durch andere Teile des Tragwerks behindert wird.

- die Art der Anschlussausbildung, insbesondere geschweißte Kreuz-, T- und Eckanschlüsse mit vollständig durchgeschweißten Stumpf- und Kehlnähten.

ANMERKUNG 2 An den in Bild 5.1 dargestellten Stellen könnte beispielsweise das horizontale Blech eine geringere Duktilität in Dickenrichtung aufweisen. Terrassenbruch tritt am wahrscheinlichsten auf, wenn die Dehnung in der Verbindung in Dickenrichtung des Werkstoffs einwirkt, was der Fall ist, wenn die Schweißfläche etwa parallel zur Werkstoffoberfläche liegt und die aufgebrachte Schrumpfungsspannung senkrecht zur Walzrichtung des Werkstoffs verläuft. Je schwerer die Schweißnaht ist, desto größer ist die Anfälligkeit.

- chemische Eigenschaften des durch Querspannung beanspruchten Werkstoffs.

ANMERKUNG 3 Insbesondere können hohe Schwefelgehalte, auch wenn sie erheblich unter den genormten Grenzwerten für Stahlerzeugnisse liegen, das Terrassenbruchrisiko erhöhen.

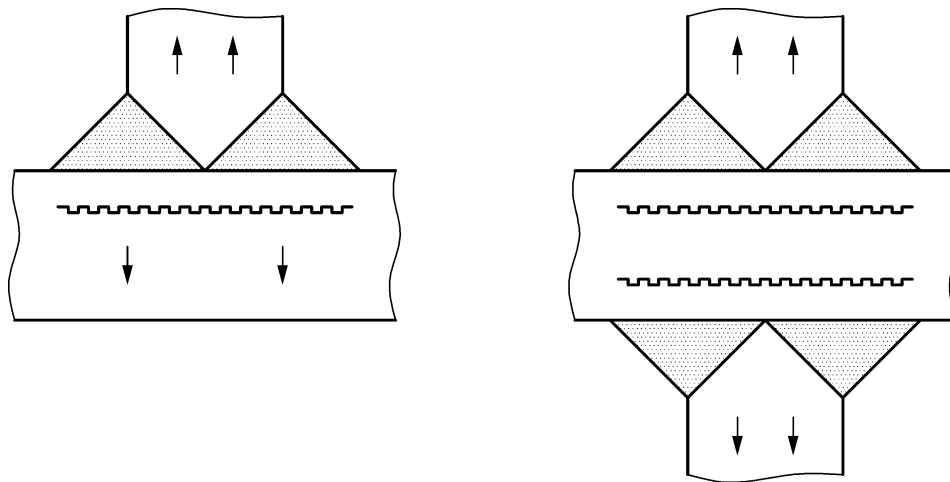


Bild 5.1 — Terrassenbruch

(2) Die Wahl der Güteoption sollte in Abhängigkeit von den Folgen von Terrassenbruch nach Tabelle 5.1 getroffen werden. Unabhängig von der gewählten Option darf die Festlegung der Eigenschaften in Dickenrichtung mit einer Inspektion vor und/oder nach der Herstellung kombiniert werden.

(3) Die Wahl von Option 1 in Tabelle 5.1 wird empfohlen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann die Anwendung von Option 2 vorschreiben.

Tabelle 5.1 — Wahl der Güteoption

Option	Anwendung der Hinweise	Anmerkung
1	Allgemeine Anwendung auf alle vorgefertigten Bauteile, unabhängig von Material und Endanwendung.	Die Festlegung der Eigenschaften in Dickenrichtung nach EN 10164 wird empfohlen. Als Alternative ist die Ultraschallprüfung vor der Fertigung nach EN 10160 zulässig.
2	Anwendung begrenzt auf Fälle mit hohem Risiko bezüglich Terrassenbruch.	Inspektion nach der Fertigung sollte für die Feststellung erfolgen, ob in der Schweißzone ein Terrassenbruch aufgetreten ist, wie in Bild 5.1 dargestellt, die Einhaltung der Mindest-Haltezeiten nach dem Schweißen vorausgesetzt.

(4) Die Anfälligkeit des Werkstoffs sollte durch Messung der Duktilitätsgüte in Dickenrichtung nach EN 10164 bestimmt werden, die in Bezug auf die Güteklassen in Form von Z-Werten angegeben wird.

ANMERKUNG Hinweise zur Vermeidung von Terrassenbruch während des Schweißens sind EN 1011-2 einschließlich des Schwefelgehalts des Grundwerkstoffs zu entnehmen.

5.2 Durchführung

(1) Terrassenbruch darf vernachlässigt werden, wenn die Bedingung in Gleichung (5.1) erfüllt ist:

$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd} \quad (5.1)$$

Dabei ist

Z_{Ed} der erforderliche Bemessungswert Z , der sich aus der Größenordnung der Dehnungen durch behindertes Schrumpfen des Metalls unter den Schweißnähten ergibt;

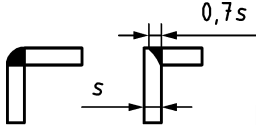
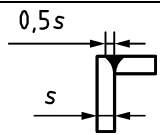
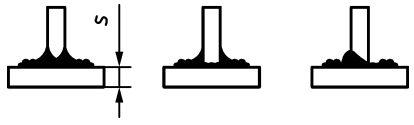
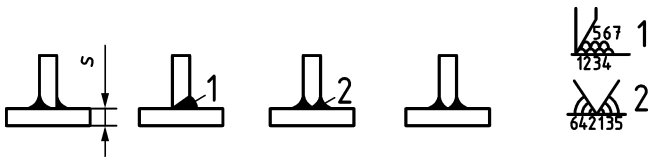
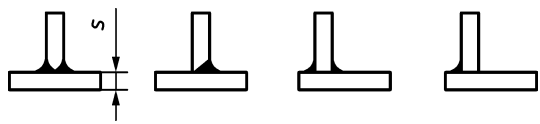
Z_{Rd} der verfügbare Bemessungswert Z des Werkstoffs nach EN 10164, d. h. $Z15$, $Z25$ oder $Z35$.

(2) Der erforderliche Bemessungswert Z_{Ed} darf nach Gleichung (5.2) bestimmt werden:

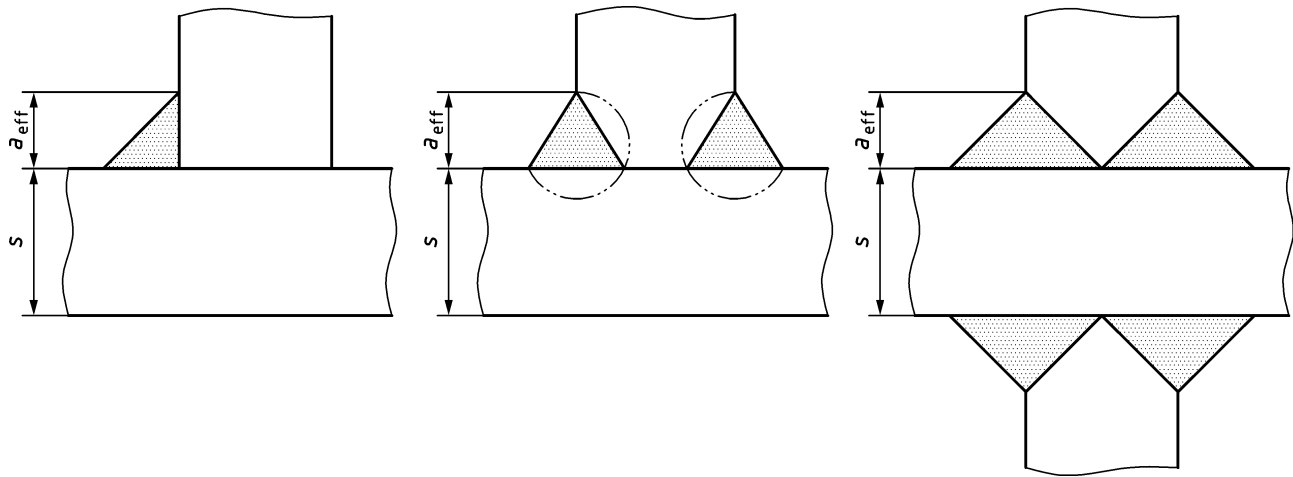
$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e \quad (5.2)$$

wobei Z_a , Z_b , Z_c , Z_d und Z_e den Angaben nach Tabelle 5.2 entsprechen.

Tabelle 5.2 — Kriterien mit Einfluss auf den Bemessungswert von Z_{Ed}

	Einflussfaktor	Einflussparameter	Z-Wert
a)	Maßgebende Schweißnahttiefe für Dehnung infolge Werkstoff-schrumpfung	Wirksame Schweißnahttiefe a_{eff} (siehe Bild 5.2)	Z_i
		$a_{eff} \leq 7 \text{ mm}$	$Z_a = 0$
		$7 < a_{eff} \leq 10 \text{ mm}$	$Z_a = 3$
		$10 < a_{eff} \leq 20 \text{ mm}$	$Z_a = 6$
		$20 < a_{eff} \leq 30 \text{ mm}$	$Z_a = 9$
		$30 < a_{eff} \leq 40 \text{ mm}$	$Z_a = 12$
		$40 < a_{eff} \leq 50 \text{ mm}$	$Z_a = 15$
		$a_{eff} > 50$	$Z_a = 15$
b)	Form und Lage von Schweißnähten in T-, Kreuz- und Eckverbindungen		$Z_b = -25$
		Eckverbindungen 	$Z_b = -10$
		Einlagige Kehlnähte mit $Z_a = 0$ oder Kehlnähte mit $Z_a > 1$ mit Puffern mit niedrigfestem Schweißgut 	$Z_b = -5$
		Mehrlagige Kehlnähte 	$Z_b = 0$
		mit geeigneter Schweißabfolge zur Verringerung von Schrumpfungsauswirkungen Teilweise und vollständige Durchschweißung und Kehlnähte 	$Z_b = 3$
		Teilweise und vollständig durchgeschweißte Nähte sowie Kehlnähte nahe Ecken 	$Z_b = 5$
		Eckanschlüsse 	$Z_b = 8$

	Einflussfaktor	Einflussparameter	Z-Wert
c)	Auswirkung der Werkstoffdicke auf die Behinderung der Schrumpfung	$s \leq 10 \text{ mm}$	$Z_c = 2^a$
		$10 < s \leq 20 \text{ mm}$	$Z_c = 4^a$
		$20 < s \leq 30 \text{ mm}$	$Z_c = 6^a$
		$30 < s \leq 40 \text{ mm}$	$Z_c = 8^a$
		$40 < s \leq 50 \text{ mm}$	$Z_c = 10^a$
		$50 < s \leq 60 \text{ mm}$	$Z_c = 12^a$
		$60 < s \leq 70 \text{ mm}$	$Z_c = 15^a$
		$s > 70$	$Z_c = 15^a$
d)	Entfernt auftretende Behinderung der Schrumpfung nach dem Schweißen durch andere Teile des Tragwerks	Schwache Behinderung: Freie Schrumpfung möglich (z. B. T-Anschlüsse)	$Z_d = 0$
		Mittlere Behinderung: Freie Schrumpfung behindert (z. B. Hohlkasten-Schottbleche)	$Z_d = 3$
		Starke Behinderung: Freie Schrumpfung nicht möglich (z. B. Längsrippen in orthotropen Fahrbahnplatten)	$Z_d = 5$
e)	Einfluss der Vorwärmung	Ohne Vorwärmung	$Z_e = 0$
		Vorwärmung $\geq 100 \text{ }^\circ\text{C}$	$Z_e = -8$
a	Darf um 50 % verringert werden, wenn der Werkstoff in Dickenrichtung durch vorwiegend statische Lasten auf Druck beansprucht wird.		



ANMERKUNG Nur eine wirksame Schweißnahttiefe ist je Kerbdetail zu berücksichtigen.

Bild 5.2 — Wirksame Schweißnahttiefe a_{eff} für Schrumpfung

(3) Die angemessene Güteklasse Z_{Rd} nach EN 10164 darf unter Verwendung eines verfügbaren Bemessungswertes von Z_{Rd} ermittelt werden.

ANMERKUNG Zu Bemessungswerten von Z_{Rd} siehe FprEN 1993-1-1 und EN 1993-2 bis EN 1993-6.

Anhang A (informativ)

Spezifische Regeln für Einschubverbindungen

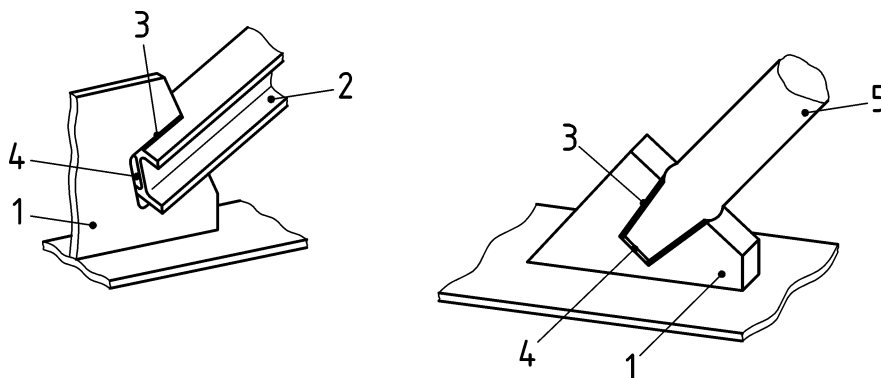
A.1 Anwendung dieses Anhangs

(1) Dieser informative Anhang enthält die Bestimmungen für die Wahl von Werkstoffen für Knotenbleche in Einschubverbindungen, wobei der Profilquerschnitt in einen Ausschnitt im Knotenblech eingesteckt wird.

ANMERKUNG Die nationale Festlegung, ob und wie dieser informative Anhang angewendet werden soll, ist im Nationalen Anhang angegeben. Falls der Nationale Anhang keine Angaben über die Anwendung dieses informativen Anhangs enthält, kann er angewendet werden.

A.2 Umfang und Anwendungsbereich

(1) Dieser informative Anhang deckt den jeweiligen Auswahlprozess für geschweißte Einschubverbindungen aus Hohlprofilen mit Kreisquerschnitt, Vollprofil-Stäben und H- oder I-Walzprofilen nach Bild A.1 ausschließlich unter vorwiegend statischer Beanspruchung ab.



Legende

- Knotenblech
- eingestecktes H-Profil
- Schweißnaht
- Spalt
- eingesteckter Vollprofil-Stab

Bild A.1 — Beispiele für unterschiedlich bemessene Einschubverbindungen

(2) Die Regeln wurden für Ausbildungen mit einem Spalt am Ende des eingesteckten Profils abgeleitet, bei denen die Lastübertragung ausschließlich an den Längsnähten auf beiden Seiten des eingesteckten Profils erfolgt. Die Regeln sind jedoch konservativ für Fälle mit auf ein Mindestmaß verringerter Spaltlänge (L_{Sp}).

A.3 Auswahlprozess

(1) Die Wahl des Werkstoffs in Bezug auf Einschubverbindungen bezieht sich auf die Knotenbleche. Sie ist abhängig von Folgendem:

- Stahlsorte des Knotenblechs, siehe 1.1(4);

- Mindest-Stahltemperatur, siehe 4.2.1;
- höchste aufgebrauchte Nennspannung σ_{Ed} , siehe 4.2.1;
- wichtigste geometrische Parameter, siehe Abschnitt A.4 statt 4.2.3;
- Inhomogenität der Zähigkeit; und
- Sicherheitszuschlag, siehe 4.2.1.

A.4 Bestimmung der wichtigsten geometrischen Parameter und der höchsten aufgebrauchten Spannung σ_{Ed}

(1) Die maßgebenden geometrischen Parameter für die Wahl des Werkstoffs für Einschubverbindungen sind in Bild A.2 dargestellt. Die wichtigsten Werte und bezogenen Werte sind wie folgt:

- Dicke des angebrachten Knotenblechs — t
- Netto-Querschnittsfläche auf einer Seite des Knotenblechs
- Blech, gemessen vom Spalt, siehe Schnitt A-A — w_i^*
- Breite des Spalts H bezogen auf w_1^* oder w_2^* — $H/2w_i^*$
- Länge der Schweißnaht L längs zum eingesteckten Profil bezogen auf w_1^* oder w_2^* — L/w_i^*

ANMERKUNG Beim folgenden vereinfachten Verfahren mit Verwendung tabellierter Werte werden an den Spalträndern kerbartige Risse angenommen.

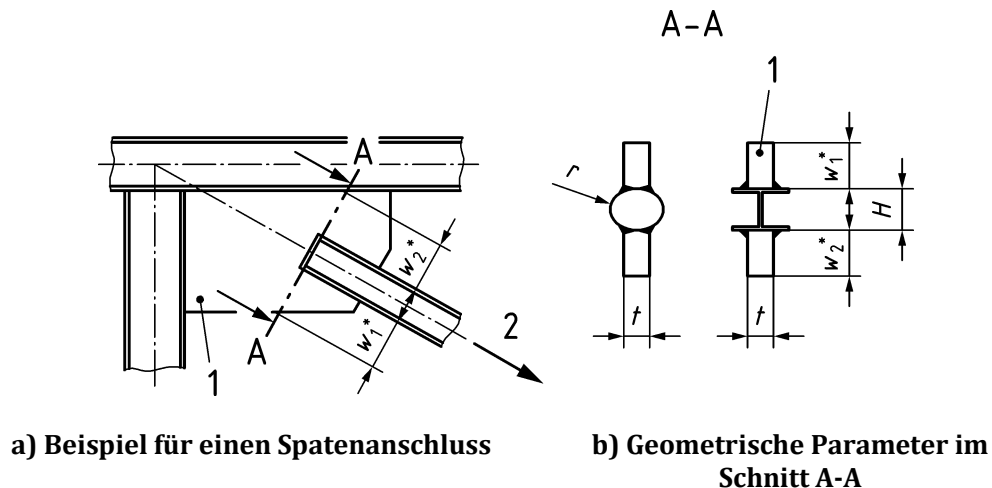
(2) Die Bemessungswerte der Nennspannung σ_{Ed} , die sich aus dem Bemessungswert der Kraft D_{Ed} im eingesteckten Profil ergeben, sollten in Schnitt A-A nach Bild A.2 unter Verwendung der Netto-Querschnittsfläche berechnet werden, siehe Gleichung (A.1).

$$\sigma_{Ed} = \frac{D_{Ed}}{A_{net}} = \frac{D_{Ed}}{(w_1^* + w_2^*) \cdot t} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{A.1})$$

D_{Ed} Kraft in dem ins Knotenblech eingesteckten Profil;

A_{net} Netto-Querschnittsfläche im Schnitt A-A.

(3) Die Verwendung von Gleichung (A.1) muss begrenzt werden auf die größte Nettobreite w_1^* und w_2^* kleiner oder gleich dem 1,5-Fachen der kleinsten Nettobreite w_1^* oder w_2^* .



Legende

Knotenblech

Kraft im eingesteckten Profil

Bild A.2 — Definition der geometrischen Parameter und der Lage des Haupt-Nettoquerschnitts A-A

A.5 Bestimmung der maximal zulässigen geometrischen Parameter

(1) Der maßgebende geometrische Parameter für die Werkstoffauswahl für Einschubverbindungen ist die Netto-Querschnittsfläche auf einer Seite des Knotenblechs, gemessen vom Spalt w_i^* . Die Breite w_i^* sollte für beide Seiten w_1^* und w_2^* bestimmt werden.

(2) Eine Ausrichtung für gewöhnliche, günstige und ungünstige Werte verschiedener geometrischer Parameter von Einschubverbindungen dürfen Tabelle A.1 entnommen werden.

(3) In Tabelle A.2 bis Tabelle A.7 sind die maximal zulässigen Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* angegeben. Die Breiten sind für drei Spannungsniveaus angegeben, die als Anteile der Nennstreckgrenze ausgedrückt sind:

$$\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Dabei darf $f_y(t)$ entsprechend 4.2.2.2 bestimmt werden.

Jede Tabelle bezieht sich auf bestimmte geometrische Parameter und bezogene Parameter, die in Abschnitt A.4 definiert sind. Darüber hinaus sind die tabellierten Werte in Bezug auf eine Auswahl von sieben Referenztemperaturen T_{Ed} angegeben: +10 °C, 0 °C, -10 °C, -20 °C, -30 °C, -40 °C und -50 °C.

(4) Bei der Anwendung von Tabelle A.2 bis Tabelle A.7 dürfen Zwischenwerte linear interpoliert werden.

(5) Extrapolationen über die in Tabelle A.2 bis Tabelle A.7 angegebenen Extremwerte der Spannungen hinaus sind nicht zulässig.

(6) Ausbildungen mit geometrischen Parametern, die nicht den gewöhnlichen oder besseren Werten entsprechen, sollten nicht unter Verwendung von Tabelle A.2 bis einschließlich Tabelle A.7 eingesetzt werden.

(7) Ausbildungen mit geometrischen Parametern, die zwischen gewöhnlichen und günstigen Werten liegen, sollten anhand einer Tabelle für gewöhnliche Werte bestimmt werden.

(8) Bei Ausbildungen mit geometrischen Parametern, die zwischen gewöhnlichen und ungünstigen Werten liegen, sollte die Zähigkeit mittels Bruchmechanik bestimmt werden.

Tabelle A.1 — Kombination geometrischer Parameter

Parameter		ungünstiger Wert	üblicher Wert	günstiger Wert
w_i^*	[mm]	300	130	80
L/w_i^*	[-]	$\geq 0,8$	$\geq 1,3$	$\geq 1,6$
$H/2w_i^*$	[-]	$\leq 1,2$	$\leq 0,55$	$\leq 0,4$

Tabelle A.2 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für übliche geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 120$ mm

$L/w_i^* \geq 1,3 \quad H/2w_i^* \leq 0,55 \quad t \leq 120 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
°C	$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$									
S235	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	60	50	30	30	20	—	—
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—	140	90	60	50	30	30	20
	J2	-20	27	40	30	—	—	—	—	—	120	70	50	30	20	—	—	340	220	140	90	60	50	30
S275	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	40	30	20	—	—	—
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	40	20	—	—	—	—	—	120	80	50	40	30	20	—
	J2	-20	27	30	20	—	—	—	—	—	90	50	40	20	—	—	—	280	180	120	80	50	40	30
	M, N	-20	40	50	30	20	—	—	—	—	140	90	50	40	20	—	—	alle	280	180	120	80	50	40
	ML, NL	-50	27	140	80	50	30	20	—	—	380	230	140	90	50	40	20	alle	alle	alle	280	180	120	80
S355	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	30	20	—	—	—	—
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	80	50	40	30	20	—	—
	J2	-20	27	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—	190	120	80	50	40	30	—
	K2, M, N	-20	40	30	—	—	—	—	—	—	80	50	30	20	—	—	—	310	190	120	80	50	40	30
	ML, NL	-50	27	80	40	30	—	—	—	—	230	140	80	50	30	20	—	alle	alle	310	190	120	80	50
S420	K2, M, N	-20	40	—	—	—	—	—	—	—	50	40	20	—	—	—	—	240	150	90	60	40	30	20
	ML, NL	-50	27	50	30	—	—	—	—	—	160	90	50	40	20	—	—	alle	380	240	150	90	60	40

L/w _i [*] ≥ 1,3 H/2w _i [*] ≤ 0,55 t ≤ 120 mm																									
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T _{Ed}																					
		T	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	
		°C		σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)									
S460	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	30	20	—	—	—	—	—	130	80	50	40	30	20	—	
	K2, M, N	-20	40	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—	200	130	80	50	40	30	20	
	QL	-40	30	20	—	—	—	—	—	—	80	50	30	20	—	—	—	330	200	130	80	50	40	30	
	ML, NL	-50	27	40	20	—	—	—	—	—	130	80	50	30	20	—	—	alle	330	200	130	80	50	40	
	QL1	-60	30	70	40	20	—	—	—	—	220	130	80	50	30	20	—	alle	alle	330	200	130	80	50	
S690	Q	0	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	30	—	—	—	—	—	
	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	40	30	—	—	—	—	
	QL	-20	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	60	40	30	—	—	—	
	QL	-40	30	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	150	90	60	40	30	—	—	
	QL1	-40	40	—	—	—	—	—	—	—	50	30	—	—	—	—	—	250	150	90	60	40	30	—	
	QL1	-60	30	20	—	—	—	—	—	—	80	50	30	—	—	—	—	alle	250	150	90	60	40	30	
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w _i [*] erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig. Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von σ _{Ed} = 0,25 f _y (t) empfohlen. Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																									

Tabelle A.3 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für übliche geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 80$ mm

$L/w_i^* \geq 1,3 \quad H/2w_i^* \leq 0,55 \quad t \leq 80 \text{ mm}$																									
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																					
				°C																					
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S235	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	30	20	—	—	—	—	—	80	60	40	30	20	20	—	
	J0	-0	27	20	—	—	—	—	—	—	60	40	30	20	—	—	—	190	120	80	60	40	30	20	
	J2	-20	27	60	40	20	—	—	—	—	150	100	60	40	30	20	—	alle	290	190	120	80	60	40	
S275	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	70	50	30	30	20	—	—	
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	40	30	20	—	—	—	—	150	100	70	50	30	30	20	
	J2	-20	27	40	20	—	—	—	—	—	110	70	40	30	20	—	—	370	240	150	100	70	50	30	
	M, N	-20	40	70	40	20	—	—	—	—	190	110	70	40	30	20	—	alle	370	240	150	100	70	50	
	ML, NL	-50	27	190	110	70	40	20	—	—	alle	310	190	110	70	40	30	alle	alle	alle	370	240	150	100	
S355	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	20	—	—	—	
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	30	20	—	—	—	—	—	110	70	50	30	20	20	—	
	J2	-20	27	20	—	—	—	—	—	—	70	40	30	20	—	—	—	260	160	110	70	50	30	20	
	K2, M, N	-20	40	40	20	—	—	—	—	—	110	70	40	30	20	—	—	alle	260	160	110	70	50	30	
	ML, NL	-50	27	100	60	40	20	—	—	—	310	180	110	70	40	30	20	alle	alle	alle	260	160	110	70	
S420	M, N	-20	40	20	—	—	—	—	—	—	80	50	30	20	—	—	—	320	200	130	80	50	40	30	
	ML, NL	-50	27	70	40	20	—	—	—	—	220	130	80	50	30	20	—	alle	alle	320	200	130	80	50	

$L/w_i^* \geq 1,3 \quad H/2w_i^* \leq 0,55 \quad t \leq 80 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$						
S460	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	40	20	—	—	—	—	—	170	110	70	50	30	20	—
	M, N	-20	40	20	—	—	—	—	—	—	60	40	20	—	—	—	—	280	170	110	70	50	30	20
	QL	-40	30	30	20	—	—	—	—	—	100	60	40	20	—	—	—	alle	280	170	110	70	50	30
	ML, NL	-50	27	50	30	20	—	—	—	—	180	100	60	40	20	—	—	alle	alle	280	170	110	70	50
	QL1	-60	30	90	50	30	20	—	—	—	300	180	100	60	40	20	—	alle	alle	alle	280	170	110	70
S690	Q	0	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—
	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	50	30	20	—	—	—
	QL	-20	40	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	130	80	50	30	20	—	—
	QL	-40	30	—	—	—	—	—	—	—	40	20	—	—	—	—	—	210	130	80	50	30	20	—
	QL1	-40	40	—	—	—	—	—	—	—	60	40	20	—	—	—	—	350	210	130	80	50	30	20
	QL1	-60	30	30	—	—	—	—	—	—	110	60	40	20	—	—	—	alle	350	210	130	80	50	30
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w_i^* erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig. Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen. Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																								

Tabelle A.4 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für übliche geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 40$ mm

$L/w_i^* \geq 1,3 \quad H/2w_i^* \leq 0,55 \quad t \leq 40 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
		T °C	J_{min}	°C																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$						
S235	JR	20	27	20	—	—	—	—	—	—	60	40	30	20	—	—	—	190	120	80	60	40	30	30
	J0	-0	27	50	30	20	—	—	—	—	150	90	60	40	30	20	—	alle	280	190	120	80	60	40
	J2	-20	27	150	90	50	30	20	—	—	380	240	150	90	60	40	30	alle	alle	alle	280	190	120	80
S275	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	40	30	20	—	—	—	—	150	100	70	50	30	30	20
	J0	-0	27	40	20	—	—	—	—	—	100	70	40	30	20	—	—	360	230	150	100	70	50	30
	J2	-20	27	110	60	40	20	—	—	—	290	180	110	70	40	30	20	alle	alle	360	230	150	100	70
	M, N	-20	40	180	110	60	40	20	—	—	alle	290	180	110	70	40	30	alle	alle	alle	360	230	150	100
	ML, NL	-50	27	alle	300	180	110	60	40	20	alle	alle	alle	290	180	110	70	alle	alle	alle	alle	alle	360	230
S355	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	30	20	—	—	—	—	—	110	70	50	30	30	20	—
	J0	-0	27	20	—	—	—	—	—	—	70	40	30	20	—	—	—	260	160	110	70	50	30	30
	J2	-20	27	60	30	20	—	—	—	—	180	110	70	40	30	20	—	alle	alle	260	160	110	70	50
	K2, M, N	-20	40	100	60	30	20	—	—	—	290	160	110	70	40	30	20	alle	alle	alle	260	160	110	70
	ML, NL	-50	27	290	170	100	60	30	20	—	alle	alle	290	180	110	70	40	alle	alle	alle	alle	alle	260	160
S420	M, N	-20	40	60	40	20	—	—	—	—	210	120	70	40	30	20	—	alle	alle	310	200	130	80	50
	ML, NL	-50	27	190	110	60	40	20	—	—	alle	340	210	120	70	40	30	alle	alle	alle	alle	310	200	130

$L/w_i^* \geq 1,3 \quad H/2w_i^* \leq 0,55 \quad t \leq 40 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$					$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$					$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$										
S460	Q	-20	30	30	20	—	—	—	—	—	100	60	40	20	—	—	—	alle	270	170	110	70	50	30
	M, N	-20	40	50	30	20	—	—	—	—	170	100	60	40	20	—	—	alle	alle	270	170	110	70	50
	QL	-40	30	90	50	30	20	—	—	—	280	170	100	60	40	20	—	alle	alle	alle	270	170	110	70
	ML, NL	-50	27	150	90	50	30	20	—	—	alle	280	170	100	60	40	20	alle	alle	alle	alle	270	170	110
	QL1	-60	30	270	150	90	50	30	20	—	alle	alle	280	170	100	60	40	alle	alle	alle	alle	alle	270	170
S690	Q	0	40	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	130	80	50	30	20	—	—
	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	40	20	—	—	—	—	—	210	130	80	50	30	20	—
	QL	-20	40	20	—	—	—	—	—	—	60	40	20	—	—	—	—	340	210	130	80	50	30	20
	QL	-40	30	30	20	—	—	—	—	—	110	60	40	20	—	—	—	alle	340	210	130	80	50	30
	QL1	-40	40	50	30	20	—	—	—	—	190	110	60	40	20	—	—	alle	alle	340	210	130	80	50
	QL1	-60	30	90	50	30	20	—	—	—	320	190	110	60	40	20	—	alle	alle	alle	340	210	130	80
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w_i^* erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig. Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen. Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																								

Tabelle A.5 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für günstige geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 80$ mm

$L/w_i^* \geq 1,6 \quad H/2w_i^* \leq 0,4 \quad t \leq 80 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$											$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$						
S235	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	50	40	20	—	—	—	—	160	110	80	50	40	30	30
	J0	-0	27	40	30	—	—	—	—	—	120	70	50	40	20	—	—	380	240	160	110	80	50	40
	J2	-20	27	110	70	40	30	—	—	—	310	190	120	70	50	40	20	alle	alle	380	240	160	110	80
S275	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	40	30	20	—	—	—	—	130	90	60	50	40	30	20
	J0	-0	27	30	—	—	—	—	—	—	90	50	40	30	20	—	—	310	200	130	90	60	50	40
	J2	-20	27	80	50	30	—	—	—	—	230	140	90	50	40	30	20	alle	alle	310	200	130	90	60
	M, N	-20	40	130	80	50	30	—	—	—	380	230	140	90	50	40	30	alle	alle	alle	310	200	130	90
	ML, NL	-50	27	390	230	130	80	50	30	—	alle	alle	380	230	140	90	50	alle	alle	alle	alle	alle	310	200
S355	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	90	60	40	30	20	20	—
	J0	-0	27	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—	210	130	90	60	40	30	20
	J2	-20	27	40	20	—	—	—	—	—	130	80	50	30	20	—	—	alle	330	210	130	90	60	40
	K2, M, N	-20	40	70	40	20	—	—	—	—	220	130	80	50	30	20	—	alle	alle	330	210	130	90	60
	ML, NL	-50	27	210	120	70	40	20	—	—	alle	380	220	130	80	50	30	alle	alle	alle	alle	330	210	130
S420	M, N	-20	40	40	30	—	—	—	—	—	150	90	50	40	20	—	—	alle	alle	250	160	100	70	50
	ML, NL	-50	27	130	70	40	30	—	—	—	alle	260	150	90	50	40	20	alle	alle	alle	alle	250	160	100

$L/w_i^* \geq 1,6 \quad H/2w_i^* \leq 0,4 \quad t \leq 80 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$						
S460	Q	-20	30	20	—	—	—	—	—	—	70	40	30	20	—	—	—	350	210	130	80	50	40	30
	M, N	-20	40	40	20	—	—	—	—	—	120	70	40	30	20	—	—	alle	350	210	130	80	50	40
	QL	-40	30	60	40	20	—	—	—	—	210	120	70	40	30	20	—	alle	alle	350	210	130	80	50
	ML, NL	-50	27	100	60	40	20	—	—	—	360	210	120	70	40	30	20	alle	alle	alle	350	210	130	80
	QL1	-60	30	190	100	60	40	20	—	—	alle	360	210	120	70	40	30	alle	alle	alle	alle	350	210	130
S690	Q	0	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	60	40	30	20	—	—
	Q	-20	30	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	160	90	60	40	30	20	—
	QL	-20	40	—	—	—	—	—	—	—	40	30	—	—	—	—	—	260	160	90	60	40	30	20
	QL	-40	30	—	—	—	—	—	—	—	70	40	30	—	—	—	—	alle	260	160	90	60	40	30
	QL1	-40	40	30	—	—	—	—	—	—	130	70	40	30	—	—	—	alle	alle	260	160	90	60	40
	QL1	-60	30	60	30	—	—	—	—	—	230	130	70	40	30	—	—	alle	alle	alle	260	160	90	60
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w_i^* erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig. Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen. Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																								

Tabelle A.6 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für günstige geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 40$ mm

L/w _i [*] ≥ 1,6 H/2w _i [*] ≤ 0,4 t ≤ 40 mm																									
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T _{Ed}																					
				°C																					
		T	J _{min}	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	
		°C	σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)							σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)							σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)								
S235	JR	20	27	40	30	20	—	—	—	—	120	70	50	30	30	20	—	380	250	170	110	80	60	40	
	J0	−0	27	110	60	40	30	20	—	—	300	190	120	70	50	30	30	alle	alle	380	250	170	110	80	
	J2	−20	27	310	180	100	60	40	30	20	alle	alle	300	190	120	70	50	alle	alle	alle	alle	380	250	170	
S275	JR	20	27	30	20	—	—	—	—	—	90	50	40	30	20	—	—	310	200	140	90	60	50	40	
	J0	−0	27	70	40	30	20	—	—	—	220	140	90	50	40	30	20	alle	alle	310	200	140	90	60	
	J2	−20	27	220	130	70	40	30	20	—	alle	370	220	140	90	50	40	alle	alle	alle	alle	310	200	140	
	M, N	−20	40	370	220	130	70	40	30	20	alle	alle	370	220	140	90	50	alle	alle	alle	alle	alle	310	200	
	ML, NL	−50	27	alle	alle	370	220	130	70	40	alle	alle	alle	alle	370	220	140	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	
S355	JR	20	27	—	—	—	—	—	—	—	50	30	20	—	—	—	—	210	140	90	60	40	30	30	
	J0	−0	27	40	20	—	—	—	—	—	130	80	50	30	20	—	—	alle	340	210	140	90	60	40	
	J2	−20	27	110	70	40	20	—	—	—	370	220	130	80	50	30	20	alle	alle	alle	340	210	140	90	
	K2, M, N	−20	40	200	110	70	40	20	—	—	alle	370	220	130	80	50	30	alle	alle	alle	alle	340	210	140	
	ML, NL	−50	27	alle	350	200	110	70	40	20	alle	alle	alle	370	220	130	80	alle	alle	alle	alle	alle	alle	340	
S420	M, N	−20	40	130	70	40	30	—	—	—	alle	250	150	90	50	30	20	alle	alle	alle	alle	250	160	100	
	ML, NL	−50	27	alle	230	130	70	40	30	—	alle	alle	alle	250	150	90	50	alle	alle	alle	alle	alle	alle	250	

$L/w_i^* \geq 1,6 \quad H/2w_i^* \leq 0,4 \quad t \leq 40 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$										$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S460	Q	-20	30	60	30	20	—	—	—	—	200	120	70	40	30	20	—	alle	alle	350	220	140	90	60
	M, N	-20	40	100	60	30	20	—	—	—	350	200	120	70	40	30	20	alle	alle	alle	350	220	140	90
	QL	-40	30	180	100	60	30	20	—	—	alle	350	200	120	70	40	30	alle	alle	alle	alle	350	220	140
	ML, NL	-50	27	320	180	100	60	30	20	—	alle	alle	350	200	120	70	40	alle	alle	alle	alle	alle	350	220
	QL1	-60	30	alle	320	180	100	60	30	20	alle	alle	alle	350	200	120	70	alle	alle	alle	alle	alle	alle	350
S690	Q	0	40	—	—	—	—	—	—	—	40	30	—	—	—	—	—	260	160	100	60	40	30	20
	Q	-20	30	20	—	—	—	—	—	—	70	40	30	—	—	—	—	alle	260	160	100	60	40	30
	QL	-20	40	30	20	—	—	—	—	—	130	70	40	30	—	—	—	alle	alle	260	160	100	60	40
	QL	-40	30	50	30	20	—	—	—	—	220	130	70	40	30	—	—	alle	alle	alle	260	160	100	60
	QL1	-40	40	100	50	30	20	—	—	—	390	220	130	70	40	30	—	alle	alle	alle	alle	260	160	100
	QL1	-60	30	190	100	50	30	20	—	—	alle	390	220	130	70	40	30	alle	alle	alle	alle	alle	260	160
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w_i^* erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig. Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen. Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																								

Tabelle A.7 — Maximal zulässige Werte für die Breite des Knotenblechs auf einer Seite des Spalts w_i^* [mm] für günstige geometrische Parameter von Einschubverbindungen nach Tabelle A.1 und eine Knotenblechdicke $t \leq 20$ mm

$L/w_i^* \geq 1,6 \quad H/2w_i^* \leq 0,4 \quad t \leq 20 \text{ mm}$																								
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																				
				°C																				
		T °C	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$										$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S235	JR	20	27	140	90	50	30	20	—	—	alle	250	160	100	70	40	30	alle	alle	alle	330	220	150	110
	J0	—0	27	alle	240	140	90	50	30	20	alle	alle	alle	250	160	100	70	alle	alle	alle	alle	alle	330	220
	J2	-20	27	alle	alle	alle	240	140	90	50	alle	alle	alle	alle	alle	250	160	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
S275	JR	20	27	100	60	30	20	—	—	—	300	180	120	70	50	30	20	alle	alle	alle	270	180	120	90
	J0	—0	27	280	170	100	60	30	20	—	alle	alle	300	180	120	70	50	alle	alle	alle	alle	alle	270	180
	J2	-20	27	alle	alle	280	170	100	60	30	alle	alle	alle	alle	300	180	120	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
	M, N	-20	40	alle	alle	alle	280	170	100	60	alle	alle	alle	alle	alle	300	180	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
	ML, NL	-50	27	alle	alle	alle	alle	alle	280	170	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
S355	JR	20	27	50	30	20	—	—	—	—	180	110	70	40	30	20	—	alle	alle	290	190	120	80	60
	J0	—0	27	150	90	50	30	20	—	—	alle	290	180	110	70	40	30	alle	alle	alle	alle	290	190	120
	J2	-20	27	alle	270	150	90	50	30	20	alle	alle	alle	290	180	110	70	alle	alle	alle	alle	alle	alle	290
	K2, M, N	-20	40	alle	alle	270	150	90	50	30	alle	alle	alle	alle	290	180	110	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
	ML, NL	-50	27	alle	alle	alle	alle	270	150	90	alle	alle	alle	alle	alle	alle	290	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
S420	M, N	-20	40	alle	310	170	100	60	30	20	alle	alle	alle	340	200	120	70	alle	alle	alle	alle	alle	alle	340
	ML, NL	-50	27	alle	alle	alle	310	170	100	60	alle	alle	alle	alle	alle	340	200	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle

$L/w_i^* \geq 1,6 \quad H/2w_i^* \leq 0,4 \quad t \leq 20 \text{ mm}$																									
Stahl- sorte	Güte	KV		Bezugstemperatur T_{Ed}																					
				°C																					
		T °C	J _{min}	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	10	0	−10	−20	−30	−40	−50	
$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$											$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S460	Q	−20	30	240	140	80	40	30	20	—	alle	alle	270	160	100	60	30	alle	alle	alle	alle	alle	290	190	
	M, N	−20	40	alle	240	140	80	40	30	20	alle	alle	alle	270	160	100	60	alle	alle	alle	alle	alle	alle	290	
	QL	−40	30	alle	alle	240	140	80	40	30	alle	alle	alle	alle	270	160	100	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	
	ML, NL	−50	27	alle	alle	alle	240	140	80	40	alle	alle	alle	alle	alle	270	160	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	
	QL1	−60	30	alle	alle	alle	alle	240	140	80	alle	alle	alle	alle	alle	alle	270	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	
S690	Q	0	40	40	20	—	—	—	—	—	170	100	60	30	20	—	—	alle	alle	350	210	130	80	50	
	Q	−20	30	80	40	20	—	—	—	—	300	170	100	60	30	20	—	alle	alle	alle	350	210	130	80	
	QL	−20	40	140	80	40	20	—	—	—	alle	300	170	100	60	30	20	alle	alle	alle	alle	350	210	130	
	QL	−40	30	250	140	80	40	20	—	—	alle	alle	300	170	100	60	30	alle	alle	alle	alle	alle	350	210	
	QL1	−40	40	alle	250	140	80	40	20	—	alle	alle	alle	300	170	100	60	alle	alle	alle	alle	alle	alle	350	
	QL1	−60	30	alle	alle	250	140	80	40	20	alle	alle	alle	alle	300	170	100	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	
Ein Strich in dieser Tabelle bedeutet, dass das Ergebnis weniger als 5 mm beträgt und das zugrunde gelegte Bemessungsverfahren dann nicht gültig ist. Die betroffenen Stahlsorten und -güten sollten unter diesen Bedingungen nicht ohne fachlichen Rat verwendet werden. Ist „alle“ in diesen Tabellen angegeben, ist keine Begrenzung der Knotenblechbreite w_i^* erforderlich und die Verwendung aller Breiten ist zulässig.																									
Für Bauelemente unter Druckspannung wird ein Wert von $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen.																									
Diese Tabelle wurde für die KV-Werte für Kerbschlagproben in Walzrichtung des Erzeugnisses abgeleitet. Entsprechend den Optionen der Produktnormen festgelegte KV-Werte für Kerbschlagproben senkrecht zur Walzrichtung des Erzeugnisses dürfen als Äquivalentwerte angesetzt werden.																									

Literaturhinweise

Verweisungen in Empfehlungen (d. h. durch „sollte“-Sätze)

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt keine zwingend zu befolgende Anforderung, jedoch eine streng empfohlene Auswahl oder Vorgehensweise darstellen. In Abhängigkeit von nationalen Regeln und/oder relevanten Vertragsbestimmungen könnten alternative Lösungen verwendet/angenommen werden, wenn sie technisch gerechtfertigt sind. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1998 (alle Teile), *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

Sonstige Verweisungen

Die folgenden Dokumente fallen nicht in die vorstehend angegebenen Kategorien, sondern werden informativ im Dokument in Bezug genommen, zum Beispiel in Anmerkungen.

EN 1011-2, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen*

EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

EN 10149-2, *Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle*

EN 10160, *Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm (Reflexionsverfahren)*

EN 10210-1, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10210-2, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

EN 10219-1, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10219-2, *Kaltgeformte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

EN ISO 643, *Stahl — Mikrophotographische Bestimmung der erkennbaren Korngröße (ISO 643)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

- Entwurf -

English Version

**Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-10: Material
toughness and through-thickness properties**

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-
10 : Choix des qualités d'acier

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

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 250.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Contents

Page

European foreword	3
Introduction	4
1 Scope.....	7
1.1 Scope of EN 1993-1-10	7
1.2 Assumptions	7
2 Normative references.....	7
3 Terms, definitions and symbols	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Symbols and abbreviations	10
3.2.1 Latin upper-case symbols	10
3.2.2 Latin lower-case symbols.....	10
3.2.3 Greek upper-case symbols	10
3.2.4 Greek lower-case symbols.....	11
4 Selection of materials to avoid brittle fracture.....	11
4.1 General rules	11
4.2 Toughness requirements for the lower shelf and the transition region	12
4.2.1 Procedure	12
4.2.2 Maximum permitted thickness values	14
4.2.3 Evaluation using fracture mechanics	29
4.3 Materials with additional fracture toughness requirements in relation to upper shelf	30
4.4 Materials with additional fracture toughness requirements in relation to seismic design	30
4.5 Additional material requirements when welding in cold formed zones.....	31
5 Avoidance of lamellar tearing by the specification of through thickness properties	32
5.1 General.....	32
5.2 Procedure	33
Annex A (informative) Specific rules for gusset plates with cut-outs in spade details.....	36
A.1 Use of this annex	36
A.2 Scope and field of application	36
A.3 Selection process.....	37
A.4 Determination of main geometric parameters and maximum applied stress σ_{Ed}	37
A.5 Determination of maximum allowable geometric parameters	38
Bibliography	52

European foreword

This document (prEN 1993-1-10:2022) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 “Structural Codes”, the secretariat of which is held by BSI. CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes and has been assigned responsibility for structural and geotechnical design matters by CEN.

This document is currently submitted to the CEN Enquiry.

This document will supersede EN 1993-1-10:2005 and EN 1993-1-10:2005/AC:2009.

The first generation of EN Eurocodes was published between 2002 and 2007. This document forms part of the second generation of the Eurocodes, which have been prepared under Mandate M/515 issued to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association.

The Eurocodes have been drafted to be used in conjunction with relevant execution, material, product and test standards, and to identify requirements for execution, materials, products and testing that are relied upon by the Eurocodes.

The Eurocodes recognize the responsibility of each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level through the use of National Annexes.

Introduction

0.1 Introduction to the Eurocodes

The Structural Eurocodes comprise the following standards generally consisting of a number of Parts:

- EN 1990 Eurocode: Basis of structural and geotechnical design
- EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures
- EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures
- EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures
- EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
- EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures
- EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design
- EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures
- New parts are under development, e.g. Eurocode for design of structural glass

The Eurocodes are intended for use by designers, clients, manufacturers, constructors, relevant authorities (in exercising their duties in accordance with national or international regulations), educators, software developers, and committees drafting standards for related product, testing and execution standards.

NOTE Some aspects of design are most appropriately specified by relevant authorities or, where not specified, can be agreed on a project-specific basis between relevant parties such as designers and clients. The Eurocodes identify such aspects making explicit reference to relevant authorities and relevant parties.

0.2 Introduction to EN 1993

EN 1993 (all parts) applies to the design of buildings and civil engineering works in steel. It complies with the principles and requirements for the safety and serviceability of structures, the basis of their design and verification that are given in EN 1990 – Basis of structural and geotechnical design.

EN 1993 (all parts) is concerned only with requirements for resistance, serviceability, durability and fire resistance of steel structures. Other requirements, e.g. concerning thermal or sound insulation, are not covered.

EN 1993 is subdivided in various parts:

EN 1993-1, *Design of Steel Structures — Part 1: General rules and rules for buildings*;

EN 1993-2, *Design of Steel Structures — Part 2: Steel bridges*;

EN 1993-3, *Design of Steel Structures — Part 3: Towers, masts and chimneys*;

EN 1993-4, *Design of Steel Structures — Part 4: Silos and tanks*;

EN 1993-5, *Design of Steel Structures — Part 5: Piling*;

EN 1993-6, *Design of Steel Structures — Part 6: Crane supporting structures*;

EN 1993-7, *Design of steel structures — Part 7: Design of sandwich panels*.

EN 1993-1 in itself does not exist as a physical document, but comprises the following 14 separate parts, the basic part being EN 1993-1-1:

EN 1993-1-1, *Design of Steel Structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings*;

EN 1993-1-2, *Design of Steel Structures — Part 1-2: Structural fire design*;

EN 1993-1-3, *Design of Steel Structures — Part 1-3: Cold-formed members and sheeting*;

NOTE Cold-formed hollow sections supplied according to EN 10219 (all parts) are covered in EN 1993-1-1.

EN 1993-1-4, *Design of Steel Structures — Part 1-4: Stainless steels*;

EN 1993-1-5, *Design of Steel Structures — Part 1-5: Plated structural elements*;

EN 1993-1-6, *Design of Steel Structures — Part 1-6: Strength and stability of shell structures*;

EN 1993-1-7, *Design of Steel Structures — Part 1-7: Strength and stability of planar plated structures transversely loaded*;

EN 1993-1-8, *Design of Steel Structures — Part 1-8: Design of joints*;

EN 1993-1-9, *Design of Steel Structures — Part 1-9: Fatigue strength of steel structures*;

EN 1993-1-10, *Design of Steel Structures — Part 1-10: Selection of steel for fracture toughness and through-thickness properties*;

EN 1993-1-11, *Design of Steel Structures — Part 1-11: Design of structures with tension components made of steel*;

EN 1993-1-12, *Design of Steel Structures — Part 1-12: Additional rules for steel grades up to S960*;

EN 1993-1-13, *Design of Steel Structures — Part 1-13: Beams with large web openings*;

EN 1993-1-14, *Design of Steel Structures — Part 1-14: Design assisted by finite element analysis*.

All parts numbered EN 1993-1-2 to EN 1993-1-14 treat general topics that are independent from the structural type such as structural fire design, cold-formed members and sheeting, stainless steels, plated structural elements, etc.

All parts numbered EN 1993-2 to EN 1993-7 treat topics relevant for a specific structural type such as steel bridges, towers, masts and chimneys, silos and tanks, piling, crane supporting structures, etc. EN 1993-2 to EN 1993-7 refer to the generic rules in EN 1993-1 and supplement, modify or supersede them.

0.3 Introduction to EN 1993-1-10

EN 1993-1-10 gives general design rules for the selection of steel qualities to avoid brittle fracture by specifying toughness properties and to avoid lamellar tearing by specifying through-thickness properties.

0.4 Verbal forms used in the Eurocodes

The verb “shall” expresses a requirement strictly to be followed and from which no deviation is permitted in order to comply with the Eurocodes.

The verb “should” expresses a highly recommended choice or course of action. Subject to national regulation and/or any relevant contractual provisions, alternative approaches could be used/adopted where technically justified.

The verb “may” expresses a course of action permissible within the limits of the Eurocodes.

The verb “can” expresses possibility and capability; it is used for statements of fact and clarification of concepts.

0.5 National annex for EN 1993-1-10

National choice is allowed in this standard where explicitly stated within notes. National choice includes the selection of values for Nationally Determined Parameters (NDPs).

The national standard implementing EN 1993-1-10 can have a National annex containing all national choices to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the relevant country.

When no national choice is given, the default choice given in this standard is to be used.

When no national choice is made and no default is given in this standard, the choice can be specified by a relevant authority or, where not specified, agreed for a specific project by appropriate parties.

National choice is allowed in EN 1993-1-10 through notes to the following:

4.2.1 (4)	4.2.2.3 (1)	4.2.3 (5)	4.3 (3)
4.4 (3)	5.1 (2)	A1 (1)	

National choice is allowed in EN 1993-1-10 on the application of the following informative annexes:

Annex A

The National Annex can contain, directly or by reference, non-contradictory complementary information for ease of implementation, provided it does not alter any provisions of the Eurocodes.

1 Scope

1.1 Scope of EN 1993-1-10

(1) EN 1993-1-10 provides rules for the selection of steel grades and qualities related to fracture toughness to avoid brittle fracture.

NOTE Steel toughness quality is also known as subgrade.

(2) EN 1993-1-10 provides rules to specify through thickness properties for welded elements to reduce the risk of lamellar tearing.

(3) EN 1993-1-10 contains additional toughness requirements for specific cases to ensure upper shelf toughness in relation to design ultimate resistance in tension and seismic design.

(4) This document provides rules for structural steels as listed in FprEN 1993-1-1:2022. This document applies to steel grades S235 to S700.

(5) This document provides rules that apply to the selection of parent material only.

(6) This document provides rules that apply to steel materials covered by FprEN 1993-1-1:2022, 5.1 (3), provided that each individual piece of steel is tested in accordance with the requirements of FprEN 1993-1-1:2022, 5.1 (3), and EN 1090-2:2018, 5.1.

(7) This document does not apply to material salvaged from existing steelwork subjected to fatigue or fire.

1.2 Assumptions

(1) Unless specifically stated, EN 1990, EN 1991 (all parts) and the other relevant parts of EN 1993-1 (all parts) apply.

(2) The design methods given in EN 1993-1-10 are applicable if:

— the execution quality is as specified in EN 1090-2 or EN 1090-4, and

— the construction materials and products used are as specified in the relevant parts of EN 1993 (all parts), or in the relevant material and product specifications.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE See the Bibliography for a list of other documents cited that are not normative references, including those referenced as recommendations (i.e. through 'should' clauses) and permissions (i.e. through 'may' clauses).

EN 1090-2, *Execution of steel structures and aluminium structures - Part 2: Technical requirements for steel structures*

EN 1090-4, *Execution of steel structures and aluminium structures - Part 4: Technical requirements for cold-formed structural steel elements and cold-formed structures for roof, ceiling, floor and wall applications*

EN 1990, *Eurocode - Basis of structural design*

EN 1991 (all parts), *Eurocode 1 — Actions on structures*

EN 1993 (all parts), *Eurocode 3 — Design of steel structures*

FprEN 1993-1-1:2022, *Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-1: General rules: General rules and rules for buildings*

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply:

3.1.1

KV-value

Charpy V-notch value

impact energy in Joules [J] required to fracture a Charpy V-notch specimen at a given test temperature T (i.e. T_{KV})

3.1.2

transition region

region of the toughness-temperature diagram showing the relationship $KV(T)$ in which the material toughness decreases with the decrease in temperature and the failure mode changes from ductile to brittle

Note 1 to entry See region 2 on Figure 3.1.

3.1.3

lower shelf region

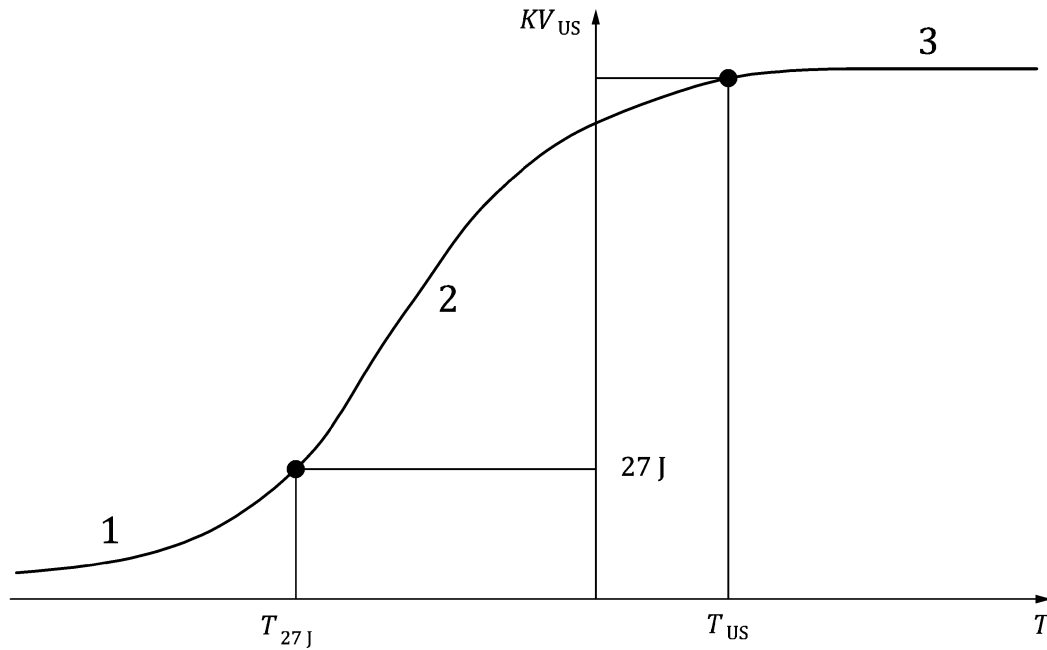
region of the impact energy-temperature diagram in which the Charpy V-notch test specimen exhibits cleavage (brittle) modes of failure, See region 1 on Figure 3.1

3.1.4

upper shelf region

region of the toughness-temperature diagram in which the Charpy V-notch test specimen exhibits ductile modes of failure

Note 1 to entry: See region 3 on Figure 3.1



Key

- 1 lower shelf region
- 2 transition region
- 3 upper shelf region

NOTE Charpy transition temperature can also be T_{30J} or T_{40J} – corresponding to Charpy energy values of 30J or 40J. For an explanation of T_{27J} and T_{US} see the list of symbols.

Figure 3.1 — Example of relationship between temperature and Charpy V-notch impact energy

3.1.5

charpy transition temperature

minimum temperature in the transition region, at which the material behaviour changes from ductile to brittle

3.1.6

Z-value

transverse reduction of area of a specimen in a tensile test in through-thickness direction (see EN ISO 6892-1 and EN 10164) to indicate the through-thickness ductility of a specimen, measured as a percentage

3.1.7

degree of cold forming

permanent strain from cold forming measured as a percentage

3.1.8

reference temperature

value of the lowest service steel temperature modified by temperature shifts to account for the crack geometry, the construction detail, the reliability, the strain rates and cold forming as required

3.2 Symbols and abbreviations

3.2.1 Latin upper-case symbols

$CTOD$	crack tip opening displacement
J	elastic plastic fracture toughness value (J-integral value) in N/mm determined as a line or surface integral that encloses the crack front from one crack surface to the other
K	stress intensity factor in N/mm ^{3/2}
K_{Ic}	plane strain fracture toughness for linear elastic behaviour measured in N/mm ^{3/2}
$KV(T)$	impact energy in Joule [J] in a test at temperature T_{KV} with Charpy V notch specimen
KV_{US}	impact energy in Joule [J] in a test at temperature T_{US} with Charpy V notch specimen
T	temperature [°C]
T_{Ed}	reference temperature (see 4.2.1)
T_{27J}	transition temperature at which an energy KV should not be less than 27J according to the relevant product standard in a Charpy V-notch impact test
T_{30J}	transition temperature at which an energy KV should not be less than 30J according to the relevant product standard in a Charpy V-notch impact test
T_{40J}	transition temperature at which an energy KV should not be less than 40J according to the relevant product standard in a Charpy V-notch impact test
T_{KV}	impact test temperature for a minimum specified impact energy KV in Joule [J] in a Charpy V-notch test [°C]
$T_{N,min}$	minimum steel temperature [°C] of a member in service with a return period of 50 years for air temperature recommended depending on the type of structure and including a radiation loss
T_{US}	lowest temperature [°C] at which the shear fracture appearance is 100 % in a Charpy V-notch impact test, taken as the starting point of upper shelf region (see 4.3)
Z	Z-quality class [%] differentiated by increasing levels of Z-value (see 5.2)
Z_{Ed}	required design Z-value resulting from the magnitude of strains from restrained metal shrinkage under the weld beads
Z_{Rd}	available design Z-value depending on through thickness properties of the material

3.2.2 Latin lower-case symbols

f_y	yield strength
$f_{y,nom}$	nominal yield strength
t	thickness
t_{max}	maximum permissible element thickness

3.2.3 Greek upper-case symbols

ΔT_R	safety allowance [K], if required, to reflect different reliability levels for different applications
$\Delta T_{\dot{\epsilon}}$	temperature shift [K] considering a strain rate other than the reference strain rate $\dot{\epsilon}_0$

$\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$	temperature shift [K] considering the degree of cold forming ε_{cf} or ε_{eff}
ΔT_{σ}	temperature shift [K] considering stress and yield strength of material, crack imperfection and member shape and dimensions, see 4.2.3 (3)

3.2.4 Greek lower-case symbols

ε_{cf}	degree of cold forming (<i>DCF</i>) in percent
$\dot{\varepsilon}$	strain rate [1/s]
$\dot{\varepsilon}_0$	reference strain rate [1/s]
ε_{eff}	effective strain is the average value of plastic strain in the net section
ε_{pnom}	plastic strain to be used for cold bends in hollow sections
σ_{Ed}	stresses accompanying the reference temperature T_{Ed}

4 Selection of materials to avoid brittle fracture

4.1 General rules

(1) To avoid brittle fracture, the selection of materials shall be in accordance with the general rules given in EN 1990 and EN 1991 (all parts) and the specific design provisions for steel structures given in the other relevant parts of EN 1993-1 (all parts).

(2) The execution shall be in accordance with the requirements in EN 1090-2 or EN 1090-4.

(3) The rules in Clause 4 are applicable to elements and details subject to tensile stresses obtained using combination in Formula (4).1).

(4) The rules in Clause 4 may be applied for elements not subject to tension stresses because the rules are conservative in this situation. For elements under compression stress a minimum toughness property may be determined for a nominal stress of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$.

(5) Steel product standards specify that test specimens shall not fail at an impact energy lower than a specified energy KV at a specific test temperature T_{KV} .

(6) The rules should be applied to the minimum impact energy KV_2 for the specified grade listed in the relevant steel product standard. New material of a less onerous quality (sub-grades) should not be used even though test results show equivalent or better values of impact energy.

(7) The rules contained in 4.1 refer to lower shelf toughness and the transition region, see 4.2. Additional rules for upper shelf toughness in relation to design ultimate resistance in tension and seismic design are given in 4.3 and 4.4 respectively.

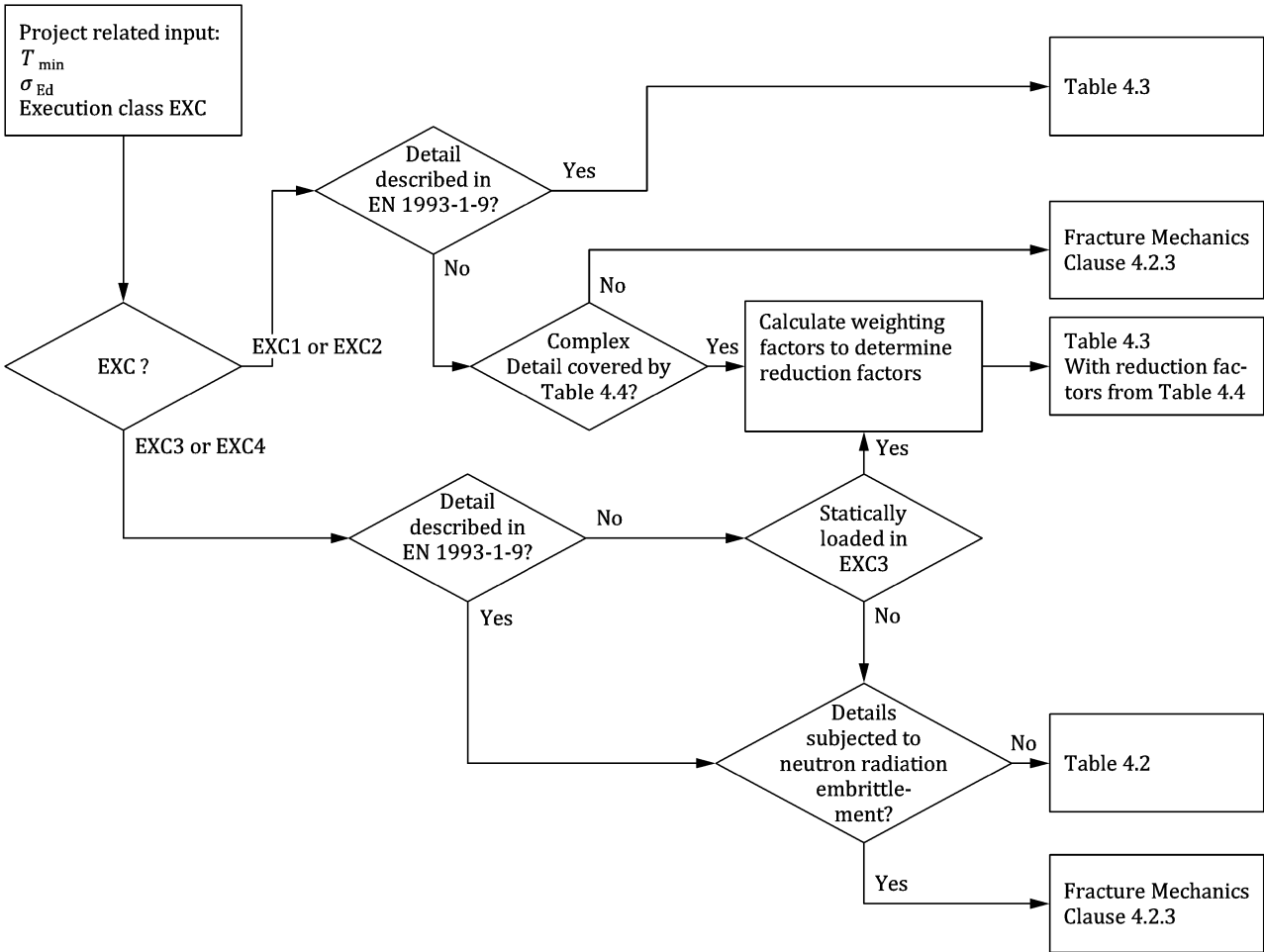
(8) The selection of a design procedure for brittle fracture assessment shall be made as shown in Figure 4.1.

NOTE The selection is based on temperature (see Formula (4).2)), stress (see Formula (4).1)) and execution classes as defined in prEN 1993-1-1:2022, Annex A.

(9) For fatigue loaded elements in EXC 2, a reduction factor of 0,5 according to Table 4.5 should be applied to the thickness values of Table 4.3.

(10) For welded elements in EXC 3 not covered by detailed tables related to nominal stress methods in EN 1993-1-9, and which are statically loaded, 4.2.2.3 should be applied.

(11) For details subjected to neutron radiation embrittlement, e.g. structures of nuclear power plants, their toughness should be determined using fracture mechanics according to 4.2.3.



NOTE Table 4.2 for EXC3 and EXC4 was developed mainly for fatigue loaded elements and Table 4.3 for EXC1 and EXC2 was developed mainly for static loaded elements.

Figure 4.1 — Flowchart of material selection procedures for brittle fracture assessment

4.2 Toughness requirements for the lower shelf and the transition region

4.2.1 Procedure

(1) The steel quality should be selected taking account of the following:

(i) steel material properties:

- yield strength depending on the material thickness $f_y(t)$
- toughness quality expressed in terms of T_{27J} , T_{30J} or T_{40J}

(ii) member characteristics:

- member shape and detail
- stress concentrations according to the details geometry and loaded element thickness (t)
- appropriate assumptions for fabrication flaws (e.g. as through-depth cracks or as semi-elliptical surface cracks)

(iii) design situations:

- design value of minimum steel temperature
- maximum applied stresses from permanent and variable actions derived from the design condition described in (4) below
- residual stress
- assumptions for crack growth from fatigue loading during an inspection interval (if relevant)
- strain rate $\dot{\epsilon}$ from accidental actions (if relevant)
- degree of cold forming (ϵ_{cf} and ϵ_{eff}) (if relevant)

(iv) Execution Class according to FprEN 1993-1-1:2022, Annex A.

(2) The maximum permissible thickness of steel elements for fracture should be obtained from Table 4.2 and Table 4.3.

(3) The following design condition should be used:

(i) The maximum nominal applied stress σ_{Ed} should be obtained according to the combination of actions in Formula (4).1):

$$E_d = E \{ A[T_{Ed}] \text{ "+" } \sum G_K \text{ "+" } \psi_1 Q_{K1} \text{ "+" } \sum \psi_{2,i} Q_{Ki} \} \quad (4.1)$$

where:

A is the leading action represented by the reference temperature T_{Ed} that influences the toughness of material of the member considered and might also lead to stress from restraint of movement,

$\sum G_K$ are the permanent actions,

$\psi_1 Q_{K1}$ is the frequent value of the variable load and

$\psi_{2,i} Q_{Ki}$ are the quasi-permanent values of the accompanying variable loads, that govern the level of stresses on the material.

(ii) The combination factors ψ_1 and ψ_2 should be in accordance with EN 1990.

(iii) The maximum applied stress σ_{Ed} should be the maximum nominal design tensile stress at the location of the potential fracture initiation. The applied stress σ_{Ed} shall be determined by elastic analyses. Second order effects should be considered where relevant.

NOTE 1 The combination in Formula (4).1) is considered to be equivalent to an accidental combination, because of the assumption of simultaneous occurrence of lowest temperature, flaw size, location of flaw and material property.

NOTE 2 σ_{Ed} can include stresses from restraint of movement from temperature change.

NOTE 3 As the leading action is the reference temperature T_{Ed} , the maximum applied stress σ_{Ed} generally will not exceed 75 % of the yield strength.

- (4) The reference temperature T_{Ed} at the potential fracture location should be determined using Formula (4).2):

$$T_{Ed} = T_{N,min} + \Delta T_{\sigma} + \Delta T_R + \Delta T_{\dot{\epsilon}} + \Delta T_{\epsilon_{cf}} \quad (4.2)$$

where

$T_{N,min}$ is the minimum uniform steel temperature with a specified return period for external components; see EN 1991-1-5. For the extreme value of the minimum air temperature a return period of 50 years should be applied depending on the type of structure.

The method employed to calculate the temperature shift $\Delta T_{\epsilon_{cf}}$ due to cold forming is based on non-fine grain steels and is conservative for fine grain steels. If available, other appropriate rules may be used to consider cold forming effects.

NOTE 1 A maximum value for the difference of 40 K is ($T_{KV} \leq T_{N,min} + 40$ K). The National annex can give the maximum value by which the minimum steel temperature of the steel $T_{N,min}$ can be below the impact test temperature T_{KV} .

ΔT_{σ} is the adjustment for stress and yield strength of material, crack imperfection and member shape and dimensions,

NOTE 2 ΔT_{σ} is equal to 0 K for the calculation of T_{Ed} according to Formula (4).2), when determining the maximum permitted thickness values according to 4.2.2.2. This is because in preparing the tabulated values in 4.2.2 a standard curve has been used for the temperature shift ΔT_{σ} that envelopes the design values of the stress intensity factor function K from applied stresses σ_{Ed} and residual stresses and includes the Wallin-Sanz-correlation between the stress intensity factor function $[K]$ and the temperature T .

NOTE 3 The National annex can limit the range of σ_{Ed} , to which the validity of values for permissible thicknesses in Table 4.2 and Table 4.3 can be restricted.

ΔT_R is a safety allowance, if required, to reflect different reliability levels for different applications

NOTE 4 When using the tabulated values according to 4.2.2 the safety element ΔT_R is equal to 0 K unless the National annex gives a different value to adjust T_{Ed} to other reliability requirements. When using material values obtained from testing, the safety element ΔT_R is equal to –38 K unless the National annex gives a different value.

$\Delta T_{\dot{\epsilon}}$ is the adjustment for a strain rate other than the reference strain rate $\dot{\epsilon}_0$, see Formula (4).5)

$\Delta T_{\epsilon_{cf}}$ is the adjustment for the degree of cold forming ϵ_{cf} , see Formula (4).6)

NOTE 5 Alternative methods can be used to determine the toughness requirements. Further information is given in 4.2.3.

4.2.2 Maximum permitted thickness values

4.2.2.1 General

(1) For Execution Class 3 and 4 the maximum permissible thickness may be selected from Table 4.2. For Execution Class 1 and 2 the maximum permissible thickness may be selected from Table 4.3 or Table 4.2 if appropriate. The Execution Class may be determined according to FprEN 1993-1-1:2022, Table A1.

NOTE 1 The procedure as illustrated in the flow chart shown in Figure 4.1 applies.

NOTE 2 Table 4.2 and Table 4.3 give the maximum permissible element thickness t_{max} appropriate to a steel grade, its toughness quality in terms of KV-value, the applied stress level $[\sigma_{Ed}]$ and the reference temperature $[T_{Ed}]$.

NOTE 3 The values in Tables 4.2 and 4.3 are based on the following assumptions:

- The values satisfy the reliability requirements of EN 1990;
- A strain rate $\dot{\varepsilon} = 4 \times 10^{-4} / s$ has been used which covers the dynamic action effects for most transient and persistent design situations;
- Non-cold-formed material with $\varepsilon_{cf} = 0 \%$;
- The nominal notch toughness values in terms of T_{27J} are based on the following product standards: EN 10025 (all parts), EN 10210-1, EN 10210-2, EN 10219-1, EN 10219-2 and EN 10149-2. For other values the following correlations have been used

$$T_{40J} = T_{27J} + 10 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (4.3)$$

$$T_{30J} = T_{27J} + 0 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (4.4)$$

NOTE 4 For members subject to fatigue all detail categories for nominal stresses in EN 1993-1-9 are covered.

NOTE 5 For structures with predominate static loading, a simplified method to account for complex geometries is given in 4.2.2.3.

In determining Table 4.2, fatigue has been considered by applying a fatigue load to a detail with an assumed initial flaw. The damage assumed in these members is one quarter of the full fatigue damage obtained from nominal stress approach according to EN 1993-1-9. This assumption permits a minimum number of periods between in-service inspections when inspections should be specified for damage tolerance according to EN 1993-1-9. An inspection at the end-of-life is only required for life extension. Fatigue loaded members designed according to EN 1993-1-9 using the safe life concept as well as statically loaded members according to Table 4.3 do not require any in-service inspection in relation to brittle fracture, provided they are executed according to the requirements of EN 1090-2.

(2) For high strain rates $\dot{\varepsilon} > 4 \times 10^{-4} / s$ (e.g. for impact loads) the tabulated values in Table 4.2 and Table 4.3 may be used by reducing T_{Ed} by $\Delta T_{\dot{\varepsilon}}$ given by Formula (4).5):

$$\Delta T_{\dot{\varepsilon}} = -\frac{1440 - f_y(t)}{550} \times \left(\ln \frac{\dot{\varepsilon}}{\varepsilon_0} \right)^{1,5} \text{ [K]} \quad (4.5)$$

with

$\dot{\varepsilon}_0 = 10^{-4} / s$ as the reference strain rate.

(3) To allow for cold forming of non-ageing steels, the tabulated values in Table 4.2 and Table 4.3 may be used by adjusting T_{Ed} by adding $\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$ given by Formula (4).6):

$$\Delta T_{\varepsilon_{cf}} = -3 \times \varepsilon_{cf} \text{ [K]} \quad (4.6)$$

with $0 \text{ K} \geq \Delta T_{\varepsilon_{cf}} \geq -45 \text{ K}$

where ε_{cf} is the value of the plastic strain due to cold forming.

(4) For circular cold-formed hollow sections according to EN 10219-1 and EN 10219-2 and other cold-formed sections to EN 1993-1-3, the adjustment in Formula (4).7) may be used due to cold forming effects:

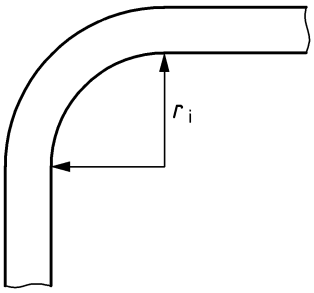
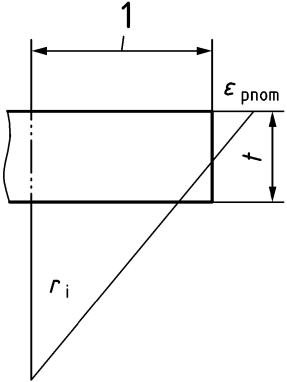
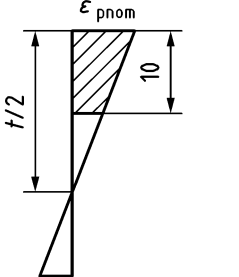
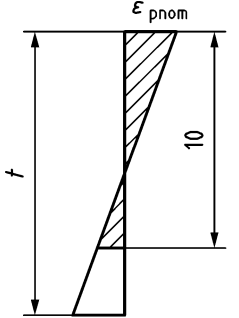
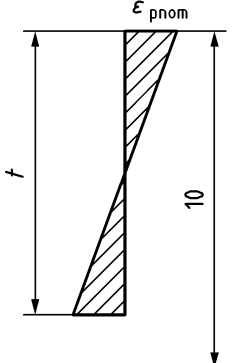
$$\Delta T_{\varepsilon_{cf}} = -3 \varepsilon_{eff} [K] \text{ for } \varepsilon_{eff} > 2 \% \quad (4.7)$$

where ε_{eff} is the average value of plastic strain in the net section.

NOTE 1 The value of ε_{eff} depends on the wall thickness and the inner radius r_i .

NOTE 2 Table 4.1 gives the relationship between the radius of the cold bend and the maximum value of plastic strain ε_{pnom} as well the value ε_{eff} for different wall thickness t .

Table 4.1 — Definition of ε_{pnom} and ε_{eff} for radius r_i of cold bend

		$\varepsilon_{pnom} = \frac{t}{2r_i + t}$
Determination of effective strain ε_{eff}		
t	ε_{pnom} distribution	ε_{eff}
≥ 20		$\varepsilon_{pnom} \left(1 - \frac{10}{t} \right)$
< 20 ≥ 10		$\frac{\varepsilon_{pnom}}{2} \left(\frac{t}{20} + \frac{(20-t)^2}{20t} \right)$
< 10		$\frac{\varepsilon_{pnom}}{2} \frac{t}{10}$

(5) For $r_i/t > 15$ cold forming effects due to production may be neglected. For $r_i/t \leq 15$, the maximum value for $\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$ may be taken as $\Delta T_{\varepsilon_{cf}} = -20$ K.

NOTE For rectangular hollow sections delivered according to EN 10219, the adjustment $\Delta T_{\varepsilon_{cf}}$ reads:

$$\Delta T_{\varepsilon_{cf}} = -35 \text{ [K]} \text{ for } t \leq 16 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{\text{e}_{\text{cf}}} = -45 \text{ [K]} \text{ for } t > 16 \text{ mm}$$

unless otherwise determined by tests.

4.2.2.2 Determination of maximum permissible values of element thickness

(1) For Execution Class 3 and 4 the maximum permissible thickness may be selected from Table 4.2. For Execution Class 1 and 2 the maximum permissible thickness may be selected from Table 4.3 or Table 4.2 if appropriate. The Execution Class may be determined according to FprEN 1993-1-1:2022, Table A1.

(2) The thicknesses are presented in terms of three stress levels expressed as proportions of the nominal yield strength:

a) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,75 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

b) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,50 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

c) $\sigma_{\text{Ed}} = 0,25 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$

(3) The value of the nominal yield strength $f_y(t)$ may be determined either from Formula (4.8) or may be taken as R_{eH} -values from the relevant product standards.

$$f_y(t) = f_{y,\text{nom}} - 0,25 \frac{t}{t_0} \left[\text{N / mm}^2 \right] \quad (4.8)$$

where

t is the thickness of the plate in mm

$$t_0 = 1 \text{ mm}$$

NOTE The tabulated values are given in terms of a choice of seven reference temperatures: +10, 0, –10, –20, –30, –40, –50, –80 and –120°C.

(4) Any extrapolations beyond the extreme values of the stresses indicated in Table 4.2 and Table 4.3 should not be done.

Table 4.2 — Maximum permissible values of element thickness t in mm for Execution Classes EXC3 and EXC4

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																																			
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120									
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$											
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	10	5	90	75	65	55	45	40	35	20	15	135	115	100	85	75	65	60	40	30									
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	15	10	125	105	90	75	65	55	45	30	15	175	155	135	115	100	85	75	50	35									
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	25	10	170	145	125	105	90	75	65	40	20	200	200	175	155	135	115	100	65	40									
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	10	5	80	70	55	50	40	35	30	20	10	125	110	95	80	70	60	55	40	25									
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	15	5	115	95	80	70	55	50	40	25	15	165	145	125	110	95	80	70	45	30									
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	20	10	155	130	115	95	80	70	55	35	20	200	190	165	145	125	110	95	60	40									
	K2,M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	25	10	180	155	130	115	95	80	70	40	20	200	200	190	165	145	125	110	70	40									
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	35	15	200	200	180	155	130	115	95	55	30	200	200	200	200	190	165	145	95	55									
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	15	10	5	5	65	55	45	40	30	25	25	15	10	110	95	80	70	60	55	45	30	20									
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	10	5	95	80	65	55	45	40	30	20	10	150	130	110	95	80	70	60	40	25									
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	15	5	135	110	95	80	65	55	45	25	15	200	175	150	130	110	95	80	55	30									
	J4	-40	27	130	110	90	75	60	50	40	20	10	180	155	135	110	95	80	65	40	20	200	200	195	170	150	130	110	70	40									
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	20	5	155	135	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	110	95	60	35									
	J5,ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	25	10	200	180	155	135	110	95	80	45	25	210	200	200	200	175	150	130	80	45									
S420	JR	20	27	35	30	20	20	15	10	10	5	-	60	50	40	35	25	20	20	10	5	100	85	75	65	55	45	40	30	20									
	J0	0	27	55	45	35	30	20	20	15	5	-	85	70	60	50	40	35	25	15	10	140	120	100	85	75	65	55	35	20									
	J2	-20	27	80	65	55	45	35	30	20	10	5	120	100	85	70	60	50	40	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	30									
	J4	-40	27	115	95	80	65	55	45	35	20	5	165	140	120	100	85	70	60	35	15	200	200	185	160	140	120	100	65	35									

	K2,M, N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	15	5	140	120	100	85	70	60	50	25	15	200	185	160	140	120	100	85	55	30
	J5,ML, NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	20	10	190	165	140	120	100	85	70	40	20	200	200	200	185	160	140	120	75	40
S460	JR	20	27	30	25	20	15	10	10	5	5	-	55	45	35	30	25	20	15	10	5	95	80	70	60	50	45	40	25	15
	J0	0	27	50	40	30	25	20	15	10	5	-	80	65	55	45	35	30	25	15	5	130	115	95	80	70	60	50	35	20
	J2	-20	27	75	60	50	40	30	25	20	10	5	110	95	80	65	55	45	35	20	10	175	150	130	115	95	80	70	45	25
	J4	-40	27	105	90	75	60	50	40	30	15	5	155	130	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	115	95	60	35
	K2,M, N	-20	40	90	75	60	50	40	30	25	10	5	130	110	95	80	65	55	45	25	10	200	175	150	130	115	95	80	50	30
	J5,ML, NL	-50	27	125	105	90	75	60	50	40	20	5	180	155	130	110	95	80	65	35	15	200	200	200	175	150	130	115	70	40
	Q	-20	30	75	60	50	40	30	25	20	10	5	110	95	80	65	55	45	35	20	10	175	150	130	115	95	80	70	45	25
	QL	-40	30	105	90	75	60	50	40	30	15	5	155	130	110	95	80	65	55	30	15	200	200	175	150	130	115	95	60	35
	QL1	-60	30	150	125	105	90	75	60	50	25	10	200	180	155	130	110	95	80	45	20	200	200	200	200	175	150	130	80	45
S500	J0	0	27	45	35	30	20	20	15	10	5	-	70	60	50	40	35	25	20	10	5	125	105	90	80	65	55	50	30	20
	K2,M, N	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	195	170	145	125	105	90	80	50	25
	ML,NL	-50	27	120	100	80	65	55	45	35	20	5	170	145	125	105	85	70	60	35	15	250	220	195	170	145	125	105	65	35
	Q	0	40	55	45	35	30	20	20	15	5	-	85	70	60	50	40	35	25	15	5	145	125	105	90	80	65	55	35	20
	Q	-20	30	65	55	45	35	30	20	20	10	5	105	85	70	60	50	40	35	20	10	170	145	125	105	90	80	65	40	25
	QL	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	195	170	145	125	105	90	80	50	25
	QL	-40	30	100	80	65	55	45	35	30	15	5	145	125	105	85	70	60	50	25	10	220	195	170	145	125	105	90	55	30
	QL1	-40	40	120	100	80	65	55	45	35	20	5	170	145	125	105	85	70	60	35	15	250	220	195	170	145	125	105	65	35
	QL1	-60	30	140	120	100	80	65	55	45	20	10	195	170	145	125	105	85	70	40	20	250	250	220	195	170	145	125	80	40

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																																			
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120									
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$											
S550	MC	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	10	5	115	95	80	65	55	45	35	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	25									
	Q	0	40	50	40	30	25	20	15	10	5	-	80	65	55	45	35	30	25	15	5	140	120	100	85	75	60	55	35	20									
	Q	-20	30	60	50	40	30	25	20	15	5	-	95	80	65	55	45	35	30	15	5	160	140	120	100	85	75	60	40	20									
	QL	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	10	5	115	95	80	65	55	45	35	20	10	185	160	140	120	100	85	75	45	25									
	QL	-40	30	90	75	60	50	40	30	25	10	5	135	115	95	80	65	55	45	25	10	210	185	160	140	120	100	85	55	30									
	QL1	-40	40	110	90	75	60	50	40	30	15	5	160	135	115	95	80	65	55	30	15	240	210	185	160	140	120	100	60	35									
	QL1	-60	30	130	110	90	75	60	50	40	20	5	185	160	135	115	95	80	65	35	15	250	240	210	185	160	140	120	75	40									
S600	MC	-20	40	70	55	45	35	30	20	15	5	-	105	90	75	60	50	40	35	20	5	175	155	130	110	95	80	70	40	20									
S620	Q	0	40	45	35	25	20	15	15	10	5	-	70	60	50	40	30	25	20	10	5	130	110	95	80	65	55	50	30	15									
	Q	-20	30	55	45	35	25	20	15	15	5	-	85	70	60	50	40	30	25	15	5	150	130	110	95	80	65	55	35	20									
	QL	-20	40	65	55	45	35	25	20	15	5	-	105	85	70	60	50	40	30	15	5	175	150	130	110	95	80	65	40	20									
	QL	-40	30	80	65	55	45	35	25	20	10	5	125	105	85	70	60	50	40	20	10	200	175	150	130	110	95	80	50	25									
	QL1	-40	40	100	80	65	55	45	35	25	15	5	145	125	105	85	70	60	50	25	10	230	200	175	150	130	110	95	55	30									
	QL1	-60	30	120	100	80	65	55	45	35	15	5	170	145	125	105	85	70	60	30	15	250	230	200	175	150	130	110	65	35									

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T_{Ed} [°C]																															
		T [°C]	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120					
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S650	MC	-20	40	65	50	40	35	25	20	15	5	-	100	85	70	55	45	40	30	15	5	170	145	125	105	90	75	65	40	20					
S690 a	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	5	-	65	55	45	35	30	20	20	10	5	120	100	85	75	60	50	45	25	15					
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	5	-	80	65	55	45	35	30	20	10	5	140	120	100	85	75	60	50	30	15					
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	5	-	95	80	65	55	45	35	30	15	5	165	140	120	100	85	75	60	35	20					
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	10	-	115	95	80	65	55	45	35	20	5	190	165	140	120	100	85	75	45	20					
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	10	5	135	115	95	80	65	55	45	25	10	200	190	165	140	120	100	85	50	25					
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	15	5	160	135	115	95	80	65	55	30	10	200	200	190	165	140	120	100	60	30					
S700	MC	-20	40	60	45	40	30	25	20	15	5	-	95	80	65	55	45	35	30	15	5	165	140	120	100	85	70	60	35	20					

a For ordering products made of S690 steels, the test temperature T_{KV} for the selected subgrade shall be specified.

Linear interpolation may be used in applying Table 4.2. Most applications require σ_{Ed} values between $\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$ and $\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$.

Where a dash is shown in Table 4.2 the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought.

Table 4.2 has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product can be lower than the values for specimens in the direction of the rolling. If required, minimum Charpy energy values perpendicular to the rolling direction may be specified in accordance with product standard options.

NOTE 1 For elements under compression stress see 4.1 (4).

NOTE 2 All the sizes shown in Table 4.2 are not necessarily included in the relevant product standards.

Table 4.3 — Maximum permissible values of element thickness t in mm for Execution Classes EXC1 and EXC2

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T_{Ed} [°C]																																			
		T [°C]	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120									
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$											
S235	JR	20	27	250	250	170	120	90	65	50	25	15	250	250	250	250	190	145	110	55	30	250	250	250	250	250	250	250	135	75									
	J0	0	27	250	250	250	250	170	120	90	40	15	250	250	250	250	250	250	190	85	40	250	250	250	250	250	250	250	200	100									
	J2	-20	27	250	250	250	250	250	250	170	65	25	250	250	250	250	250	250	250	145	55	250	250	250	250	250	250	250	250	250	135								
S275	JR	20	27	250	185	130	95	70	50	40	20	10	250	250	250	205	150	115	90	45	25	250	250	250	250	250	250	215	120	65									
	J0	0	27	250	250	250	185	130	95	70	30	15	250	250	250	250	250	205	150	70	30	250	250	250	250	250	250	250	175	85									
	J2	-20	27	250	250	250	250	250	185	130	50	20	250	250	250	250	250	250	250	115	45	250	250	250	250	250	250	250	250	250	120								
	K2,M,N	-20	40	250	250	250	250	250	250	185	70	25	250	250	250	250	250	250	250	150	55	250	250	250	250	250	250	250	250	250	140								
	ML,NL	-50	27	250	250	250	250	250	250	250	130	40	250	250	250	250	250	250	250	250	90	250	250	250	250	250	250	250	250	250	215								
S355	JR	20	27	165	115	85	60	45	35	25	10	5	250	250	190	140	105	80	60	30	15	250	250	250	250	250	210	165	90	50									
	J0	0	27	250	240	165	115	85	60	45	20	5	250	250	250	250	190	140	105	45	20	250	250	250	250	250	250	250	135	65									
	J2	-20	27	250	250	250	240	165	115	85	35	10	250	250	250	250	250	250	190	80	30	250	250	250	250	250	250	250	210	90									
	J4	-40	27	250	250	250	250	250	240	165	60	20	250	250	250	250	250	250	250	140	45	250	250	250	250	250	250	250	250	250	135								
	K2,M,N	-20	40	250	250	250	250	240	165	115	45	15	250	250	250	250	250	250	250	105	35	250	250	250	250	250	250	250	250	250	110								
	J5,ML,NL	-50	27	250	250	250	250	250	250	240	85	25	250	250	250	250	250	250	250	190	60	250	250	250	250	250	250	250	250	250	165								
S420	JR	20	27	120	85	60	45	30	25	20	10	5	250	200	145	105	80	60	45	25	10	250	250	250	250	225	175	140	75	40									
	J0	0	27	250	175	120	85	60	45	30	15	5	250	250	250	200	145	105	80	35	15	250	250	250	250	250	250	225	110	55									
	J2	-20	27	250	250	250	175	120	85	60	25	10	250	250	250	250	250	200	145	60	25	250	250	250	250	250	250	250	175	75									
	J4	-40	27	250	250	250	250	250	175	120	45	15	250	250	250	250	250	250	250	105	35	250	250	250	250	250	250	250	250	250	110								

	M,N	-20	40	250	250	250	250	175	120	85	30	10	250	250	250	250	250	250	200	80	30	250	250	250	250	250	250	250	225	90
	J5,ML, NL	-50	27	250	250	250	250	250	250	175	60	20	250	250	250	250	250	250	250	145	45	250	250	250	250	250	250	250	250	140
S460	JR	20	27	105	70	50	35	25	20	15	5	-	235	170	125	90	70	50	40	20	10	250	250	250	250	200	155	125	65	35
	J0	0	27	210	145	105	70	50	35	25	10	5	250	250	235	170	125	90	70	30	15	250	250	250	250	250	250	200	100	45
	J2	-20	27	250	250	210	145	105	70	50	20	5	250	250	250	250	235	170	125	50	20	250	250	250	250	250	250	250	155	65
	J4	-40	27	250	250	250	250	210	145	105	35	10	250	250	250	250	250	250	235	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100
	K2,M, N	-20	40	250	250	250	210	145	105	70	25	10	250	250	250	250	250	240	170	70	25	250	250	250	250	250	250	250	205	80
	J5,ML, NL	-50	27	250	250	250	250	250	210	145	50	15	250	250	250	250	250	250	250	125	40	250	250	250	250	250	250	250	250	125
	Q	-20	30	250	250	210	145	105	70	50	20	5	250	250	250	250	240	170	125	50	20	250	250	250	250	250	250	250	155	65
	QL	-40	30	250	250	250	250	210	145	105	35	10	250	250	250	250	250	250	240	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100
	QL1	-60	30	250	250	250	250	250	250	210	70	20	250	250	250	250	250	250	250	170	50	250	250	250	250	250	250	250	250	155
S500	J0	0	27	180	125	90	60	45	30	25	10	5	250	250	205	150	110	80	60	25	10	250	250	250	250	250	240	185	90	40
	K2,M, N	-20	40	250	250	250	180	125	90	60	25	5	250	250	250	250	250	205	150	60	20	250	250	250	250	250	250	250	185	70
	ML,NL	-50	27	250	250	250	250	250	180	125	45	10	250	250	250	250	250	250	250	110	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110
	Q	0	40	250	180	125	90	60	45	30	10	5	250	250	250	205	150	110	80	35	15	250	250	250	250	250	250	240	110	50
	Q	-20	30	250	250	180	125	90	60	45	15	5	250	250	250	250	205	150	110	45	15	250	250	250	250	250	250	250	140	60
	QL	-20	40	250	250	250	180	125	90	60	25	5	250	250	250	250	250	205	150	60	20	250	250	250	250	250	250	250	185	70
	QL	-40	30	250	250	250	250	180	125	90	30	10	250	250	250	250	250	250	205	80	25	250	250	250	250	250	250	250	240	90
	QL1	-40	40	250	250	250	250	250	180	125	45	10	250	250	250	250	250	250	250	110	35	250	250	250	250	250	250	250	250	110
	QL1	-60	30	250	250	250	250	250	250	180	60	15	250	250	250	250	250	250	250	150	45	250	250	250	250	250	250	250	250	140

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																																			
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120									
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$											
S550	MC	-20	40	250	250	215	150	105	75	50	20	5	250	250	250	250	245	175	125	50	15	250	250	250	250	250	250	250	250	160	65								
	Q	0	40	215	150	105	75	50	35	25	10	5	250	250	245	175	125	90	65	30	10	250	250	250	250	250	250	210	100	45									
	Q	-20	30	250	215	150	105	75	50	35	15	5	250	250	250	245	175	125	90	35	15	250	250	250	250	250	250	250	125	50									
	QL	-20	40	250	250	215	150	105	75	50	20	5	250	250	250	250	245	175	125	50	15	250	250	250	250	250	250	250	160	65									
	QL	-40	30	250	250	250	215	150	105	75	25	5	250	250	250	250	250	245	175	65	20	250	250	250	250	250	250	250	210	80									
	QL1	-40	40	250	250	250	250	215	150	105	35	10	250	250	250	250	250	250	245	90	30	250	250	250	250	250	250	250	250	100									
	QL1	-60	30	250	250	250	250	250	215	150	50	15	250	250	250	250	250	250	250	125	35	250	250	250	250	250	250	250	250	125									
S600	MC	-20	40	250	250	185	130	90	60	45	15	5	250	250	250	250	210	150	110	40	15	250	250	250	250	250	250	250	145	55									
S620	Q	0	40	175	120	85	60	40	30	20	5	-	250	250	200	145	105	75	55	25	10	250	250	250	250	250	240	180	85	35									
	Q	-20	30	250	175	120	85	60	40	30	10	5	250	250	250	200	145	105	75	30	10	250	250	250	250	250	250	240	105	45									
	QL	-20	40	250	250	175	120	85	60	40	15	5	250	250	250	250	200	145	105	40	15	250	250	250	250	250	250	250	135	55									
	QL	-40	30	250	250	250	175	120	85	60	20	5	250	250	250	250	250	200	145	55	15	250	250	250	250	250	250	250	180	65									
	QL1	-40	40	250	250	250	250	175	120	85	30	5	250	250	250	250	250	250	200	75	25	250	250	250	250	250	250	250	240	85									
	QL1	-60	30	250	250	250	250	250	175	120	40	10	250	250	250	250	250	250	250	105	30	250	250	250	250	250	250	250	250	105									

Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T_{Ed} [°C]																															
		T [°C]	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-80	-120					
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$												$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$							
S650	MC	-20	40	250	230	160	110	75	55	35	15	5	250	250	250	250	185	130	95	35	10	250	250	250	250	250	250	250	130	50					
S690 a	Q	0	40	140	100	70	45	35	25	15	5	-	250	235	165	120	85	60	45	20	5	250	250	250	250	250	205	155	70	30					
	Q	-20	30	205	140	100	70	45	35	25	10	-	250	250	235	165	120	85	60	25	10	250	250	250	250	250	250	205	90	35					
	QL	-20	40	250	205	140	100	70	45	35	10	5	250	250	250	235	165	120	85	35	10	250	250	250	250	250	250	250	120	45					
	QL	-40	30	250	250	205	140	100	70	45	15	5	250	250	250	250	235	165	120	45	15	250	250	250	250	250	250	250	155	55					
	QL1	-40	40	250	250	250	205	140	100	70	25	5	250	250	250	250	250	235	165	60	20	250	250	250	250	250	250	250	205	70					
	QL1	-60	30	250	250	250	250	205	140	100	35	10	250	250	250	250	250	250	235	85	25	250	250	250	250	250	250	250	250	90					
S700	MC	-20	40	250	200	135	95	65	45	30	10	-	250	250	250	225	160	115	85	30	10	250	250	250	250	250	250	250	115	45					
a For ordering products made of S690 steels the test temperature T_{KV} for the selected subgrade shall be specified.																																			
Linear interpolation may be used in applying Table 4.3. Most applications require σ_{Ed} values between $\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$ and $\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$.																																			
Where a dash is shown in Table 4.3 the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought.																																			
Table 4.3 has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product can be lower than the values for specimens in the direction of the rolling. If required, minimum Charpy energy values perpendicular to the rolling direction can be specified in accordance with product standard options.																																			
NOTE 1 For elements under compression stress see 4.1 (4).																																			
NOTE 2 All the sizes shown in Table 4.3 are not necessarily included in the relevant product standards.																																			
NOTE 3 The tabulated values are for structural details that conform to Detail Categories of EN 1993-1-9. For more complex geometries and reduction factors due to fabrication see 4.2.2.3.																																			

4.2.2.3 Details not conforming to EN 1993-1-9 and complex joints

(1) For details not covered by detailed tables related to nominal stress methods according to EN 1993-1-9 and joints which in light of brittle fracture are complex in terms of stress states, fabrication or inspection for Execution Class 1 and 2 in non-fatigue cases, a simple approach to avoid evaluation by using Fracture Mechanics in 4.2.3 may be applied.

NOTE Complex joints are joints where tensile stresses are present in more than one plane due to the applied loading (or restraint due to joint geometry).

(2) As a simple approach, the reduction factors in Table 4.5 may be applied to the permissible values of element thickness in Table 4.3.

(3) The weighted sum of the factors $W_c = W_{ca} + W_{cb} + W_{cc} + W_{cd} + W_{ce}$ given in Table 4.4 should be used for the determination of the reduction factors according to Table 4.5.

(4) In addition to requirements for Charpy energy values KV in the direction of the rolling according to Table 4.3 or subclause 4.5, for complex joints Charpy energy values KV in the transverse rolling direction may be tested and the avoidance of lamellar tearing shall be considered.

NOTE 1 The values for the reduction factors are given in Table 4.5, unless the National annex defines other values.

NOTE 2 For spade details under quasi-static loads, specific rules are provided in Annex A.

(5) Table 4.4 should not be applied for details given in the tables belonging to the nominal stress method of EN 1993-1-9.

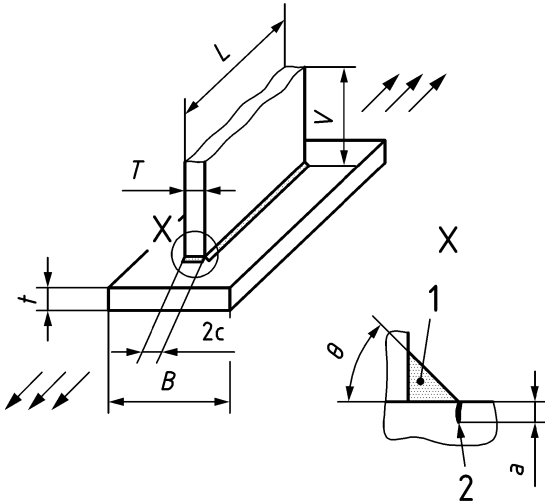
(6) For elements in EXC3 not subject to fatigue actions, this approach should be applied. The minimum thicknesses from Table 4.2 and from the approach in this subclause may be adopted for complex joints.

Table 4.4 — Selection of weighting factors for detail complexity

	Factor of influence	Level of influencing parameters	W-value
a)	Degree of triaxiality due to nominal stresses	Uniaxial (Reference, see e.g. Figure 4.2)	$W_{ca} = 0$
		Biaxial	$W_{ca} = 2$
		Multiaxial, see e.g. Figure 4.3	$W_{ca} = 5$
b)	Degree of stress concentration	Medium (Reference, see e.g. Figure 4.2)	$W_{cb} = 0$
		High	$W_{cb} = 2$
c)	Accessibility of NDT during fabrication	Normal (Reference, see e.g. Figure 4.2)	$W_{cc} = 0$
		Difficult, see e.g. Figure 4.3	$W_{cc} = 1$
d)	Fabrication of holes	No holes (Reference, see e.g. Figure 4.2)	$W_{cd} = 0$
		Drilled	$W_{cd} = 0$
		Punched	$W_{cd} = 1$
e)	Level of residual stresses σ_{res}	$\sigma_{res} < 0,5 f_y$ (after stress relieving due to heat treatment)	$W_{ce} = -1$
		$0,75 f_y < \sigma_{res} < 1,0 f_y$ (Reference, see e.g. Figure 4.2)	$W_{ce} = 0$

Table 4.5 — Reduction factors

Weighting factors	$-1 \leq Wc \leq 2$	$3 \leq Wc \leq 4$	$5 \leq Wc \leq 6$	$7 \leq Wc \leq 9$
Reduction Factors	1,0	0,75	0,50	0,35



Key

- 1 fillet weld
- 2 semi-elliptical surface crack

Figure 4.2 — Example of reference detail

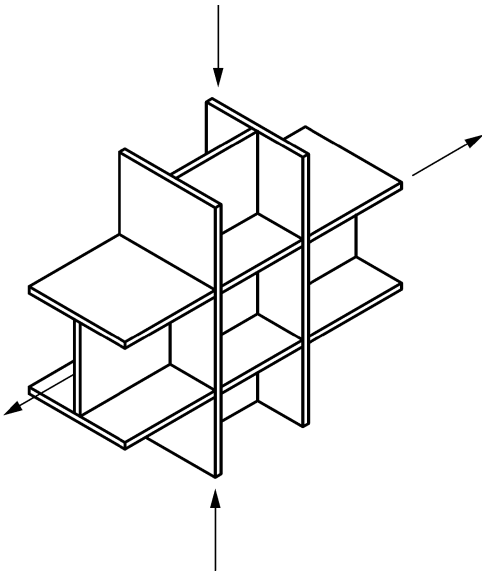


Figure 4.3 — Example detail for multiaxial loading and with difficult accessibility for NDT depending on the member sizes.

4.2.3 Evaluation using fracture mechanics

(1) If more rigorous methods are needed to obtain results which are more refined than those given in 4.2.2, then a specific verification should be carried out using fracture mechanics or fracture mechanics assisted by fracture tests on large-scale test specimens.

(2) Using fracture mechanics or fracture mechanics assisted by testing, the potential failure mechanism should be modelled assuming residual stresses where appropriated and using a suitable flaw that reduces the net section of the material thus making it more susceptible to failure by fracture of the reduced section.

(3) The flaw should meet the following requirements:

- location and shape should be appropriate for the structural detail considered. The fatigue classification tables in EN 1993-1-9 may be used for guidance on appropriate crack positions.
- for members not susceptible to fatigue, the size of the flaw should be the maximum likely to have been left uncorrected in inspections carried out to EN 1090. The assumed flaw should be located at the position of the most adverse stress concentration.
- for members susceptible to fatigue, the size of the flaw should consist of an initial flaw grown by fatigue. The size of the initial crack should be chosen such that it represents the minimum value detectable by the inspection methods used in accordance with EN 1090. The crack growth from fatigue should be calculated with an appropriate fracture mechanics model using loads experienced during the design safe working life or an inspection interval (as relevant).

(4) For numerical evaluation using fracture mechanics, the toughness requirement and the design toughness property of the materials may be expressed in terms of $CTOD$ values, J -integral values, K_{IC} values, or KV -values. A comparison should be made using suitable fracture mechanics methods.

(5) Alternatively to (4), the following condition for the reference temperature may be met:

$$T_{Ed} \geq T_{Rd} \quad (4.9)$$

where

T_{Rd} is the temperature at which a safe level of fracture toughness can be relied upon under the conditions being evaluated

(6) If a structural detail, whether subjected to fatigue or not, cannot be allocated to either a specific detail category from EN 1993-1-9 or one of complex joints according to 4.2.2.3 or if more rigorous methods are needed to obtain results which are more refined than those given in Table 4.2 or Table 4.3, then a specific verification should be carried out using fracture tests on large scale test specimens.

NOTE The conditions to carry out the tests, the procedure for the large-scale testing and the evaluation of the test results can be defined in the National annexes.

(7) Large scale testing evaluation may be carried out using one or more large-scale test specimens. To achieve realistic results, the specimens should be constructed and loaded in a similar way to the actual structure.

NOTE The numerical evaluation of the test results can be undertaken using the methodology given in EN 1990:2002, Annex D.

4.3 Materials with additional fracture toughness requirements in relation to upper shelf

(1) In addition to the provisions given in FprEN 1993-1-1:2022, 5.2 and in 4.2 of this document, for material thickness $t > 30\text{mm}$ for steel grade S275, S355 and for S235 where specified below, the following requirement should apply:

- For EXC1 the minimum toughness requirements should be JR.
- For EXC2 and for statically loaded steel work in EXC3, the minimum toughness requirements should be J0.
- For fatigue loaded steelwork in EXC3, the minimum toughness requirements should be J2 for steel grade S235, S275 and S355.
- For EXC4, fine grain steels should be used.

(2) The design against brittle fracture according to Clause 4.2 could lead to higher minimum toughness requirements than mentioned in (1). In such cases the higher of both toughness requirements should be used.

(3) Where a further test is required, a minimum energy KV_{us} should not be less than 100 J in a Charpy-V-notch impact test at room temperature. For fine grain steels, no test of KV_{us} is necessary.

NOTE 1 The National annex can determine the scope of application, provide alternative requirements or alternative procedures for 4.3. This includes the conditions where the further test in paragraph (3) is required.

NOTE 2 Fine grain steels are steels with a ferritic grain size equivalent index of ≥ 6 , see EN ISO 643.

(4) For elements not subject to tension stresses, the provisions of 4.3 do not apply.

4.4 Materials with additional fracture toughness requirements in relation to seismic design

(1) For structures where seismic design is required, the following requirements should apply to dissipative elements:

- For structures classified as DC1 with regards to Seismic Ductility Class according to EN 1998, the minimum toughness requirements should be J2.
- For structures classified as DC2 or DC3, fine grain steels should be used.

(2) The design against brittle fracture according to Clause 4.2 could lead to higher minimum toughness requirements than mentioned in (1). In such cases the higher of both toughness requirements should be used.

(3) Where a further test is required, a minimum energy KV_{us} should not be less than 125 J in a Charpy-V-notch impact test at room temperature. For fine grain steels, no test of KV_{us} is necessary.

NOTE 1 The National annex can determine alternative requirements or alternative procedures for 4.4. This includes the conditions where the further test in clause (3) is required.

NOTE 2 Fine grain steels are steels with a ferritic grain size equivalent index of ≥ 6 , see EN ISO 643.

4.5 Additional material requirements when welding in cold formed zones

- (1) For welding in cold-formed zones, additional material requirements shall be taken into account.
- (2) The cold-formed zone includes the corner and a distance of $5t$ either side as depicted in the figure in Table 4.6. Welding shall be permitted in this zone provided the steel grade is lower or equal to S460 and one of the following conditions are satisfied:
 - the cold-formed zones are normalized after cold forming but before welding,
 - the r/t -ratio and the thickness satisfy the relevant values obtained from Table 4.6.
- (3) Cold-formed stress relieved rectangular hollow sections should be treated as cold-formed sections.

Table 4.6 — Conditions for welding cold-formed corners and adjacent material

r_i/t	Strain due to cold forming [%]	Maximum thickness t [mm]		
		Generally		Fully killed - / Aluminium-killed steel ($Al \geq 0,02 \%$)
		Predominantly static loading	Where fatigue predominates	
≥ 25	≤ 2	any	any	any
≥ 10	≤ 5	any	16	any
$\geq 3,0$	≤ 14	24	12	24
$\geq 2,0$	≤ 20	12	10	12
$\geq 1,5$	≤ 25	8	8	10
$\geq 1,0$	≤ 33	4	4	6

NOTE For cold-formed hollow sections of steel grades up to and equal S460 according to EN 10219 which do not satisfy the inside corner-to-thickness (r/t) limits in Table 4.6, welding in the cold-formed corners and adjacent distances of $5t$ from the corners can be carried out if the following are satisfied:

- thickness $t \leq 12,5$ mm;
- the steel is aluminium killed;
- the steel quality is J2H, K2H, MH, MLH, NH or NLH;
- the chemical analysis meets the following limits: $C \leq 0,18 \%$, $P \leq 0,02 \%$ and $S \leq 0,012 \%$.

- (4) Welding in cold-formed zones may be used if it can be demonstrated by tests that welding is acceptable for that particular application.

5 Avoidance of lamellar tearing by the specification of through thickness properties

5.1 General

(1) The following aspects should be considered in the selection of steel assemblies or connections to safeguard against lamellar tearing:

- the criticality of the location in terms of applied tensile stress and the degree of redundancy;
- the strain in the through-thickness direction in the element to which the connection is made.

NOTE 1 This strain arises from the shrinkage of the weld metal as it cools. It is greatly increased where free movement is restrained by other portions of the structure.

- the nature of the joint detail, in particular welded cruciform, tee and corner joints with full penetration butt welds and fillet welds.

NOTE 2 For example, at the locations shown in Figure 5.1, the horizontal plate might have poor ductility in the through-thickness direction. Lamellar tearing is most likely to arise if the strain in the connection acts through the thickness of the material, which occurs if the fusion face is roughly parallel to the surface of the material and the induced shrinkage strain is perpendicular to the direction of rolling of the material. The heavier the weld, the greater is the susceptibility.

- chemical properties of transversely stressed material.

NOTE 3 High sulphur levels in particular, even if significantly below normal steel product standard limits, can increase the risk of lamellar tearing.

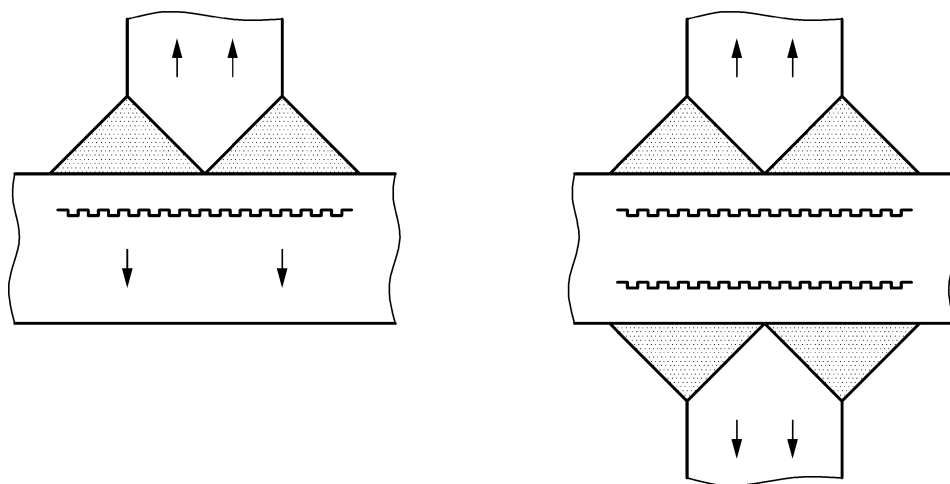


Figure 5.1 — Lamellar tearing

(2) The choice of quality option should be selected from Table 5.1 depending on the consequences of lamellar tearing. Irrespective of which option is adopted, the specification of through thickness properties may be combined with pre- and /or post-fabrication inspection.

(3) The use of Option 1 in Table 5.1 is recommended.

NOTE The National annex can stipulate the use of Option 2.

Table 5.1 — Choice of quality option

Option	Application of guidance	Note
1	General application to all prefabricated components independently on the material and end use.	The specification of through thickness properties from EN 10164 is recommended. As an alternative, ultrasonic inspection prior to fabrication in accordance with EN 10160 is permitted.
2	Application restricted to cases of high risks associated to lamellar tearing.	Post fabrication inspection should be used to identify whether lamellar tearing has occurred in the weld zone as indicated in Figure 5.1 provided the minimum hold times after welding have been observed.

(4) The susceptibility of the material should be determined by measuring the through-thickness ductility quality to EN 10164, which is expressed in terms of quality classes identified by Z-values.

NOTE Guidance on the avoidance of lamellar tearing during welding is given in EN 1011-2 including the sulphur content of the parent metal.

5.2 Procedure

(1) Lamellar tearing may be neglected if the condition in Formula (5).1) is satisfied:

$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd} \quad (5.1)$$

where

Z_{Ed} is the required design Z-value resulting from the magnitude of strains from restrained metal shrinkage under the weld beads.

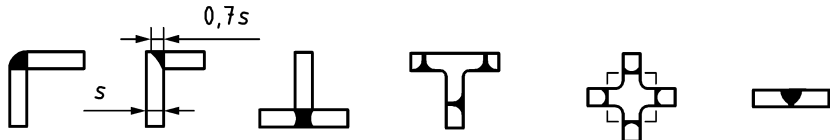
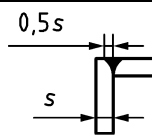
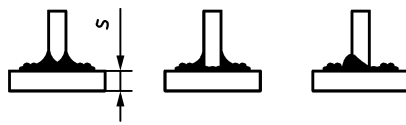
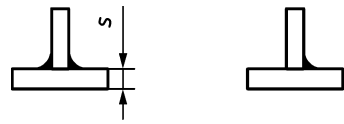
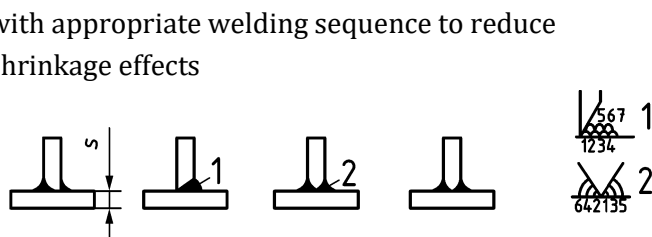
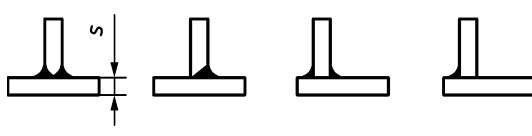
Z_{Rd} is the available design Z-value for the material according to EN 10164, i.e. Z15, Z25 or Z35.

(2) The required design value Z_{Ed} may be determined using Formula (5).2):

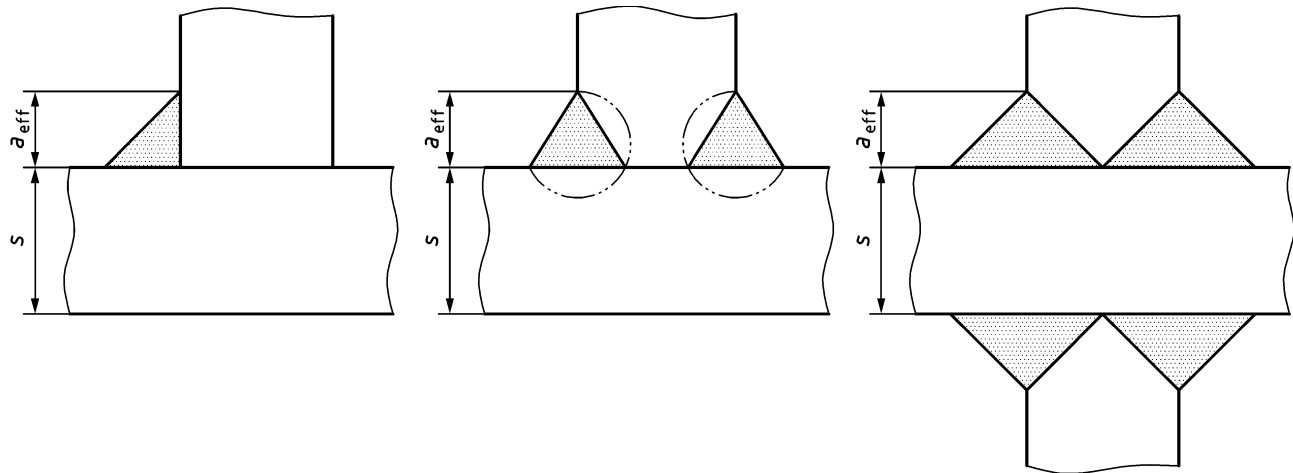
$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e \quad (5.2)$$

in which Z_a , Z_b , Z_c , Z_d and Z_e are as given in Table 5.2.

Table 5.2 — Criteria affecting the design value of Z_{Ed}

	Factor of influence	Influencing parameters	Z value
a)	Weld depth relevant for straining from metal shrinkage	Effective weld depth a_{eff} (see Figure 5.2)	Z_i
		$a_{eff} \leq 7\text{mm}$	$Z_a = 0$
		$7 < a_{eff} \leq 10\text{mm}$	$Z_a = 3$
		$10 < a_{eff} \leq 20\text{mm}$	$Z_a = 6$
		$20 < a_{eff} \leq 30\text{mm}$	$Z_a = 9$
		$30 < a_{eff} \leq 40\text{mm}$	$Z_a = 12$
		$40 < a_{eff} \leq 50\text{mm}$	$Z_a = 15$
		$a_{eff} > 50$	$Z_a = 15$
b)	Shape and position of welds in T- and cruciform- and corner-connections		$Z_b = -25$
		corner joints 	$Z_b = -10$
		single run fillet welds $Z_a = 0$ or fillet welds with $Z_a > 1$ with buttering with low strength weld material 	$Z_b = -5$
		multi run fillet welds 	$Z_b = 0$
		partial and full penetration plus fillets welds with appropriate welding sequence to reduce shrinkage effects 	$Z_b = 3$
		partial and full penetration welds plus fillet welds near corners 	$Z_b = 5$
		corner joints 	$Z_b = 8$
c)	Effect of material thickness restraint on shrinkage	$s \leq 10\text{mm}$	$Z_c = 2^a$
		$10 < s \leq 20\text{mm}$	$Z_c = 4^a$
		$20 < s \leq 30\text{mm}$	$Z_c = 6^a$
		$30 < s \leq 40\text{mm}$	$Z_c = 8^a$

		$40 < s \leq 50\text{mm}$	$Z_c = 10^a$
		$50 < s \leq 60\text{mm}$	$Z_c = 12^a$
		$60 < s \leq 70\text{mm}$	$Z_c = 15^a$
		$s > 70$	$Z_c = 15^a$
d)	Remote restraint of shrinkage after welding by other portions of the structure	Low restraint: Free shrinkage possible (e.g. T-joints)	$Z_d = 0$
		Medium restraint: Free shrinkage restricted (e.g. diaphragms in box girders)	$Z_d = 3$
		High restraint: Free shrinkage not possible (e.g. stringers in orthotropic deck plates)	$Z_d = 5$
e)	Influence of preheating	Without preheating	$Z_e = 0$
		Preheating $\geq 100^\circ\text{C}$	$Z_e = -8$
^a May be reduced by 50 % when the material is in compression in the through-thickness direction due to predominantly static loads.			



NOTE Only one effective weld depth per detail is to be considered.

Figure 5.2 — Effective weld depth a_{eff} for shrinkage

(3) The appropriate Z_{Rd} -Quality class according to EN 10164 may be obtained by applying an available design Z-value Z_{Rd} .

NOTE For design Z-values Z_{Rd} , see FprEN 1993-1-1 and EN 1993-2 to EN 1993-6.

Annex A
(informative)

Specific rules for gusset plates with cut-outs in spade details

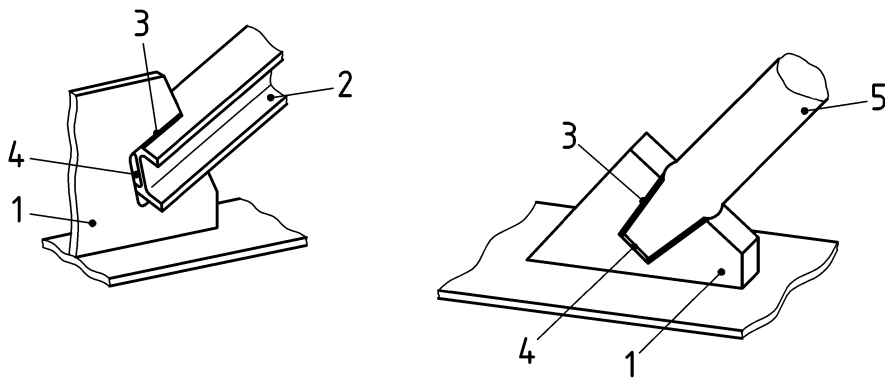
A.1 Use of this annex

(1) This informative annex contains the provisions for the selection of gusset plate material in spade details where the profile section is inserted into a cut-out in the gusset plate.

NOTE National choice on the application of this informative annex is given in the national annex. If the national annex contains no information on the application of this informative annex, it can be used.

A.2 Scope and field of application

(1) This informative Annex covers the specific selection process for welded spade details made of circular hollow sections, solid bars and rolled H- or I-profiles in accordance with Figure A.1 subject to predominantly static loading only.



Key

- Gusset plate
- Inserted H-profile
- Weld
- Gap
- Inserted solid bar

Figure A.1 — Examples for spade details with different design.

(2) The rules have been derived for details with a gap at the end of the inserted profile, where load transfer only occur at longitudinal welds on both side of the inserted profile. However, the rules are conservative for cases where the gap length (L_{Sp}) is reduced to a minimum.

A.3 Selection process

(1) The choice of material in relation to spade details is concerned with the gusset plates. It is dependent on:

- gusset plate steel grade, see 1.1(4),
- minimum steel temperature, see 4.2.1,
- maximum applied nominal stress σ_{Ed} , see 4.2.1,
- main geometric parameters, see A.4 instead of 4.2.3,
- inhomogeneity of toughness, and
- safety allowance, see 4.2.1.

A.4 Determination of main geometric parameters and maximum applied stress σ_{Ed}

(1) The relevant geometric parameters for the choice of material for spade details are shown in Figure A.2. The main values and related values are as follows:

- Thickness of attached gusset plate t
- Net cross section at one side of the gusset plate measured from the gap, see section A-A w_1^*
- Width of the gap H related to w_1^* or w_2^* $H/2w_1^*$
- Length of the weld L longitudinal to inserted profile related to w_1^* or w_2^* L/w_1^*

NOTE For the following simplified method using tabulated values sharp notches like cracks are assumed at the edges of the gap.

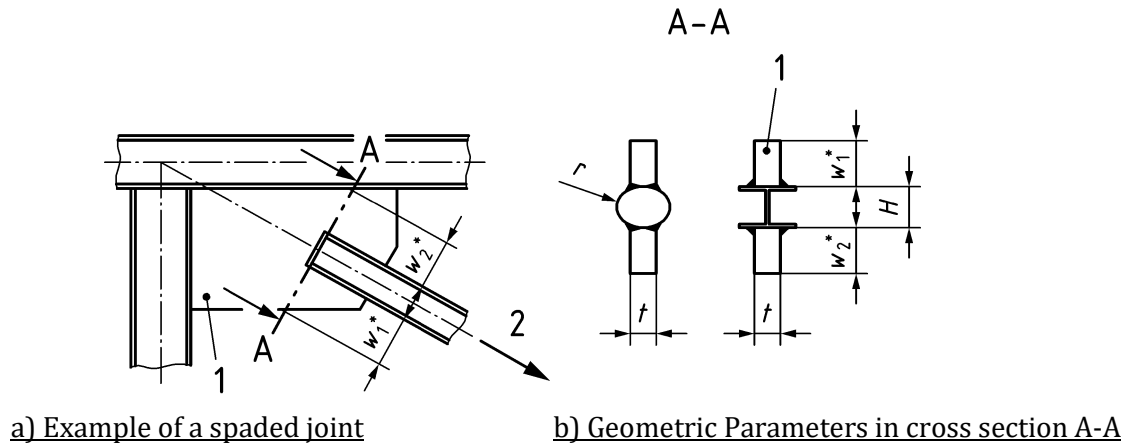
(2) The main design values of the nominal stress σ_{Ed} resulting from design value of the force D_{Ed} in the inserted profile should be calculated in section A-A shown in Figure A.2 using net cross section, see Formula (A.1).

$$\sigma_{Ed} = \frac{D_{Ed}}{A_{net}} = \frac{D_{Ed}}{(w_1^* + w_2^*) \cdot t} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.1})$$

D_{Ed} Force in the profile inserted in the gusset plate

A_{net} net cross section in section A-A

(3) The use of Formula (A.1) shall be limited to a maximum net width w_1^* and w_2^* smaller or equal than 1,5 times the minimum net width w_1^* or w_2^* .



Key

Gusset plate

Force in the inserted profile

Figure A.2 — Definition of the geometric parameters and location of the main net cross section A-A.

A.5 Determination of maximum allowable geometric parameters

(1) The relevant geometric parameter for the choice of material for spade details is the net cross section at one side of the gusset plate measured from the gap w_i^* . The width w_i^* should be determined for both sides w_1^* and w_2^* .

(2) An orientation for normal, favourable and un-favourable values of different geometric parameters of spaded details may be taken from Table A.1.

(3) Table A.2 to Table A.7 give the maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* . The widths are presented in terms of three stress levels expressed as proportions of the nominal yield strength:

$$\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

where $f_y(t)$ may be determined as mentioned in 4.2.2.2.

Each table is related to specific geometric parameters and related parameters defined in A.4. Furthermore, the tabulated values are given in terms of a choice of seven reference temperatures T_{Ed} : +10, 0, -10, -20, -30, -40 and -50°C.

(4) Linear interpolation may be used in applying Table A.2 to Table A.7.

(5) Extrapolations beyond the extreme values of the stresses indicated in Table A.2 till Table A.7 are not valid.

(6) Details with geometric parameters which do not comply with normal values or better should not be adopted using Table A.2 to Table A.7 inclusive.

(7) Details whose geometric parameters lie between normal and favourable values should be determined by using table for normal values.

(8) Details whose geometric parameters lie between normal and un-favourable should have the toughness determined using fracture mechanics.

Table A.1 — Combination of geometric parameters

parameters		un-favourable value	usual value	favourable value
w_i^*	[mm]	300	130	80
L/w_i^*	[-]	$\geq 0,8$	$\geq 1,3$	$\geq 1,6$
$H/2w_i^*$	[-]	$\leq 1,2$	$\leq 0,55$	$\leq 0,4$

Table A.2 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for usual geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 120$ mm

L/ $w_i^* \geq 1,3$ H/ $2w_i^* \leq 0,55$ t ≤ 120 mm																								
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																				
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$						$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$						$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$								
S235	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	60	50	30	30	20	-	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-	140	90	60	50	30	30	20
	J2	-20	27	40	30	-	-	-	-	-	120	70	50	30	20	-	-	340	220	140	90	60	50	30
S275	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	40	30	20	-	-	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	40	20	-	-	-	-	-	120	80	50	40	30	20	-
	J2	-20	27	30	20	-	-	-	-	-	90	50	40	20	-	-	-	280	180	120	80	50	40	30
	M, N	-20	40	50	30	20	-	-	-	-	140	90	50	40	20	-	-	all	280	180	120	80	50	40
	ML, NL	-50	27	140	80	50	30	20	-	-	380	230	140	90	50	40	20	all	all	all	280	180	120	80
S355	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	30	20	-	-	-	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	80	50	40	30	20	-	-
	J2	-20	27	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-	190	120	80	50	40	30	-
	K2, M, N	-20	40	30	-	-	-	-	-	-	80	50	30	20	-	-	-	310	190	120	80	50	40	30
	ML, NL	-50	27	80	40	30	-	-	-	-	230	140	80	50	30	20	-	all	all	310	190	120	80	50
S420	M, N	-20	40	-	-	-	-	-	-	-	50	40	20	-	-	-	-	240	150	90	60	40	30	20
	ML, NL	-50	27	50	30	-	-	-	-	-	160	90	50	40	20	-	-	all	380	240	150	90	60	40
S460	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	30	20	-	-	-	-	-	130	80	50	40	30	20	-
	M, N	-20	40	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-	200	130	80	50	40	30	20

	QL	-40	30	20	-	-	-	-	-	-	80	50	30	20	-	-	-	330	200	130	80	50	40	30
	ML, NL	-50	27	40	20	-	-	-	-	-	130	80	50	30	20	-	-	all	330	200	130	80	50	40
	QL1	-60	30	70	40	20	-	-	-	-	220	130	80	50	30	20	-	all	all	330	200	130	80	50
S690	Q	0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	30	-	-	-	-	-
	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40	30	-	-	-	-
	QL	-20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	60	40	30	-	-	-
	QL	-40	30	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	150	90	60	40	30	-	-
	QL1	-40	40	-	-	-	-	-	-	-	50	30	-	-	-	-	-	250	150	90	60	40	30	-
	QL1	-60	30	20	-	-	-	-	-	-	80	50	30	-	-	-	-	all	250	150	90	60	40	30

Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use.

For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended.

This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.

Table A.3 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for usual geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 80$ mm

L/w _i * ≥ 1,3 H/2w _i * ≤ 0,55 t ≤ 80 mm																								
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																				
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)								
S235	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	30	20	-	-	-	-	-	80	60	40	30	20	20	-
	J0	-0	27	20	-	-	-	-	-	-	60	40	30	20	-	-	-	190	120	80	60	40	30	20
	J2	-20	27	60	40	20	-	-	-	-	150	100	60	40	30	20	-	all	290	190	120	80	60	40
S275	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	70	50	30	30	20	-	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	40	30	20	-	-	-	-	150	100	70	50	30	30	20
	J2	-20	27	40	20	-	-	-	-	-	110	70	40	30	20	-	-	370	240	150	100	70	50	30
	M, N	-20	40	70	40	20	-	-	-	-	190	110	70	40	30	20	-	all	370	240	150	100	70	50
	ML, NL	-50	27	190	110	70	40	20	-	-	all	310	190	110	70	40	30	all	all	all	370	240	150	100
S355	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	20	-	-	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	30	20	-	-	-	-	-	110	70	50	30	20	20	-
	J2	-20	27	20	-	-	-	-	-	-	70	40	30	20	-	-	-	260	160	110	70	50	30	20
	K2, M, N	-20	40	40	20	-	-	-	-	-	110	70	40	30	20	-	-	all	260	160	110	70	50	30
	ML, NL	-50	27	100	60	40	20	-	-	-	310	180	110	70	40	30	20	all	all	all	260	160	110	70
S420	M, N	-20	40	20	-	-	-	-	-	-	80	50	30	20	-	-	-	320	200	130	80	50	40	30
	ML, NL	-50	27	70	40	20	-	-	-	-	220	130	80	50	30	20	-	all	all	320	200	130	80	50
S460	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	40	20	-	-	-	-	-	170	110	70	50	30	20	-
	M, N	-20	40	20	-	-	-	-	-	-	60	40	20	-	-	-	-	280	170	110	70	50	30	20
	QL	-40	30	30	20	-	-	-	-	-	100	60	40	20	-	-	-	all	280	170	110	70	50	30
	ML, NL	-50	27	50	30	20	-	-	-	-	180	100	60	40	20	-	-	all	all	280	170	110	70	50

	QL1	-60	30	90	50	30	20	-	-	-	300	180	100	60	40	20	-	all	all	all	280	170	110	70
S690	Q	0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-
	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	50	30	20	-	-	-
	QL	-20	40	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	130	80	50	30	20	-	-
	QL	-40	30	-	-	-	-	-	-	-	40	20	-	-	-	-	-	210	130	80	50	30	20	-
	QL1	-40	40	-	-	-	-	-	-	-	60	40	20	-	-	-	-	350	210	130	80	50	30	20
	QL1	-60	30	30	-	-	-	-	-	-	110	60	40	20	-	-	-	all	350	210	130	80	50	30
Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use. For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended. This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.																								

Table A.4 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for usual geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 40$ mm

L/w _i * ≥ 1,3 H/2w _i * ≤ 0,55 t ≤ 40 mm																								
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																				
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)								
S235	JR	20	27	20	-	-	-	-	-	-	60	40	30	20	-	-	-	190	120	80	60	40	30	30
	J0	-0	27	50	30	20	-	-	-	-	150	90	60	40	30	20	-	all	280	190	120	80	60	40
	J2	-20	27	150	90	50	30	20	-	-	380	240	150	90	60	40	30	all	all	all	280	190	120	80
S275	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	40	30	20	-	-	-	-	150	100	70	50	30	30	20
	J0	-0	27	40	20	-	-	-	-	-	100	70	40	30	20	-	-	360	230	150	100	70	50	30
	J2	-20	27	110	60	40	20	-	-	-	290	180	110	70	40	30	20	all	all	360	230	150	100	70
	M, N	-20	40	180	110	60	40	20	-	-	all	290	180	110	70	40	30	all	all	all	360	230	150	100
	ML, NL	-50	27	all	300	180	110	60	40	20	all	all	all	290	180	110	70	all	all	all	all	all	360	230
S355	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	30	20	-	-	-	-	-	110	70	50	30	30	20	-
	J0	-0	27	20	-	-	-	-	-	-	70	40	30	20	-	-	-	260	160	110	70	50	30	30
	J2	-20	27	60	30	20	-	-	-	-	180	110	70	40	30	20	-	all	all	260	160	110	70	50
	K2, M, N	-20	40	100	60	30	20	-	-	-	290	160	110	70	40	30	20	all	all	all	260	160	110	70
	ML, NL	-50	27	290	170	100	60	30	20	-	all	all	290	180	110	70	40	all	all	all	all	all	260	160
S420	M, N	-20	40	60	40	20	-	-	-	-	210	120	70	40	30	20	-	all	all	310	200	130	80	50
	ML, NL	-50	27	190	110	60	40	20	-	-	all	340	210	120	70	40	30	all	all	all	all	310	200	130
S460	Q	-20	30	30	20	-	-	-	-	-	100	60	40	20	-	-	-	all	270	170	110	70	50	30
	M, N	-20	40	50	30	20	-	-	-	-	170	100	60	40	20	-	-	all	all	270	170	110	70	50

	QL	-40	30	90	50	30	20	-	-	-	280	170	100	60	40	20	-	all	all	all	270	170	110	70
	ML, NL	-50	27	150	90	50	30	20	-	-	all	280	170	100	60	40	20	all	all	all	all	270	170	110
	QL1	-60	30	270	150	90	50	30	20	-	all	all	280	170	100	60	40	all	all	all	all	all	270	170
S690	Q	0	40	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	130	80	50	30	20	-	-
	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	40	20	-	-	-	-	-	210	130	80	50	30	20	-
	QL	-20	40	20	-	-	-	-	-	-	60	40	20	-	-	-	-	340	210	130	80	50	30	20
	QL	-40	30	30	20	-	-	-	-	-	110	60	40	20	-	-	-	all	340	210	130	80	50	30
	QL1	-40	40	50	30	20	-	-	-	-	190	110	60	40	20	-	-	all	all	340	210	130	80	50
	QL1	-60	30	90	50	30	20	-	-	-	320	190	110	60	40	20	-	all	all	all	340	210	130	80
Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use. For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended. This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.																								

Table A.5 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for favourable geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 80$ mm

L/w _i * ≥ 1,6 H/2w _i * ≤ 0,4 t ≤ 80 mm																								
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																				
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)							σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)							σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)						
S235	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	50	40	20	-	-	-	-	160	110	80	50	40	30	30
	J0	-0	27	40	30	-	-	-	-	-	120	70	50	40	20	-	-	380	240	160	110	80	50	40
	J2	-20	27	110	70	40	30	-	-	-	310	190	120	70	50	40	20	all	all	380	240	160	110	80
S275	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	40	30	20	-	-	-	-	130	90	60	50	40	30	20
	J0	-0	27	30	-	-	-	-	-	-	90	50	40	30	20	-	-	310	200	130	90	60	50	40
	J2	-20	27	80	50	30	-	-	-	-	230	140	90	50	40	30	20	all	all	310	200	130	90	60
	M, N	-20	40	130	80	50	30	-	-	-	380	230	140	90	50	40	30	all	all	all	310	200	130	90
	ML, NL	-50	27	390	230	130	80	50	30	-	all	all	380	230	140	90	50	all	all	all	all	all	310	200
S355	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	90	60	40	30	20	20	-
	J0	-0	27	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-	210	130	90	60	40	30	20
	J2	-20	27	40	20	-	-	-	-	-	130	80	50	30	20	-	-	all	330	210	130	90	60	40
	K2, M, N	-20	40	70	40	20	-	-	-	-	220	130	80	50	30	20	-	all	all	330	210	130	90	60
	ML, NL	-50	27	210	120	70	40	20	-	-	all	380	220	130	80	50	30	all	all	all	all	330	210	130
S420	M, N	-20	40	40	30	-	-	-	-	-	150	90	50	40	20	-	-	all	all	250	160	100	70	50
	ML, NL	-50	27	130	70	40	30	-	-	-	all	260	150	90	50	40	20	all	all	all	all	250	160	100
S460	Q	-20	30	20	-	-	-	-	-	-	70	40	30	20	-	-	-	350	210	130	80	50	40	30
	M, N	-20	40	40	20	-	-	-	-	-	120	70	40	30	20	-	-	all	350	210	130	80	50	40

	QL	-40	30	60	40	20	-	-	-	-	210	120	70	40	30	20	-	all	all	350	210	130	80	50
	ML, NL	-50	27	100	60	40	20	-	-	-	360	210	120	70	40	30	20	all	all	all	350	210	130	80
	QL1	-60	30	190	100	60	40	20	-	-	all	360	210	120	70	40	30	all	all	all	all	350	210	130
S690	Q	0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	60	40	30	20	-	-
	Q	-20	30	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	160	90	60	40	30	20	-
	QL	-20	40	-	-	-	-	-	-	-	40	30	-	-	-	-	-	260	160	90	60	40	30	20
	QL	-40	30	-	-	-	-	-	-	-	70	40	30	-	-	-	-	all	260	160	90	60	40	30
	QL1	-40	40	30	-	-	-	-	-	-	130	70	40	30	-	-	-	all	all	260	160	90	60	40
	QL1	-60	30	60	30	-	-	-	-	-	230	130	70	40	30	-	-	all	all	all	260	160	90	60

Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use.

For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended.

This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.

Table A.6 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for favourable geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 40$ mm

L/w _i * ≥ 1,6 H/2w _i * ≤ 0,4 t ≤ 40 mm																									
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																					
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	
				σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)									
S235	JR	20	27	40	30	20	-	-	-	-	120	70	50	30	30	20	-	380	250	170	110	80	60	40	
	J0	-0	27	110	60	40	30	20	-	-	300	190	120	70	50	30	30	all	all	380	250	170	110	80	
	J2	-20	27	310	180	100	60	40	30	20	all	all	300	190	120	70	50	all	all	all	all	380	250	170	
S275	JR	20	27	30	20	-	-	-	-	-	90	50	40	30	20	-	-	310	200	140	90	60	50	40	
	J0	-0	27	70	40	30	20	-	-	-	220	140	90	50	40	30	20	all	all	310	200	140	90	60	
	J2	-20	27	220	130	70	40	30	20	-	all	370	220	140	90	50	40	all	all	all	all	310	200	140	
	M, N	-20	40	370	220	130	70	40	30	20	all	all	370	220	140	90	50	all	all	all	all	all	310	200	
	ML, NL	-50	27	all	all	370	220	130	70	40	all	all	all	all	370	220	140	all	all	all	all	all	all	all	
S355	JR	20	27	-	-	-	-	-	-	-	50	30	20	-	-	-	-	210	140	90	60	40	30	30	
	J0	-0	27	40	20	-	-	-	-	-	130	80	50	30	20	-	-	all	340	210	140	90	60	40	
	J2	-20	27	110	70	40	20	-	-	-	370	220	130	80	50	30	20	all	all	all	340	210	140	90	
	K2, M, N	-20	40	200	110	70	40	20	-	-	all	370	220	130	80	50	30	all	all	all	all	340	210	140	
	ML, NL	-50	27	all	350	200	110	70	40	20	all	all	all	370	220	130	80	all	all	all	all	all	all	340	
S420	M, N	-20	40	130	70	40	30	-	-	-	all	250	150	90	50	30	20	all	all	all	all	250	160	100	
	ML, NL	-50	27	all	230	130	70	40	30	-	all	all	all	250	150	90	50	all	all	all	all	all	all	250	
S460	Q	-20	30	60	30	20	-	-	-	-	200	120	70	40	30	20	-	all	all	350	220	140	90	60	
	M, N	-20	40	100	60	30	20	-	-	-	350	200	120	70	40	30	20	all	all	all	350	220	140	90	

	QL	-40	30	180	100	60	30	20	-	-	all	350	200	120	70	40	30	all	all	all	all	350	220	140
	ML, NL	-50	27	320	180	100	60	30	20	-	all	all	350	200	120	70	40	all	all	all	all	all	350	220
	QL1	-60	30	all	320	180	100	60	30	20	all	all	all	350	200	120	70	all	all	all	all	all	all	350
S690	Q	0	40	-	-	-	-	-	-	-	40	30	-	-	-	-	-	260	160	100	60	40	30	20
	Q	-20	30	20	-	-	-	-	-	-	70	40	30	-	-	-	-	all	260	160	100	60	40	30
	QL	-20	40	30	20	-	-	-	-	-	130	70	40	30	-	-	-	all	all	260	160	100	60	40
	QL	-40	30	50	30	20	-	-	-	-	220	130	70	40	30	-	-	all	all	all	260	160	100	60
	QL1	-40	40	100	50	30	20	-	-	-	390	220	130	70	40	30	-	all	all	all	all	260	160	100
	QL1	-60	30	190	100	50	30	20	-	-	all	390	220	130	70	40	30	all	all	all	all	all	260	160
Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use. For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended. This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.																								

Table A.7 — Maximum permissible values of the width of the gusset plate on one side of the gap w_i^* [mm] for favourable geometric parameters of spaded details according to Table A.1 and a thickness of the gusset plate $t \leq 20$ mm

L/w _i * ≥ 1,6 H/2w _i * ≤ 0,4 t ≤ 20 mm																								
Steel grade	Quality	KV		Reference Temperature T _{Ed} [°C]																				
		T [°C]	J _{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				σ _{Ed} = 0,75·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,5·f _y (t)						σ _{Ed} = 0,25·f _y (t)								
S235	JR	20	27	140	90	50	30	20	-	-	all	250	160	100	70	40	30	all	all	all	330	220	150	110
	J0	-0	27	all	240	140	90	50	30	20	all	all	all	250	160	100	70	all	all	all	all	all	330	220
	J2	-20	27	all	all	all	240	140	90	50	all	all	all	all	all	250	160	all	all	all	all	all	all	all
S275	JR	20	27	100	60	30	20	-	-	-	300	180	120	70	50	30	20	all	all	all	270	180	120	90
	J0	-0	27	280	170	100	60	30	20	-	all	all	300	180	120	70	50	all	all	all	all	all	270	180
	J2	-20	27	all	all	280	170	100	60	30	all	all	all	all	300	180	120	all	all	all	all	all	all	all
	M, N	-20	40	all	all	all	280	170	100	60	all	all	all	all	all	300	180	all	all	all	all	all	all	all
	ML, NL	-50	27	all	all	all	all	all	280	170	all	all	all	all	all	all	all	all	all	all	all	all	all	all
S355	JR	20	27	50	30	20	-	-	-	-	180	110	70	40	30	20	-	all	all	290	190	120	80	60
	J0	-0	27	150	90	50	30	20	-	-	all	290	180	110	70	40	30	all	all	all	all	290	190	120
	J2	-20	27	all	270	150	90	50	30	20	all	all	all	290	180	110	70	all	all	all	all	all	all	290
	K2, M, N	-20	40	all	all	270	150	90	50	30	all	all	all	all	290	180	110	all	all	all	all	all	all	all
	ML, NL	-50	27	all	all	all	all	270	150	90	all	all	all	all	all	all	290	all	all	all	all	all	all	all
S420	M, N	-20	40	all	310	170	100	60	30	20	all	all	all	340	200	120	70	all	all	all	all	all	all	340
	ML, NL	-50	27	all	all	all	310	170	100	60	all	all	all	all	all	340	200	all	all	all	all	all	all	all
S460	Q	-20	30	240	140	80	40	30	20	-	all	all	270	160	100	60	30	all	all	all	all	all	290	190
	M, N	-20	40	all	240	140	80	40	30	20	all	all	all	270	160	100	60	all	all	all	all	all	all	290

	QL	-40	30	all	all	240	140	80	40	30	all	all	all	all	270	160	100	all	all	all	all	all	all	all
	ML, NL	-50	27	all	all	all	240	140	80	40	all	all	all	all	all	270	160	all	all	all	all	all	all	all
	QL1	-60	30	all	all	all	all	240	140	80	all	all	all	all	all	all	270	all	all	all	all	all	all	all
S69 0	Q	0	40	40	20	-	-	-	-	-	170	100	60	30	20	-	-	all	all	350	210	130	80	50
	Q	-20	30	80	40	20	-	-	-	-	300	170	100	60	30	20	-	all	all	all	350	210	130	80
	QL	-20	40	140	80	40	20	-	-	-	all	300	170	100	60	30	20	all	all	all	all	350	210	130
	QL	-40	30	250	140	80	40	20	-	-	all	all	300	170	100	60	30	all	all	all	all	all	350	210
	QL1	-40	40	all	250	140	80	40	20	-	all	all	all	300	170	100	60	all	all	all	all	all	all	350
	QL1	-60	30	all	all	250	140	80	40	20	all	all	all	all	300	170	100	all	all	all	all	all	all	all

Where a dash is shown in this table the result will be less than 5 mm and the background design procedure is not valid. These steel grades and qualities should not be used under these conditions unless specialist advice is sought. Where the word all is shown in these tables no limitation of the gusset plate width w_i^* is necessary and all widths are allowed to use.

For elements under compression stress a value of $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ is recommended.

This table has been derived for the Charpy energy values KV for specimens in the rolling direction of the product. Charpy energy values KV for specimens perpendicular to the rolling direction of the product specified in accordance with product standard options may be taken as equivalent values.

Bibliography

References contained in recommendations (i.e. through “should” clauses)

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content, although not requirements strictly to be followed, constitutes highly recommended choices or course of action of this document. Subject to national regulation and/or any relevant contractual provisions, alternative standards could be used/adopted where technically justified. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 1998 (all parts), *Design of structures for earthquake resistance*

EN 10164, *Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product - Technical delivery conditions*

Other references

The following documents are those not included in the above categories but are cited informatively in the document, for example in notes.

EN 1011-2, *Welding - Recommendations for welding of metallic materials - Part 2: Arc welding of ferritic steels*

EN 10025 (all parts), *Hot rolled products of structural steels*

EN 10149-2, *Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 2: Technical delivery conditions for thermomechanically rolled steels*

EN 10160, *Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method)*

EN 10210-1, *Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery conditions*

EN 10210-2, *Hot finished steel structural hollow sections - Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties*

EN 10219-1, *Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery conditions*

EN 10219-2, *Cold formed welded steel structural hollow sections - Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties*

EN ISO 643, *Steels - Micrographic determination of the apparent grain size (ISO 643)*

EN ISO 6892-1, *Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1)*