

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DIN ISO 17927-1    |                              |
| ICS 25.160.40; 49.035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <div>Entwurf</div> | Einsprüche bis 2024-03-19<br>Vorgesehen mit<br>E DIN ISO 17927-2:2024-02<br>als Ersatz für<br>DIN 29595:2007-04 |
| <p><b>Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau –<br/>Schmelzschweißen von metallischen Bauteilen –<br/>Teil 1: Prozessspezifikation (ISO 17927-1:2020);<br/>Text Deutsch und Englisch</b></p> <p>Welding for aerospace applications –<br/>Fusion welding of metallic components –<br/>Part 1: Process specification (ISO 17927-1:2020);<br/>Text in German and English</p> <p>Soudage pour applications aérospatiales –<br/>Soudage par fusion des composants métalliques –<br/>Partie 1: Spécification de processus (ISO 17927-1:2020);<br/>Texte en allemand et anglais</p> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> <p>Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter <a href="http://www.din.de/go/entwuerfe">www.din.de/go/entwuerfe</a> bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter <a href="http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de">www.entwuerfe.normenbibliothek.de</a>, sofern dort wiedergegeben;</li><li>– oder als Datei per E-Mail an <a href="mailto:nas@din.de">nas@din.de</a> möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <a href="http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe">www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe</a> oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter <a href="http://www.dke.de/stellungnahme">www.dke.de/stellungnahme</a> abgerufen werden;</li><li>– oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.</li></ul> <p>Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Gesamtumfang 65 Seiten</p> <p>DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)</p> |                    |                                                                                                                 |

## Inhalt

|                                                                                                                                                                        | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort . . . . .                                                                                                                                           | 4     |
| Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhänge und Informationen zum Weiterbetrieb bestehender Luft- und Raumfahrzeuge und Komponenten mit DIN 29595 . . . . .        | 6     |
| Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise . . . . .                                                                                                          | 7     |
| Vorwort . . . . .                                                                                                                                                      | 9     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                                                                                          | 10    |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                                                                                                     | 10    |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                                                                                                   | 11    |
| 4 Konformität . . . . .                                                                                                                                                | 12    |
| 5 Klassifizierungs- und Prüfanforderungen an Schweißverbindungen . . . . .                                                                                             | 12    |
| 6 Bewertungsgruppen . . . . .                                                                                                                                          | 13    |
| 7 Gestaltung von Schweißkonstruktionen . . . . .                                                                                                                       | 13    |
| 8 Schweißanweisung (WPS) . . . . .                                                                                                                                     | 13    |
| 8.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                              | 13    |
| 8.2 Qualifikation einer Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification)/Qualifikationsbericht (WPQR, en: welding procedure qualification record) . . . . . | 16    |
| 9 Herstellung . . . . .                                                                                                                                                | 17    |
| 9.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                              | 17    |
| 9.2 Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Schweißzusätzen . . . . .                                                                                                 | 18    |
| 9.3 Lagerung und Verwendung . . . . .                                                                                                                                  | 18    |
| 9.3.1 Schweißzusatzwerkstoff . . . . .                                                                                                                                 | 18    |
| 9.3.2 Flussmittel . . . . .                                                                                                                                            | 18    |
| 9.3.3 Gase . . . . .                                                                                                                                                   | 18    |
| 9.4 Schweißausrüstung . . . . .                                                                                                                                        | 18    |
| 9.4.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                            | 18    |
| 9.4.2 Kalibrierung . . . . .                                                                                                                                           | 19    |
| 9.5 Schweißnahtvorbereitung . . . . .                                                                                                                                  | 19    |
| 9.5.1 Schweißstoßvorbereitung . . . . .                                                                                                                                | 19    |
| 9.5.2 Sumpfstoßverbindungen von Bauteilen verschiedener Dicke . . . . .                                                                                                | 19    |
| 9.6 Reinigung vor dem Schweißen und sonstige Vorbereitung . . . . .                                                                                                    | 20    |
| 9.6.1 Oberflächenreinigung . . . . .                                                                                                                                   | 20    |
| 9.6.2 Schutz und erneute Reinigung von gereinigten Oberflächen vor dem Ausrichten . . . . .                                                                            | 20    |
| 9.7 Steuerung der Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur . . . . .                                                                                                       | 20    |
| 9.8 Heftschweißungen . . . . .                                                                                                                                         | 21    |
| 9.9 An- und Auslaufstücke sowie Beam-Stopper . . . . .                                                                                                                 | 21    |
| 9.10 Schweißnahtschutz . . . . .                                                                                                                                       | 21    |
| 9.11 Spritzerschutz . . . . .                                                                                                                                          | 22    |
| 9.12 Schweißzusatzwerkstoffe . . . . .                                                                                                                                 | 22    |
| 9.13 Zwischenlagenreinigung . . . . .                                                                                                                                  | 22    |
| 9.14 Schweißen und Schweißungen . . . . .                                                                                                                              | 22    |
| 9.14.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                           | 22    |
| 9.14.2 SchweißEinstellungen . . . . .                                                                                                                                  | 22    |
| 9.14.3 Lichtbogenzündung . . . . .                                                                                                                                     | 22    |
| 9.14.4 Korrekturen während des Prozesses . . . . .                                                                                                                     | 22    |
| 9.14.5 Schweißnahtnachbearbeitung . . . . .                                                                                                                            | 23    |
| 9.15 Anforderungen an die Schweißnahtidentifizierung . . . . .                                                                                                         | 24    |
| 9.15.1 Rückverfolgbarkeit der Schweißnaht . . . . .                                                                                                                    | 24    |
| 9.15.2 Annahmeprüfung . . . . .                                                                                                                                        | 24    |
| 9.15.3 Annahmekriterien . . . . .                                                                                                                                      | 24    |
| 9.16 Nacharbeit . . . . .                                                                                                                                              | 24    |
| 9.16.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                           | 24    |

|                       |                                                                                 |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.16.2                | Zulässige Anzahl von Nacharbeitsversuchen                                       | 24 |
| 9.16.3                | Nacharbeit im Wurzelbereich                                                     | 25 |
| 9.16.4                | Prüfung der Nacharbeit                                                          | 25 |
| 9.16.5                | Dokumentation der Nacharbeit                                                    | 25 |
| 9.17                  | Reparatur                                                                       | 25 |
| 9.17.1                | Allgemeines                                                                     | 25 |
| 9.17.2                | Reparaturanweisungen                                                            | 25 |
| 9.18                  | Anforderungen an die Dokumentation                                              | 25 |
| 9.19                  | Schweißparameter                                                                | 25 |
| 9.20                  | Wiederholgenauigkeitsprüfungen für qualifizierte Maschinenschweiß Einstellungen | 25 |
| 9.20.1                | Anwendbarkeit der Anforderungen                                                 | 25 |
| 9.20.2                | Anforderungen an die Prüfung                                                    | 26 |
| 10                    | Personal                                                                        | 26 |
| 10.1                  | Schweißaufsichtspersonal                                                        | 26 |
| 10.2                  | Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen            | 26 |
| 10.3                  | Qualifizierung von Prüfpersonal                                                 | 26 |
| 10.3.1                | Qualifizierung von Personal für zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP)                | 26 |
| 10.3.2                | Schweißnahtsichtprüfer                                                          | 26 |
| 11                    | Prüfverfahren                                                                   | 26 |
| 11.1                  | Schweißnahtsichtprüfung                                                         | 26 |
| 11.2                  | Zerstörungsfreie Prüfungen                                                      | 27 |
| 11.2.1                | Allgemeines                                                                     | 27 |
| 11.2.2                | Eindringprüfung (PT)                                                            | 27 |
| 11.2.3                | Magnetpulverprüfung (MT)                                                        | 27 |
| 11.2.4                | Durchstrahlungsprüfung (RT)                                                     | 27 |
| 11.2.5                | Ultraschallprüfung (UT)                                                         | 28 |
| 11.2.6                | Sonstige zerstörungsfreie Prüfverfahren                                         | 28 |
| 11.3                  | Zerstörende Prüfung                                                             | 28 |
| 11.3.1                | Allgemeines                                                                     | 28 |
| 11.3.2                | Zugprüfung                                                                      | 28 |
| 11.3.3                | Biegeprüfung                                                                    | 28 |
| 11.3.4                | Härteprüfung                                                                    | 28 |
| 11.3.5                | Metallographische Untersuchung                                                  | 28 |
| 12                    | Besondere Anforderungen an WIG- und Plasmaschweißverfahren                      | 29 |
| Anhang A (informativ) | Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)                    | 30 |
| Anhang B (informativ) | Schweißanweisung (WPS)                                                          | 32 |
| Anhang C (informativ) | Beispiel für Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen                             | 35 |
| Literaturhinweise     |                                                                                 | 36 |

## Bilder

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Ablaufdiagramm für die WPS-Qualifikation       | 17 |
| Bild 2 — Vorbereitung von Bauteilen verschiedener Dicke | 20 |

## Tabellen

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 — Schmelzschweißverfahren, die in diesem Dokument behandelt werden                      | 10 |
| Tabelle 2 — Werkstoffgruppen, die in diesem Dokument behandelt werden (siehe ISO 24394:2018, 4.5) | 10 |
| Tabelle 3 — Angaben in der Schweißanweisung (WPS)                                                 | 13 |
| Tabelle C.1 — Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur <sup>a</sup>                                   | 35 |

## Nationales Vorwort

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-17 AA „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau (DVS AG A 9)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

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.

DIN ISO 17927 besteht unter dem allgemeinen Titel *Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau — Schmelzschweißen von metallischen Bauteilen* aus den folgenden Teilen:

— Teil 1: Prozessspezifikation

— Teil 2: Annahmekriterien

Für das Schweißen in der Luft- und Raumfahrt besteht die branchenspezifische nationale Normung seit 1975 und hat mit der DIN 29595 eine weite Verbreitung bei vielfältigen Anwendern gefunden. Die globalen Aktivitäten vor allem der großen Hersteller in der Luft- und Raumfahrt führen zur Notwendigkeit, diese bestehende nationale Norm DIN 29595 durch diese internationale Normreihe abzulösen.

Für die Erläuterung der Zusammenhänge und Informationen zum Weiterbetrieb bestehender Luft- und Raumfahrzeuge und Komponenten mit DIN 29595 siehe Nationaler Anhang NA.

Die DIN 29595 sollte mit Herausgabe der DIN ISO 17927-1 und -2 für Neukonstruktionen nicht mehr verwendet werden, kann aber bei Nennung oder durch Verweise in Spezifikationen, z. B. Zeichnungen, noch als vereinbart gelten. Historische Normen, wie die DIN 29595:2007-04, dürfen grundsätzlich — soweit nicht vom Gesetzgeber untersagt — auch weiter angewendet werden, wenn dies zwischen Vertragspartnern vereinbart wird, z. B. um die Beschaffung von Ersatzteilen für bestehende Produkte oder den Weiterbetrieb bestehender Anlagen zu ermöglichen.

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

|                       |       |                              |
|-----------------------|-------|------------------------------|
| EN 4179               | siehe | DIN EN 4179                  |
| ISO 2553              | siehe | DIN EN ISO 2553              |
| ISO 3452 (alle Teile) | siehe | DIN EN ISO 3452 (alle Teile) |
| ISO 4063              | siehe | DIN EN ISO 4063              |
| ISO 4136              | siehe | DIN EN ISO 4136              |
| ISO 5173              | siehe | DIN EN ISO 5173              |
| ISO 6506-1            | siehe | DIN EN ISO 6506-1            |
| ISO 6507-1            | siehe | DIN EN ISO 6507-1            |
| ISO 6508 (alle Teile) | siehe | DIN EN ISO 6508 (alle Teile) |
| ISO 6848              | siehe | DIN EN ISO 6848              |
| ISO 6892 (alle Teile) | siehe | DIN EN ISO 6892-1            |
| ISO 9015-1            | siehe | DIN EN ISO 9015-1            |
| ISO 9692-1            | siehe | DIN EN ISO 9692-1            |
| ISO 9692-2            | siehe | DIN EN ISO 9692-2            |
| ISO 9692-3            | siehe | DIN EN ISO 9692-3            |
| ISO 9692-4            | siehe | DIN EN ISO 9692-4            |
| ISO 10863             | siehe | DIN EN ISO 10863             |

|                        |       |                               |
|------------------------|-------|-------------------------------|
| ISO 13588              | siehe | DIN EN ISO 13588              |
| ISO 14175              | siehe | DIN EN ISO 14175              |
| ISO 15607              | siehe | DIN EN ISO 15607              |
| ISO 17636 (alle Teile) | siehe | DIN EN ISO 17636 (alle Teile) |
| ISO 17638 (alle Teile) | siehe | DIN EN ISO 17638 (alle Teile) |
| ISO 17640              | siehe | DIN EN ISO 17640              |
| ISO 19828              | siehe | DIN ISO 19828                 |
| ISO 24394:2018         | siehe | DIN ISO 24394:2021-05         |
| ISO/TR 25901-1         | siehe | DIN ISO/TR 25901-1            |

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

### Änderungen

Gegenüber DIN 29595:2007-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterungen der Anforderungen an die Kontrolle und Durchführung des Schweißprozesses;
- b) Norm redaktionell überarbeitet.

## **Nationaler Anhang NA** (informativ)

### **Zusammenhänge und Informationen zum Weiterbetrieb bestehender Luft- und Raumfahrzeuge und Komponenten mit DIN 29595**

DIN 29595 war im Wesentlichen darauf ausgerichtet, nur das Ergebnis der Schweißung zu beurteilen. Dabei stand im Vordergrund, wichtige Schweißnahtmerkmale in ihrer Ausprägung zu beschreiben und insbesondere für innere Merkmale der niedrigsten Bewertungsgruppe die Grenzwerte einer gesonderten Vereinbarung zwischen dem Hersteller der Schweißnaht und seinem Auftraggeber bzw. der Entwicklungsstelle zu überlassen.

Auch die Regelung der Randbedingungen, um die Qualität der Schweißnaht sicherzustellen, blieben dabei dem Hersteller der Schweißnaht überlassen, wie z. B. Dokumentation, Aufsicht, usw.

Verpflichtend forderte DIN 29595 die Überprüfung aller aufgeführten Merkmale, sei es durch Sicht- oder Maßprüfung oder mit anderen ZfP-Verfahren.

DIN ISO 17927-1 und DIN ISO 17927-2 nehmen umfassender den gesamten Prozess des Schweißens in den Blick, weshalb eine Aufteilung in zwei Teile erfolgte.

DIN ISO 17927-1 enthält grundlegende Forderungen, die der Hersteller der Schweißung in seiner Organisation umsetzen muss, z. B. zu Schweißaufsicht, Prüfaufsicht, WPS, Ausrüstung, Dokumentationsanforderungen. Auch zu den der Schweißung vor- und nachgelagerten Arbeitsschritten werden Regelungen genannt, die damit als allgemein anerkannte Regeln der Technik gelten können. Fehlende Festlegungen klärt der Hersteller der Schweißnaht mit der verantwortlichen Entwicklungsstelle des Bauteiles, bevor er mit der Fertigung beginnt, z. B. für fehlende Angaben zum Schweißzusatz.

Ausdrücklich fordert DIN ISO 17927-1, dass die Einhaltung aller Merkmale geprüft und das Ergebnis dokumentiert wird, wozu ein Prüfplan grundlegend erforderlich ist.

Für das in DIN ISO 17927-1, 10.1 genannte Schweißaufsichtspersonal (en: welding coordination personnel) legte DIN 29595 fest, dass der Hersteller sein Schweißaufsichtspersonal in seinem Betrieb beschäftigt, dieses betriebsintern benannt wird und von einer zuständigen Stelle anerkannt ist (siehe DVS 2715).

Eine angemessene Qualifikation mit umfassenden Kenntnissen (siehe ISO 14731) stellt die Ausbildung als IWE oder IWT nach IIW-Richtlinien dar.

In DIN 17927-2 werden die Grenzwerte der Unregelmäßigkeiten neu festgelegt, wobei die Erfahrungswerte der internationalen Experten berücksichtigt sind. Mögliche Vereinbarungen zwischen Hersteller und Kunden ersetzen diese Zulässigkeitsgrenzen.

Die Gesamtheit von Konstruktionsdokumenten (engl. design documents) und anderen technischen Dokumenten, die zur Herstellung und Fertigung (engl. engineering documentation) von Bauteilen erforderlich sind, werden von der verantwortlichen Entwicklungsstelle erstellt. Sie können in Form von techn. Zeichnungen, Stücklisten, Spezifikationen vorliegen und werden auch als Bauunterlagen bezeichnet (siehe 3.2).

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 4179, *Luft- und Raumfahrt — Qualifizierung und Zulassung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen*

DIN EN ISO 2553, *Schweißen und verwandte Prozesse — Symbolische Darstellung in Zeichnungen — Schweißverbindungen*

DIN EN ISO 3452 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung*

DIN EN ISO 4063, *Schweißen, Hartlöten, Weichlöten und Schneiden — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

DIN EN ISO 4136, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querzugversuch*

DIN EN ISO 5173, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen*

DIN EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6508 (alle Teile), *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6848, *Lichtbogenschweißen und -schneiden — Wolframelektrode — Einteilung*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN EN ISO 9015-1, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Härteprüfung — Teil 1: Härteprüfung für Lichtbogenschweißverbindungen*

DIN EN ISO 9692-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Arten der Schweißnahtvorbereitung — Teil 1: Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen von Stählen*

DIN EN ISO 9692-2, *Schweißen und verwandte Verfahren — Schweißnahtvorbereitung — Teil 2: Unterpulverschweißen von Stahl*

DIN EN ISO 9692-3, *Schweißen und verwandte Prozesse — Arten der Schweißnahtvorbereitung — Teil 3: Metall-Inertgasschweißen und Wolfram-Inertgasschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen*

DIN EN ISO 9692-4, *Schweißen und verwandte Prozesse — Empfehlungen zur Schweißnahtvorbereitung — Teil 4: Plattierte Stähle*

DIN EN ISO 10863, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD)*

DIN EN ISO 13588, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie*

DIN EN ISO 14175, *Schweißzusätze — Gase und Mischgase für das Lichtbogenschweißen und verwandte Prozesse*

*DIN EN ISO 15607, Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln*

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

*DIN EN ISO 17638, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung*

*DIN EN ISO 17640, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung*

*DIN ISO 19828, Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau — Sichtprüfung von Schweißungen*

*DIN ISO 24394:2021-05, Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau — Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen — Schmelzschweißen von metallischen Bauteilen*

*DIN ISO/TR 25901-1, Schweißen und verwandte Verfahren — Terminologie — Teil 1: Allgemeine Begriffe*

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 14, *Welding and brazing in aerospace*, erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html) zu finden. Offizielle Auslegungen von Dokumenten von TC 44, soweit vorhanden, sind verfügbar unter <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 17297 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an das Schmelzschweißen von Luft- und Raumfahrtbauteilen fest. Es ist zusammen mit den Bauunterlagen oder freigegebenen Daten der verantwortlichen Entwicklungsstelle zu verwenden.

Dieses Dokument gilt für die in Tabelle 1 aufgeführten Verfahren und die in Tabelle 2 aufgeführten Werkstoffgruppen.

**Tabelle 1 — Schmelzschweißverfahren, die in diesem Dokument behandelt werden**

| Prozess                                     | Ordnungsnummer (ISO 4063) |
|---------------------------------------------|---------------------------|
| Gasschweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme | 31                        |
| Wolfram-Schutzgasschweißen                  | 14                        |
| Plasmaschweißen                             | 15                        |
| Elektronenstrahlschweißen                   | 51                        |
| Laserstrahlschweißen                        | 52                        |

**Tabelle 2 — Werkstoffgruppen, die in diesem Dokument behandelt werden (siehe ISO 24394:2018, 4.5)**

| Werkstoffgruppe | Beschreibung                                                                                            |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A               | Unlegierte Stähle, niedriglegierte Stähle, hochlegierte ferritische Stähle                              |
| B               | Austenitische, martensitische und ausscheidungshärtbare Stähle                                          |
| C               | Titan und Titanlegierungen, Niob, Zirkonium und andere reaktive Metalle                                 |
| D               | Aluminium- und Magnesiumlegierungen                                                                     |
| E               | Werkstoffe, die keiner anderen Werkstoffgruppe entsprechen (z. B. Molybdän, Wolfram, Kupferlegierungen) |
| F               | Nickellegierungen, Kobaltlegierungen                                                                    |

## 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).

ISO 3452 (alle Teile), *Non-destructive testing — Penetrant testing*

ISO 4063, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*

ISO 4136, *Destructive tests on welds in metallic materials — Transverse tensile test*

ISO 5173, *Destructive tests on welds in metallic materials — Bend tests*

ISO 6506-1, *Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508 (alle Teile), *Metallic materials — Rockwell hardness test*

ISO 6892 (alle Teile), *Metallic materials — Tensile testing*

ISO 9015-1, *Destructive tests on welds in metallic materials — Hardness testing — Part 1: Hardness test on arc welded joints*

ISO 10863, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD)*

ISO 13588, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology*

ISO 17636 (alle Teile), *Non-destructive testing of welds — Radiographic testing*

ISO 17638, *Non-destructive testing of welds — Magnetic particle testing*

ISO 17640, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*

ISO 17927-2<sup>1</sup>, *Welding for aerospace applications — Fusion welding of metallic components — Part 2: Acceptance criteria*

ISO 19828, *Welding for aerospace applications — Visual inspection of welds*

ISO 24394, *Welding for aerospace applications — Qualification test for welders and welding operators — Fusion welding of metallic components*

ISO/TR 25901-1, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: General terms*

EN 4179, *Aerospace series — Qualification and approval of personnel for non-destructive testing*

ASTM E8/E8M, *Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*

ASTM E18, *Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*

ASTM E21, *Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials*

ASTM E384, *Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials*

ASTM E1417/E1417M, *Standard Practice for Liquid Penetrant Testing*

ASTM E1742/E1742M, *Standard Practice for Radiographic Examination*

ASTM E1444/E1444M, *Standard Practice for Magnetic Particle Testing*

SAE AMS 2644, *Inspection Material, Penetrant*

SAE AMS-STD-2154, *Inspection, Ultrasonic, Wrought Metals, Process for*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/TR 25901-1 und die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

---

1 In Vorbereitung. (Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/FDIS 17927-2:2019.)

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **wurzelseitiges Ausarbeiten**

Entfernen von Schweißgut und Grundwerkstoff von der Wurzelseite einer Schweißverbindung, um das vollständige Aufschmelzen und Durchschweißen der Verbindung beim anschließenden Schweißen von dieser Seite aus zu erleichtern

### 3.2

#### **verantwortliche Entwicklungsstelle**

Organisation, die für die konstruktive Ausführung oder die Erhaltung der Lufttüchtigkeit der Produkte und für die Übereinstimmung mit allen relevanten Dokumenten verantwortlich ist

[QUELLE: ISO 24394:2018, 3.8]

### 3.3

#### **Schweißanweisung**

**WPS**, en: welding procedure specification

Dokument, das ausführlich die erforderlichen Einflussgrößen für das Schweißverfahren enthält, um die Wiederholbarkeit sicherzustellen

### 3.4

#### **Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens**

**WPQR**, en: welding procedure qualification record

Bericht mit allen erforderlichen Angaben für die Qualifizierung einer vorläufigen Schweißanweisung

### 3.5

#### **autogenes Schweißen**

Schmelzschweißen ohne Zusatzwerkstoff

## 4 Konformität

Wird Konformität mit diesem Dokument beansprucht, müssen alle Bestimmungen dieses Dokuments eingehalten werden, mit Ausnahme der Bestimmungen, die von der verantwortlichen Entwicklungsstelle ausdrücklich ausgenommen sind.

## 5 Klassifizierungs- und Prüfanforderungen an Schweißverbindungen

Für die Zwecke dieses Dokuments werden drei Klassen von Schweißverbindungen festgelegt. Diese Klassifizierung muss in den Bauunterlagen angegeben werden. Wurden von der verantwortlichen Entwicklungsstelle keine weiteren Prüfanforderungen festgelegt, muss der Mindestumfang der Prüfungen wie folgt sein.

- Klasse I: Eine Schweißverbindung, deren Versagen unter Betriebsbedingungen zum Verlust des Luftfahrzeugs/Raumfahrzeugs oder einer seiner Hauptkomponenten führt oder eine unmittelbare Gefahr für Menschen darstellt.

Sicht- und Maßprüfung: 100 % aller Schweißnähte; Eindringprüfung oder Magnetpulverprüfung oder ein anderes Oberflächenprüfverfahren: 100 % aller Schweißnähte; Prüfung der inneren Merkmale: 100 % aller Schweißnähte.

- Klasse II: Eine Schweißverbindung, deren Versagen zu Fehlfunktionen führt, ohne den sicheren Weiterflug bis zum Ende der Mission zu gefährden.

Sicht- und Maßprüfung, 100 % aller Schweißnähte und Eindringprüfung oder Magnetpulverprüfung oder ein anderes entsprechendes Prüfverfahren, 100 % aller Schweißnähte.

- Klasse III: Eine Schweißverbindung, deren Versagen die Sicherheit und die Transportfunktion des Luftfahrzeugs/Raumfahrzeugs nicht beeinträchtigt.

Sicht- und Maßprüfung, 100 % aller Schweißnähte.

Für die Serienvorbereitung/Vorfertigung oder bei kritischen Schweißarbeiten kann es auch bei den Klassen II und III erforderlich sein, den Prüfumfang über den hier genannten hinaus zu erweitern. Ebenso darf im Verlauf der Serienfertigung der Prüfumfang reduziert werden, wenn ein ausreichender Nachweis der Prozesssicherheit erbracht werden kann.

Bei Bauunterlagen, die keine Klassifizierung und/oder Prüfanforderungen vorgeben, muss die verantwortliche Entwicklungsstelle konsultiert werden.

## **6 Bewertungsgruppen**

Schweißnaht der Bewertungsgruppe A: Schweißnaht mit hohen Qualitätsanforderungen.

Schweißnaht der Bewertungsgruppe B: Schweißnaht mit moderaten Qualitätsanforderungen.

Schweißnaht der Bewertungsgruppe C: Schweißnaht mit üblichen Qualitätsanforderungen.

Die Bewertungsgruppen werden durch die Konstruktion/Zeichnung vorgegeben und/oder von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegt.

## **7 Gestaltung von Schweißkonstruktionen**

Die verantwortliche Entwicklungsstelle ist für die Gestaltung der Schweißverbindung verantwortlich und legt die Anforderungen fest, um die Einhaltung aller Einsatz- und Systemanforderungen sicherzustellen. In der technischen Dokumentation müssen besondere Anforderungen, wie z. B. bruchkritische, haltbarkeitskritische, missionskritische oder sicherheitskritische Anforderungen, die über die allgemeinen Anforderungen hinausgehen, eindeutig festgelegt werden. Darüber hinaus muss die verantwortliche Entwicklungsstelle Prozessmerkmale festlegen, um sicherzustellen, dass die Schweißnähte, die in Übereinstimmung mit den festgelegten Verfahrens-, Fertigungs- und Prüfanforderungen hergestellt wurden, alle Konstruktionsanforderungen erfüllen können.

Für Kehlnähte ist die in der Zeichnung angegebene Schweißnahtgröße das Mindestmaß.

## **8 Schweißanweisung (WPS)**

### **8.1 Allgemeines**

Für jede Schweißnaht ist eine Schweißanweisung erforderlich. enthält ein Beispiel für eine Schweißanweisung, siehe Anhang B.

Die Schweißanweisung (WPS) muss die in Tabelle 3 aufgeführten Angaben enthalten.

**Tabelle 3 — Angaben in der Schweißanweisung (WPS)**

| Wesentliche Kenngröße |                  | Elektronenstrahl-schweißen | WIG-Schweißen (GTAW <sup>a</sup> ) | Laserstrahl-schweißen | Gas-schweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme | Plasma-schweißen |
|-----------------------|------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|
| Schweißnahtgestaltung |                  |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                     | Stoßart und Maße | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |

**Tabelle 3 (fortgesetzt)**

| Wesentliche Kenngröße                       |                                                                        | Elektronenstrahl-schweißen | WIG-Schweißen (GTAW <sup>a</sup> ) | Laserstrahl-schweißen | Gas-schweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme | Plasma-schweißen |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|
| *                                           | Behandlung der Rückseite, Ausarbeiten/Vorbereitung                     | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| *                                           | Schweißbadsicherung                                                    | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| <b>Grundwerkstoff(e)</b>                    |                                                                        |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                                           | Bezeichnung(en) des Grundwerkstoffs/der Grundwerkstoffe                | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| *                                           | Wärmebehandlungszustand                                                | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| *                                           | Form des Grundwerkstoffs (Blech, Rohr usw.)                            | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| *                                           | Dicke                                                                  | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
|                                             | Durchmesser (nur bei Rohren)                                           | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| *                                           | Beschreibung oder Art der Beschichtung                                 | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
|                                             | Nummer der Werkstoffgruppe nach Tabelle 2                              | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| <b>Zusatzwerkstoff</b>                      |                                                                        |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                                           | Spezifikation, Legierungsbezeichnung oder die nominale Zusammensetzung | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| *                                           | Abmessung oder Durchmesser des Zusatzwerkstoffs                        | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| *                                           | Flussmittel                                                            |                            | 0                                  |                       | 0                                            |                  |
| *                                           | Förderrate des Zusatzwerkstoffs                                        | 0                          | 0                                  | 0                     |                                              | 0                |
| *                                           | Schweißzusatzeinlageteil und Typ                                       |                            | 0                                  |                       |                                              | 0                |
| *                                           | Heißdraht                                                              |                            | 0                                  | 0                     |                                              | 0                |
| <b>Position</b>                             |                                                                        |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                                           | Schweißposition(en)                                                    | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
| <b>Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur</b> |                                                                        |                            |                                    |                       |                                              |                  |
|                                             | Vorwärmverfahren                                                       | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| *                                           | Minimale und/oder maximale Vorwärmtemperatur                           | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| *                                           | Minimale und/oder maximale Zwischenlagentemperatur                     | 0                          | 0                                  | 0                     | 0                                            | 0                |
| <b>Schutzgas</b>                            |                                                                        |                            |                                    |                       |                                              |                  |

**Tabelle 3 (fortgesetzt)**

| Wesentliche Kenngröße                    |                                                                                    | Elektronenstrahl-schweißen | WIG-Schweißen (GTAW <sup>a</sup> ) | Laserstrahl-schweißen | Gas-schweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme | Plasma-schweißen |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|
| *                                        | Schutzgas für Brenner und Durchflussmengenbereich                                  |                            | X                                  | X                     |                                              | X                |
| *                                        | Wurzelschutzgas und Durchflussmengenbereich                                        |                            | X                                  | X                     |                                              | X                |
| *                                        | Abschirmung der Umgebung und Vakuumdruck                                           | X                          | 0                                  | 0                     |                                              |                  |
| *                                        | Schutzgaseinrichtungen und Durchflussmengenbereiche                                |                            | 0                                  | 0                     |                                              | 0                |
| *                                        | Ausführung/Größe der Gasdüse oder Gaslinse                                         |                            | 0                                  |                       |                                              | 0                |
| <b>Elektrische Kenndaten</b>             |                                                                                    |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                                        | Stromart und Polarität                                                             |                            | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Stromstärkebereich                                                                 | X                          | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Spannungsbereich                                                                   | X                          | 0                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Strahlleistung; Fokus, Strom; Pulsfrequenzbereich; Kathodentyp, -form, -größe      | X                          |                                    | X                     |                                              |                  |
| *                                        | Spezifikation, Klassifizierung und Durchmesser der Wolframelektrode                |                            | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Elektrodengeometrie                                                                |                            | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Steuerung des Abstands zwischen Elektrode und Werkstück (mechanisiertes Schweißen) |                            | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Parameter für gepulsten Strom                                                      |                            | 0                                  |                       |                                              | 0                |
|                                          | Brennerbezeichnung                                                                 |                            | 0                                  |                       |                                              | 0                |
| <b>Sonstige Schweißprozesskenngrößen</b> |                                                                                    |                            |                                    |                       |                                              |                  |
| *                                        | Schweißprozess (Bezeichnung und Ordnungsnummer nach ISO 4063)                      | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |
|                                          | Art der Mechanisierung (manuell, halbautomatisch, mechanisiert oder automatisch)   |                            | X                                  |                       |                                              | X                |
| *                                        | Maschinentyp für mechanisiertes oder automatisches Schweißen                       | X                          | X                                  | X                     |                                              | X                |
| *                                        | Mehrere Elektroden/Energiequellen und Abstände                                     | 0                          | 0                                  | 0                     |                                              | 0                |
| *                                        | Einlagen- oder Mehrlagenschweißen                                                  | X                          | X                                  | X                     | X                                            | X                |

**Tabelle 3 (fortgesetzt)**

| <b>Wesentliche Kenngröße</b>                                                                                              |                                                                                                                                                                 | <b>Elektronenstrahl-schweißen</b> | <b>WIG-Schweißen (GTAW<sup>a</sup>)</b> | <b>Laserstrahl-schweißen</b> | <b>Gas-schweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme</b> | <b>Plasma-schweißen</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| *                                                                                                                         | Reinigungsverfahren, -werkzeuge und/oder -mittel                                                                                                                | X                                 | X                                       | X                            |                                                     | X                       |
|                                                                                                                           | Mechanische Nachbehandlung (z. B. Oberflächenverfestigen)                                                                                                       |                                   | O                                       |                              |                                                     | O                       |
| *                                                                                                                         | Konventionelle oder Schlüsselloch-Technik                                                                                                                       | X                                 |                                         | X                            |                                                     | X                       |
| *                                                                                                                         | Strichraupe oder Pendelraupe                                                                                                                                    |                                   | X                                       |                              |                                                     | X                       |
| *                                                                                                                         | Bereich der Vorschubgeschwindigkeit für mechanisiertes oder automatisches Schweißen und für manuelle Anwendungen, die eine Berechnung der Wärmezufuhr erfordern | X                                 | X                                       | X                            |                                                     | X                       |
| *                                                                                                                         | Brenngas und Art der Flamme (oxidierend, neutral, aufkohlend)                                                                                                   |                                   |                                         |                              | X                                                   |                         |
| X    Angaben, die in einer WPS enthalten sein müssen.                                                                     |                                                                                                                                                                 |                                   |                                         |                              |                                                     |                         |
| O    Angaben, die in einer WPS nur enthalten sein müssen, wenn sie für das betreffende Schweißverfahren verwendet werden. |                                                                                                                                                                 |                                   |                                         |                              |                                                     |                         |
| <sup>a</sup> Wolfram-Inertgasschweißen                                                                                    |                                                                                                                                                                 |                                   |                                         |                              |                                                     |                         |

## **8.2    Qualifikation einer Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification)/Qualifikationsbericht (WPQR, en: welding procedure qualification record)**

WPS müssen entsprechend den von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegten Anforderungen qualifiziert werden.

Die Dokumentation erfolgt mit Hilfe eines WPQR-Formulars (Beispiel siehe Anhang A) oder wie von der verantwortlichen Entwicklungsstelle vorgegeben.

Werden repräsentative Prüfstücke zur Nachbildung von Produktionsteilen verwendet, muss die Korrelation mindestens auf den wesentlichen Kenngrößen nach Tabelle 8.1 beruhen.

Die Qualifikation des Schweißprozesses muss auf den Anforderungen der verantwortlichen Entwicklungsstelle basieren. Werden keine Schweißprüfstücke festgelegt, dürfen die in ISO 24394 festgelegten Prüfstücke verwendet werden.

Siehe Bild 1.

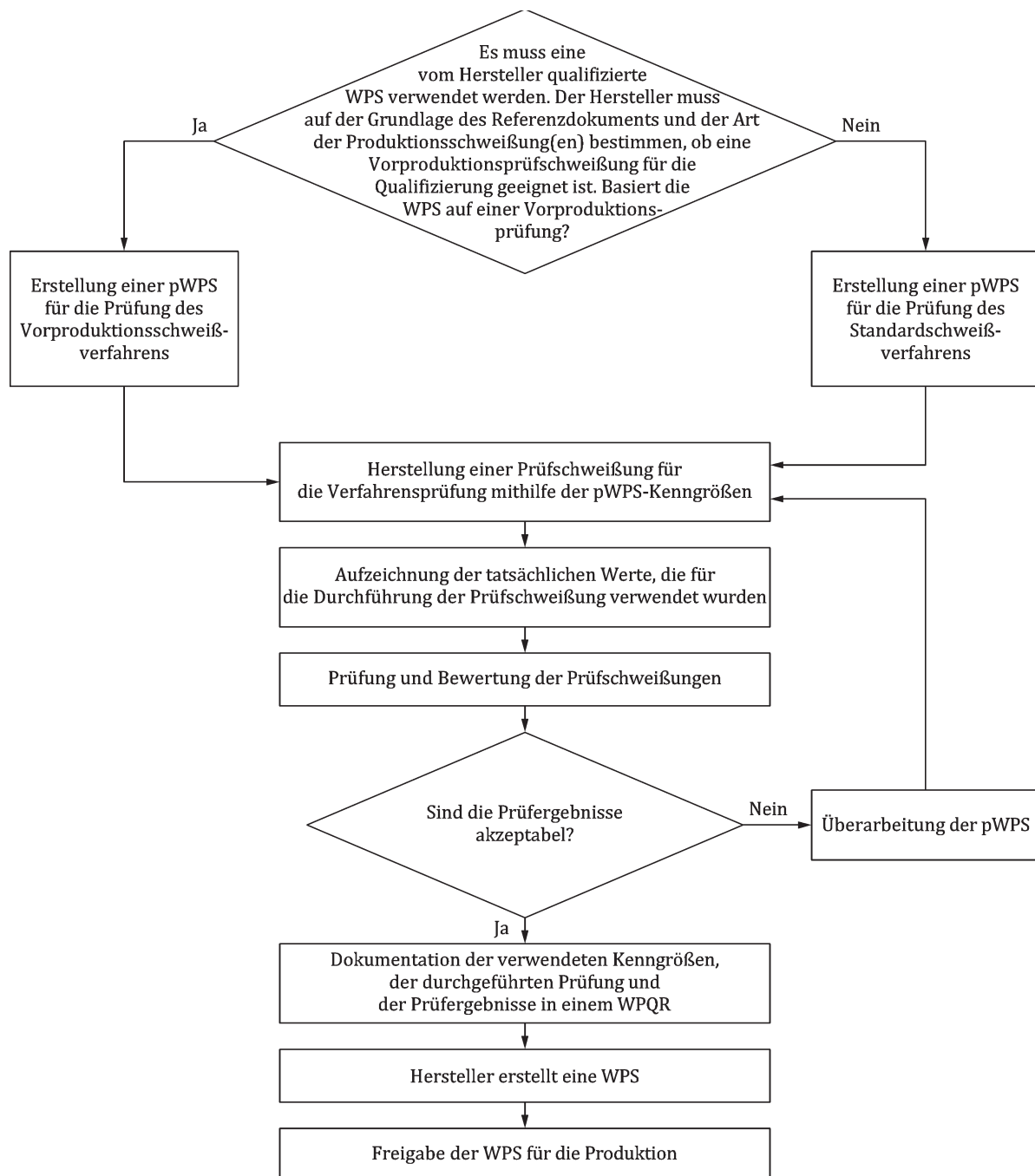


Bild 1 — Ablaufdiagramm für die WPS-Qualifikation

## 9 Herstellung

### 9.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an die Herstellung von Schweißungen festgelegt. Alle Schweißarbeiten müssen nach einer freigegebenen WPS durchgeführt werden. Alle Schweißarbeiten müssen von qualifiziertem Personal nach Abschnitt 10 durchgeführt werden.

## 9.2 Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Schweißzusätzen

Schweißzusatzwerkstoffe müssen gemäß einer von der verantwortlichen Entwicklungsstelle genehmigten Norm oder Spezifikation gekennzeichnet werden. Wenn die Kennzeichnung zerstört ist oder fehlt, darf der Schweißzusatz nicht verwendet werden.

Die Kennzeichnung sollte enthalten:

- a) den Hersteller;
- b) die Losnummer (Schmelze-Nr);
- c) die Bezeichnung der Norm/Spezifikation;
- d) die Angabe zum Prüfzeugnis/Zertifikat.

Die Rückverfolgbarkeit von Schweißzusätzen von der Schmelze/Losnummer bis zum Bauteil ist nicht erforderlich, es sei denn, dies wird von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegt. Ist eine Rückverfolgbarkeit erforderlich, muss sie während des gesamten Schweißprozesses aufrechterhalten und dokumentiert werden.

## 9.3 Lagerung und Verwendung

### 9.3.1 Schweißzusatzwerkstoff

Schweißzusatzwerkstoff muss in einer sauberen und trockenen Umgebung gelagert werden. Während der Lagerung und Verwendung dürfen Schweißzusatzwerkstoffe mit unterschiedlicher Kennzeichnung nicht vermischt werden. Erforderlichenfalls darf eine Heizung benutzt werden, um die Ansammlung von Feuchtigkeit zu verhindern.

### 9.3.2 Flussmittel

Flussmittel müssen in einer sauberen und trockenen Umgebung gelagert werden. Während der Lagerung und Verwendung dürfen Flussmittel mit unterschiedlicher Kennzeichnung nicht vermischt werden.

### 9.3.3 Gase

Gasbehälter müssen deutlich gekennzeichnet sein (siehe z. B. ISO 14175).

ANMERKUNG Es können nationale Vorschriften für die Lagerung und Verwendung von Gasen bestehen.

Die Gasqualität (z. B. Reinheit und/oder Taupunkt von Gasen) muss den festgelegten Anforderungen entsprechen.

Der Hersteller ist für die Gasqualität an der für den Schweißprozess relevanten Verwendungsstelle verantwortlich. Der Hersteller muss Prüfungen der Gasqualität in angemessenen Abständen vorsehen.

## 9.4 Schweißausrüstung

### 9.4.1 Allgemeines

Die Schweißausrüstung (z. B. Schweißmaschinen, Schweißbrenner, Regler, Zusatzwerkstoffvorschub usw.) muss in der Lage sein und in solcher Weise gewartet werden, dass konsistent Schweißungen erzeugt werden, die die vorgegebenen Annahmekriterien erfüllen.

## 9.4.2 Kalibrierung

### 9.4.2.1 Messgeräte, Anzeigeeinstrumente und Einstellinstrumente

Im Allgemeinen müssen Messgeräte, Anzeigeeinstrumente und Einstellinstrumente, die an automatischen, mechanisierten oder robotergesteuerten Schweißanlagen angebracht sind, nach einem festgelegten Verfahren kalibriert werden. Manuell eingestellte Schwebekörper-Durchflussmesser müssen nicht kalibriert werden.

Für das Handschweißen ist die Kalibrierung von Messgeräten, Anzeigeeinstrumenten und Einstellinstrumenten nach diesem Dokument nicht vorgeschrieben. Es sollte jedoch in regelmäßigen Abständen eine Funktionskontrolle durchgeführt werden.

### 9.4.2.2 Kalibrierzeitraum

Die Kalibrierungen müssen in den im Kalibrierverfahren festgelegten Abständen durchgeführt werden. Das Kalibrierintervall darf zwei Jahre nicht überschreiten.

Kalibrierungen müssen auch durchgeführt werden, wenn Messgeräte, Anzeigeeinstrumente und Einstellinstrumente von Wartung oder Reparatur betroffen wurden.

## 9.5 Schweißnahtvorbereitung

### 9.5.1 Schweißstoßvorbereitung

#### 9.5.1.1 Stoßvorbereitung

Die Schweißstoß muss so vorbereitet werden, wie es die Schweißsymbole (siehe ISO 2553) in der technischen Zeichnung vorgeben.

ANMERKUNG Die Normenreihe ISO 9692 enthält Richtlinien für die Schweißstoßvorbereitung

#### 9.5.1.2 Anpassung

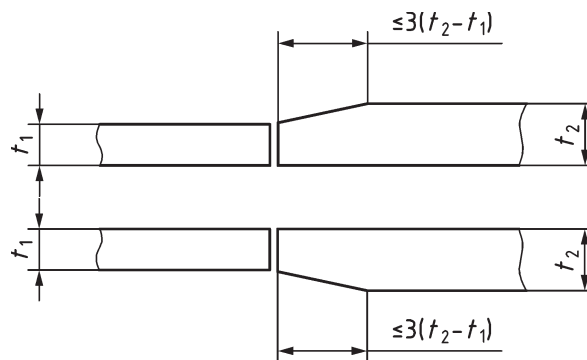
Die Toleranzen für die Anpassung müssen mit den Vorgaben der WPS übereinstimmen.

### 9.5.2 Sumpfstoßverbindungen von Bauteilen verschiedener Dicke

#### 9.5.2.1 Bauteilvorbereitung bei Stunpfstoßverbindungen

Sofern in den Bauunterlagen nichts anderes angegeben ist, müssen die Bauteile wie in Bild 2 dargestellt vorbereitet werden, wenn alle der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) in der technischen Zeichnung ist eine Durchschweißung angegeben;
- b) beide Bauteile sind mindestens 3,2 mm dick;
- c) das Dickenverhältnis zwischen den Bauteilen ist gleich oder größer: 1,5:1.



### **Legende**

$t_1$  Dicke des dünneren Bauteils

$t_2$  Dicke des dickeren Bauteils

**Bild 2 — Vorbereitung von Bauteilen verschiedener Dicke**

## **9.6 Reinigung vor dem Schweißen und sonstige Vorbereitung**

### **9.6.1 Oberflächenreinigung**

Alle zu schweißenden Oberflächen und Oberflächen, die die Qualität der entstehenden Schweißnaht beeinflussen können (z. B. Schweißzusatzwerkstoffe und Vorrichtungen), müssen frei von Schlacke, Oberflächenoxiden, Zunder, Schutzanstrichen, Ölen, Fetten, Schmutz oder anderen Verunreinigungen sein.

Vor dem Zusammenbau zum Schweißen müssen je nach Bedarf mechanische Verfahren (z. B. Drahtbürsten, Schaben oder maschinelle Bearbeitung) und/oder chemische Verfahren (z. B. alkalische Reinigung, Abwischen mit Lösungsmitteln oder Beizen) angewendet werden, um die Einhaltung dieser Anforderungen sicherzustellen.

Sofern von der verantwortlichen Entwicklungsstelle nicht anders festgelegt, dürfen chlorierte Lösungsmittel oder Methylalkohol nicht zur Reinigung von Titan oder Titanlegierungen verwendet werden.

Für Kohlenstoffstähle oder niedriglegierte Stähle dürfen Drahtbürsten aus nichtrostendem austenitischem Stahl oder aus Kohlenstoffstahl verwendet werden. Für alle anderen zu schweißenden Werkstoffe dürfen nur Drahtbürsten aus nichtrostendem austenitischem Stahl verwendet werden. Sobald eine einzelne Drahtbürste für einen bestimmten Werkstofftyp (z. B. Titan, Aluminium, Nickellegierungen, Kobalt) verwendet wird, muss sie entsprechend gekennzeichnet und nur für diesen Werkstofftyp verwendet werden, mit der Ausnahme, dass die gleiche Drahtbürste für korrosionsbeständige Stähle, Kobalt- und Nickellegierungen verwendet werden darf.

**ANMERKUNG** Dadurch soll eine wechselseitige Verunreinigung zwischen verschiedenen Werkstoffsorten vermieden werden.

### **9.6.2 Schutz und erneute Reinigung von gereinigten Oberflächen vor dem Ausrichten**

Zuvor gereinigte Oberflächen müssen vor Verunreinigungen geschützt werden. Falls doch eine Verunreinigung auftritt, müssen die Oberflächen vor dem Schweißen nach den in 9.6.1 beschriebenen Verfahren gereinigt werden, es sei denn, die verantwortliche Entwicklungsstelle legt etwas anderes fest.

## **9.7 Steuerung der Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur**

Für Werkstoffe, die während oder nach dem Schweißen zur Rissbildung neigen, müssen die Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen festgelegt und in der WPS dokumentiert werden.

**ANMERKUNG** Anhang C enthält empfohlene Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen für einige Werkstoffe.