

DIN ISO 16338

ICS 25.160.10

Ersatz für
DIN ISO 16338:2014-08**Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau –
Widerstandspunkt- und Rollennahtschweißen (ISO 16338:2017)**Welding for aerospace applications –
Resistance spot and seam welding (ISO 16338:2017)Soudage pour applications aérospatiales –
Soudage par résistance par points et à la molette (ISO 16338:2017)

Gesamtumfang 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)
DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen.....	10
5 Spezifische technische Anforderungen	11
6 Einteilung der Schweißverbindungen in Sicherheitsklassen	11
7 Anforderungen an die Fertigung.....	11
8 Anforderungen an das Schweißpersonal.....	11
9 Verantwortliche Person für die Qualifizierung der Schweißanweisung und für die Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschine.....	11
10 Werkstoffgruppen	12
11 Vorbereitung der zu verschweißenden Teile	12
11.1 Allgemeines	12
11.2 Anforderungen an die Reinigung.....	12
11.3 Oberflächenbeschichtungen.....	12
11.4 Zusammenbau der Fügeteile	12
12 Anforderungen an Geräte	12
12.1 Schweißmaschinen	12
12.2 Elektroden.....	13
12.3 Maschinen für die Scherzugprüfung.....	13
12.3.1 Allgemeines	13
12.3.2 Stationäre Scherzugprüfmaschinen	13
12.3.3 Transportable Scherzugprüfmaschinen	13
12.4 Vorrichtungen und Werkstückspanneinrichtungen	13
13 Schweißmaschinen	13
13.1 Anforderungen an die Qualifizierungsprüfung.....	13
13.1.1 Allgemeines	13
13.1.2 Verfahren zur Qualifizierung der Schweißmaschine	14
13.2 Anordnung der Prüfstücke und Prüfanforderungen.....	15
14 Schweißanweisung (WPS).....	17
14.1 Anforderungen an die Qualifizierungsprüfung.....	17
14.1.1 Allgemeines	17
14.1.2 Bestimmung der SchweißEinstellungen	17
14.1.3 Verfahren für die Qualifizierung einer Schweißanweisung	18
14.1.4 Grenzen für Dickenkombinationen	18
14.1.5 Schweißanweisung (WPS).....	18
14.1.6 Wiederholung der Qualifizierung einer Schweißanweisung	19

14.2	Anordnung der Prüfstücke und Prüfanforderungen	19
15	Qualitätsanforderungen an die Fertigung.....	21
15.1	Allgemeines	21
15.2	Prüfung von Fertigungsbegleitproben	21
15.2.1	Allgemeines	21
15.2.2	Fertigungsbegleitproben	21
15.2.3	Oberflächenwiderstand	22
15.2.4	Parameteranpassung.....	22
15.2.5	Anordnung und Prüfung von Fertigungsbegleitproben.....	22
15.2.6	Alternative Anforderungen an eine Prüfung anstelle der Fertigungsbegleitprobenprüfung.....	25
15.3	Fertigungsteile	25
15.3.1	Prüfanforderungen.....	25
15.3.2	Verschlechterung der Schweißgüte.....	25
15.3.3	Heftschweißungen	25
16	Prüfstücke	26
16.1	Standardprüfstücke.....	26
16.2	Prüfstücke für spezielle Zwecke	29
17	Untersuchung, Prüfung und Abnahmekriterien	30
17.1	Allgemeines	30
17.2	Sichtprüfung.....	30
17.2.1	Sichtbare Unregelmäßigkeiten an Proben oder Fertigungsteilen	30
17.2.2	Spalt zwischen verschweißten Bauteilen.....	31
17.2.3	Elektrodeneindruck	31
17.3	Durchstrahlungsprüfung.....	32
17.4	Metallographische Untersuchung	33
17.4.1	Allgemeines	33
17.4.2	Elektrodeneindruck	34
17.4.3	Innere Unregelmäßigkeiten.....	34
17.4.4	Schweißlinseneindringtiefe	35
17.4.5	Schweißlinsendurchmesser oder Rollennahtbreite	36
17.5	Mechanische Prüfung.....	38
17.5.1	Punktschweißungen — Blech	38
17.5.2	Punktschweißungen — Folie	42
17.5.3	Rollennahtschweißungen — Folie	42
17.5.4	Proben für Schweißverbindungen aus mehreren Fügeteilen.....	43
18	Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)	43
Anhang A (informativ)	Formular für den Prüfbericht über die Qualifizierung einer Schweißmaschine.....	44
A.1	Für eine Widerstandspunktschweißmaschine	44
A.2	Für eine Rollennahtschweißmaschine.....	45
Anhang B (informativ)	WPS-Formular	46
Anhang C (informativ)	Beispielformulare für den Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR).....	47
Anhang D (informativ)	Bemerkungen zur Qualifizierung der Schweißmaschine	49
D.1	Einleitung	49
D.2	Hintergrund.....	49
D.3	Tabelle mit Beispielen	49
D.4	Erläuterungen zu den Beispielen	51
Literaturhinweise.....		53

Nationales Vorwort

Dieses Dokument ist die deutsche Übersetzung von ISO 16338:2017, die im ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) im Unterkomitee ISO/TC 44/SC 14 „Welding and brazing in aerospace“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Mitwirkung der deutschen Experten des Arbeitsausschusses NA 092-00-17 AA „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau (DVS AG A 9)“ des DIN-Normenausschusses Schweißen und verwandte Verfahren (NAS) erarbeitet wurde.

Bestehende Schweißanweisungen und Schweißmaschinenzulassungen

Bestehende Schweißanweisungen und Schweißmaschinenzulassungen nach DIN ISO 16338:2014-08 werden mit Erscheinen dieses Dokumentes nicht außer Kraft gesetzt. Für neu durchzuführende Schweißmaschinenzulassungen und neu zu qualifizierende Schweißanweisungen ist mit Erscheinen der vorliegenden DIN ISO 16338 nur noch diese Norm anzuwenden. Dieses gilt auch für neu durchzuführende Wiederholungsprüfungen.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente mit gleicher Zählnummer verwiesen:

ISO 6520-2	siehe	DIN EN ISO 6520-2
ISO 10447:2015	siehe	DIN EN ISO 10447:2015-05
ISO 14373:2015	siehe	DIN EN ISO 14373:2015-06
ISO 14731	siehe	DIN EN ISO 14731
ISO 14732	siehe	DIN EN ISO 14732
ISO 15609-5	siehe	DIN EN ISO 15609-5
ISO 17677-1:2009	siehe	DIN EN ISO 17677-1:2010-01

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 16338:2014-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anmerkungen zur unterschiedlichen Bestimmung der klaren Ringzone bei der Durchstrahlungsprüfung und der metallographischen Untersuchung wurden unterhalb der Legenden unter Bild 8 und Bild 9 hinzugefügt;
- b) der Zahlendreher in der Spalte t in Tabelle 14 wurde korrigiert; die Zeilen für 0,60 mm und 0,65 mm wurden getauscht;
- c) um einen „einleitenden“ Absatz zu korrigieren, wurde die Überschrift „14.1.3.1 Allgemeines“ eingefügt;
- d) in 17.3 b) und d) wurde die deutsche Übersetzung verbessert;
- e) die in der Vorgängerfassung aufgeführten Normen in Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ wurden aufgrund ihrer informativen Erwähnung im Normentext in die „Literaturhinweise“ verschoben.
- f) weitere redaktionelle Änderungen zur Anpassung an die aktuellen Gestaltungsregeln.

Frühere Ausgaben

DIN 29878: 1984-05, 1997-02, 2008-02
DIN 65233: 1986-09
DIN ISO 16338: 2014-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6520-2, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 2: Pressschweißungen*

DIN EN ISO 10447:2015-05, *Widerstandsschweißen — Prüfung von Schweißverbindungen — Schäl- und Meißelprüfung von Widerstandspunkt- und Buckelschweißverbindungen (ISO 10447:2015); Deutsche Fassung EN ISO 10447:2015*

DIN EN ISO 14373:2015-06, *Widerstandsschweißen — Verfahren zum Punktschweißen von niedriglegierten Stählen mit oder ohne metallischem Überzug (ISO 14373:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14373:2015*

DIN EN ISO 14731, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung*

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

DIN EN ISO 15609-5, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 5: Widerstandsschweißen*

DIN EN ISO 17677-1:2010-01, *Widerstandsschweißen — Begriffe — Teil 1: Punkt-, Buckel- und Rollenahtschweißen (ISO 17677-1:2009); Dreisprachige Fassung EN ISO 17677-1:2009*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: 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.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 16338:2013), die geringfügig geändert wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- a) Anmerkungen zur unterschiedlichen Bestimmung der klaren Ringzone bei Durchstrahlungsprüfung und metallographischer Untersuchung wurden unterhalb der Legenden für die Bilder 8 und 9 hinzugefügt;
- b) die vertauschte Nummerierung in Tabelle 14, Spalte *t* wurde korrigiert; die Zeilen für 0,60 mm und 0,65 mm wurden getauscht;
- c) 17.5.1.2, die Prüfspannweite *S* wird nicht mehr in % angegeben;
- d) zur Berichtigung eines „einleitenden“ Absatzes wurde die Abschnittsüberschrift „14.1.3.1 Allgemeines“ eingefügt;
- e) weitere redaktionelle Überarbeitungen.

Anfragen zu offiziellen Auslegungen der Inhalte dieses Dokuments sollten über das jeweilige nationale Normungsinstitut an das Sekretariat des ISO/TC 44/SC 14 gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute kann unter www.iso.org abgerufen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an das Widerstandspunktschweißen und das Rollennahtschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau fest.

Dieses Dokument gilt nicht für Widerstandsschweißungen, die lediglich als Zwischenschritt durchgeführt werden und keinen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts haben, z. B. für das Heftschweißen von Basisbauteilen, bevor ein anderer Prozess zu ihrer Verbindung angewendet wird.

Das Widerstandsschweißen von Fügeteilen aus Werkstoffen unterschiedlicher Werkstoffgruppen ist in diesem internationalen Dokument nicht erfasst.

Sicherheits- und Gesundheitsaspekte sind in diesem Dokument ebenfalls nicht erfasst.

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 6520-2, *Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 2: Welding with pressure*

ISO 14731, *Welding coordination — Tasks and responsibilities*

ISO 17677-1:2009, *Resistance welding — Vocabulary — Part 1: Spot, projection and seam welding*

ISO/TR 25901-1:2016, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: General terms*

ISO/TR 25901-3, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 3: Welding processes*

ISO/TR 25901-4, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 4: Arc welding*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 6520-2, ISO 14731, ISO 17677-1, ISO/TR 25901-1, ISO/TR 25901-3, ISO/TR 25901-4 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1

Meißel- bzw. Keilprüfung

zerstörende (Meißelprüfung) oder nicht zerstörende Prüfung (Keilprüfung), bei der die Schweißverbindungen im Wesentlichen durch eine Zugkraft, die hauptsächlich Spannungen in Normalrichtung zur Oberfläche der Verbindung hervorruft, belastet werden

[QUELLE: ISO 10447:2015, 3.1 — modifiziert: „oder nicht zerstörende Prüfung“ hinzugefügt und Anmerkung 1 zum Begriff gelöscht.]

3.2

Schweißungen mit engem Punktabstand

Schweißpunkte mit einer Schweißpunktteilung von weniger als zwei Durchmessern

3.3

Kernbildung

beginnende Aufschmelzung

Aufschmelzen und Wiedererstarren des Werkstoffs an den Korngrenzen der Wärmeeinflusszone und/oder in der Schweißlinse

Anmerkung 1 zum Begriff: Kernbildung/beginnende Aufschmelzung erscheint bei einer Untersuchung mit geringer Vergrößerung als rissartige Unregelmäßigkeit, die sich jedoch bei hoher Vergrößerung als werkstoffgefüllt erweist. Dieses Phänomen tritt vorwiegend bei Nickellegierungen auf.

3.4

verantwortliche Entwicklungsstelle

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

3.5

Folie

Fügeteil mit einer Dicke von höchstens 0,20 mm

3.6

metallographischer Schliff

<Widerstandsschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau> Querschnitt durch den Durchmesser einer Punktschweißung oder durch eine Rollennahtschweißung oder Schnitt längs durch die Mitte einer Rollennahtschweißung

3.7

Schweißlinse

Bereich einer Punkt-, Buckel- oder Rollennahtschweißung, in dem das Metall aufgeschmolzen wurde

[QUELLE: ISO 17677-1:2009, 4.10, modifiziert — die Verweisung „Siehe Bild 2.“ wurde entfernt]

3.8

Linsendurchmesser

in der Stoßfläche gemessener Durchmesser der Schweißlinse

3.9

Linseneindringtiefe

Ausdehnung der Schweißlinse oder der Schmelzzone innerhalb der Dicke eines der Fügeteile

3.10

Schälversuch

Abrollversuch

zerstörende Prüfung, bei der ein widerstandsgeschweißter Überlappstoß durch eine Schälkraft geprüft wird, die hauptsächlich zu Beanspruchungen in Dickenrichtung der Schweißnaht führt

3.11

vorläufige Schweißanweisung

pWPS

(en: preliminary welding procedure specification)

Dokument, das die erforderlichen Einflussgrößen eines Schweißverfahrens enthält und noch zu qualifizieren ist

[QUELLE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.6]

3.12**Fertigungsbegleitprobe**

unter Anwendung der bei der Fertigung angewendeten Einstellungen durchgeführte Schweißungen an Proben, die zerstörend geprüft werden, um Daten über die Qualität der Fertigungsschweißungen zu erhalten

3.13**Widerstandsrollennahtschweißung**

<Widerstandsschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau> Widerstandsschweißprozess, bei dem in den Stoßflächen eine Vereinigung der Werkstücke erreicht wird, während die Werkstücke durch Elektroden zusammengedrückt werden, wobei die Wärme genutzt wird, die aus dem Widerstand der Werkstücke gegenüber dem elektrischen Strom resultiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Rollennahtschweißung wird entlang der Stoßflächen durch eine fortschreitende Reihe einander überlappender Widerstandspunktschweißungen eine Schweißverbindung erzeugt, entweder durch Drehen der Rollenelektroden oder durch Indexieren (regelmäßig rastende Weiterbewegung) des Werkstücks bei feststehenden Elektroden.

3.14**Widerstandspunktschweißen**

Widerstandsschweißprozess, bei dem in den Stoßflächen zwischen überlappten Teilen eine Schweißung durch die Wärme erzeugt wird, die durch den Stromfluss durch den Widerstand der Werkstücke erzielt wird, wobei der Strom durch Elektroden, die den Strom konzentrieren und Kraft in die Schweißung einleiten, übertragen wird

[QUELLE: ISO 17677-1:2009, 1.12]

3.15**Rollpunktschweißung**

Variante des Widerstandsschweißens, bei der Punktschweißungen mit einer oder mehreren rotierenden ringförmigen Elektroden erzeugt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Rotation der Elektroden kann oder kann nicht während der Schweißung unterbrochen werden.

[QUELLE: ISO 17677-1:2009, 3.5]

3.16**Nahtbreite**

Breite der Schweißung senkrecht zur Längsachse einer linearen Naht in der Ebene der Stoßflächen

[QUELLE: ISO 17677-1:2009, 4.14]

3.17**Blech**

<Widerstandsschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau> Fügeteil mit einer Dicke von mehr als 0,20 mm

3.18**Punktabstand**

Mittenabstand zwischen zwei benachbarten Punktschweißungen

[QUELLE: ISO 14373:2015, 3.4]

3.19**Schweißbedingung**

<Widerstandsschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau> Vorkehrung für die Erzeugung einer Schweißnaht unter Berücksichtigung des Werkstoffs, der Konfiguration, der Werkstoffvorbereitung, der Kühlung, des

Werkstoffs und der Geometrie der Elektroden, der Schweißmaschinen-Nummer und aller Schweißparameter, die einen direkten Einfluss auf die Qualität der Schweißung haben

3.20

Schweißparameter

<Widerstandsschweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau> Einstellung oder Justierung der Schweißmaschine

BEISPIEL Beispiele sind Elektrodenkraft, Schweißstrom, Schweißgeschwindigkeit, Schweißzeit.

3.21

Schweißanweisung

WPS

(en: welding procedure specification)

Dokument, das durch ein Verfahren qualifiziert wurde und die erforderlichen Einflussgrößen des Schweißverfahrens enthält, um die Wiederholbarkeit beim Schweißen in der Fertigung sicherzustellen

[QUELLE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.4]

4 Symbole und Abkürzungen

D_s	kleinste(r) erforderliche(r) Schweißlinsendurchmesser oder Rollennahtbreite (siehe Tabelle 11)
e_l	Eindruck der unteren Elektrode
e_u	Eindruck der oberen Elektrode
F	Kraft
l	Länge der Probe
s_M	tatsächliche(r) Schweißlinsendurchmesser oder Rollennahtbreite, durch metallographische Untersuchung bestimmt
t	Dicke des dünneren Blechs
t_o	Dicke des äußeren Fügeteils
w	Breite/Überlappung der Probe
Ac	Mittelwert für das Prüflös
NDT	zerstörungsfreie Prüfung
pWPS	vorläufige Schweißanweisung
QA	Qualitätssicherung
SPC	statistische Prozessüberwachung
WPQR	Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens
WPS	Schweißanweisung

5 Spezifische technische Anforderungen

Falls Widersprüche zwischen den Anforderungen dieses Dokumentes und den Anforderungen in den anzuwendenden Bauunterlagen auftreten, gelten die in den anzuwendenden Bauunterlagen angegebenen Anforderungen.

Die Sicherheitsklasse der Schweißverbindung (siehe Abschnitt 6) muss in der Bauteilspezifikation oder in der Zeichnung für das jeweilige Werkstück angegeben werden.

6 Einteilung der Schweißverbindungen in Sicherheitsklassen

Für die Einteilung der Schweißverbindungen in Sicherheitsklassen gelten folgende Grundlagen:

- Klasse I: Schweißverbindungen, deren Versagen unter Betriebsbedingungen zum Verlust des Flugzeuges/Raumfahrzeuges oder eines seiner wesentlichen Teile führt oder Menschen direkt gefährdet.
- Klasse II: Schweißverbindungen, deren Versagen zu Störungen führt, die keine Beeinträchtigung für die Fortsetzung des sicheren Fluges bis zum Ende der Mission darstellt.
- Klasse III: Schweißverbindungen, deren Versagen die Sicherheit und die Transportfunktion des Flugzeuges/Raumfahrzeuges nicht beeinflusst.

7 Anforderungen an die Fertigung

Vor der Fertigung müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- a) Qualifizierung des Personals;
- b) Qualifizierung der Schweißmaschine;
- c) Qualifizierung des Schweißverfahrens.

8 Anforderungen an das Schweißpersonal

Das Schweißpersonal muss für den vorgesehenen Prozess ausgebildet und fachkundig sein. Wenn von der verantwortlichen Entwicklungsstelle gefordert, kann ISO 14732 geltend gemacht werden.

9 Verantwortliche Person für die Qualifizierung der Schweißanweisung und für die Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschine

Die Schweißaufsichtsperson (siehe ISO 14731) muss schriftlich als verantwortlich für die Qualifizierung von Schweißanweisungen und für die Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschinen bestimmt werden. Die Schweißaufsichtsperson muss entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen hinsichtlich des jeweiligen Schweißprozesses haben und von der zuständigen verantwortlichen Entwicklungsstelle oder der anerkannten Prüfstelle akzeptiert werden.

Für die Schweißaufsichtsperson wird eine Qualifizierung als Internationaler Schweißfachingenieur (en: International Welding Engineer; IWE) nach IIW IAB-252-11 empfohlen.

Die Schweißaufsichtsperson darf eine andere Person zur Durchführung der Qualifizierung der Schweißanweisung oder der Qualifizierungsprüfung für die Schweißmaschine bevollmächtigen.

10 Werkstoffgruppen

Werkstoffgruppe A: unlegierter Stahl, niedrig legierte Stähle, hoch legierte ferritische Stähle.

Werkstoffgruppe B: hoch legierte austenitische und martensitische Stähle, Nickel und Nickellegierungen, Kobaltlegierungen.

Werkstoffgruppe C: Titan und Titanlegierungen, Niob, Zirkon und andere reaktive Metalle.

Werkstoffgruppe D: Aluminium und Aluminiumlegierungen, Magnesium und Magnesiumlegierungen.

Werkstoffgruppe E: Werkstoffe, die nicht den Werkstoffgruppen A bis D entsprechen (z. B. Molybdän, Wolfram, Kupferlegierungen).

11 Vorbereitung der zu verschweißenden Teile

11.1 Allgemeines

Die Oberflächen und die Stoßflächen der zu schweißenden Teile dürfen nicht verunreinigt sein, z. B. durch schwere Oxide, Zunder, Farbe, Fett, Schmutz oder andere Substanzen, oder eine Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, welche den Schweißprozess nachteilig beeinflusst. Die Oberflächen müssen gleichmäßig sein, da dieses ein bestimmender Faktor zur Sicherstellung einer guten Reproduzierbarkeit der Schweißung ist.

11.2 Anforderungen an die Reinigung

Das anzuwendende Reinigungsverfahren (z. B. Beizen) muss in Abhängigkeit von den beteiligten Werkstoffen ausgewählt und von jedem Hersteller in Übereinstimmung mit den Anforderungen der verantwortlichen Entwicklungsstelle exakt festgelegt werden.

Das zur Vorbereitung der Werkstoffe für die Qualifizierung der Schweißanweisung angewendete Reinigungsverfahren muss in der pWPS festgelegt sein. Für Werkstoffgruppe D müssen die Anforderungen an den Oberflächenwiderstand von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegt werden.

Die zeitlichen Begrenzungen zwischen Reinigung und Schweißen müssen in der pWPS oder einer anderen Herstellungsdocumentation festgelegt sein.

11.3 Oberflächenbeschichtungen

Von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegte Oberflächenbeschichtungen müssen in der pWPS genauer bestimmt werden.

11.4 Zusammenbau der Fügeteile

Die für das nachfolgende Schweißen zusammengebauten Fügeteile müssen so angeordnet werden, dass die durch die Schweißung zu verbindenden Oberflächen vor der ersten und vor jeder folgenden Schweißung miteinander in Kontakt sind oder durch Handkraft in Kontakt gebracht werden können.

12 Anforderungen an Geräte

12.1 Schweißmaschinen

Die Schweißmaschine muss nach Abschnitt 13 qualifiziert sein und in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Herstellers und/oder anderen von der verantwortlichen Entwicklungsstelle festgelegten Anforderungen kalibriert und gewartet werden.

Eine Anweisung zur vorbeugenden Wartung muss festgelegt und Aufzeichnungen von der Wartung aufbewahrt werden.

12.2 Elektroden

Auf allen verwendeten Elektroden muss mindestens die Bezeichnung des Elektrodenwerkstoffs als dauerhafte Kennzeichnung angegeben sein.

12.3 Maschinen für die Scherzugprüfung

12.3.1 Allgemeines

Die Maschinen für die Scherzugprüfung müssen eine Fehlergrenze aufweisen, die höchstens $\pm 2\%$ von der angezeigten Ablesung abweichen darf. Die Prüfgeschwindigkeit bei der Scherzugprüfung darf 13 mm/min nicht überschreiten.

12.3.2 Stationäre Scherzugprüfmaschinen

Um die Fehlergrenze stationärer Scherzugprüfmaschinen sicherzustellen, müssen die Maschinen in Abständen von höchstens einem Jahr einer Kalibrierung unterzogen werden.

12.3.3 Transportable Scherzugprüfmaschinen

Um die Fehlergrenze transportabler Scherzugprüfmaschinen sicherzustellen, müssen die Maschinen in Abständen von höchstens zwei Monaten einer Kalibrierung unterzogen werden.

12.4 Vorrichtungen und Werkstückspanneinrichtungen

Vorrichtungen und Werkstückspanneinrichtungen müssen so gestaltet sein, dass der in die Werkstücke einzuleitende Schweißstrom möglichst geringfügig durch diese Vorrichtungen und Spanneinrichtungen anstatt durch die Werkstücke fließt. Alle Werkzeuge, die zum Lokalisieren der Schweißnähte oder für den Zusammenbau der zu schweißenden Teile erforderlich sind und während des Schweißvorganges in den Wirkungsbereich des Magnetfelds gelangen, sollten nach Möglichkeit aus nicht magnetisierbaren Werkstoffen bestehen.

13 Schweißmaschinen

13.1 Anforderungen an die Qualifizierungsprüfung

13.1.1 Allgemeines

Bestehende Maschinenqualifikationen, die vor Veröffentlichung dieses Dokumentes erfolgten, werden als gültig betrachtet, sofern von der verantwortlichen Entwicklungsstelle nichts anderes festgelegt ist.

Vor der Fertigung muss für jede Widerstandspunkt- oder Rollennahtschweißmaschine eine Qualifizierung durchgeführt werden, um ihre Eignung und die Gleichmäßigkeit des Schweißergebnisses zu ermitteln. Die Qualifizierung erfolgt zu dem Zweck, den Schweißbereich, für den die Schweißmaschine als geeignet angesehen werden kann, zu identifizieren und zu verifizieren. Die Schweißbedingungen müssen in einer WPS als Teil eines Prüfberichts über die Qualifizierung der Prüfmaschine dokumentiert werden. Typische Beispiele für diese Berichtsformulare sind in den Anhängen A und B angegeben. Die Formulare dürfen erforderlichenfalls modifiziert oder erweitert werden. Die Prüfberichte müssen auch nach Erteilung der Zulassung für die Schweißmaschine aufbewahrt werden, so dass sie für spätere Überprüfungen verfügbar sind.

Die Qualifizierungsprüfung für Schweißmaschinen ist so durchzuführen, dass die Schweißanforderungen an die kritischste Sicherheitsklasse (siehe Abschnitt 6) jeder Werkstoffgruppe (siehe Abschnitt 10) erfüllt

werden, für die ihre Anwendung in der Fertigung vorgesehen ist. Eine für das Schweißen nach den Anforderungen einer Sicherheitsklasse in einer Werkstoffgruppe qualifizierte Schweißmaschine ist auch als qualifiziert für weniger kritische Klassen derselben Werkstoffgruppe anzusehen. Eine Qualifizierung einer Punktschweißmaschine für das Punktschweißen schließt die Qualifizierung für überlappende Punktschweißungen ein. Die für das Folienschweißen der Klasse III angewendeten Schweißmaschinen dürfen durch Aufstellung einer WPS qualifiziert werden. Schweißmaschinen, die sich für eine Sicherheitsklasse des Rollennahtschweißens qualifiziert haben, sind auch als qualifiziert für die Rollpunktschweißung in derselben Klasse anzusehen.

13.1.2 Verfahren zur Qualifizierung der Schweißmaschine

13.1.2.1 Allgemeines

Während des Schweißens der Proben dürfen keine Wartungs- oder Einstellarbeiten vorgenommen werden.

13.1.2.2 Prüfwerkstoffe

Als Prüfwerkstoffe für die Qualifizierung der Werkstoffgruppen A, B, C und D darf ein beliebiger Werkstoff der jeweiligen Gruppe ausgewählt werden, der üblicherweise in der Fertigung verwendet wird.

Eine Qualifizierungsprüfung, die an einem Werkstoff der Gruppe A durchgeführt wird, qualifiziert nur für Schweißwerkstoffe der Gruppe A.

Eine Qualifizierungsprüfung, die an einem Werkstoff der Gruppe B durchgeführt wird, qualifiziert nur für Schweißwerkstoffe der Gruppe B.

Eine Qualifizierungsprüfung, die an einem Werkstoff der Gruppe C durchgeführt wird, qualifiziert nur für Schweißwerkstoffe der Gruppe C.

Eine Qualifizierungsprüfung, die an einem Werkstoff der Gruppe D durchgeführt wird, qualifiziert nur für Schweißwerkstoffe der Gruppe D.

Eine Qualifizierungsprüfung, die an einem spezifischen Werkstoff der Gruppe E durchgeführt wird, qualifiziert nur für Schweißungen, die mit demselben Werkstoff durchgeführt werden.

13.1.2.3 Prüfanforderungen

Die in 13.2 aufgeführten Schweißprüfungen müssen durchgeführt werden, und die zutreffenden Abnahmekriterien müssen erfüllt werden. Für jede Werkstoffgruppe sind zwei Prüfsätze erforderlich: eine Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschine am oberen Ende des (dicksten) Dickenbereichs und eine am unteren Ende des (dünnsten) Dickenbereichs. Typischerweise werden die Qualifizierungsprüfungen der Schweißmaschine am oberen und am unteren Ende des Dickenbereichs jeweils an zwei Fügeteilen mit gleicher Dicke durchgeführt. Alternativ dürfen Fügeteile mit unterschiedlichen Dicken und/oder Schweißkombinationen von mehr als zwei Fügeteilen angewendet werden. Um die Qualifizierungsprüfung für die Schweißmaschine festzulegen, die zur Erfassung aller Fertigungsaufgaben erforderlich sind, gelten die folgenden Anforderungen:

- a) die Gesamtdicke aller Fügeteile in einer Fertigungsschweißkombination darf nicht größer sein als die Gesamtdicke aller Fügeteile am oberen Ende des (dicksten) Dickenbereichs der Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschine und nicht kleiner als die Gesamtdicke aller Fügeteile am unteren Ende des (dünnsten) Dickenbereichs;
- b) das dünnste zu verschweißende (die Elektrode berührende) Fügeteil in einer Fertigungsschweißkombination darf nicht dicker sein als das dünnste Fügeteil am oberen Ende des (dicksten) Dickenbereichs der Qualifizierungsprüfung;

- c) das dünnste zu verschweißende (die Elektrode berührende) Fügeteil in einer Fertigungsschweißkombination darf nicht dünner sein als das dünnste Fügeteil am unteren Ende des (dünnsten) Dickenbereichs der Qualifizierungsprüfung;
- d) wird eine Schweißmaschine für eine bestimmte Schweißkombination angewendet, muss sie nur für diese Schweißkombination nach den in 13.2 beschriebenen Mengen und Verfahren qualifiziert werden.

ANMERKUNG 1 Beispiele zur Anwendung dieser Regeln siehe Anhang D.

ANMERKUNG 2 Wenn mehrere Schweißmaschinen der gleichen Ausführung zu qualifizieren sind, kann der Prüfumfang nach dem Ermessen der verantwortlichen Entwicklungsstelle verringert werden.

13.1.2.4 Wiederholungsprüfung zur Qualifizierung der Schweißmaschine

Eine erneute Qualifizierung ist erforderlich, wenn die Schweißmaschine umgebaut wird oder wenn sich die Betriebsbedingungen wesentlich verändern (z. B. Auswechslung wichtiger Maschinenteile, Ortsveränderung der Maschine und Wechsel der Stromversorgung). Für das Blechschweißen darf die Anzahl der Proben verringert werden (siehe Tabelle 2).

Ist eine erneute Qualifizierung einer Schweißmaschine erforderlich, müssen alle WPS vor Anwendung in der Fertigung erneut qualifiziert werden, sofern von der verantwortlichen Entwicklungsstelle nicht anders festgelegt.

Folgende Veränderungen erfordern keine erneute Qualifizierung der Schweißmaschine:

- a) Veränderung des Aufstellungsortes innerhalb eines Werks unter Beibehaltung des bisherigen Stromkreises;
- b) allgemeine Wartung der Schweißmaschine;
- c) Auswechslung von Teilen, z. B. Elektroden und Elektrodenhaltern, die keinen Einfluss auf die Druck- oder Leistungsdaten ausüben.

13.2 Anordnung der Prüfstücke und Prüfanforderungen

Für die Prüfungen gelten die Festlegungen in Tabelle 1 und Bild 1 sowie die Bilder 3 bis 5.

Tabelle 1 — Prüfstücke für die Qualifizierungsprüfung der Schweißmaschine und Prüfanforderungen

Klasse	Prüfstück	Anzahl je Prüfreihe	Prüfung			
			Sicht- prüfung	Durchstrah- lungsprüfung	Mechanische Prüfung	Metallogra- phische Prüfung
Punktschweißungen — Blech						
I	Bild 1 a) oder 1 b)	105 Schweißpunkte	alle	alle	100 Scherzug- versuche	5 Mikroschliffe
II	Bild 1 a) oder 1 b)	105 Schweißpunkte	alle	alle	100 Scherzug- versuche	5 Makroschliffe
III	Bild 1 a) oder 1 b)	53 Schweißpunkte	alle	keine	50 Scherzug- versuche	3 Makroschliffe
Punktschweißungen — Folie						
I, II, III ^a	Bild 3	<i>l</i> = 300 mm nicht unterbrochene Nahtlänge	alle	keine	Schälversuch	keine
Rollennahtschweißungen — Blech						
I	Bild 5	<i>l</i> = 600 mm nicht unterbrochene Nahtlänge	alle	alle	keine	8 Mikroschliffe (4 quer, 4 längs)
II	Bild 5	<i>l</i> = 600 mm nicht unterbrochene Nahtlänge	alle	alle	keine	8 Makroschliffe (4 quer, 4 längs)
III	Bild 5	<i>l</i> = 300 mm nicht unterbrochene Nahtlänge	alle	keine	keine	4 Makroschliffe (2 quer, 2 längs)
Rollennahtschweißungen — Folie						
I, II, III ^a	Bild 4	<i>l</i> = 300 mm nicht unterbrochene Nahtlänge	alle	keine	Schälversuch	keine
^a Schweißmaschinen, die für Folienschweißungen der Klasse III verwendet werden, können durch das Erstellen einer WPS qualifiziert werden.						

Bei einer wiederholten Qualifizierung einer Schweißmaschine darf die Anzahl der Proben für das Blechschweißen nach Tabelle 2 verringert werden.