

DIN 29595

ICS 25.160.40; 49.035

Ersatz für
DIN 29595:2004-12**Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau –
Schmelzgeschweißte metallische Bauteile –
Anforderungen**

Welding in aerospace –
Fusion welded metallic components –
Requirements

Soudage en aéronautique et espace –
Éléments métalliques soudés par fusion –
Exigences

Gesamtumfang 24 Seiten

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN
Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Vorwort

Die vorliegende Norm wurde vom Gemeinschaftsausschuss DIN/DVS AA 17/AG A 9 „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau“ im Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) erarbeitet.

Sie enthält Angaben, die bei der Fertigung schmelzgeschweißter Bauteile in der Luft- und Raumfahrt anzuwenden sind.

Änderungen

Gegenüber DIN 29595:1983-04 und Beiblatt 1 zu DIN 29595:1984-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Titel wurde geändert;
- b) der Inhalt wurde technisch und redaktionell überarbeitet;
- c) Bewertungsgruppen wurden von I, II und III in A, B und C entsprechend DIN EN ISO 5817 geändert;
- d) der Inhalt vom Beiblatt 1 wurde technisch unverändert als informativer Anhang A aufgenommen.

Gegenüber DIN 29595:2004-12 wurden folgende Berichtigungen vorgenommen, die im Text unterstrichen dargestellt sind:

- a) Darstellung der Gleichungen in Tabelle 2 für laufende Nummer 32, Spalten A und B, in einer Zeile. Durch unkorrekte Formatierung der Tabelle 2 waren die Gleichungen sinnentstellend in zwei Zeilen wiedergegeben worden.

Frühere Ausgaben

LN 29595-1: 1975-09

LN 29595-2: 1975-09

DIN 29595: 1983-04, 2004-12

DIN 29595 Bbl.1: 1984-02

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist bei der Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung schmelzgeschweißter Bauteile in der Luft- und Raumfahrt einschließlich ihrer Qualitätsprüfung anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 29591, *Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau — Prüfung von Schweißern — Schweißen von metallischen Bauteilen.*

DIN 51220, *Werkstoffprüfmaschinen — Allgemeines zu Anforderungen an Werkstoffprüfmaschinen und zu deren Prüfung und Kalibrierung.*

DIN 54130, *Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetische Streufluss-Verfahren — Allgemeines.*

DIN 65118-1, *Luft- und Raumfahrt — Geschweißte, metallische Bauteile — Angaben in Zeichnungen.*

DIN 65118-2, *Luft- und Raumfahrt — Geschweißte metallische Bauteile — Konstruktionshinweise.*

DIN 65153, *Luft- und Raumfahrt — Abnahmeprüfungen für Plasmaschweißeinrichtungen.*

DIN 65171, *Luft- und Raumfahrt — Abnahmeprüfungen für Vorrichtungen und Zusatzausrüstungen zum Schmelzschweißen — Führungs- und Bewegungsgenauigkeit.*

DIN EN 462-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg) — Ermittlung der Bildgütezahl; Deutsche Fassung EN 462-1:1994.*

DIN EN 462-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg) — Ermittlung der Bildgütezahl; Deutsche Fassung EN 462-2:1994.*

DIN EN 462-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 3: Bildgüteklassen für Eisenwerkstoffe; Deutsche Fassung EN 462-3:1996.*

DIN EN 462-4, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 4: Experimentelle Ermittlung von Bildgütezahlen und Bildgütetabellen; Deutsche Fassung EN 462-4:1994.*

DIN EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen; Deutsche Fassung EN 571-1:1997.*

DIN EN 583-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundsätze; Deutsche Fassung EN 583-1:1998.*

DIN EN 895, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querzugversuch; Deutsche Fassung EN 895:1995.*

DIN EN 910, *Zerstörende Prüfung von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen; Deutsche Fassung EN 910:1996.*

DIN EN 1418, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschiessen und von Einrichtern für das Widerstandsschiessen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen; Deutsche Fassung EN 1418:1997.*

DIN EN 1435, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschiessverbindungen; Deutsche Fassung EN 1435:1997 + A1:2002.*

DIN EN 22553, *Schweiß- und Lötstände — Symbolische Darstellung in Zeichnungen (ISO 2553:1992); Deutsche Fassung EN 22553:1994.*

DIN EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998); Deutsche Fassung EN ISO 4063:2000.*

DIN EN ISO 6520-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an Metallen — Teil 1: Schmelzschiessen (ISO 6520-1:1998); Dreisprachige Fassung EN ISO 6520-1:1998.*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:1999); Deutsche Fassung EN ISO 7500-1:1999.*

DIN EN ISO 9934-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung — Teil 2: Prüfmittel (ISO 9934-2:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9934-2:2002.*

DIN EN ISO 9934-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung — Teil 3: Geräte (ISO 9934-3:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9934-3:2002.*

DIN EN ISO 14744-1, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 1: Grundlagen und Abnahmebedingungen (ISO 14744-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-1:2000.*

DIN EN ISO 14744-2, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 2: Messen der Beschleunigungsspannungs-Kenngrößen (ISO 14744-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-2:2000.*

DIN EN ISO 14744-3, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 3: Messen der Strahlstrom-Kenngrößen (ISO 14744-3:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-3:2000.*

DIN EN ISO 14744-4, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 4: Messen der Schweißgeschwindigkeit (ISO 14744-4:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-4:2000.*

DIN EN ISO 14744-5, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 5: Messen der Führungsgenauigkeit (ISO 14744-5:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-5:2000.*

DIN EN ISO 14744-6, *Schweißen — Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißmaschinen — Teil 6: Messen der Flecklagetoleranz (ISO 14744-6:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14744-6:2000.*

DIN EN ISO 15616-1, *Abnahmeprüfungen für CO₂-Laserstrahlanlagen zum Qualitätsschiessen und -schneiden — Teil 1: Grundlagen, Abnahmebedingungen (ISO 15616-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15616-1:2003.*

DIN EN ISO 15616-2, *Abnahmeprüfungen für CO₂-Laserstrahlanlagen zum Qualitätsschiessen und -schneiden — Teil 2: Messen der statischen und dynamischen Genauigkeit (ISO 15616-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15616-2:2003.*

DIN EN ISO 15616-3, *Abnahmeprüfungen für CO₂-Laserstrahlanlagen zum Qualitätsschiessen und -schneiden — Teil 3: Kalibrieren von Instrumenten zum Messen des Gasdurchflusses und -drucks (ISO 15616-3:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15616-3:2003.*

DIN ISO 857-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Begriffe — Teil 1: Metallschweißprozesse (ISO 857-1:1998)*.

LN 9051, *Luft- und Raumfahrt — Kennzeichnung geprüfter Bauteile bei der Herstellung und Instandhaltung von Luft- und Raumfahrzeugen*.

DVS 2713, *Schweißen von Titanwerkstoffen — Werkstoffe, Prozesse, Fertigung, Prüfung und Bewertung von Schweißverbindungen*.

DVS 2714, *Schweißgeräte zum manuellen und vollmechanischen WIG-Schweißen — Festlegung von Anforderungen*.

DVS 2715-1, *Aufsichtspersonen/Fachverantwortliche für das Schweißen, Löten, thermische Spritzen im Luft- und Raumfahrzeugbau*.

SAE/AMS 2644, *Inspection material — Penetrant*.¹⁾

Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte.

Verordnung EG 1702/2003-Part-21, „Zertifizierung von Luftfahrzeugen und zugehörigen Produkten, Bau- und Ausrüstungsteilen von Entwicklungs- und Herstellungsbetrieben“.

3 Symbole

a Nennmaß der Kehlnahtdicke

b Schweißnahtbreite

Δb Schweißnahtbreitendifferenz

c Porenabstand

d Porendurchmesser

f kleinster Schuppungsabstand

F größter Schuppungsabstand

Σf Summe der Einschlussflächen

h Höhe oder Breite der Unregelmäßigkeit

n Anzahl der Poren einer Porenzeile

s Schweißgutdicke

t Werkstückdicke (Nennmaß)

t_1 Werkstückdicke des größeren Werkstückes (Nennmaß)

t_2 Werkstückdicke des kleineren Werkstückes (Nennmaß)

1) Zu beziehen über SAE World Headquarters, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001 USA.

4 Voraussetzungen zum Schmelzschweißen

Zur fachgerechten Ausführung von Schweißarbeiten sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- a) der Hersteller von Schweißverbindungen muss über eine geeignete betriebliche Ausstattung verfügen;
- b) der Hersteller muss eine von den zuständigen Stellen anerkannte oder betriebsintern benannte Schweißaufsichtsperson (siehe DVS 2715-1) in seinem Betrieb beschäftigen, die für schweißtechnische Belange verantwortlich und kompetent eingesetzt ist;
- c) manuelle Schweißarbeiten dürfen nur von Schweißern ausgeführt werden, die im Besitz einer gültigen Prüfungsbescheinigung nach DIN 29591 sind;
- d) mechanische Schweißarbeiten dürfen nur von Bedienungspersonal ausgeführt werden, das eine entsprechende Bescheinigung nach DIN EN 1418 besitzt;
- e) die eingesetzten Schweißmaschinen für mechanisches Schweißen müssen einer Abnahmeprüfung sowie regelmäßiger Überprüfung und Wartung unterliegen; Abnahmevorschriften bestehen für Elektronenstrahlschweißmaschinen nach DIN EN ISO 14744-1 bis DIN EN ISO 14744-6, für CO₂-Laserstrahlanlagen nach DIN EN ISO 15616-1 bis DIN EN ISO 15616-3, Plasmaschweißeinrichtungen nach DIN 65153, Vorrichtungen und Zusatzausrüstungen zum Schmelzschweißen nach DIN 65171. Für Wolfram-Inertgas-Schweißmaschinen gelten die Empfehlungen von DVS 2714.

5 Sicherheitsklassen und Bewertungsgruppen

5.1 Allgemeines

Die Schweißverbindungen sind nach ihrer Funktion und ihren Anforderungen gemäß der Sicherheitsklassen und Bewertungsgruppen eingeteilt.

5.2 Sicherheitsklasse I

Verbindungen der Sicherheitsklasse I sind solche, deren Versagen unter Betriebsbedingungen den Verlust des Luft- bzw. Raumfahrtgerätes oder eines seiner Hauptbestandteile herbeiführt oder Personen unmittelbar gefährdet.

5.3 Sicherheitsklasse II

Verbindungen der Sicherheitsklasse II sind solche, bei deren Versagen Funktionsstörungen verursacht werden, aber der sichere Betrieb des Luft- bzw. Raumfahrtgerätes bis zum Abschluss der Transportaufgabe noch sichergestellt ist.

5.4 Sicherheitsklasse III

Verbindungen der Sicherheitsklasse III sind solche, von denen die Sicherheit und Transportfunktion des Luft- bzw. Raumfahrtgerätes nicht abhängt.

5.5 Bewertungsgruppen

Bei der Herstellung von Schweißverbindungen müssen aufwandsbezogene und werkstoffabhängige Unregelmäßigkeiten toleriert werden.

Die Unregelmäßigkeiten unterscheiden sich nach Art und Größe und sind in Abhängigkeit der Bauteilanforderungen in drei Bewertungsgruppen eingeteilt, siehe Tabelle 1.

Je nach Anforderung an die Schweißverbindung sind in einem Bauteil die einzelnen Unregelmäßigkeiten einer der drei Bewertungsgruppen zugeordnet (siehe DIN 65118-2).

6 Anforderungen

6.1 Allgemeines

Der Hersteller einer Schweißverbindung ist verpflichtet, durch Prüfungen nachzuweisen, dass die Anforderungen dieser Norm erfüllt werden.

Die Ergebnisse sind dem Prüfer der zuständigen Stelle bzw. dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen.

Für Prüfungen durch die zuständige Stelle sind die erforderlichen Proben sowie die benötigten Geräte, Einrichtungen und das qualifizierte Personal vom Hersteller zur Verfügung zu stellen. Der Prüfer ist berechtigt, sich von der Durchführung der Qualitätsprüfung zu überzeugen und einzelne Prüfungen selbst durchzuführen.

6.2 Werkstoffe

Es sind nur Grundwerkstoffe, Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe zu verwenden, die in den gültigen Bauunterlagen festgelegt sind.

6.3 Zeichnungen und Prüfanweisungen

Zeichnungen und Prüfanweisungen müssen den Anforderungen der DIN 65118-1 entsprechen.

6.4 Fertigungsbedingungen

Die schweißtechnischen Fertigungsbedingungen und -abläufe sind nach den gültigen Bauunterlagen und Fertigungsanweisungen von der zuständigen Schweißaufsichtsperson zu überwachen.

6.5 Ausbesserung und Instandhaltung

Ausbesserungen von unzulässigen Unregelmäßigkeiten unter Anwendung von Schmelzschweißverfahren dürfen nur mit schriftlicher Genehmigung der zuständigen Schweißaufsichtsperson im Einvernehmen mit der Qualitätssicherung durchgeführt werden.

Instandhaltungen müssen in Abstimmung mit dem Hersteller oder nach Verordnung EG 1702/2003-Part 21 erfolgen.

Ausgebesserte oder instand gesetzte Teile sind nach 7.4 erneut zu prüfen.

6.6 Fertigungsnachweis

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Fertigungsbedingungen und der Fertigungsablauf für die Schweißverbindungen jederzeit rekonstruierbar sind, z. B. durch Kennzeichnung nach LN 9051, Dokumentation der Schweißparameter, Prüfdokumente.

6.7 Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten

Je nach den in den Bauunterlagen festgelegten Bewertungsgruppen sind die in Tabelle 1 definierten Unregelmäßigkeiten und Grenzwerte zulässig.

Den angegebenen Werten in Tabelle 1 liegen fertigungstechnische Ergebnisse an Bauteilen zugrunde, die unter den in der Luft- und Raumfahrt üblichen Bedingungen (z. B. Vorbehandlung, vakuumerschmolzene

Stähle) für Schmelzschweißverfahren erreicht werden. Ihr Einfluss insbesondere auf die dynamische Bauteilfestigkeit ist von Fall zu Fall zu prüfen.

Die Unregelmäßigkeiten sind nach DIN EN ISO 6520-1 definiert.

Die Tabellenwerte gelten für die Schweißprozesse²⁾ 141, 15, 311 im Nahtdickenbereich von 0,4 mm bis 4,0 mm sowie für die Schweißprozesse 511 und 52 von 0,4 mm bis 20,0 mm. Es gilt jeweils die Nenndicke t .

Bei unterschiedlichen Nenndicken der Anschlussteile von Kehlnahtverbindungen beziehen sich die zulässigen Unregelmäßigkeiten auf die kleinere Nenndicke, für Stumpfnähte dagegen auf die größere Nenndicke.

7 Qualitätsprüfung

7.1 Allgemeines

Die für die Qualitätsprüfung von Schweißverbindungen anzuwendenden Prüfverfahren und der erforderliche Prüfumfang sind den Bauunterlagen zu entnehmen (siehe DIN 65118-1).

Die bei den Prüfungen festgestellten Unregelmäßigkeiten dürfen die in Tabelle 1 festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

7.2 Prüfverfahren

7.2.1 Sicht- und Maßprüfung

Die Schweißnähte sind visuell zu prüfen. Dabei sind Lupe (6 bis 10fache Vergrößerung), Spiegel oder Endoskop zu verwenden. Vorgeschriebene Maße müssen mit geeigneten Messgeräten (z. B. Messschieber, Winkelmesser, Kehlnahtlehre) geprüft werden. Es sind, soweit zugänglich, Unregelmäßigkeiten zu bewerten (Ordnungsnummern, wenn vorhanden, nach DIN EN ISO 6520-1 in Klammern):

- Anlauffarben (610);
- Bindefehler (401);
- Decklagenunterwölbung (511);
- Durchbrand (510);
- ungenügende Durchschweißung (402);
- Einbrandkerbe (5011, 5012);
- Flussmittelrest (614);
- Kantenversatz (507);
- Metaldampfniederschlag;
- Nahtrandunterwölbung;
- offener Endkraterlunker (2025);

2) Ordnungsnummern nach DIN EN ISO 4063.