

DIN EN 15085-4



ICS 25.160.10; 45.060.01

EntwurfEinsprüche bis 2020-10-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15085-4:2008-01**Bahnanwendungen –
Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen –
Teil 4: Fertigungsanforderungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15085-4:2020**Railway applications –
Welding of railway vehicles and components –
Part 4: Production requirements;
German and English version prEN 15085-4:2020Applications ferroviaires –
Soudage des véhicules et des composants ferroviaires –
Partie 4: Exigences de production;
Version allemande et anglaise prEN 15085-4:2020**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-08-07 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 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15085-4:2020) 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.

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 15085-4:2008-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument grundlegend technisch und redaktionell überarbeitet;
- b) normative Verweisungen aktualisiert;
- c) informativen Anhang A „Anleitung zur Auswahl von Schweißzusätzen“ hinzugefügt;
- d) informativen Anhang ZA „Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2016/797/EU“ hinzugefügt;
- e) Literaturhinweise aktualisiert.

Titel de: Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen
und -fahrzeugteilen — Teil 4: Fertigungsanforderungen

Titel en: Railway applications — Welding of railway vehicles and components —
Part 4: Production requirements

Titel fr: Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants
ferroviaires — Partie 4: Exigences de production

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Schweißtechnische Fertigungsvorbereitung	6
4.1 Schweißtechnische Planungsunterlagen	6
4.2 Arbeitsproben	9
5 Anforderungen an die Schweißarbeiten	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Allgemeine Anforderungen	12
5.3 Schweißzusätze	16
5.4 Grundwerkstoffe	16
5.5 Schweißprozesse	18
Anhang A (informativ) Anleitung zur Auswahl von Schweißzusätzen	20
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2016/797/EU	23
Literaturhinweise	25

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15085-4:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15085-4:2007 ersetzen.

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

- *Teil 1: Allgemeines;*
- *Teil 2: Qualitätsanforderungen 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 festgelegt. Die Basis dieser Festlegungen sind die grundlegenden schweißtechnischen Normen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an den Schienenfahrzeugbau.

Dieses Dokument bezweckt, die Anwendung der Begriffe der entsprechenden Europäischen Normen zu definieren, es sollte nicht als Ersatz für diese Normen angesehen werden.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Fertigungsanforderungen (d.h. Vorbereitung und Ausführung) der Schweißarbeiten.

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 (alle Teile), *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe*

EN 287-6, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 6: Gusseisen*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 13479, *Schweißzusätze — Allgemeine Produktnorm für Zusätze und Pulver zum Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*

EN 14532-1, *Schweißzusätze — Prüfverfahren und Qualitätsanforderungen — Teil 1: Grundprüfungen und Konformitätsbewertung von Schweißzusätzen für Stahl, Nickel und Nickellegierungen*

EN 14532-2, *Schweißzusätze — Prüfverfahren und Qualitätsanforderungen — Teil 2: Ergänzende Prüfungen und Konformitätsbewertung von Schweißzusätzen für Stahl, Nickel und Nickellegierungen*

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

EN 15085-3:2007, *Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen — Teil 3: Konstruktionsvorgaben*

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

EN ISO 544, *Schweißzusätze — Technische Lieferbedingungen für Schweißzusätze und Pulver — Art des Produktes, Maße, Grenzabmaße und Kennzeichnung (ISO 544:2017)*

EN ISO 4063:2010, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

EN ISO 9606 (alle Teile), *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen*

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

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 15609 (alle Teile), *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung*

EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613)*

EN ISO 15614 (alle Teile)¹, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung*

EN ISO 15620, *Schweißen — Reibschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 15620)*

EN ISO 17652-1, *Schweißen — Prüfung von Fertigungsbeschichtungen für das Schweißen und für verwandte Prozesse — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 17652-1)*

EN ISO 17652-2, *Schweißen — Prüfung von Fertigungsbeschichtungen für das Schweißen und für verwandte Prozesse — Teil 2: Schweißigenschaften von Fertigungsbeschichtungen (ISO 17652-2)*

3 Begriffe

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

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/>

4 Schweißtechnische Fertigungsvorbereitung

4.1 Schweißtechnische Planungsunterlagen

4.1.1 Allgemeines

Schweißtechnische Planungsunterlagen müssen vom Hersteller mit Unterstützung der verantwortlichen Schweißaufsicht erstellt werden. Art, Umfang und Zeitpunkt der Einreichung und Prüfung sollten in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

Schweißtechnische Planungsunterlagen dürfen Arbeitspläne, Schweißfolgepläne, Prüfpläne und Schweißanweisungen enthalten.

Konstruktionsunterlagen von geschweißten Bauteilen müssen von der verantwortlichen Schweißaufsicht oder einem ihrer Stellvertreter schweißtechnisch geprüft werden. Bei Bedarf können die Konstruktionsunterlagen unter Verantwortung der verantwortlichen Schweißaufsicht für die Fertigung angepasst werden, z. B. durch Änderung des Öffnungswinkel der Schweißnahtvorbereitung, um die geforderte Schweißnahtgüte zu erreichen.

Die folgenden Änderungen dürfen nicht ohne Genehmigung des Konstruktionsbüros vorgenommen werden:

- Art der Schweißnaht;
- Schweißnahtgüteklasse;
- Schweißnaht-Prüfklasse;
- Grundwerkstoff;

1 Für Bahnanwendungen sind nur EN ISO 15614-1, EN ISO 15614-2, EN ISO 15614-3, EN ISO 15614-4, EN ISO 15614-7, EN ISO 15614-11, EN ISO 15614-12 und EN ISO 15614-13 relevant.

- Eigenschaften des Schweißgutes;
- Verringerung der Schweißnahtdicke;
- Lage der Schweißnaht;
- Hinzufügen von Schweißverbindungen;
- Entfernen der Schweißverbindungen.

Nach erfolgreicher Prüfung und eventueller Anpassung können die Konstruktionsunterlagen in die schweißtechnischen Planungsunterlagen aufgenommen werden. Die Schweißnahtvorbereitung sollte während der Konstruktionsprüfung endgültig festgelegt werden und diese Festlegung muss dokumentiert werden.

4.1.2 Arbeitspläne

Für die Herstellung von Schienenfahrzeugen sind Arbeitspläne für die folgenden Unterbaugruppen erforderlich:

- Drehgestell (Unterbaugruppen, Baugruppe);
- Untergestell (mit Unterbaugruppen);
- Fahrzeugaufbauten (Seitenwand, Stirnwand, Dach);
- Fahrzeugzusammenbau;
- weitere Baugruppen mit hohen Sicherheits- und Funktionsanforderungen (z. B. Gelenkwellen, Brems-traversen, Motorgehäuse, Hohlwellenantrieb, Zugstangenanlenkung, Drehzapfenstrebe, Querträger).

4.1.3 Sonstige schweißtechnische Planungsunterlagen

Bei komplizierteren Baugruppen können Schweißfolgepläne erforderlich sein, um z. B. Eigenspannungen oder Verformung und Schrumpfung zu reduzieren oder um ein Fehlen von Schweißnähten zu vermeiden:

- Drehgestellrahmen und deren Bauteile und;
- Untergestelle und deren Bauteile.

Standardisierte Schweißfolgepläne (gilt für verschiedene Arten von Bauteilen) sind ebenfalls zulässig.

Darüber hinaus können weitere Planungsdokumente für Schweißarbeiten erforderlich sein (z. B. Heftpläne, Reparaturanweisungen, Arbeitsanweisungen für Vorrichtungen und Werkzeuge, Vorgaben zum Aussortieren beschädigter Teile, spezielle Anweisungen für den Umgang mit elektronischen Bauteilen). Diese Einzelheiten müssen von der verantwortlichen Schweißaufsicht und/oder dem Kunden festgelegt werden.

Der Prüfplan muss in Übereinstimmung mit EN 15085-5:2007, Abschnitt 6, durchgeführt werden.

4.1.4 Schweißanweisungen (WPS)

Für die Schweißnahtgüteklassen CP B1, CP B2, CP C1, CP C2 oder CP C3 sind WPSn nach dem relevanten Teil von EN ISO 15609, EN ISO 14555 oder EN ISO 15620 erforderlich.

Für die Schweißnahtgüteklasse CP D müssen Vorgaben zum Schweißen vorhanden sein.

Für die Schweißnahtgüteklassen CP B1, CP B2, CP C1 oder CP C2 ist ein Nachweis anhand eines Berichts über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR) nach EN ISO 15613, nach der Normenreihe EN ISO 15614, bei EN ISO 15614-1 nur Stufe 2, nach EN ISO 14555 oder nach EN ISO 15620 zu erbringen. Wenn Prüfungen, wie sie in den genannten Normen beschrieben sind, keine Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung liefern, und diese Eigenschaften für die Anwendung relevant sind, muss eine Zusatzqualifikation an einer Stumpfnahht durchgeführt werden.

Wenn Änderungen in der Normenreihe EN ISO 15614 bezüglich des Gültigkeitsbereichs und der Prüfung auftreten, sollten die Anforderungen der Stufe gelten, die mit den Anforderungen der seit 2018 in Verwendung befindlichen neuesten Fassung von EN ISO 15614 vergleichbar ist.

Für die Schweißnahtgüteklasse CP C3 sind alle Normen für die Qualifizierung von Schweißverfahren nach EN ISO 15607 und EN ISO 14555 zulässig.

Für Kehlnähte ist eine separate Kehlnahtqualifizierung erforderlich.

Der Hersteller muss über ein schriftliches Verfahren verfügen, in dem beschrieben wird, wie das Verfahren zur Qualifizierung des Schweißprozesses zu handhaben ist.

Alle WPS müssen von der verantwortlichen Schweißaufsicht oder der beauftragten Schweißaufsicht überprüft und zur Verwendung freigegeben werden.

4.1.5 Ausbildung und Prüfung von Schweißern und Bedienern

Der Hersteller muss über Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen mit einer Prüfung entsprechend der Normenreihe EN ISO 9606, EN 287-6, EN ISO 14555 oder EN ISO 14732 verfügen. Zusätzlich sollten sie für Aufgaben geschult werden, die sie in der Werkstatt ausführen.

Der Hersteller muss eine Liste der gültigen Qualifikationen seiner Schweißer und Bediener haben.

Die Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen müssen die Anweisungen der Schweißaufsichten des Herstellers beachten.

Der Hersteller muss über eine ausreichende Anzahl von qualifizierten Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen verfügen. Es werden mindestens zwei Schweißer oder Bediener, die Mitarbeiter des Herstellers sind, für jeden Schweißprozess und jeden geschweißten Materialtyp empfohlen.

Für die Anwendung der Normenreihe EN ISO 9606 bei der Herstellung von Schienenfahrzeugen müssen die folgenden Regeln berücksichtigt werden:

- Für Kehlnähte ist eine separate Kehlnahtprüfung erforderlich.
- Das FW/BW-Prüfstück nach EN ISO 9606-1:2017, Anhang C, ist nicht zulässig.

Darüber hinaus sollten Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen zu folgenden Punkten geschult werden:

- korrekter Zustand der Schweißgeräte;
- Verfügbarkeit und Übereinstimmung der schweißtechnischen Planungsunterlagen mit dem geschweißten Bauteil;
- Übereinstimmung der Schweißnahtvorbereitungen;
- Übereinstimmung der Schweißzusätze;

- falls erforderlich: Reinigung, Vorwärmtemperatur, Zwischenlagentemperaturen und Wärmebehandlung nach dem Schweißen;
- Übereinstimmung der Schweißnahtausführung mit der Zeichnung;
- Fähigkeit zur Überprüfung der Schweißnahtqualität, die entsprechend der Schweißnahtgüteklasse notwendig ist;
- korrekte Heftschweißung;
- Inhalt von 5.2 (siehe auch relevante Teile von EN 1011);
- Arbeitssicherheit.

Für das Schweißen von Stahl muss die Gültigkeit der Schweißprüfung nach EN ISO 9606-1:2017, 9.3, Option a oder b, erfolgen.

Der Hersteller muss über ein schriftliches Verfahren verfügen, in dem beschrieben wird, wie die Verwaltung zur Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen zu handhaben ist.

Alle Schweißer und Bediener müssen von der Schweißaufsicht für das Schweißen autorisiert worden sein.

4.2 Arbeitsproben

4.2.1 Allgemeines

4.2.1.1 Ziele und Aufgaben von Arbeitsproben

Aufgrund der Komplexität vieler Schweißverbindungen in Schienenfahrzeugen kann die zuständige Schweißaufsicht, Arbeitsproben durchführen zu lassen, um nachzuweisen, dass die geforderte Schweißnahtgüteklasse erreicht werden kann oder erreicht wurde.

Ziele und Aufgaben von Arbeitsproben (vor der Fertigung) sind:

- Nachweis das die Schweißkonstruktion die Anforderungen nach EN 15085-3 (siehe 4.2.2) erfüllt;
- Nachweis des Schweißprozess (siehe 4.2.3) für Schweißverbindungen, die nicht durch die üblichen Normen für die Qualifizierung des Schweißprozesses abgedeckt sind;
- Nachweis der Schweißerqualifizierung (siehe 4.2.4) für Schweißverbindungen, die nicht durch die üblichen Normen für die Prüfung von Schweißern abgedeckt sind;
- Nachweis der Schweißqualität (siehe 4.2.5 bis 4.2.10).

Für mehrere der oben genannten Aufgaben kann eine Arbeitsprobe verwendet werden.

4.2.1.2 Durchführung und Anzahl von Arbeitsproben

Die Arbeitsproben und die Anzahl der Prüfungen müssen von der Schweißaufsicht festgelegt werden, z. B. während der Konstruktionsprüfung oder in der Fertigungsphase.

Die Arbeitsproben müssen unter den gleichen Fertigungsbedingungen wie das zu schweißende Bauteil durchgeführt werden. Sie müssen unter Aufsicht der zuständigen Schweißaufsicht durchgeführt und dokumentiert werden.

Die Arbeitsproben dürfen separat als Prüfstück, als Musterunterbaugruppen (Mock-ups) oder zusammen mit dem Bauteil z. B. als Verlängerung der Schweißnaht geschweißt werden.

Die Arbeitsproben und die Anzahl der Prüfungen sollten im Prüfplan aufgeführt oder von der Schweißaufsicht festgelegt werden.

Der Hersteller muss über ein schriftliches Verfahren verfügen, in dem beschrieben wird, wie die Durchführung von Arbeitsproben zu handhaben ist.

Alle Ergebnisse von Arbeitsproben müssen von einer Schweißaufsicht abgenommen werden.

Die Ergebnisse jeder Arbeitsprobe müssen dokumentiert werden.

4.2.2 Arbeitsproben zur Überprüfung und Sicherstellung der Konstruktion

Arbeitsproben zum Nachweis der Schweißbarkeit der Konstruktion sollten während der Konstruktionsphase als Musterunterbaugruppe geschweißt werden. Sie sind erforderlich, um Folgendes nachzuweisen:

- Machbarkeit (schweißgerechter Entwurf);
- Auswahl des Werkstoffs;
- Möglichkeit der Prüfung;
- Qualitätsanforderungen;
- Daten der mechanischen Eigenschaften (z. B. Festigkeit, Duktilität).

Wenn im Prüfplan keine Einzelheiten für die Prüfung der Arbeitsproben festgelegt sind, gilt EN ISO 15613.

Diese Prüfergebnisse der Arbeitsproben können auf verschiedene Projekte angewandt werden, solange die Bedingungen identisch sind; ihre Gültigkeit ist in diesem Fall unbegrenzt.

4.2.3 Arbeitsproben zum Nachweisen der Schweißverbindung

Für Schweißnähte, für die kein Nachweis nach EN ISO 15614 möglich ist, müssen Arbeitsproben durchgeführt werden, um die Anbindung der Schweißnaht nachzuweisen. Die zuständige Schweißaufsicht muss entscheiden, welche Arbeitsproben erforderlich sind, dies können beispielsweise folgende sein:

- Schweißnähte ohne voller Durchschweißung an Stumpf- und T-Stößen;
- für Schweißnähte mit mehreren Schwierigkeitsgraden, z. B. Dreiblechnähte, Lochnähte, Überlappungsschweißnähte, komplizierte Schweißnähte an Stangpressprofilen;
- Vermeidung von Unregelmäßigkeiten in der Fertigung, die durch die Verwendung neuer Geräte, Vorrichtungen, Einrichtungen oder neuen Werkstoffs verursacht werden können;
- Einseitig zugängliche HV-Nähte an T-Stößen mit einseitigem Zugang.

Die Arbeitsproben dienen dem Nachweis, dass die festgelegte Schweißnahtgüteklasse erreicht wird. Wenn im Prüfplan keine Einzelheiten für die zerstörende Prüfung der Arbeitsproben festgelegt sind, gilt EN ISO 15613.

4.2.4 Arbeitsproben zum Nachweis der Qualifikation des Schweißers

Für Schweißnähte, die eine besondere Handfertigkeit beim Schweißen erfordern und die nicht in den Normen EN ISO 9606-1 oder EN ISO 9606-2 bis EN ISO 9606-5 festgelegt sind, müssen Arbeitsproben durchgeführt werden, um die Qualifikation der Schweißer für die Fertigung nachzuweisen. Die Prüfung der Arbeitsproben muss nach EN ISO 9606-1 bis EN ISO 9606-5 durchgeführt werden. Wenn die Prüfung nicht nach diesen Normen durchgeführt werden kann, sollte die verantwortlichen Schweißaufsicht die Prüfung festlegen. Für den Gültigkeitsbereich gelten EN ISO 9606-1 bis EN ISO 9606-5. Für die Dauer der Gültigkeit und der Verlängerung gilt 4.1.5.

Die verantwortliche Schweißaufsicht entscheidet welche Arbeitsproben für die Qualifikation der Schweißer erforderlich sind (in Abhängigkeit von ihren spezifischen Aufgaben). Es können beispielsweise erforderlich sein:

- HV- oder HY-Schweißnähten an T-Stößen;
- Schweißungen mit mehreren Schwierigkeitsgraden, z. B. Dreiblechnähte, Lochnähte, Überlappungsschweißnähte, komplizierte Schweißnähte an Strangpressprofilen;
- Schweißverbindungen unter erschwerten Bedingungen, z. B. Instandsetzung;
- schlechter Zugänglichkeit;
- Schweißungen mit Badsicherung;
- Bedingt schweißgeeigneten Werkstoffen;
- Rohrabzweigungen und Rohrmuffen;
- Überlappnähten und Ecknähten im Dünnblechbereich ($t \leq 3 \text{ mm}$);
- besonders hohen Qualitätsanforderungen, z. B. Schweißnahtgüteklasse CP A und CP B1 wie in EN 15085-3 festgelegt;
- der Einstellung neuer Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen, z. B. Leiharbeitern.

Die Arbeitsproben sollten in den Planungsdokumenten aufgeführt oder von der Schweißaufsicht festgelegt werden.

4.2.5 Arbeitsproben zum Nachweisen der Integrität der Schweißnahtgüte

Die Schweißnahtgüte kann mit Arbeitsproben nachgewiesen werden, z. B. zur Sicherstellung der Schweißnahtgüte für die Prüfklasse CT 2 (siehe EN 15085-5:2007, Tabelle 1); Arbeitsproben sind erforderlich, wenn weder eine Röntgen- noch Ultraschallprüfung möglich sind.

Beispielsweise sollten die folgenden Bedingungen berücksichtigt werden:

- die Art der Arbeitsproben und die Häufigkeit sollten von der Schweißaufsicht im Prüfplan festgelegt werden;
- Arbeitsproben müssen an der Baugruppe oder in Verlängerung des Werkstücks (z. B. Anlauf- oder Auslaufstücke) oder an einem ähnlichen Werkstück durchgeführt werden;
- Arbeitsproben sollten durch eine Bruchprobe oder einen Makroschliff geprüft werden, um nachzuweisen, dass ihre Anforderungen an die geforderte Schweißnahtgüteklasse erfüllt werden.

4.2.6 Arbeitsproben zur Prüfung von Elektronen- und Laserstrahlschweißungen

Vor Beginn der Fertigung müssen Arbeitsproben nach EN ISO 15614-11 (z. B. Biege- oder Zugprüfungen) erstellt und bewertet werden. Bei einer Änderung der Konstruktion, des Werkstoffs, der Herstellungsweise oder in der Fertigung können auch zusätzliche Arbeitsproben erforderlich werden, wenn die Änderungen die Qualität der Schweißung beeinflussen können.

4.2.7 Arbeitsproben zur Prüfung der Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen

Bei Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißen müssen Arbeitsproben nach EN 15085-3:2007, Tabelle F.2, durchgeführt werden. Vereinfachte Arbeitsproben (z. B. Biege- oder Scherzugprüfung) müssen vor dem täglichen Fertigungsbeginn durchgeführt werden. Normale Arbeitsproben müssen durchgeführt werden, um die Fertigungsqualität in regelmäßigen Abständen in Abhängigkeit von Schweißvolumen, Schweißgeräten und Schweißnahtgüteklasse nachzuweisen.

4.2.8 Arbeitsproben zur Prüfung von Abtrennstumpfschweißungen

Bei Abtrennstumpfschweißungen ist zu Beginn einer neuen Fertigungsserie oder bei Änderung der Fertigungsbedingungen (z. B. Werkstoffe usw.) erforderlich, die Qualität der Schweißung durch Arbeitsproben nach EN ISO 15614-13 und Prüfung mit einem Kerbbiegeversuch, einer Bruchflächenbeurteilung oder einer zerstörungsfreien Prüfung nachzuweisen, um zu zeigen dass die mechanisch-technologischen Gütewerte der Schweißnaht den Anforderungen entsprechen.

4.2.9 Arbeitsproben zur Prüfung von Bolzenschweißungen

Für das Bolzenschweißen müssen vereinfachte Arbeitsproben nach EN ISO 14555 vor Fertigungsbeginn oder bei Änderung der Fertigungsbedingungen durchgeführt und in einem Prüfbuch festgehalten werden.

4.2.10 Arbeitsproben zur Prüfung von Rührreibschweißungen

Für das Rührreibschweißen müssen Arbeitsproben nach EN ISO 25239-5 durchgeführt werden.

5 Anforderungen an die Schweißarbeiten

5.1 Allgemeines

Unten angeführt sind die technischen Anforderungen für die Schweißarbeiten an Schienenfahrzeugen und ihren Bauteilen. Darüber hinaus sollten beim Schweißen die Empfehlungen der Normenreihe EN 1011 beachtet werden.

Die Schweißarbeiten müssen in Übereinstimmung mit den schweißstechnischen Planungsunterlagen durchgeführt werden.

5.2 Allgemeine Anforderungen

5.2.1 Schweißnahtvorbereitung und anderen Anforderungen

- 1) Die Schweißnahtvorbereitung muss wie auf der Zeichnung oder in anderen Arbeitsunterlagen angegeben erfolgen. Die in EN 15085-3 festgelegten Anforderungen sollten berücksichtigt werden.
- 2) Wenn es keine spezifischen Anforderungen gibt, sollte die Qualität der Schnittkanten mindestens der Klasse 33 nach EN ISO 9013 entsprechen.
- 3) Die Schnittfläche von Scherschnitten oder gestanzten Ausklinkungen muss frei von Kerben und Rissen sein. Falls erforderlich, müssen solche Unregelmäßigkeiten abgeschliffen werden.

- 4) Anlauf- und Auslaufbleche müssen entsprechend EN 15085-3:2007, 7.3.11, verwendet werden. Bei einer Dicke $t \geq 8$ mm müssen sie die gleiche Nahtvorbereitung wie die eigentliche Schweißnaht aufweisen. Die Anlauf- und Auslaufbleche müssen so beschaffen sein, dass das Schweißen außerhalb der Schweißnahtfuge begonnen oder beendet werden kann. Die zu montierenden Teile und die Bleche, die in den Entwurf „integriert“ oder als kleine Bleche in die zu schweißenden Teile eingesetzt werden, müssen homogen sein. Die Bleche müssen die gleiche Vorbereitung haben, wie die herzustellenden Schweißnähte. Die Bleche müssen vor dem Schweißen entweder angeschweißt oder durch mechanischen oder magnetische Hilfsmittel gehalten werden. Nach dem Herstellen der Schweißverbindung können die Bleche entweder mechanisch entfernt oder durch Brenn- oder mit Plasmaschneiden abgetrennt werden. Nach der Entfernung der Bleche ist der Bereich in Längsrichtung zu schleifen. Das Abschlagen der An- und Auslaufbleche ist nicht zulässig.
- 5) Alle zusätzlichen Schweißnähte (siehe 4.1.1), die nicht in den Konstruktionszeichnungen definiert sind, müssen von der Konstruktionsabteilung genehmigt und dokumentiert werden.
- 6) Die Oberflächen in der Schweißnaht müssen frei von Feuchtigkeit und Verunreinigungen wie Schmutz, Rost, Zunder, Schlacke, Öl und Farbe sein. Beim Schweißen in mehreren Lagen muss die Oberfläche der vorherigen Lage so vorbereitet werden, dass das einwandfreie Schweißen der nächsten Lage möglich ist. Schmutz, Schlacke und unzulässige Fehlstellen müssen beseitigt werden.
- 7) Für den Korrosionsschutz an Überlappverbindungen und anderen Bereichen, die nach dem Schweißen nicht mehr zugänglich sind, ist das Auftragen von Primer oder Fertigungsbeschichtungen zulässig, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
 - i) die Verwendung dieser Primer oder Fertigungsbeschichtungen wird, falls erforderlich, vom Kunden akzeptiert;
 - ii) die Anforderung sind in der Konstruktion enthalten;
 - iii) der WPQR wurde mit aufgetragener Grundierung qualifiziert;
 - iv) die Anforderungen von EN ISO 17652-1 und EN ISO 17652-2 sind eingehalten.
- 8) Die Schweißnahtfugen müssen für den Schweißer einsehbar und zugänglich sein (siehe 4.2.4).
- 9) Vor dem Schweißen müssen alle Unregelmäßigkeiten der Schweißaufsicht mitgeteilt werden, z. B. falsche Schweißvorbereitung, fehlerhafte oder ungeeignete Schweißzusätze oder ungeeignete Schweißmaschinen.

5.2.2 Durchführung der Schweißarbeiten

- 1) Schweißnahtaufbau, Schweißnahtrichtung und Schweißfolge sollten so gewählt werden, dass Spannungs- und Verzugsarm geschweißt werden kann, so dass die Schweißnahtgüte und die geforderten mechanisch Gütwerte erreicht werden.
- 2) Am Ende von Konsolen oder Aussteifungen sollte die Schweißnaht ohne Unterbrechung entsprechend EN 15085-3 um geschweißt werden.
- 3) Nach Möglichkeit sollte an den Positionen PA oder PB geschweißt werden. Wenn möglich, sollten Drehvorrichtungen verwendet werden.
- 4) Die Schweißwerkstatt muss beim Schweißen vor Witterungseinflüssen geschützt sein (z. B. vor Wind, Regen, Schnee und Zugluft in der Werkstatt).

- 5) Bei der Verarbeitung unterschiedlicher Werkstoffgruppen (z. B. Aluminium, nicht rostende Stähle) müssen für jede Werkstoffgruppe separate Fertigungsbereiche, Werkzeuge, Bearbeitungsmaschinen bzw. Einrichtungen verwendet oder diese vor der Bearbeitung gesäubert werden (siehe auch EN 1011). Es werden getrennte Fertigungsbereiche für die Arbeit mit den Werkstoffen mit mindestens 2 m hohen Trennwänden über der Arbeitsfläche empfohlen.
- 6) Die Schweißstromrückleitung (Werkstückklemme) sollte direkt an dem zu schweißenden Bauteil angebracht werden, so dass ein hinreichender elektrischer Kontakt mit geringem Widerstand vorliegt. Es wird empfohlen, die Schweißstromrückleitung so nahe wie möglich an der Schweißstelle anzubringen. Für Kleinteile konnte keine direkte Verbindung (z. B. durch den Schweißstisch) verwendet werden.
- 7) Beim Schweißen an Schienenfahrzeugen muss die Schweißstromrückleitung in der Nähe der Schweißstelle am Fahrzeug angebracht werden. Wegen der Gefahr, von Lagerschäden durch den Stromdurchfluss, ist es nicht zulässig, die Schweißstromrückleitung an den Schienen zu befestigen.
- 8) Gegebenenfalls sollten vor Beginn der Schweißarbeiten die Batterien abgeklemmt und die Fahrzeugelektronik geschützt werden, z. B. durch Ausbau oder elektrische Trennung.
- 9) Es müssen die erforderlichen Regeln für den Brandschutz beachtet werden.
- 10) Wenn Bauteile bewegt werden müssen, bevor die Schweißarbeiten abgeschlossen sind (gedreht oder transportiert), müssen sie in der Lage sein, den Beanspruchungen ohne plastische Verformung standhalten.
- 11) Wenn keine Vorwärmtemperatur angegeben ist, gelten die Angaben in EN 1011-2 und EN 1011-4. Eine Anleitung zu Qualitätssystemen ist EN ISO 13916 enthalten.
- 12) Anforderungen an das Heftschweißen:
 - i) Der Hersteller muss über eine interne schriftliche Anleitung über Heftschweißarbeiten verfügen.
 - ii) Wenn Heftschweißnähte in die endgültige Schweißnaht eingearbeitet werden, gelten für sie die gleichen Anforderungen wie für die Schweißnaht.
 - iii) Wenn Heftschweißnähte nicht in der endgültigen Schweißnaht verbleiben sollten, müssen sie entfernt werden.
 - iv) Sollten Heftschweißnähte beim Schweißen aufgeschmolzen werden, so sollten sie so ausgeführt oder geschliffen werden, dass das Aufschmelzen möglich ist.
 - v) Heftschweißnähte außerhalb des Schweißbereiches (z. B. an verbleibenden Badsicherungen) sind nur zulässig, wenn sie konstruktiv vorgesehen sind. Sie unterliegen den gleichen Anforderungen wie die Schweißnaht.
 - vi) Beim Heftschweißen muss die erforderliche Vorwärmtemperatur beachtet werden.
 - vii) Wenn die Heftschweißnaht in der Schweißverbindung verbleibt, muss die Heftschweißung von einem qualifizierten Schweißer durchgeführt werden.
- 13) Sind Schweißnähte der Schweißnahtgüteklassen CP B1, CP B2 oder CP C1 mit voller Durchschweißung und Gegenlage (siehe Bild 1) konstruktiv vorgegeben, so muss vor dem Schweißen der Gegenlage die Wurzellage ausgearbeitet werden. Andernfalls muss das angewandte Verfahren durch eine Verfahrensprüfung nach EN ISO 15613 oder EN ISO 15614 oder durch eine Arbeitsprobe qualifiziert werden.