

DIN EN 14587-3

ICS 25.160.10; 93.100

Einsprüche bis 2010-04-22

Entwurf**Bahnanwendungen –
Oberbau –****Abbrennstumpfschweißen von Schienen – Teil 3: Schweißen im
Zusammenhang mit Kreuzungskonstruktionen;
Deutsche Fassung prEN 14587-3:2009**Railway applications –
Track –Flash butt welding of rails – Part 3: Welding in association with crossing construction;
German version prEN 14587-3:2009Applications ferroviaires –
Voie –Soudage des rails par étincelage – Partie 3: Soudre en association avec la construction
des appareils de voie;
Version allemande prEN 14587-3:2009**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-02-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN
(Hausanschrift: Panoramaweg 1, 34131 Kassel).

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

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN
Normenausschuss Eisen und Stahl (FES) im DIN
Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 087-00-01-01 UA „Schienenschweißen“ im Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Bahnanwendungen — Oberbau — Abbrennstumpfschweißen von Schienen — Teil 3: Schweißen im Zusammenhang mit Weichenkonstruktionen

Applications ferroviaires — Voie — Soudage des rails par étincelage — Partie 3 : Soudure en association avec la construction des appareils de voie

Railway applications — Track — Flash butt welding of rails — Part 3: Welding in association with crossing construction

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Bereitzustellende Informationen für die Zulassung.....	8
4.1 Durch den Kunden.....	8
4.2 Durch den Hersteller	9
5 Zulassung des Herstellers	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Schweißverfahren.....	9
5.3 Bediener.....	9
5.4 Überwachung	9
5.5 Schweißabnahme.....	9
5.6 Ausrüstung.....	9
5.7 Qualitätssicherungssystem.....	9
6 Anforderungen an das Schweißverfahren	10
6.1 Allgemeines.....	10
6.2 Werkstückvorbereitung.....	10
6.3 Spannkraft	10
6.4 Erst-Abbrand	10
6.5 Vorwärmung.....	11
6.6 Fertig brennen.....	11
6.7 Stauchen.....	11
6.8 Schweißnachbehandlung	11
6.8.1 Vor dem Lösen.....	11
6.8.2 Nach der Herausnahme aus der Maschine	11
6.9 Schweißparameter	11
6.10 Entfernung des Wulstes und Korrektur der Schweißausrichtung	12
7 Profilmfertigstellung der Schweißung.....	12
8 Schweißgeometrie und Abmessungen	12
8.1 Ausrichtung und Ebenheit um die Schweißung.....	13
8.2 Abweichungen am Fuß	13
9 Schweißidentifikation.....	14
10 Verfahrenszulassung	14
10.1 Allgemeines.....	14
10.2 Vorbereitung der Schweiß-Prüfkörper	14
10.3 Anzahl der Prüfkörper	15
10.4 Zulassungsprüfungen	15
10.4.1 Schweißgeometrie und Abmessungen	15
10.4.2 Augenscheinliche Prüfung	15
10.4.3 Oberflächenzustand	15
10.4.4 Liquid penetrant testing and magnetic particle testing.....	15
10.4.5 Innere Unversehrtheit.....	16
10.4.6 Biegeprüfung.....	16
10.4.7 Dauerfestigkeitsprüfung	16
10.4.8 Makro-Untersuchung.....	17
10.4.9 Mikro-Untersuchung.....	17
10.4.10 Härteprüfung	17
10.5 Prüfergebnisbericht.....	18

	Seite
10.6 Gültigkeit der Zulassung	18
11 Zulassung von weiteren Schienenprofilen oder Schienenstahlsorten.....	19
11.1 Allgemeines	19
11.2 Vorbereitung des Prüfkörpers	19
11.3 Zulassungsprüfungen.....	19
11.4 Prüfergebnisbericht	19
12 Streckenversuche.....	19
12.1 Allgemeines	19
12.2 Ergebnisbericht der Streckenversuche	19
13 Schweißen nach der Verfahrenszulassung	20
13.1 Schweißen.....	20
13.2 Aufzeichnung der Schweißparameter.....	20
13.3 Augenscheinliche Prüfung.....	20
13.4 Schweißgeometrie und Abmessungen	20
13.5 Eindringmittelprüfung und Magnetpulverprüfung	20
13.6 Innere Unversehrtheit	20
13.7 Biegeprüfung	20
13.7.1 Allgemeines	20
13.7.2 Zusätzliche Prüfanforderungen	20
13.7.3 Durchführung der Biegeprüfung	21
13.7.4 Auswertung der Ergebnisse.....	21
13.7.5 Wiederholungsprüfung.....	21
13.7.6 Dokumentation	21
Anhang A (informativ) Beispiele für Mattstellen und Glanzstellen	22
Anhang B (normativ) Anforderungen an die Biegeprüfung	23
Anhang C (normativ) Bruchflächen der Prüfschweißungen — Aufzeichnung der Fehler	25
Anhang D (normativ) Verfahren der Dauerfestigkeitsprüfung für Abbrennstumpfschweißungen	27
D.1 Anwendungsbereich	27
D.2 Prüfausstattung	27
D.3 Kalibrierungsverfahren	29
D.3.1 Allgemeines	29
D.3.2 Prüfkörper	29
D.3.3 Vorbereitung des Prüfkörpers	29
D.3.4 Instrumentierung	29
D.3.5 Ablauf.....	29
D.4 Dauerfestigkeitsprüfung.....	33
D.4.1 Allgemeines	33
D.4.2 „Treppenstufen“-Verfahren.....	33
D.4.3 Beispiel einer Datenauswertung einer Dauerschwingprüfung nach dem „Treppenstufen“-Verfahren	35
D.4.4 Verfahren „Past-the-post“	36
Anhang E (normativ) Makro-Untersuchung und Mikro-Untersuchung	37
E.1 Makro-Untersuchung	37
E.2 Mikro-Untersuchung	37
Anhang F (normativ) Härteprüfung.....	39
Anhang G (normativ) Ultraschallprüfung nicht-austenitischer Materialien.....	40
G.1 Bezugslinien (DAC) Bestimmung — Vergleichskörper.....	40
G.2 Bezugslinien (DAC) Bestimmung und Annahmekriterien.....	40
Literaturhinweise.....	42

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14587-3:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist ein Teil der dreiteiligen Reihe der EN 14587 „*Bahnanwendungen — Oberbau — Abbrennstumpfschweißen von Schienen*“. Die Teile sind nachfolgend aufgelistet:

- *Teil 1: Schweißen neuer Schienen der Stahlsorte R220, R260, R260Mn und R350HT in einer stationären Anlage*
- *Teil 2: Abbrennstumpfschweißen neuer Schienen der Stahlsorten R220, R260, R260Mn und R350HT durch mobile Schweißmaschinen an Orten außerhalb eines Schweißwerkes*
- *Teil 3: Schweißen im Zusammenhang mit Weichenkonstruktionen*

Einleitung

Dieser Teil der EN 14587 hat 4 Hauptpunkte:

- Anforderungen an einen Schweißprozess.
- Zulassungsverfahren für ein Schweißwerk.
- Zulassung von anderen Schienenprofilen oder Stahlsorten.
- Schweißen nach der Zulassung.

Dieser Teil der EN 14587 wurde durch eine europäische Richtlinie veranlasst. Diese Norm berücksichtigt die Anforderungen der Eisenbahnunternehmen und die Hersteller müssen die festgelegten Anforderungen dieser Norm erfüllen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen für die Zulassung eines Schweißverfahrens in einem Sachweißwerk fest, zusammen mit den Anforderungen für die spätere Schweißung.

Es ist anwendbar für neue Vignol-Schienen, die in einer stationären Anlage an Herzstückkomponenten abbrennstumpfgeschweißt werden, und für den Einsatz in der Eisenbahn-Infrastruktur vorgesehen sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 13674 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienen*

EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

EN 1290, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen*

EN ISO 6507, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers*

prEN 15689, *Bahnanwendungen — Oberbau — Weichen und Kreuzungen — Gegossener austenitischer Manganstahl für Herzstückbauteile*

EN 1371-1, *Gießereiwesen — Eindringprüfung — Teil 1: Sand-, Schwerkraftkokillen- und Niederdruckkokillengußstücke*

EN 1712, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen*

EN 1713, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Anzeigen in Schweißnähten*

EN 1714, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen*

EN 473, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

EN 10083-1, *Vergütungsstähle — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

EN 14587-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Abbrennstumpfschweißen von Schienen — Teil 1: Schweißen neuer Schienen der Stahlsorte R220, R260, R260Mn und R350HT in einer stationären Anlage*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Hersteller

Unternehmen, welches Schienen mit Schienen, Schienen mit Kreuzungen und Schienen mit Herzstückkomponenten durch Abbrennstumpfschweißen in einer stationären Anlage verbindet

3.2

Kunde

Käufer der abbrennstumpfgeschweißten Herzstückarbeiten in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Eisenbahnunternehmen

3.3

Eisenbahn-Infrastruktur

stetige Strecke einer nationalen oder privaten Eisenbahn

3.4

Stationäre Anlage

Stationäre Maschine für Abbrennstumpfschweißungen von Schienen mit Schienen, Schienen mit Kreuzungen und Schienen mit Herzstückkomponenten

3.5

Kontakteinbrand

Beschädigung, verursacht durch lokale Überhitzung der Elektroden mit der Kontaktfläche

3.6

Wulst

überstehendes, herausgedrücktes Material als Folge des Anpressvorgangs

3.7

Körper

Teil, abgetrennt von den verschweißten Bauteil oder eine für die Prüfung vorbereitete geschweißte Verbindung

3.8

Profilieren

Arbeitsschritt, bei dem die Schiene oder relevante Teile im Schweißbereich durch entfernen des Wulstes zum Ursprungsprofil zurückgebildet werden

ANMERKUNG Diese Arbeitsschritte können sein: Schleifen, Fräsen, Hobeln oder andere geeignete Verfahren.

3.9

fertige Schweißung

Geschweißt, Wulst abgesichert und profiliert

3.10

Mattstellen

Charakteristisch ist, bei der vertikaler Betrachtung des Querschnittes, eine lokale glatte Textur (siehe Anhang A). Bei Längsbetrachtung des Makroschliffes ist die Linsenform charakteristisch.

3.11

Glanzstellen

lokale helle Stellen an Edelstahllegierungen/ bei Schienenenden ein Anzeichen für einen möglichen Martensitbereich (siehe Anhang A)

3.12

Bindefehler

Gebiet in der Schweißung, wo keine Metallverbindung besteht (ausgenommen Mattstellen und Glanzstellen)

ANMERKUNG Dies kann bei Untersuchung der fertigen Schweißung und nach dem Zerscheiden als eine lineare Schweißnahtunterbrechung an den Verbindungsstellen auftreten.

3.13

Schweißzone

jeder Bereich 50 mm beiderseits der Schweißmittellinie muss der Schweißzone zugeordnet werden

3.14

Halsstücköffnung

Flügelöffnung (Front) Bearbeitung oder Anordnung der Flügel für den freien Durchgang am Halsstück

3.15

Gießverfahren

Gestaltung des Angusssystems und Speiser für die Herstellung von Gießungen entsprechend der prEN 15689

3.16

Angußsystem

Kanal/Kanäle, die es ermöglichen, das geschmolzene Metall in die Gießform einleiten

3.17

Speiser

Vorrat von geschmolzenem Metall für die Nachspeisung in den erstarrten Guss

3.18

Werkstück

Herzstückkomponenten, Ansatzstück als Schienenformstück oder Schienenabschnitt

3.19

Eisenbahnunternehmen

entweder die Eisenbahnbehörde oder der Eigentümer als Betreiber einer Eisenbahn-Infrastruktur oder ein in der Betreiberverantwortung stehendes Unternehmen

3.20

wie geschweißt

Schienen abbrennstumpfgeschweißt und nur abgesichert

4 Bereitzustellende Informationen für die Zulassung

4.1 Durch den Kunden

Die folgenden Informationen müssen durch den Kunden gegeben und mit dem Hersteller abgestimmt werden und müssen vollständig beschreiben:

- a) das Schienenprofil und geometrische Einzelheiten der Kreuzung;
- b) die Schienen- und Herzstück-Stahlsorte/Material;
- c) die in EN 13674-1 festgelegte Profilkategorie der angrenzenden Schiene;
- d) Ausrichtungskategorie(n) der Abbrennstumpfschweißungen (siehe Tabelle 1);
- e) die Art der Dauerfestigkeitsprüfung sofern anwendbar) für die Zulassung;
- f) Grenzwertabweichungen an den Schienenenden des gelieferten Herzstückes;
- g) Mindestlänge der angrenzenden Schienenenden;
- h) Profil, Anzahl und Häufigkeit für die Biegeprüfung (siehe 13.7);
- i) Anforderungen an jeglicher Streckenprüfung.

4.2 Durch den Hersteller

Die folgenden Informationen müssen durch den Hersteller gegeben und mit dem Kunden abgestimmt werden und müssen vollständig beschreiben:

- a) Ein qualifiziertes Schweißverfahren;
- b) Nachverfolgbarkeitssystem der Schweißungen;
- c) Bedingungen für Reparaturschweißungen im Betrieb;
- d) Art und Identifikationsnummer der verwendeten Maschine.

5 Zulassung des Herstellers

5.1 Allgemeines

Der Hersteller muss die in 5.2 bis 5.7 festgelegten Zulassungsanforderungen erfüllen. Der Kunde hat das Recht zu jedem Zeitpunkt den Hersteller zu auditieren.

5.2 Schweißverfahren

Der Hersteller muss ein Schweißverfahren und Abbrennstumpfschweißmaschinen verwenden, die durch das RA genehmigt sind.

5.3 Bediener

Der Hersteller muss ein System vorweisen, das die Fähigkeit seine Schweißbediener durch entsprechende Ausbildung und Prüfungen sicherstellt.

5.4 Überwachung

Der Hersteller muss ein Management und Überwachungssystem für Abbrennstumpfschweißungen vorweisen, das die Anforderungen des Kunden genügt.

5.5 Schweißabnahme

Der Hersteller muss ein System der Schweißabnahme entsprechend der Anforderung des Kunden vorweisen. Während dieser Abnahme gefundene Nicht-Übereinstimmungen müssen in dem Nachverfolgbarkeitssystem aufgezeichnet werden.

5.6 Ausrüstung

Ausrüstung muss dem Bedienhandbuch entsprechen. Kontroll- und Einstellungsausrüstungen müssen übereinstimmen mit den Anforderungen, die zwischen dem Hersteller und dem Kunden abgestimmt wurden.

5.7 Qualitätssicherungssystem

Der Hersteller muss ein unabhängiges zugelassenes und auditiertes Qualitätssicherungssystem verwenden, z. B. übereinstimmend mit den Anforderungen nach EN ISO 9001: oder anderen Zugelassenen durch den Kunden akzeptiert.

6 Anforderungen an das Schweißverfahren

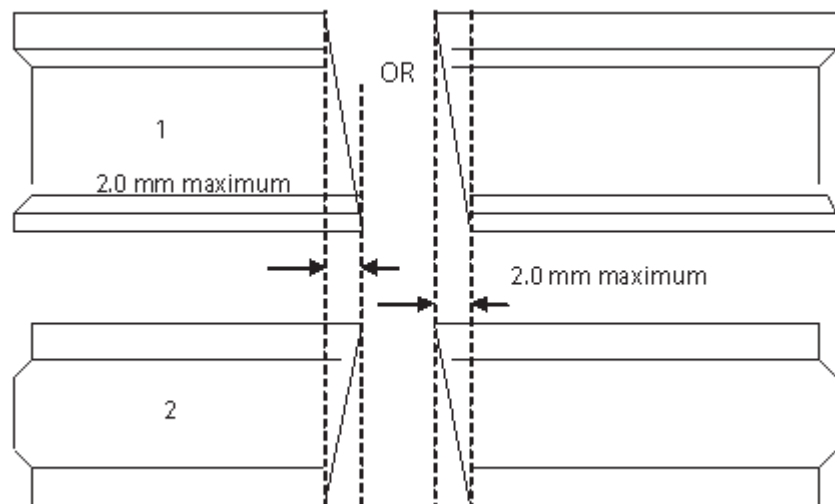
6.1 Allgemeines

Alle Schweißungen müssen mit einer selbständig arbeitenden Abbrennstumpfschweißmaschinen, die programmierte Schweißabläufe, entsprechend dem durch des RA zugelassene Verfahren, verwenden ausgeführt werden.

6.2 Werkstückvorbereitung

Die zu verschweißenden Kreuzung-/Zwischenstück-/Schienenflächen müssen immer gesägt, trenngeschnitten oder zum Schweißen vorbehandelt sein und müssen die in Bild 1 gegebenen Grenzabweichungen entsprechen. Die elektrischen Kontaktbereiche an den Werkstücken und an der Maschine müssen sauber und frei von schädlichem Material sein, die Einfluss auf den Stromfluss hat. Die Werkstücke dürfen nicht durch die Reinigungsarbeit beschädigt werden.

Jede maßliche Abweichung der zwei Werkstücke größer 2 mm muss durch Schleifen oder Schweißvorbereitung korrigiert werden.



Legende

- 1 Seitenansicht
- 2 Draufsicht

Bild 1 — Grenzabweichung der Rechtwinkligkeit der Schienenenden

6.3 Spannkraft

Werkstücke müssen in der Abbrennstumpfmachine durch der Oberflächenform oder Kontur angepassten Klemmen gesichert werden, dass, wenn die Spannkraft auf dem Werkstück wirkt, sie das Werkstück nicht beschädigt. Die Spannkraft muss so bestimmt sein, dass ein Gleiten nicht erfolgt.

6.4 Erst-Abbrand

Zur Sicherstellung des vollständigen Kontaktes während der nachfolgenden Vorwärm Schritte müssen die Werkstücke ein Anfangsblitzen zeigen.

6.5 Vorwärmung

Die Vorderseite des gewärmten Bereiches muss gleichmäßig erfolgen, so dass zum Ende der Vorwärmung ein gleichmäßiges Wärmeband in beiden Werkstücken zeigt. Dort dürfen keine Anzeichen des örtlichen Anschmelzens der Enden durch die Vorwärmung vorhanden sein.

6.6 Fertig brennen

Wenn eingeleitet, darf das Abbrennen nicht unterbrochen werden.

6.7 Stauchen

Das Stauchen des Wulstes muss sofort nach dem Brennen erfolgen. Zur Sicherstellung, dass Poren geschlossen und Lufteinschlüssen herausgedrückt werden, so dass ein Minimum in der Schweißnahtstelle verbleibt, muss ausreichende Stauchkraft aufgebracht werden. Die Schweißnaht muss sich in den Wulst ausweiten.

Zur Sicherstellung, dass die geforderte Schweißintegrität erreicht wird, muss die Zeit zwischen dem Stauchen und dem Lösen ausreichend sein. Zur Vermeidung von Schädigungen in der Schweißung muss während dieser Zeit die notwendige Längskraft aufrecht gehalten werden.

6.8 Schweißnachbehandlung

6.8.1 Vor dem Lösen

Schweißwärmenachbehandlungen können für bestimmte Schienenstahlsorten und legierten Stählen notwendig sein.

6.8.2 Nach der Herausnahme aus der Maschine

Eine kontrollierte Abkühlung nach der Schweißung kann erforderlich sein.

Zusätzliche Schweißwärmenachbehandlungen nach der Entnahme aus den Maschinen kann für bestimmte Stahlsorten notwendig sein

6.9 Schweißparameter

Die Ausstattung der Schweißmaschine und/oder Managementsystem muss das Folgende aufzeichnen können:

- a) Schweißstrom
- b) Stauchkraft oder Druck;
- c) Versatz;
- d) Schweißzeit
- e) Programmerkennung und Einstelldetails;
- f) Schweißidentifikation;
- g) Schweißwärmenachbehandlung (sofern anwendbar).

Die Schweißprogramme und jede Schweißwärmehandlung muss durch Verfahrensprüfungen festgelegt sein und wenn genehmigt und bestätigt darf sie nicht ohne vorheriger Genehmigung durch den Kunden geändert werden.

Die Schweißparameter müssen überwacht, bezüglich der Zulassungsgrenzen geprüft und aufgezeichnet werden. Diese Aufzeichnungen müssen den entsprechenden Schweißungen zuordbar sein.

Die Schweißwärmehandlungsparameter müssen überwacht, bezüglich der Zulassungsgrenzen geprüft und aufgezeichnet werden. Diese Aufzeichnungen müssen den entsprechenden Schweißungen zuordbar sein.

6.10 Entfernung des Wulstes und Korrektur der Schweißausrichtung

Das Wulstmaterial muss entfernt werden durch Anwendung von zugelassenen Verfahren und wenn genehmigt und darf ohne Genehmigung des Kunden nicht verändert werden. Mit Ausnahme, wo der Wulst nicht entfernt werden kann, müssen Endbearbeitung und Abmaße zwischen Kunde und Hersteller vereinbart werden.

Entfernung des Wulstes darf zu keinen mechanischen oder thermischen Schäden der Herzstücke oder Schienen führen.

Jede Fläche, an dem der Wulst entfernt wurde, muss frei von sichtbaren Rissen sein.

Die Korrektur der Schweißausrichtung muss durch Pressen erfolgen.

7 Profiltfertigstellung der Schweißung

Die Fertigbearbeitung muss durch maschinelle Bearbeitung/Schleifen in Längsrichtung ausgeführt werden.

Die Rauheitsgrenzen innerhalb der Schweißzone müssen sein:

- a) 6,3 µm Ra an der Unterseite des geschweißten Fußes und im Radkontaktbereich,
- b) 12,5 µm Ra in allen anderen bearbeiteten Bereichen.

Die Profiltfertigstellung darf zu keinen thermischen oder mechanischen Fehlern führen. Das Schienenprofil in dem Radkontaktbereich muss durch Profiltbearbeitung wieder hergestellt werden. Der Rest der Schweißflächen muss nahtlos in das umgrenzende Material übergehen, so das lokale Spannungskonzentrationen vermieden werden.

Wo es nicht möglich ist die Endbearbeitung durchzuführen muss das Profil zwischen Hersteller und Kunden vereinbart werden.

Profiltfertigstellung am Schienenkopf muss auf der kürzest möglichen Länge durchgeführt werden, aber darf in keinem Fall 900 mm erreichen.

8 Schweißgeometrie und Abmessungen

Die Ausrichtung der Schweißverbindung nach dem Pressen und der Profiltfertigstellung muss mit einem 1-Meter-Lineal, vertikal und horizontal, gemessen werden.

Die horizontale Ausrichtung des Schienenkopfes muss sich nur an der Laufkante erfolgen. Jede Abweichung der Ausrichtung muss mit Tabelle 1 bei Umgebungstemperatur übereinstimmen