

DIN EN 15085-3

ICS 25.160.10; 45.060.01

Einsprüche bis 2021-04-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15085-3:2010-01

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen –
Teil 3: Konstruktionsvorgaben;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15085-3:2021**

Railway applications –
Welding of railway vehicles and components –
Part 3: Design requirements,
German and English version prEN 15085-3:2021

Applications ferroviaires –
Soudage des véhicules ferroviaires et des pièces –
Partie 3: Exigences de conception;
Version allemande et anglaise prEN 15085-3:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-05 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 fsf@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 Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) oder Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

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 120 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15085-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-12 AA „Werkstoffe, Füge- und Verbindungstechnik“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

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.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 10447	siehe	DIN EN ISO 10447
ISO/TR 581	siehe	DIN-Fachbericht ISO/TR 581

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 15085-3:2010-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Einleitung wurde überarbeitet;
- b) der Anwendungsbereich wurde überarbeitet;
- c) Normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- d) Abschnitt 3 „Begriffe“ wurden aktualisiert;
- e) Abschnitt 4 „Konstruktionsvorgaben“ wurde überarbeitet;
- f) Abschnitt 5 „Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten“ wurde überarbeitet;
- g) Abschnitt 6 „Auswahl der Grundwerkstoffe und Schweißzusätze“ wurde überarbeitet;
- h) Abschnitt 7 „Anordnung/Form der Schweißnähte“ wurde überarbeitet;
- i) Abschnitt 8 „Konstruktionsbezogene Schweißdokumentation“ wurde hinzugefügt;
- j) Anhang B wurde überarbeitet;
- k) Anhang C wurde überarbeitet;
- l) Anhang E wurde überarbeitet;
- m) Anhang F wurde überarbeitet;
- n) Anhang G wurde aktualisiert;

- o) Anhang H wurde gestrichen;
- p) Anhang ZA wurde hinzugefügt;
- q) Norm wurde redaktionell nach den gültigen Gestaltungsregeln überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 10447, *Widerstandsschweißen — Prüfung von Schweißverbindungen — Schäl- und Meißelprüfung von Widerstandspunkt- und Buckelschweißverbindungen*

DIN-Fachbericht ISO/TR 581, *Schweißbarkeit — Metallische Werkstoffe — Allgemeine Grundlagen*

<i>Titel de:</i>	Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 3: Konstruktionsvorgaben
<i>Titel en:</i>	Railway applications — Welding of railway vehicles and components — Part 3: Design requirements
<i>Titel fr:</i>	Applications ferroviaires — Soudage des véhicules ferroviaires et des pièces — Partie 3: Exigences de conception

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
4 Anforderungen an die Ausführung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Abmessungen der Schweißverbindungen.....	8
4.3 Beanspruchungszustände und Ausnutzung der Beanspruchbarkeit.....	9
4.4 Sicherheitsbedürfnis	9
4.5 Schweißnahtgüteklassen.....	9
4.6 Schweißnahtprüfklassen.....	11
5 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten	11
5.2.1 Bewertungsgruppen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten bei Schmelzschweißverbindungen (ausgenommen Strahlschweißen).....	12
5.2.2 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten für Strahlschweißnähte.....	13
5.2.3 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten für Rührreibschweißen	13
5.2.4 Bewertungsgruppen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten für Bolzenschweißen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse.....	14
5.2.5 Qualitätsanforderungen an das Widerstandspunktschweißen, Buckelschweißen und Rollennahtschweißen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse.....	14
5.2.6 Festlegung von Qualitätsanforderungen für andere Schweißprozesse	14
6 Auswahl der Grundwerkstoffe und Schweißzusätze.....	14
6.1 Auswahl der Grundwerkstoffe.....	14
6.2 Auswahl der Schweißzusätze	14
7 Anordnung/Form der Schweißnähte.....	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Herstellungsvorschriften.....	16
7.2.1 Werksgefertigte Kastenträger.....	16
7.2.2 Stumpfnähte an Bauteilen mit unterschiedlicher Dicke.....	16
7.2.3 Lochnähte und Langlochnähte.....	17
7.2.4 Abstand zwischen zwei Schweißnähten.....	18
7.2.5 Versteifungen rechtwinklig zu einer Längsnaht.....	19
7.2.6 Freischnitte.....	19
7.2.7 Enden von Konsolen und Versteifungsblechen	20
7.2.8 Konsolenform	20
7.2.9 Umschweißen.....	21
7.2.10 Kehlnaht.....	21
7.2.11 Stumpfnähte und Nähte an T-Stößen	22
7.2.12 Hoch beanspruchte Schweißverbindungen.....	23
7.2.13 Gemischte Verbindungsarten	24
7.2.14 Vorbeugung gegen Korrosionsprobleme.....	25

7.2.15	Unterbrochene Schweißnähte	25
7.3	Schweißnahtvorbereitung	25
7.4	Methoden zur Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit (Verbesserung nach der Schweißung).....	26
7.4.1	Allgemeines	26
7.4.2	Verbesserung der Form des Schweißnahtübergangs	26
7.4.3	Wärmebehandlung zur Minderung der Eigenspannungen.....	27
7.4.4	Einführung von Druckspannung.....	28
8	Schweißtechnische Konstruktionsunterlagen	28
8.1	Informationen zu Konstruktionszeichnungen oder Dokumentationen im Zusammenhang mit den Zeichnungen.....	28
8.2	Prüfung der Schweißkonstruktion	29
8.3	Verwendung bestehender Zeichnungen nicht nach EN 15085.....	29
Anhang A (informativ) Schweißnahtliste		30
Anhang B (informativ) Nahtvorbereitung von Schweißnähten		31
Anhang C (informativ) Schweißnahtvorbereitung für Lochnähte		40
Anhang D (informativ) Verbindungsformen in Bezug auf Beanspruchungszustand und Schweißnahtprüfklassen.....		41
Anhang E (informativ) Abtrennstumpfschweißen.....		42
Anhang F (normativ)		45
F.1	Allgemeines	45
F.2	Mindestscherzugkräfte	50
Anhang G (informativ) Bestimmung des Sicherheitsbedürfnisses von Schweißverbindungen ..		52
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie (EU) 2016/797		53
Literaturhinweise.....		60

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15085-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15085-3:2007 ersetzen.

Die Europäische Normenreihe EN 15085 „*Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen*“ besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeines*
- *Teil 2: Anforderungen an Schweißbetriebe*
- *Teil 3: Konstruktionsvorgaben*
- *Teil 4: Fertigungsanforderungen*
- *Teil 5: Prüfung und Dokumentation*
- *Teil 6: Anforderungen für die schweißtechnische Instandsetzung*

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Schweißen ist ein spezieller Prozess zur Herstellung von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen. Die erforderlichen Festlegungen für diesen Prozess sind in der Normenreihe EN ISO 3834 getroffen. Die Basis dieser Festlegungen sind die grundlegenden schweißtechnischen Normen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an den Schienenfahrzeugbau.

Diese Europäische Norm bezweckt, die Anwendung der Begriffe der entsprechenden Europäischen Normen zu definieren, sie ersetzt diese Normen nicht.

Dieses Dokument kann auch von internen und externen Stellen, einschließlich der anerkannten Zertifizierungsstellen, angewendet werden, um abzuschätzen, ob die Fähigkeiten der Organisation den Anforderungen des Kunden, der Aufsichtsbehörde und der eigenen Organisation genügen.

1 Anwendungsbereich

Diese Dokumentenreihe gilt für das Schweißen metallischer Werkstoffe bei der Herstellung und Instandsetzung von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen.

Dieses Dokument legt Konstruktions- und Klassifikationsrichtlinien für die Herstellung und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen und deren Bauteilen fest. Nach Abstimmung mit dem Kunden dürfen auf Zeichnungen, die vor Veröffentlichung dieses Standards erstellt wurden, die Festlegungen dieser Norm angewendet werden.

Dieses Dokument legt keine Parameter für die Dimensionierung (siehe andere Normen, z. B. zum Ermüdungsversuch) fest.

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).

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

EN 1708-2, Schweißen — Grundlegende Angaben zu Schweißverbindungen an Stahl — Teil 2: Nicht innendruckbeanspruchte Bauteile

EN 12663-1, Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen — Teil 1: Lokomotiven und Personenzüge (und alternatives Verfahren für Güterwagen)

EN 12663-2, Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen — Teil 2: Güterwagen

EN 13749, Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Festlegungsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen

EN 15085-1:2007, Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 1: Allgemeines

EN 15085-2:2007, Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 2: Qualitätsanforderungen und Zertifizierung von Schweißbetrieben

EN 15085-4:2007, Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 4: Fertigungsanforderungen

EN 15085-5:2007, Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 5: Prüfung und Dokumentation

EN 15827, Bahnanwendungen — Anforderungen für Drehgestelle und Fahrwerke

EN ISO 2553, Schweißen und verwandte Prozesse — Symbolische Darstellung in Zeichnungen — Schweißverbindungen (ISO 2553)

EN ISO 3452-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1)

EN ISO 4063, Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998)

EN ISO 5817, Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2003)

EN ISO 6520-1, Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen (ISO 6520-1:2007)

EN ISO 6520-2, Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 2: Pressschweißungen (ISO 6520-2:2001)

EN ISO 10042, Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 10042)

EN ISO 10675-2, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Aluminium und seine Legierungen (ISO 10675-2)

EN ISO 13919-1, Schweißen — Elektronen- und Laserstrahl-Schweißverbindungen — Leitfaden für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten — Teil 1: Stahl (ISO 13919-1:1996)

EN ISO 13919-2, Schweißen — Elektronen- und Laserstrahl-Schweißverbindungen — Richtlinie für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten — Teil 2: Aluminium und seine schweißgeeigneten Legierungen (ISO 13919-2:2001)

EN ISO 14555, Schweißen — Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:2006)

EN ISO 15614-1, Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2004)

EN ISO 15614-12, Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 12: Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißen (ISO 15614-12:2004)

EN ISO 17636-1, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)

EN ISO 17637, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)

EN ISO 17653, Widerstandsschweißen — Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Torsionsversuch an Widerstandspunktschweißverbindungen (ISO 17653:2012)

EN ISO 23277, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277)

EN ISO 25239-5:2020, Rührreibschweißen — Aluminium — Teil 5: Qualitäts- und Prüfungsanforderungen (ISO 25239-5:2020)

ISO 10447, Resistance welding — Peel and chisel testing of resistance spot, projection and seam welds

CEN ISO/TR 15608, Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2013)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 15085-1:2007.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Ausnutzung der Beanspruchbarkeit

das Verhältnis der vorhandenen zur zulässigen Ausnutzung der Beanspruchbarkeit für die berechnete Verbindungsform unter Berücksichtigung des maßgebenden Sicherheitsfaktors

3.2

zulässige Ermüdungsfestigkeit

maximal anwendbare Beanspruchung für Werkstoffe, auf die ein spezifischer Koeffizient für die zu schweißende Baugruppe angewendet wird

4 Anforderungen an die Ausführung

4.1 Allgemeines

Für Schweißverbindungen, die einen integralen Bestandteil von Schienenfahrzeugen sind, müssen die nachfolgend aufgeführten konstruktiven Anforderungen und Regeln eingehalten werden, sofern nicht im Rahmen des jeweiligen Projektes oder in der Produktspezifikation gesonderte Festlegungen getroffen wurden.

Für neue Ausführungen muss eine Beanspruchungsbeurteilung vorgenommen werden. Für bestehende Ausführungen, die nicht EN 15085 entsprechen, gelten die Anforderungen von EN 15085-6.

Der in Tabelle 2 beschriebene Zusammenhang zwischen Sicherheitsbedürfnis, Beanspruchungszustand und Schweißnahtgüteklasse, muss in der Zeichnung und in den zugehörigen technischen Unterlagen berücksichtigt werden.

Wenn die Festigkeitsberechnung bereits die Schweißnahtgüteklasse (im Hinblick auf die Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten und die Schweißnahtprüfklasse) und das Sicherheitsbedürfnis nach der in EN 15085-3 angegebenen Definition berücksichtigt, müssen Tabelle 1 und Tabelle 2 nicht angewendet werden.

ANMERKUNG prEN 17149-3 bietet ein solches Verfahren.

Unabhängig von der Bewertungsmethode müssen für Schweißverbindungen mit hohem Sicherheitsbedürfnis die in EN 15085-3 (CP A, CP B1, CP C1) zulässigen Schweißnahtgüteklassen ausgewählt werden.

CP D ist nur für ein geringes Sicherheitsbedürfnis zulässig.

4.2 Abmessungen der Schweißverbindungen

Für die Abmessung und die Nahtvorbereitung der verschiedenen Schweißnahtverbindungen siehe Anhang B und Anhang C.

4.3 Beanspruchungszustände und Ausnutzung der Beanspruchbarkeit

Der Beanspruchungszustand ergibt sich aus der Ausnutzung der Beanspruchbarkeit nach Tabelle 1. Die Ausnutzung der Beanspruchbarkeit ist das Verhältnis der vorhandenen zur zulässigen Spannung für die berechnete Verbindungsform der geschweißten Verbindungsform.

Der Ermüdungsfestigkeitswert kann aus Normen oder Ermüdungsprüfungen an repräsentativen Nahtproben abgeleitet werden. Die statistische Auswertung der Ermüdungsprüfungen muss nach einer geeigneten Norm erfolgen.

Es müssen Europäische Normen für strukturelle Anforderungen an Schienenfahrzeuge, z. B. EN°12663 (alle Teile), EN°13749, EN°15827 angewendet werden.

Tabelle 1 — Beanspruchungszustände

Beanspruchungszustand	Ausnutzung der Beanspruchbarkeit
	Ermüdungsfestigkeitswerte aus Norm oder Ermüdungsfestigkeitswerte aus Schwingversuch von repräsentativen Proben
Hoch	$\geq 0,9$
Mittel	$0,75 \leq S < 0,9$
Niedrig	$\leq 0,75$

4.4 Sicherheitsbedürfnis

Das Sicherheitsbedürfnis definiert die Auswirkungen eines Versagens einer einzelnen Schweißnaht mit Hinblick auf die Folgen für Personen, Einrichtungen und die Umwelt.

Die Sicherheitsbedürfnisse sind wie folgt, eingeteilt:

- Niedrig:** Das Versagen der Schweißnaht führt zu keiner direkten Beeinträchtigung der Gesamtfunktion. Sich daraus ergebende Ereignisse mit Personenschäden sind unwahrscheinlich.
- Mittel:** Das Versagen der Schweißnaht führt zu einer Beeinträchtigung der Gesamtfunktion oder kann zu sich daraus ergebenden Ereignissen mit Personenschäden führen.
- Hoch:** Das Versagen der Schweißnaht führt zu sich daraus ergebenden Ereignissen mit Personenschäden und zu einem Versagen der Gesamtfunktion.

Für eine detailliertere Erklärung der Sicherheitsbedürfnisse sollte auch Anhang G beachtet werden.

4.5 Schweißnahtgüteklassen

Die Schweißnahtgüteklassen müssen in der Konstruktionsphase, abhängig vom Sicherheitsbedürfnis und dem Beanspruchungszustand, festgelegt werden. Die verantwortliche Schweißaufsicht sollte hinsichtlich der praktischen Machbarkeit, Eignung und Prüfung hinzugezogen werden.

Schweißverbindungen von Schienenfahrzeugen sind in sieben Schweißnahtgüteklassen eingeteilt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 — Schweißnahtgüteklassen

Beanspruchungszustand	Sicherheitsbedürfnis		
	Hoch	Mittel	Niedrig
Hoch	CP A ^a	CP B2 ^c	CP C2
Mittel	CP B1 ^b	CP C2	CP C3
Niedrig	CP C1 ^d	CP C3	CP D
^a Für neue Fertigungen ist die Kombination der Kategorien mit hohem Sicherheitsbedürfnis und hohem Beanspruchungszustand, die zu Schweißnahtgüteklasse CP A führt, verboten. Zur Anwendung in der Instandhaltung siehe EN 15085-6 ^b Schweißnahtgüteklasse CP B1: CP B1 ist nur für voll durchgeschweißte Nähte und für die Überprüfung voll zugänglicher Schweißnähte während der Fertigung und Instandhaltung gültig. ^c Schweißnahtgüteklasse CP B2: CP B2 ist auch für Nähte ohne die Möglichkeit einer volumetrischen Prüfung anwendbar, z. B. sind teilweise durchgeschweißte Nähte oder Kehlnähte möglich; in diesem Fall muss ein spezieller Hinweis „Mittleres Sicherheitsbedürfnis/erweiterte Oberflächenprüfung notwendig“ auf der Zeichnung oder technischen Dokumentation für die Zeichnung vermerkt werden ^d Schweißnahtgüteklasse CP C1: CP C1 ist ebenfalls gültig für Nähte ohne die Möglichkeit einer volumetrischen Prüfung, z. B. sind teilweise durchgeschweißte Nähte oder Kehlnähte möglich			

Die Inspektion aller Schweißverbindungen muss mindestens nach EN 15085-5:2007, Tabelle 1, durchgeführt werden.

Für Schweißverbindungen der Schweißnahtgüteklassen CP B1, CP B2 und CP C1, die während der Herstellung geprüft, jedoch nicht während der Instandhaltung geprüft und repariert werden können, muss eine der folgenden Maßnahmen durchgeführt werden.

- Die Schweißnaht muss für die nächsthöhere Prüfklasse (CT 1) nach Tabelle 3 zugeordnet werden;
- Neukonstruktion der Schweißverbindung:
 - zur Verminderung des Beanspruchungszustands;
 - zur Ermöglichung von Inspektion und Reparatur während der Instandhaltung.

Wenn es nicht möglich ist, die Anforderungen einer Schweißnahtgüteklasse zu erfüllen, muss der Konstrukteur den Beanspruchungszustand reduzieren oder die Konstruktion ändern, siehe Anhang D.

Verbesserungen nach den Schweißarbeiten sind eine Möglichkeit zur Erhöhung der zulässigen Ermüdungsspannung, dies kann zur Herabstufung der Schweißnahtgüteklasse führen.

Die Schweißnahtgüteklassen müssen in den Zeichnungen oder anderen Dokumenten, z. B. Stücklisten, angegeben werden.

Im Fall einer höheren Schweißnahtprüfklasse als in Tabelle 3 definiert, muss dies in Zeichnungen oder in anderen Dokumenten, z. B. Stücklisten dargestellt sein.

4.6 Schweißnahtprüfklassen

Die Schweißnahtprüfklasse ergibt sich für jede Schweißnaht aus der zuvor festgelegten Schweißnahtgüteklasse, siehe Tabelle 3.

Diese Schweißnahtprüfklassen geben an, welche verschiedenen Prüfungen mindestens an einer Schweißnaht in Übereinstimmung mit EN 15085-5:2007, Tabelle 1 durchzuführen sind.

Tabelle 3 — Zusammenhang zwischen Schweißnahtgüteklassen und Schweißnahtprüfklassen

Beanspruchungszustand	Sicherheitsbedürfnis	Schweißnahtgüteklasse	Bewertungsgruppe für Unregelmäßigkeiten EN ISO 5817 EN ISO 10042 EN 13919-1 EN 13919-2	Schweißprüfklasse Mindestanforderungen	Volumetrische Prüfungen RT oder UT Min.	Oberflächenprüfungen MT oder PT Min.	Sichtprüfung VT Min.
Hoch	Hoch	CP A	B ^a	CT 1	100 %	100 %	100 %
Hoch	Mittel	CP B2	B ^a	CT 2	10 %	10 %	100 %
Hoch	Niedrig	CP C2	C ^a	CT 3	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	100 %
Mittel	Hoch	CP B1	B ^a	CT 2	10 %	10 %	100 %
Mittel	Mittel	CP C2	C ^a	CT 3	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	100 %
Mittel	Niedrig	CP C3	C ^a	CT 4	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	100 %
Niedrig	Hoch	CP C1	C ^a	CT 2	10 %	10 %	100 %
Niedrig	Mittel	CP C3	C ^a	CT 4	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	100 %
Niedrig	Niedrig	CP D	D ^a	CT 4	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	100 %
^a Einzelheiten siehe Tabelle 4 bis Tabelle 6							

5 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten

5.1 Allgemeines

Die Definition und Klassifikation der Schweißnahtunregelmäßigkeiten gemäß EN ISO 6520-1 und EN ISO 6520-2 sind anzuwenden.

5.2 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten

ANMERKUNG Die Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten im Hinblick auf die Schweißnahtgüteklasse werden im Folgenden beschrieben.

5.2.1 Bewertungsgruppen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten bei Schmelzschweißverbindungen (ausgenommen Strahlschweißen)

Die Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten beim Schmelzschweißen von Stählen und Aluminium sind in Tabelle 4 in Übereinstimmung mit EN ISO 5817 und EN ISO 10042 aufgeführt.

EN ISO 5817:2014, Anhang C, ist nicht anwendbar bei der Herstellung und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen.

Tabelle 4 — Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten bei Stählen und Aluminium in Bezug auf Schweißnahtgüteklassen

Nr. der Unregelmäßigkeit nach EN ISO 6520-1	Schweißnahtgüteklassen			
	CP A	CP B1/CP B2	CP C1/CP C2/CP C3	CP D
	Bewertungsgruppe für Unregelmäßigkeiten nach EN ISO 5817 und EN ISO 10042			
Gruppe 100	B	B	C	D
Gruppe 200	B	B	C	D
Gruppe 300	B	B	C	D
Gruppe 400	B	B	C	D
5011, 5012, 5013, 502, 504, 506, 509, 511, 510, 515, 516, 517	Nicht zulässig	B	C	D
5071, 5072, 601	B	B	C	D
503, 5213, 512 ^a , 617	Nicht anwendbar	B	C	D
505 und mehrere Unregelmäßigkeiten	B	Diese Unregelmäßigkeiten werden nicht bewertet		
5214 [Stahl]	Nicht anwendbar	B	C	D
5214 [Aluminium]	Nicht anwendbar	Beziehen sich auf die in der Konstruktionsdokumentation definierten geometrischen Maße (z. B. Störung während des Zusammenbaus vermeiden)		
602, 610 [Stahl]	B	B	C	D
602 [Aluminium]	Annahme hängt von Anwendung ab, z. B. Werkstoff, Korrosionsschutz			
610 [Aluminium]	Nicht anwendbar			
^a 512: Übermäßige Asymmetrie bei der Kehlnaht (ungleiche Schenkellänge) wird nicht beurteilt, wenn die Kehlnaht ein Zusatz zu einer HY-Naht oder HV-Naht an einem T-Stoß ist (siehe Anhang B, Nr. 10c und 11c). Die Nahtdicke dieser Kehlnähte hängt von der Länge des kürzeren Schenkels ab.				

5.2.2 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten für Strahlschweißnähte

Bewertungsgruppen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten müssen EN ISO 13919-1 und EN ISO 13919-2 entsprechen und sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 5 — Bewertungsgruppen für Laser- und Elektronenstrahlschweißen von Stählen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse

Unregelmäßigkeits- typ nach EN ISO 13919-1	Schweißnahtgüteklassen			
	CP A	CP B1/CP B2	CP C1/CP C2/CP C3	CP D
1 bis 4, 6, 7, 18	B	B	C	D
5, 8, 10 bis 16	Nicht zulässig	B	C	D
9, 17	Nicht anwendbar	B	C	D

Tabelle 6 — Bewertungsgruppen für Laser- und Elektronenstrahlschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse

Unregelmäßigkeits- typ nach EN ISO 13919-2	Schweißnahtgüteklassen			
	CP A	CP B1/CP B2	CP C1/CP C2/CP C3	CP D
1 bis 5, 7, 8, 20	B	B	C	D
6, 9, 11 bis 18	Nicht zulässig	B	C	D
10, 19	Nicht anwendbar	B	C	D

5.2.3 Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten für Rührreibschweißen

Die Sichtprüfung muss nach EN ISO 17637 durchgeführt werden.

Die Beurteilungskriterien für alle Schweißnahtgüteklassen für zerstörungs- und zerstörungsfreie Prüfungen müssen mit EN ISO 25239-5:2020, Tabelle A.1 übereinstimmen. Risse, Schlauchporen und Bindefehler sind unzulässig.

Eindringprüfung:

Die Beurteilung muss mit EN ISO 3452-1 und der Bewertungsgruppe nach EN ISO 23277 Gruppe 2x übereinstimmen.

Durchstrahlungsprüfung:

Die Strahlungsprüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 17636-1, Klasse B durchgeführt werden. Die Bewertungsgruppe 1 nach EN ISO 10675-2 muss erfüllt werden.

5.2.4 Bewertungsgruppen für Schweißnahtunregelmäßigkeiten für Bolzenschweißen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse

Bolzensgeschweißte Verbindungen sind nur für die Schweißnahtgüteklassen CP C3 und CP D zugelassen. Dabei müssen die Anforderungen nach EN ISO 14555 erfüllt werden.

5.2.5 Qualitätsanforderungen an das Widerstandspunktschweißen, Buckelschweißen und Rollennahtschweißen in Bezug auf die Schweißnahtgüteklasse

Die Qualitätsanforderungen an das Widerstandspunktschweißen, Buckelschweißen und Rollennahtschweißen sind in Tabelle F.2 definiert. Für die Oberflächengüte gilt Tabelle F.3.

Widerstandspunktschweißen, Buckelschweißen und Rollennahtschweißen sind für die Schweißnahtgüteklassen CP A, CP B1 und CP B2 verboten.

5.2.6 Festlegung von Qualitätsanforderungen für andere Schweißprozesse

Die Qualitätsanforderungen für andere Schweißprozesse muss vor Beginn der Produktion definiert werden.

6 Auswahl der Grundwerkstoffe und Schweißzusätze

6.1 Auswahl der Grundwerkstoffe

Der Grundwerkstoff sollte die Anforderungen der Materialgruppen nach CEN ISO/TR 15608 (CEN°ISO/TR°20172) erfüllen und muss eine nachgewiesene Schweißeignung besitzen. Die Schweißeignung nach CEN°ISO/TR 581 wird als nachgewiesen betrachtet, wenn die Grundwerkstoffe mit den entsprechenden EN-Normen übereinstimmen und in diesen als schweißgeeignet bezeichnet werden.

Für einen Grundwerkstoff ohne eine nachgewiesene Schweißeignung muss mit einem Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (nach EN ISO 15614) nachgewiesen werden, dass die Eigenschaften der Schweißverbindungen, die durch Verwendung des Grundwerkstoffs erreicht werden, mit den von der Entwicklungsabteilung oder Konstruktionsbüro festgelegten Anforderungen übereinstimmen (siehe EN 15085-4).

Für Komponenten mit Schweißverbindungen mit hohem oder mittlerem Sicherheitsbedürfnis dürfen nur Grundwerkstoffe, für die eine Ermüdungsfestigkeit für dynamische Lasten vorhanden ist oder vereinbart wurde, verwendet werden.

Für das Schweißen von hochfestem Stahl (mit $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$), der seine Eigenschaften durch den Walzprozess erhält, sowie für Aluminium und Aluminiumlegierungen (Werkstoffgruppen 21 bis 26 nach CEN°ISO/TR 15608) muss der Rückgang der mechanischen Eigenschaften in der Wärmeeinflusszone (HAZ, en: Heat Affected Zone) berücksichtigt werden.

6.2 Auswahl der Schweißzusätze

Der Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR, en: Welding Procedure Qualification Record) muss durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass die Eigenschaften der Schweißverbindungen, die durch Verwendung der ausgewählten Schweißzusätze erreicht werden, mit den von der Entwicklungsabteilung oder vom Konstruktionsabteilung festgelegten Anforderungen übereinstimmen (siehe EN 15085-4:2007, 5.3.1).

7 Anordnung/Form der Schweißnähte

7.1 Allgemeines

Schweißnähte mit scharfen Ecken und schroffen Querschnittsänderungen sollten vermieden werden. Der Kraftlinienfluss sollte so ungestört wie möglich sein.

Wenn möglich, sollten die Kraftlinien der geschweißten Bauteile in einem Punkt zusammenlaufen. Schweißnähte sollten im Bereich hoher Spannungen vermieden werden. Wenn das nicht möglich ist, müssen höhere Prüfanforderungen eingeplant werden.

Wo ein Nachweis der theoretischen Kehlnahtdicke „ a_R “ erforderlich ist, muss diese mit einer Arbeitsprobe nachgewiesen werden.

In Bezug auf die Schweißeignung der Grundwerkstoffe und der Schweißzusätze müssen die Anforderungen und empfehlenden Informationen des Herstellers beachtet werden.

Bei Bauteilen aus Stahl, die einer Belastung in Dickenrichtung unterliegen, müssen geeignete konstruktive Maßnahmen nach EN 1011-2 vorgesehen und Werkstoffe mit der erforderlichen Brucheinschnürung ausgewählt werden.

Beilagen (am Bauteil verbleibende Schweißbadsicherungen) müssen bei der Auslegung berücksichtigt werden. Die Schweißbadsicherung bei Aluminiumkonstruktionen hat vorzugsweise eine Nut.

An T-Stößen von Aluminium- oder Stahlkonstruktionen kann die Verwendung von Schweißbadsicherungen mit einer Fase erforderlich werden, z. B. für einseitig zugängliche HV-Nähte.

Durch eine entsprechende schweißtechnische Gestaltung sollte der Korrosionsschutz sichergestellt werden, z. B. durch vollständige Durchschweißung. Nicht voll durchgeschweißte oder unterbrochene Schweißnähte sollten einen ausreichenden Korrosionsschutz erhalten.

Die Stelle, an der das Bauteil mit einem Schlagstempel zu markieren ist, muss in der Zeichnung angegeben sein.

Um Verformungen einzuschränken, sollten Schweißnähte entlang der Mittelachse der Baugruppe oder symmetrisch zu dieser Mittelachse angeordnet werden.

Baugruppen müssen so konstruiert werden, dass eine gute Zugänglichkeit zum Schweißen und Prüfen gegeben ist.

Eine Anhäufung von Schweißnähten sollte vermieden werden. Wenn notwendig, können geschmiedete oder gegossene Teile verwendet werden.

Das Schweißen untergeordneter Teile an auf Zug beanspruchten Gurtblechen durch Querschweißnähte sollte vermieden werden.

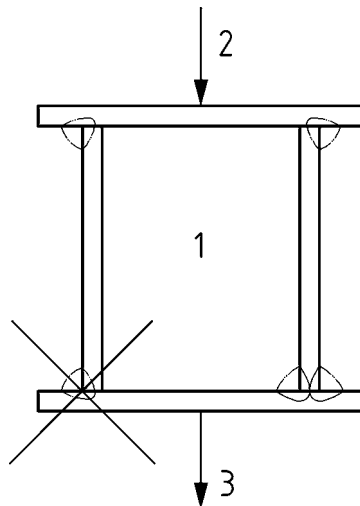
Der Festigkeitsabfall in der Wärmeeinflusszone bei kaltverfestigten Stählen und Aluminium und Aluminiumlegierungen muss bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Anforderungen an das Widerstandspunktschweißen werden in Anhang F festgelegt.

7.2 Herstellungsvorschriften

7.2.1 Werksgefertigte Kastenträger

Die Verbindung eines Stegs mit einer einseitig geschweißten Kehlnaht in einem auf Zug beanspruchten Kastenträger ist nur erlaubt, wenn die Berechnung ergeben hat, dass die Stegsteifigkeit so ist, dass das Beanspruchungsniveau in der Schweißnahtwurzel geringer als der zulässige Wert ist. Bild 1 zeigt ein Beispiel eines Kastenträgers mit hoher Beanspruchung im Zuggurt.



Legende

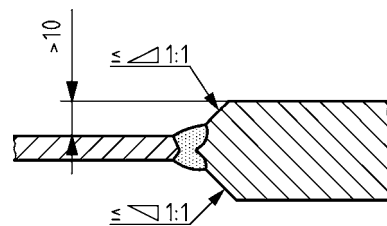
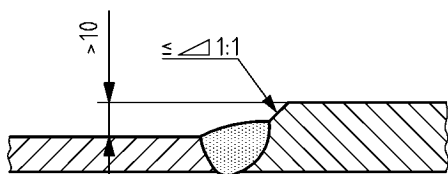
- 1 Kastenprofilträger
- 2 Druckgurt
- 3 Zuggurt

Bild 1 — Beispiel eines Kastenprofils mit hoher Beanspruchung im Zuggurt

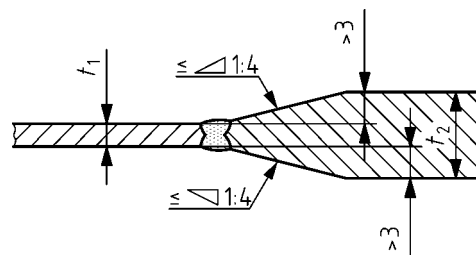
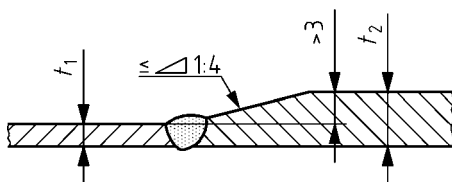
7.2.2 Stumpfnähte an Bauteilen mit unterschiedlicher Dicke

Bei Bauteilen mit unterschiedlicher Dicke, muss der Übergang zwischen den verschiedenen Bereichen schrittweise mit einer Steigung, die den in Bild 2 vorgegebenen Wert nicht überschreitet, erfolgen. Wenn die Schweißnaht nicht dick genug ist, um den Übergang abzudecken, muss das Bauteil mit der größeren Dicke dementsprechend abgeschrägt werden.

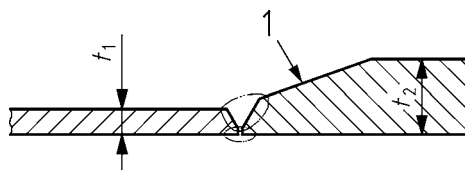
Maße in Millimeter



1 : 1 für CP C3 und CP D



ANMERKUNG 1 : 4 für CP B1, CP B2, CP C1 und CP C2 Schweißverbindung. Die Nahtvorbereitung ist in der Zeichnung dargestellt. Neigung < 1 : 1 ist ein Winkel von < 45°, Neigung < 1 : 4 ist ein Winkel von < 15°.



Legende

1 Neigung

Ergänzende Genauigkeit der Fasenposition. Die äußere Form der Schweißnaht muss mit der Neigung zusammenpassen.

Bild 2 — Stumpfstoß an Bauteilen mit unterschiedlicher Dicke

7.2.3 Lochnähte und Langlochnähte

Loch- und Langlochschnähte sind nur für die Schweißnahtgüteklasse CP C2, CP C3 oder CP D zulässig, sofern die Schweißnaht nur unter Schubspannung steht.

Die Maße des zylindrischen oder rechteckigen Loches müssen einen Zugang der Elektrode oder des Schweißbrenners unter einem Winkel von 45° zulassen. Bei dünnen Blechen werden diese Anforderungen erfüllt, wenn der Durchmesser des Loches größer oder gleich der vierfachen Blechdicke des Bauteils und wenn die Gesamtlänge des rechteckigen Loches größer oder gleich dem dreifachen Durchmesser des Loches ist.

Für Kehlnähte in Bohrungen oder Langlöchern müssen die folgenden Bedingungen berücksichtigt werden:

- der Durchmesser der Bohrung muss sein: $d > (3 \text{ bis } 4) \times t_2$ oder
- die Breite des Langlochs muss sein: $c > 3 \times t_2$.

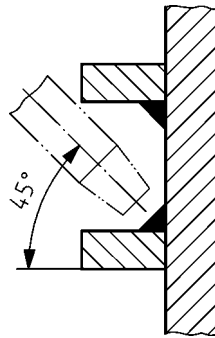
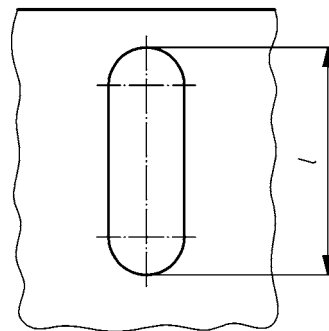
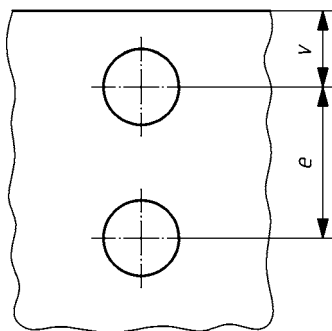
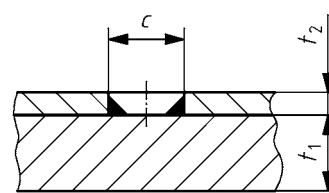
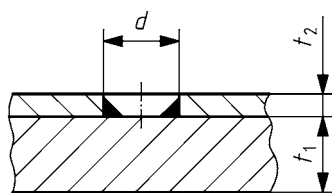


Bild 3 — Schweißbarkeit und Zugänglichkeit für Loch- und Langlochnähte

Maße in Millimeter



Kehlnaht in einer Bohrung

Kehlnaht in einem Langloch

d mindestens 12

c mindestens 12

$v \geq d$

$3 \times d \leq e \leq 4 \times d$

$l \geq 2c$

Bild 4 Maße für Loch- und Langlochnähte

7.2.4 Abstand zwischen zwei Schweißnähten

Schweißnähte sollten so angeordnet sein, dass die Wärmeeinflusszonen sich nicht überlappen. Die Überlappung der Wärmeeinflusszonen ist tolerierbar, solange die Auswirkungen von wärmebeeinflussten oder aufgehärteten Bereichen bei der Konstruktion berücksichtigt werden (z. B. Eigenspannungen, Festigkeitsabfall, Härteabfall).

Um die Winkelschrumpfung und den Spannungsanstieg zu reduzieren, wird der Mindestabstand zweier Schweißnähte nach der Dicke der zu verbindenden Bauteile und nach der Spannvorrichtung der Baugruppe festgelegt.

Für eine Dicke von weniger als 20 mm und besonders für Aluminium und hochfeste Stähle ist es empfehlenswert, einen Abstand von mindestens 50 mm zwischen den geschmolzenen Bereichen einzuhalten, siehe Bild 5.

Maße in Millimeter

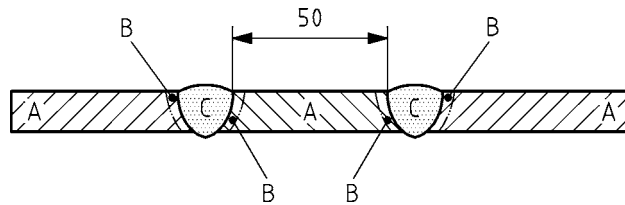


Bild 5 — Mindestabstand zwischen den geschmolzenen Bereichen

7.2.5 Versteifungen rechtwinklig zu einer Längsnaht

Bei Nahtkreuzungen von Stumpf- und Kehlnähten sollten Öffnungen vermieden werden. Die Nahtüberhöhung im Kreuzungsbereich sollte abgeschliffen werden, um zu ermöglichen, dass sich die Schweißnähte ohne Unterbrechung kreuzen können.

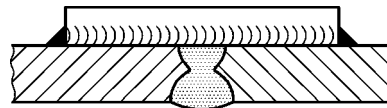
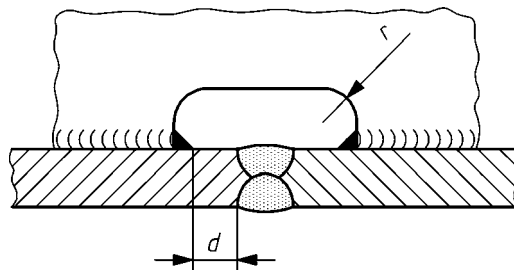


Bild 6 — Rechtwinklig zu einer Längsnaht angebrachte Versteifungen

7.2.6 Freischnitte

Freischnitte sollten vermieden werden. Falls sie aber notwendig sind, müssen diese Öffnungen groß genug sein, um von einer Dichtschweißung umschlossen zu werden, ohne dabei einen Spannungsanstieg in der Wärmeeinflusszone der verbindenden Schweißnaht zu verursachen.



r nach EN 1708-2, aber mindestens 30 mm

$d \geq 20$ mm

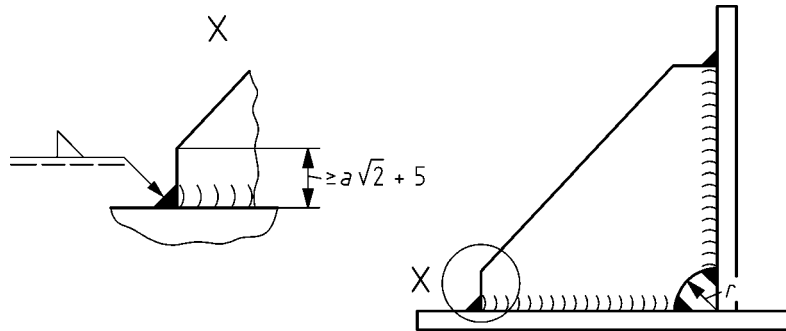
Bild 7 — Freischnitte

7.2.7 Enden von Konsolen und Versteifungsblechen

Bild 8 und Bild 9 zeigen Konstruktionsbeispiele für die Enden von Konsolen und Versteifungsblechen.

Um die Umschweißungen ausführen zu können, sollten die Enden von Konsolen und Versteifungsblechen wie in Bild 8 dargestellt, konstruiert werden.

Maße in Millimeter



r nach EN 1708-2, sollte mindestens 30 mm sein

Bild 8 — Konstruktion der Enden von Konsolen und Versteifungsblechen

An hoch beanspruchten Baugruppen müssen Konsolen umlaufend geschweißt werden.

7.2.8 Konsolenform

Das häufigste Versagen von unter dynamischer Beanspruchung stehenden Bauteilen (Ermüdungsspannung) steht im Zusammenhang mit der Bauteilform, die einen schlechten Spannungsverlauf bewirkt und zu Spannungsspitzen führt.

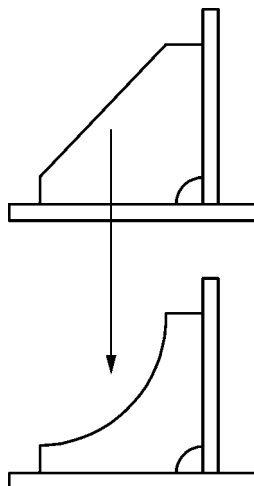


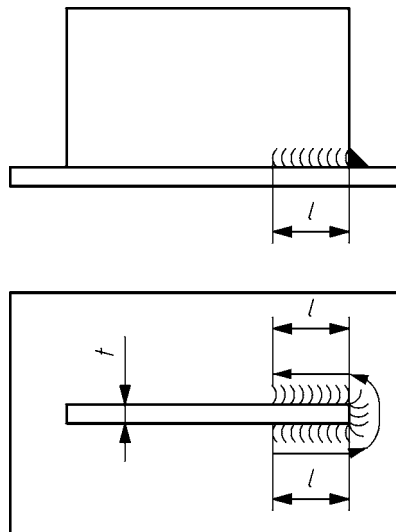
Bild 9 — Konsolenform

7.2.9 Umschweißen

Die Schweißung sollte nach Möglichkeit unterbrechungsfrei um die Enden der Konsole verlaufen. Wenn ein Umschweißen erforderlich ist, muss es in den Konstruktionsdokumenten angegeben sein.

Umschweißen ist hilfreich bei der Verringerung von Korrosion und Ermüdungsproblemen am Ende des Blechs.

Wenn aufgrund hochbeanspruchter Kanten (z. B. hohe Beanspruchungskategorie nach Tabelle 1) unterbrechungsfreies Umschweißen erforderlich ist, muss dies in der Zeichnung oder in der technischen Dokumentation für die Zeichnung angegeben sein. In diesem Fall sollte das Umschweißen unterbrechungsfrei über eine Länge l , die genau so lang oder größer als $2 t$ ist, erfolgen.



$l \geq 2 t$; dabei ist $l_{min} = 10 \text{ mm}$

Legende

t Plattendicke

l Länge der ununterbrochenen Schweißnaht

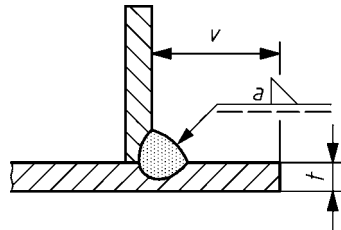
Bild 10 — Umschweißen

7.2.10 Kehlnaht

Für die Konstruktion von Kehlnähten sollten die folgenden Anforderungen beachtet werden:

Kehlnähte sollten üblicherweise gleichschenkelig sein. Wenn es konstruktive Gründe gibt oder wenn ein besserer Kraftfluss erforderlich ist, muss zusätzlich die Kehlnahtschenkellänge z zur Kehlnahtdicke a in der Zeichnung angegeben sein.

Die Kehlnahtdicke a der Kehlnaht sollte nicht größer als durch die Berechnung vorgeschrieben sein. Dies darf jedoch zu technologischen oder schweißtechnischen Zwecken erhöht werden.



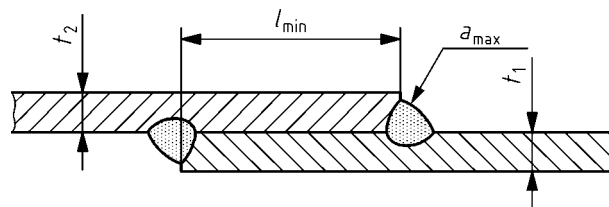
Der Kantenabstand v sollte ausreichen, um das Schmelzen der Blechkanten zu vermeiden.

Hierzu können die folgenden Gleichungen verwendet werden:

- $v \geq 2,5 a$ oder
- $v \geq 1,5 a + t$

Bild 11 — Randabstand für Kehlnähte

Für Dicken unter 20 mm und besonders für Aluminium und hochfeste Stähle wird empfohlen, geschmolzene Bereiche mindestens 50 mm auseinander zu halten, siehe Bild 12.



$$t_2 \leq t_1$$

$$l_{\min} = 3 \times t_2 \text{ (min. 50 mm für } 5 \text{ mm} \leq t_2 \leq 20 \text{ mm)}$$

$$a_{\max} = \frac{t}{\sqrt{2}} - \frac{t}{10}$$

Der mit a bezeichnete Bereich muss gleich oder geringer als der berechnete $a_{\max}$ sein.

Bild 12 — Mindestüberlappung für Überlappnähte

7.2.11 Stumpfnähte und Nähte an T-Stößen

Für Schweißnahtgüteklassen CP A (nur anwendbar für Instandhaltung), CP B1 und CP B2 müssen An- und Auslaufbleche am Anfang und Ende der Stumpfnah an T-Stößen benutzt werden, siehe als Beispiel dafür Bild 13. Für andere Stumpfnähte dürfen An- und Auslaufbleche als Unterlage benutzt werden, um einer unzureichenden Durchschweißung am Anfang und Ende der Schweißnaht vorzubeugen (siehe EN 15085-4:2007, 5.2.1). Sie müssen in den Zeichnungen angegeben werden.

Die An- und Auslaufbleche müssen so angeordnet sein, dass es möglich ist, das Schweißen außerhalb der Schweißnahtfuge zu starten oder zu beenden.

Werden diese Bleche in die Konstruktion integriert oder als kleine Bleche an den zu schweißenden Teilen eingesetzt sind, sind sie gleichwertig zu behandeln.

Die Nahtvorbereitung dieser Bleche muss in gleicher Weise erfolgen wie die bei den Schweißnähten.

Um die Bleche schweißen zu können, müssen sie entweder durch mechanische oder magnetische Mittel gehalten werden.

Nach Fertigstellung der Schweißnähte können die An- und Auslaufbleche entweder mechanisch oder durch Brenn- oder Plasmaschneiden abgetrennt werden. Nach der Entfernung der Stücke muss ein Längsschleifen durchgeführt werden.

Die Entfernung der An- und Auslaufbleche darf nicht mit dynamischen Schlägen (z.B. mit einem Hammer), durch Anwendung einer Belastung durch Druck oder Spannung erfolgen.

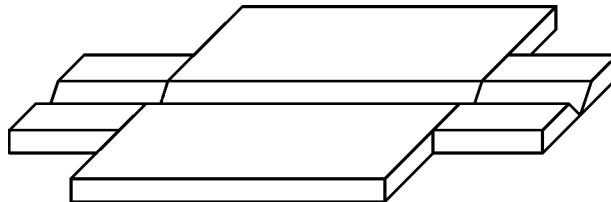


Bild 13 — Beispiel für An- und Auslaufbleche für Stumpfnähte

7.2.12 Hoch beanspruchte Schweißverbindungen

Kalt- und Warmrisse sind häufig die Ursache von Bauteilversagen. Konstrukteure sollten sich bewusst sein, dass hoch beanspruchte Schweißverbindungen aufgrund veränderter Schrumpfung Eigenspannungen verursachen, die die Entwicklung beider Rissarten begünstigen können.

Die folgenden Montagesituationen sollten vermieden werden, da Eigenspannungen das Auftreten solcher Fehler verursachen können:

- das Anschweißen vollständig runder Stäbe oder dickwandiger Rohre an dicken Platten, a) in Bild 14;
- Das Anschweißen dünner Teile auf dicke Platten, die dicke Platte hält die Form b) in Bild 14;
- das Anschweißen von Rippen in dickwandige Rohre, die die Form halten c) in Bild 14;
- das Anschweißen starrer Teile, die ihre Form während des Schweißens behalten, wodurch die Schweißung gezwungen wird, alle Schrumpfeffekte auszugleichen;
- das Anschweißen einer Platte an die Kante einer Wandung mit Hilfe von Lochnähten.

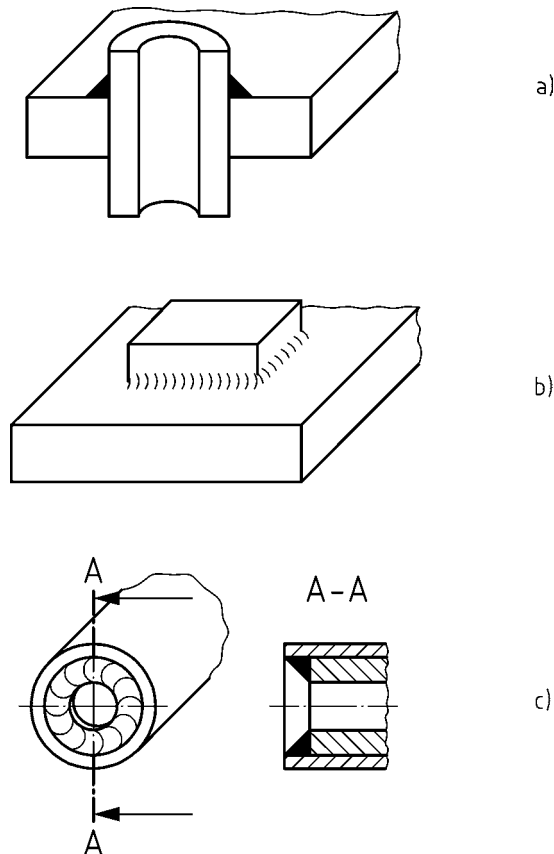


Bild 14 — Stark gespannte Verbindungen

7.2.13 Gemischte Verbindungsarten

Gemischte Verbindungstechniken (z. B. geschweißte und geschraubte/vernietete Baugruppen) sollten vermieden werden, da sie das Übertragen von Lasten oder die durch Schrumpfspannungen ausgelösten Beanspruchungen nicht ausgleichen.

In diesem Fall wird allein die Schweißnaht belastet. Folglich könnte die Schweißnaht die Ursache der Ermüdungsrisse an einer gemischten Verbindungsart bei dynamischer Belastung sein. Deshalb werden die Berechnungen nur für die Schweißnähte durchgeführt.

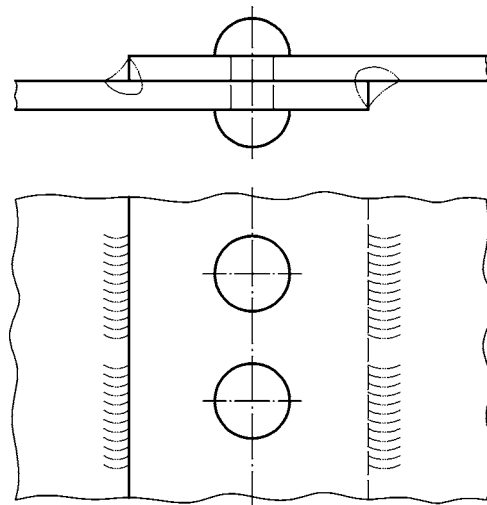


Bild 15 — Gemischte Verbindungsarten

Nur Befestigungen mit nachgewiesener Schweißseignung dürfen gegen Verdrehen angeschweißt werden.

7.2.14 Vorbeugung gegen Korrosionsprobleme

Wenn nötig, muss der Hersteller die Dichtheit der Rückseite einer Schweißnaht durch Umschweißen und/oder Gegenlagen oder den Gebrauch von Dichtmitteln sicherstellen, um Korrosionsprobleme zu vermeiden.

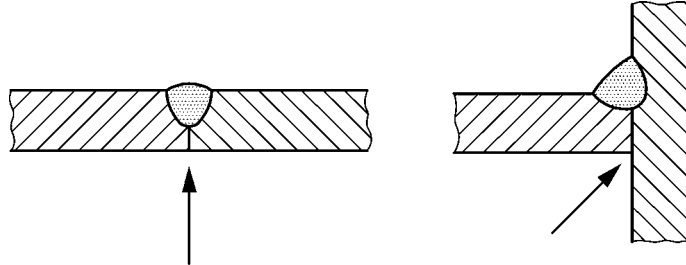
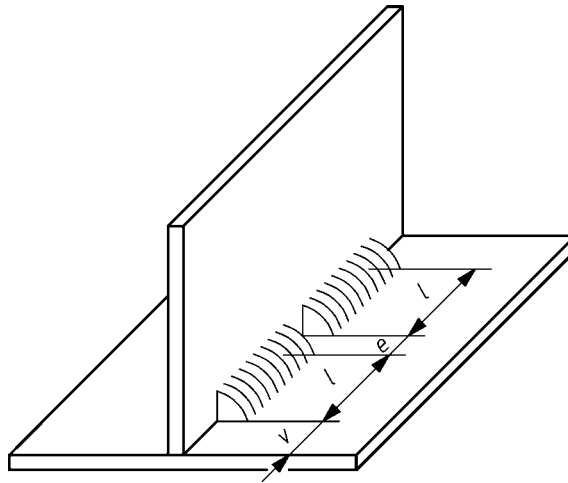


Bild 16 — Korrosionsstellen

7.2.15 Unterbrochene Schweißnähte

Die Mindestlänge für unterbrochene Schweißnähte sollte betragen:

- für $t_{\max} < 10 \text{ mm}$: $l_{\min} > 5 \times t_{\max}$, aber mindestens 20 mm für Stahl und mindestens 30 mm für Aluminiumlegierungen,
- für $t_{\max} > 10 \text{ mm}$: $l_{\min} > 3 \times t_{\max}$, aber mindestens 50 mm, siehe Bild 18.



$$e \leq 3 \times L$$

$$v \leq 0,5 \times L$$

Bild 17 — Unterbrochene Schweißnähte

7.3 Schweißnahtvorbereitung

Die Schweißnahtvorbereitung sollte in Übereinstimmung mit EN ISO 9692-1, EN ISO 9692-2, EN ISO 9692-3 definiert werden.

Für Informationen siehe Anhang B und Anhang C.

7.4 Methoden zur Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit (Verbesserung nach der Schweißung)

7.4.1 Allgemeines

Wird eine Verbesserung nach der Schweißung angewendet, zielt sie auf ein besseres Ermüdungsverhalten der Schweißnähte durch Erhöhung der zulässigen Beanspruchung ab.

Diese Verbesserung kann sich aus einer Verlängerung der Lebensdauer (für ein vorgegebenes Spannungsniveau) oder aus einer Anhebung der Ermüdungsgrenze (für eine vorgegebene Lebensdauer) zusammensetzen.

Dieser Prozess kann auch dabei helfen, Konstruktionen zu optimieren, beispielsweise indem das Gewicht der Strukturen reduziert wird.

Die Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit von Schweißnähten kann durch einen oder mehrere der unten angeführten Prozesse erreicht werden, die in der folgenden Reihenfolge angewendet werden:

- 1) eine Verbesserung der Form des Schweißnahtübergangs (durch ausgerichtetes Schleifen oder WIG-Schweißen);
- 2) eine Wärmebehandlung zur Minderung der Eigenspannungen;
- 3) Einführung von Druckspannung (z. B. Kugelstrahlen).

Wenn Verbesserungen nach der Schweißung in der neuen Herstellung eingesetzt werden, dürfen die daraus resultierenden Schweißungen keine hohen Beanspruchungszustände aufweisen. In solchen Fällen ist eine neue Konstruktion notwendig. Dies soll die höchstmögliche Flexibilität bei Reparaturen in Instandhaltungsmaßnahmen ermöglichen.

Wenn die Verbesserungen nach der Schweißung erforderlich sind, müssen sie für die Berechnung definiert werden, und die zulässige Zunahme an Beanspruchung muss vom Konstrukteur beurteilt werden. Nach der Beurteilung müssen die anwendbaren Schweißverbesserungen in der Zeichnung oder Konstruktionsdokumentation angegeben werden.

Jede Verbesserung nach der Schweißung, die nicht die Anforderung der folgenden Unterabschnitte erfüllt, muss Untersuchungen und Prüfungen für den Nachweis, dass die äquivalenten oder beabsichtigten Eigenschaften erreicht wurden, unterzogen werden.

7.4.2 Verbesserung der Form des Schweißnahtübergangs

Die Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit durch Verbesserung der Form des Schweißnahtübergangs wird durch Verringerung der Beanspruchungskonzentration (Kerbwirkung) an geometrischen Merkmalen von Schweißwulsten erreicht. Die Verbesserung der Form des Kehlnahtübergangs ist eines der relevantesten Beispiele in diesem Prozess.

Die Verbesserung der Form des Schweißnahtübergangs kann beispielsweise durch WIG-Schweißen oder ausgerichtetes Schleifen erzielt werden.

Im Fall von WIG-Schweißen oder ausgerichtetem Schleifen muss die Tiefe $k \leq 0,3 \text{ mm}$ und der Radius $r \geq 3 \text{ mm}$ betragen, siehe Bild 18.

Wenn Schleifen eingesetzt wird, muss die Ausrichtung der Schleifkerben auf die Richtung der Hauptspannung abgestimmt sein.

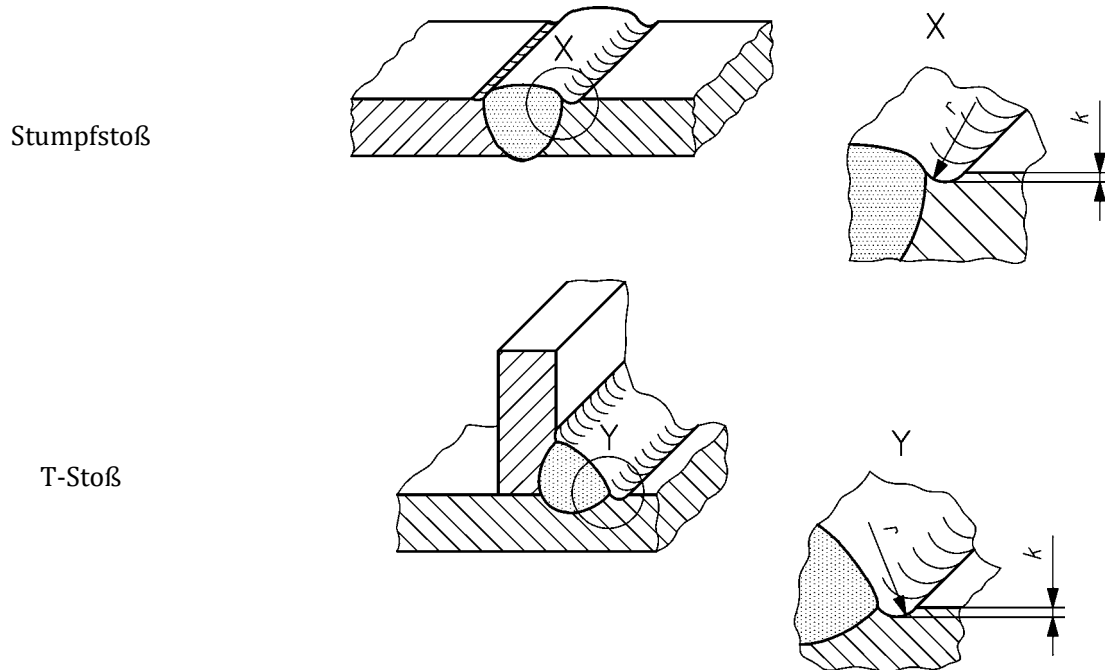


Bild 18 — Verbesserungen am Schweißnahtübergang

7.4.3 Wärmebehandlung zur Minderung der Eigenspannungen

Eigenspannungen, die aus Erhitzungs- und Schweißvorgängen resultieren, können durch Wärmebehandlung des relevanten Schweißbereichs erheblich reduziert werden.

Wenn eine Wärmebehandlung erforderlich ist, muss dies in Übereinstimmung mit EN ISO 17663 angegeben und durchgeführt werden.

Wenn eine Wärmebehandlung zur Minderung der Eigenspannungen durchgeführt wird, sollten alle Vorbereitungen getroffen werden, um die endgültige Bauteilverformung zu minimieren und die Notwendigkeit des Kaltrichtens zu vermeiden.

Bestimmte Wärmebehandlungsbedingungen müssen auf der entsprechenden Zeichnung angegeben oder in entsprechenden Dokumenten/Spezifikationen definiert sein.

Diese Dokumente müssen anführen:

- a) maximale Belastungstemperatur;
- b) maximale Aufheizungsrate;
- c) Haltetemperatur;
- d) minimale und, falls erforderlich maximale Haltedauer;
- e) maximale Abkühlrate;
- f) maximale Entladetemperatur;
- g) falls erforderlich, Abkühlbedingung nach dem Entladen;

Die Bedingungen der Wärmebehandlung (Temperatur und Zeit) müssen aufgezeichnet werden.

7.4.4 Einführung von Druckspannung

Die Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit wird durch die Einführung von Druckspannungen an der Oberfläche der Schweißnaht erreicht, die den durch Wärmebehandlungs- und Schweißvorgängen erzeugten lokalen Eigenspannungen entgegenwirken.

Die Einführung von Druckspannungsparametern und -eigenschaften (z. B. Kugelstrahlen) sollten in einer technischen Spezifikation definiert werden.

Im Falle der Verwendung des Kugelstrahlens sind folgende Parameter anzugeben:

- die Größe der Stahlkugeln (Art und Größe);
- Erfassung der Schweißnaht und der Wärmeeinflusszone.

ANMERKUNG Empfohlene Werte für das Kugelstrahlen für Stahl (S355) lauten wie folgt:

- größer als oder gleich 260 MPa bei 0,1 mm unter der Oberfläche;
- größer als oder gleich 50 MPa bei 0,5 mm unter der Oberfläche;
- um den Prozess zu steuern, kann die Kugelstrahlintensität nach EN ISO 26910-1 gemessen werden (Almen-Bogenhöhe (A): $(0,6 \pm 0,1)$ mm.)

8 Schweißtechnische Konstruktionsunterlagen

8.1 Informationen zu Konstruktionszeichnungen oder Dokumentationen im Zusammenhang mit den Zeichnungen

In den Konstruktionszeichnungen müssen die Schweißnähte mit den Schweißsymbolen nach EN ISO 2553 beschrieben werden; das Anzeigesystem A muss verwendet werden. Die Nahtart wird mit den Grundsymbolen angezeigt, und die Anforderungen an die Form der Schweißnaht müssen durch zusätzliche Symbole angegeben werden. Die Form der Schweißnahtvorbereitung kann zusätzlich dargestellt werden.

Die folgenden Abweichungen und Zusätze zu EN ISO 2553 müssen für die Schweißung von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen verwendet werden:

- Nicht voll durchgeschweißte Schweißnähte sind in dynamisch belasteten Schweißnähten nur eingeschränkt anwendbar. Die minimale Kehlnaht, festgelegt vom Konstrukteur, muss in der Berechnung der Beanspruchung berücksichtigt und muss in der Herstellung erzielt werden (Nachweis durch Arbeitsproben, siehe EN 15085-4:2007, 4.2).
- Die Nahtart und die Kehlnaht (siehe Anhang B) muss in der Zeichnung angegeben werden. Wenn dies nicht in Übereinstimmung mit EN ISO 2553 möglich ist, muss die Schweißnaht graphisch mit Maßen beschrieben werden. In allen Fällen müssen die Pfeillinien der Schweißsymbole zur sichtbaren Schweißnaht zeigen.
- Die Schweißnahtlänge sollte in der Zeichnung angegeben sein.
- Die Schweißnahtgüteklasse muss in der Zeichnung, Stückliste oder technischen Dokumentation für die Zeichnung angegeben sein. Wenn eine Zeichnung verschiedene Schweißnahtgüteklassen aufweist, muss die Schweißnahtgüteklasse für jede Schweißung angegeben werden.
- Die Klassifikationsstufe CL 1 bis CL 3 nach EN 15085-2:2007 muss für jede Komponente auf der Zeichnung, Stückliste oder technischen Dokumentation für die Zeichnung angegeben sein (siehe auch EN 15085-2:2007).

- f) Die Grundwerkstoffe müssen auf der Zeichnung, Stückliste oder technischen Dokumentation für die Zeichnung angegeben sein.
- g) Wenn die erwarteten Eigenschaften der Schweißnähte sich von denen der Grundwerkstoffe unterscheiden (z. B. bei hochfestem Stahl), müssen sie auf der Zeichnung, Stückliste oder technischen Dokumentation für die Zeichnung angegeben sein.
- h) Für Schweißnähte, die durch Widerstandspunktschweißung hergestellt wurden, muss die Oberflächen-güte nach Tabelle F.3 angegeben werden.
- i) Die Angabe der Prüfklassen CT 1 bis CT 4 ist nur notwendig, wenn es eine Abweichung von Tabelle 3 gibt.
- j) Alle Schweißungen müssen zu den Schweißdokumenten rückverfolgbar sein.
- k) Alle Schweißteile müssen in einer Stückliste angegeben sein. In einfachen Fällen ist eine Stückliste nicht notwendig, wenn alle erforderlichen Informationen auf der Zeichnung angegeben sind.
- l) Eventuelle Nachbesserungen nach dem Schweißen müssen auf der Zeichnung definiert werden, einschließlich aller prozessrelevanten Parameter und jeglicher erforderlichen Angaben zur Vermeidung späterer Vorgänge, die kontraproduktiv sein könnten.

Ein Beispiel für eine Liste mit Schweißnähten, bei denen Konstruktions- und Produktionsinformationen verknüpft sind, wird in Anhang A gegeben.

Werden in der Zeichnung keine zulässigen Toleranzen angegeben, gelten die folgenden nach EN ISO 13920:

- m) Toleranzklasse B für Längen- und Winkelmaße;
- n) Toleranzklasse F für Geradheit, Ebenheit und Parallelität.

8.2 Prüfung der Schweißkonstruktion

Eine autorisierte Schweißaufsicht muss an der Prüfung der Schweißkonstruktion teilnehmen. Diese Prüfung muss dokumentiert werden (z. B. auf der Zeichnung, in der Stückliste, in der Zeichnungsliste, im Arbeitsplan, in der Instandhaltungsanleitung).

8.3 Verwendung bestehender Zeichnungen nicht nach EN 15085

Für das Schweißen neuer Teile und von Ersatzteilen/-komponenten sowie zur Instandhaltung von Schienenfahrzeugen mittels Zeichnungen, die vor der Einführung von EN 15085 hergestellt wurden, brauchen die Zeichnungen nicht aktualisiert werden.

Jedoch müssen die folgenden Informationen in der Schweißbegleitdokumentation (z. B. Arbeitsplan, spezielle Schweißzeichnungen) bereitgestellt werden.

- Klassifikationsstufe nach EN 15085-2:2007
- Schweißnahttyp, Kehlnaht und Schweißnahtlänge nach EN 15085-3
- Schweißnahtgüteklasse nach EN 15085-3 oder EN 15085-6
- Grundwerkstoffe und Schweißzusätze in Übereinstimmung mit aktuellen Normen

Anhang A
(informativ)

Schweißnahtliste

Name des Unternehmens, Abteilung:

SCHWEIßNAHTLISTE

Projekt: Auftragsnummer: Zertifizierungs-/Qualifizierungsstufe des Herstellers: Datum:

Bauteilbezeichnung	Zeichnungsnummer	Ausgabe	Bauteil X	Bauteil Y	Dicke t1	Dicke t2	Nahtart	Art der Nahtvorbereitung	Schweißnahtgüteklasse	Grenzwerte für Schweißnahtunregelmäßigkeiten	Prüfklasse	WPQR/WPS	Schweißverfahren	Verwendeter Schweißzusatz	Schutzgasart	Bemerkungen

Anhang B (informativ)

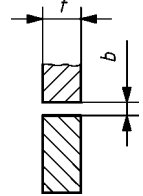
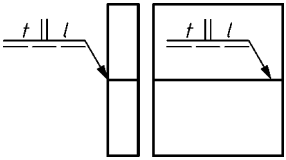
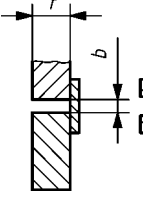
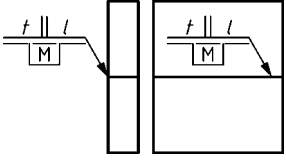
Nahtvorbereitung von Schweißnähten

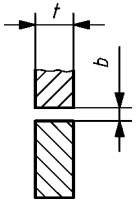
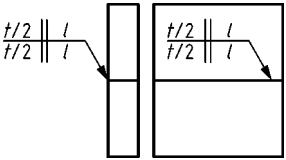
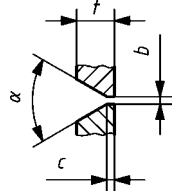
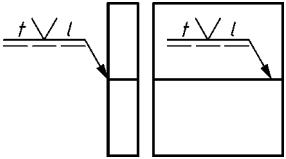
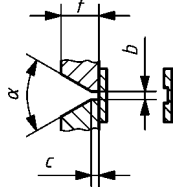
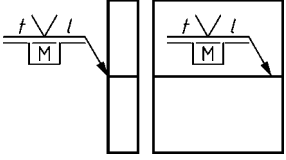
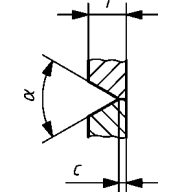
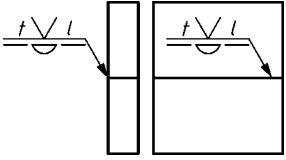
Tabelle B.1 gibt einen Überblick über die empfohlenen Nahtvorbereitungen und die Nahtdicke für Schweißnähte von Schienenfahrzeugen, die durch die Schweißverfahren 11x, 13x, 14x, 15 und 31x nach EN ISO 4063. erzeugt wurden. Andere Nahtvorbereitungen dürfen verwendet werden, wenn sie nach EN 15085-4:2007 nachgewiesen sind.

Für Schweißsymbole, siehe EN ISO 2553, für Nahtvorbereitungen, siehe EN ISO 9692.

Der Begriff a_R beschreibt die Kehlnaht, die für die Berechnung der Beanspruchung verwendet wird. Der Begriff a_R kann eine Summe verschiedener Kehlnähte sein.

Tabelle B.1 — Nahtvorbereitungen und Nahtdicken von Schweißnähten

Nr.	Benennung	Bild	Symbol	Nahtvorbereitung Schnittdarstellung	Symbolische Darstellung	Werkstückdicke t (mm)		Öffnungswinkel α		Stegabstand b (mm)		Steghöhe c (mm)		Flankenhöhe h (mm)		Schweißnahtdicke für Schweißsymbol s (mm)
						Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	
1a	I-Naht einseitig					≤ 4	≤ 4	—	—	0 – 2	0 – 3	—	—	—	—	$a_R = t$
1b	I-Naht mit Badsicherung ^{a b}					≤ 6	≤ 6	—	—	0 – 3	0 – 3	—	—	—	—	$a_R = t$

Nr.	Benennung	Bild	Symbol	Nahtvorbereitung Schnittdarstellung	Symbolische Darstellung	Werkstückdicke t (mm)		Öffnungswinkel α		Stegabstand b (mm)		Steghöhe c (mm)		Flankenhöhe h (mm)		Schweißnahtdicke für Schweißsymbol s (mm)
						Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	Al ^a	Stahl	
1c	I-Naht beidseitig					3 – 6	3 – 6	—	—	0 – 2	0 – 3	—	—	—	—	$a_R = t$
2a	Stumpfnah t in V-Ver bindung					3 – 15	3 – 15	60 – 70	50 – 60	0 – 2	0 – 3	0 – 2	0 – 2	—	—	$a_R = t$
2b	V-Naht mit Bad sicherung ^b					3 – 15	3 – 15	60 – 70	50 – 60	0 – 4	2 – 4	0 – 2	0 – 2	—	—	$a_R = t$
2c	V-Naht mit Gegen lage ^c					3 – 15	3 – 15	60 – 70	50 – 60	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2	—	—	$a_R = t$