

Ersetzt Ausgabe Mai 1983

Diese Richtlinie ist die überarbeitete Fassung des Merkblattes 1608 von Mai 1983. Die Überarbeitung erfolgte mit dem Ziel, die in DIN EN 15085 enthaltenen Anforderungen zur Festlegung von Schweißnahtgüteklassen unter Berücksichtigung von Festigkeits- und Sicherheitsanforderungen bei Schweißverbindungen im Schienenfahrzeugbau umzusetzen. Zusätzlich zum Nennspannungskonzept wurde das Kerbspannungskonzept als Bewertungsmethodik aufgenommen. Auch das Vorgehen beim statischen Nachweis wurde berücksichtigt.

Die Geltung dieser Richtlinie ist zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren.

Die Richtlinie wurde durch Vertreter der Schienenfahrzeugindustrie, der DB AG, des Eisenbahn-Bundesamtes sowie durch Mitarbeiter von IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH Dresden erstellt.

Inhalt:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Allgemeines 2 Geltungsbereich 3 Schweißtechnische Fertigung und Qualitätssicherung <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Schweißplanung und konstruktive Hinweise 3.2 Anforderungen an die Fertigungseinrichtungen 3.3 Bearbeitungswerkzeuge und Vorrichtungen 3.4 Reinigen und Entfetten 3.5 Nahtvorbereitung 3.6 Heftschweißen 3.7 Vorwärmen 3.8 Schweißverfahren, Schweißzusätze und Schutzgase 3.9 Wärmebehandlung nach dem Schweißen 3.10 Richten geschweißter Bauteile 3.11 Angaben zu Schweißverbotszonen 3.12 Instandsetzungsarbeiten 3.13 Prüfen nach dem Schweißen 4 Gestaltung der Schweißverbindungen 5 Grundlagen der Festigkeitsauslegung <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Festigkeitsanforderungen 5.2 Festigkeitswerte 5.3 Empfehlungen zur Bewertung von Finite-Elemente-Resultaten 5.4 Nennspannungskonzept 5.5 Kerbspannungskonzept 6 Nachweis der statischen Festigkeit <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Durchgeschweißte Stumpfnähte 6.2 Nicht durchgeschweißte Stumpfnähte 6.3 Durchgeschweißte T-Stoßverbindungen 6.4 Nicht durchgeschweißte T-Stoßverbindungen 6.5 Kehlnähte 6.6 Werkstoffkennwerte 7 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit <ul style="list-style-type: none"> 7.1 Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> 7.1.1 Mittelspannungsempfindlichkeit geschweißter Bauteile 7.1.2 Maßnahmen zur Steigerung der Ermüdungsfestigkeit geschweißter Bauteile 7.1.3 Dickeneinfluss geschweißter Bauteile 7.1.4 Bewertung mehrachsiger Beanspruchungen im Grundwerkstoff 7.1.5 Bewertung mehrachsiger Beanspruchungen geschweißter Bauteile 7.1.6 Berücksichtigung lokaler Spannungskonzentrationen im Grundwerkstoff 7.2 Dauerfestigkeitsnachweis nach dem Nennspannungskonzept <ul style="list-style-type: none"> 7.2.1 Dauerfestigkeitswerte für Grundwerkstoff nach dem Nennspannungskonzept 7.2.2 Dauerfestigkeitswerte für Schweißnähte nach dem Nennspannungskonzept 7.2.3 Erläuterungen zum Kerbfall-Katalog in Anhang B 7.3 Dauerfestigkeitsnachweis nach dem Kerbspannungskonzept <ul style="list-style-type: none"> 7.3.1 Betriebsfestigkeitsnachweis <ul style="list-style-type: none"> 7.3.1.1 Definition der Wöhlerlinie 7.3.1.2 Vorgehen beim Betriebsfestigkeitsnachweis 7.3.2 Zuordnung von Ermüdungsfestigkeit, Schweißnahtgüteklasse und Sicherheitsbedürfnis 8 Ermüdungsfestigkeitsauslegung auf Basis von Nennspannungen <ul style="list-style-type: none"> 8.1 Ermüdungsfestigkeitsauslegung nach Kerbspannungskonzept bzw. nach anderen Richtlinien oder Regelwerken 8.2 Verwendete Abkürzungen und Formelzeichen 10 Schrifttum | <ul style="list-style-type: none"> Anhang A:
Werkstoffbezeichnungen, Werkstoffzustände Anhang B:
Dauerschwingfestigkeitswerte (Ermüdungsfestigkeitswerte für 10 Millionen Lastwechsel) für geschweißte Verbindungen aus Al-Legierungen (ohne Berücksichtigung der Nahtoberflächenbearbeitung – mit Berücksichtigung einer Mittelspannungsempfindlichkeit von $M = 0,15$) |
|---|---|

1 Allgemeines

Diese Richtlinie enthält Hinweise zur Gestaltung und Vorgaben zur Auslegung von Schweißkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen sowie eine Zusammenstellung von für den Schienenfahrzeugbau wesentlichen Schweißkonstruktionsdetails (Kerbfälle), die sich bezüglich Sicherheit, Funktionsfähigkeit, Leichtbau, wirtschaftlicher Fertigung und Instandhaltung bewährt haben.

Das Vorgehen beim Nachweis der statischen Festigkeit als auch beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Grundwerkstoff und Schweißverbindungen wird beschrieben.

Für den Dauerfestigkeitsnachweis mittels dem Nennspannungskonzept ist ein Kerbfall-Katalog zusammengestellt, in dem Verbindungsdetails den Schweißnahtgüteklassen nach DIN EN 15085-3

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

und den Kerbfalllinien bzw. Dauerfestigkeitswerten zugeordnet sind, die durch die Überarbeitung der Richtlinie DVS1608:1983 entstanden und ebenfalls Bestandteil dieser Richtlinie sind. Zusammen mit der Berücksichtigung von unterschiedlichen Sicherheitsbedürfnissen werden damit die Anforderungen der DIN EN 15085 erfüllt.

Die Dauerfestigkeitswerte beziehen sich auf den Grundwerkstoff sowie auf geschweißte Bauteilverbindungen im Schienenfahrzeugbau und die hier geltenden Lastannahmen und Fertigungsbedingungen. Das ist zu beachten, wenn diese Dauerfestigkeitswerte auch in anderen Bereichen angewendet werden. Der Katalog für Schweißverbindungen in Anhang B erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zusätzlich zum Nennspannungskonzept wird das Kerbspannungskonzept als Bewertungsmethodik vorgeschlagen.

Für den Betriebsfestigkeitsnachweis sind Wöhlerlinien für das Nennspannungskonzept als auch für das Kerbspannungskonzept angegeben. Dadurch ist eine Bewertung der Betriebsfestigkeit bzw. eine Lebensdauerbewertung mittels Schadensakkumulation möglich.

Die Richtlinie dient Berechnungsingenieuren und Konstrukteuren dazu, Schweißverbindungen beanspruchungsgerecht auszulegen, und unterstützt Schweißfach- und Abnahmeingenieure bei der Lösung von Qualitätssicherungs- und Fertigungsaufgaben.

2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Gestaltung und Auslegung auf statische Festigkeit und Ermüdungsfestigkeit von Grundwerkstoff und Lichtbogen-Schweißverbindungen von im Schienenfahrzeugbau eingesetzten Aluminiumlegierungen, die in der Normenreihe DIN 5513 bzw. Merkblatt DVS 1623 aufgeführt sind. Sie ist für Konstruktionen mit Wanddicken $t \geq 1,5$ mm anzuwenden.

Folgende Legierungen werden für den Einsatz bei Schienenfahrzeugen empfohlen:

- Strangpressprofile:
EN AW-6005A, EN AW-6082, EN AW-6060, EN AW-6106,
- Bänder, Bleche und Platten:
EN AW-5083, EN AW-5454, EN AW-5754, EN AW-6062
- Aluminiumguss:
EN AC 21000, EN AC 42000, EN AC 43300, EN AC 51300,
- Schmiedeteile:
EN AW-5754, EN AW-5083, EN AW-6005A, EN AW-6082.

Bei Halbzeugen der Legierung EN AW-7020 (AlZnMg1) existiert ein Risiko in Bezug auf Spannungsrissschichtkorrosionsempfindlichkeit.

Unter Berücksichtigung der konstruktiven Gegebenheiten bei Schienenfahrzeugen und den Unsicherheiten bezüglich der Einflüsse während des Betriebs wird bei Verwendung von EN AW-7020 im Schienenfahrzeugbau auf die Einhaltung der besonderen Verarbeitungsvorgaben und der empfohlenen Korrosionsschutzmaßnahmen der Aluminiumhersteller hingewiesen (z. B. Eloxieren, Beschichten, Lackieren, Wärmebehandlung). Für Neubaukonstruktionen wird daher auch vom Einsatz der Legierung EN AW-7020 abgeraten.

Beim Einsatz neuer Werkstoffe bzw. anderer Wanddicken ist die Anwendbarkeit der in dieser Richtlinie enthaltenen Festigkeitsvorgaben zu überprüfen.

3 Schweißtechnische Fertigung und Qualitätssicherung

Bei der Gestaltung der Schweißverbindungen im Schienenfahrzeugbau sind die Anforderungen der DIN EN 15085 zu beachten.

Die Konstruktionszeichnungen sind unter Beachtung der DIN EN 15085-3 und des Merkblattes DVS 1610 zu erstellen.

Hinweis:

Für vorhandene Schweißkonstruktionen, die nach nicht mehr geltenden Regelwerken erstellt wurden (z. B. DIN 6700), ist bei der Anpassung der Zeichnungen an die Normenreihe DIN EN 15085 das Merkblatt DVS 1623 zu beachten. Dies gilt besonders für die Umschreibung der Schweißnahtgüteklassen und den Nachweis der Schweißnahtqualität (z. B. ZFP).

Entsprechend der Normenreihe DIN EN 15085 muss für jede Schweißkonstruktion im Schienenfahrzeugbau die Schweißbarkeit nach DIN 8528-1 gewährleistet sein. Im Einzelnen gilt:

- Die Schweißbarkeit der Werkstoffe ist gewährleistet, wenn die Werkstoffe die Anforderungen der DIN EN 15085-3 Abs. 6.1, erfüllen.
- Die Schweißbarkeit der Schweißzusätze ist gewährleistet, wenn die Schweißzusätze für den jeweiligen Werkstoff entsprechend DIN EN 15085-4 Abs. 5.3, ausgewählt und qualifiziert sind.
- Die Schweißbarkeit der Konstruktion ist gewährleistet, wenn die Konstruktion den Beanspruchungen unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens standhält. Die Vorgaben der DIN EN 15085-3 und DIN EN 15085-4 sind zu beachten.
- Die Schweißbarkeit der Fertigung ist gewährleistet, wenn die Konstruktion unter Beachtung der Zertifizierungsstufe und der im Betrieb möglichen Schweißverfahren herzustellen ist.

Neben der Schweißbarkeit der Konstruktion ist sicherzustellen, dass die Konstruktion prüfgerecht (vorgegebene zerstörungsfreie Prüfungen müssen möglich sein) und entsprechend DIN 27201-6 instandsetzungsfähig ist (siehe auch Merkblatt DVS 1620).

Für die Zuordnung der Komponenten und Bauteile zu den Zertifizierungsstufen gelten die Vorgaben der DIN EN 15085-2, Anhang C für die Einstufung der Schweißverbindungen in die Schweißnahtgüteklassen enthält der Abschnitt 8 dieser Richtlinie vereinfachte Festlegungen, mit denen die Vorgaben der DIN EN 15085-3, Tabelle 2, erfüllt werden. Des Weiteren sind in diesem Abschnitt zur Festlegung des maßgebenden Sicherheitsbedürfnisses Angaben aufgeführt, die inhaltlich dem Anhang G in DIN EN 15085-3 entsprechen.

Hinweis:

Es ist ganz besonders darauf zu achten, dass mit der Festlegung der Schweißnahtgüteklasse auch die Zuordnung der Komponenten und Bauteile zu den Zertifizierungsstufen erfolgt, da nach DIN EN 15085-2 die Zertifizierungsstufe primär von der Schweißnahtgüteklasse abhängig ist.

Schweißkonstruktionen im Schienenfahrzeugbau nach DIN EN 15085 sind einer schweißtechnischen Prüfung entsprechend Merkblatt DVS 1620 zu unterziehen.

3.1 Schweißplanung und konstruktive Hinweise

Beim Entwurf geschweißter Schienenfahrzeuge ist die Fertigbarkeit der Schweißnähte gemeinsam mit dem Schweißfachingenieur zu prüfen.

Bei schwierigen Konstruktionen sind Schweißfolgepläne aufzustellen (siehe hierzu Merkblatt DVS 1610).

Die Schweißnahtformen sowie die Anforderungen an die Schweißnahtgüte und der Prüfaufwand sind gemeinsam zwischen Konstrukteur, Schweißfachingenieur und Berechnungsingenieur festzulegen.

3.2 Anforderungen an die Fertigungseinrichtungen

Die Werkstätten, in denen Aluminium verarbeitet wird, sind räumlich von solchen zu trennen, in denen Staub, Gase oder Dämpfe entstehen, welche die Korrosionsbeständigkeit von Aluminium oder die Schweißnahtqualität nachteilig beeinflussen. Bei schweißtechnischen Instandsetzungsmaßnahmen am tragenden Fahrzeugkörper sind geeignete Spannvorrichtungen zu verwenden.

Analog zur Arbeitsstättenrichtlinie ist zum Schweißen von Aluminiumlegierungen eine Raumtemperatur von mindestens 12°C zu gewährleisten.