

DIN EN 14163



ICS 25.160.10; 75.200

Entwurf

Einsprüche bis 2021-09-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14163:2002-09 und
DIN EN 14163
Berichtigung 1:2006-11

**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Pipeline-Transportsysteme –
Schweißen von Pipelines (ISO 13847:2013, modifiziert);
Deutsche und Englische Fassung prEN 14163:2021**

Petroleum and natural gas industries –
Pipeline transportation systems –
Welding of pipelines (ISO 13847:2013, modified);
German and English version prEN 14163:2021

Industries du pétrole et du gaz naturel –
Systèmes de transport par conduites –
Soudage des conduites (ISO 13847:2013 modifiée);
Version allemande et anglaise prEN 14163:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-07-09 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an noeg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

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

Gesamtumfang 193 Seiten

DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14163:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) und CYS (Zypern) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 109-00-02 AA „Fernleitungssysteme – Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 2“ im DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

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.

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

ISO 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1
ISO 3183	siehe	DIN EN ISO 3183
ISO 3452-1	siehe	DIN EN ISO 3452-1
ISO 3834 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 3834 (alle Teile)
ISO 4063:2009	siehe	DIN EN ISO 4063:2011-03
ISO 4136	siehe	DIN EN ISO 4136
ISO 5173	siehe	DIN EN ISO 5173
ISO 5178	siehe	DIN EN ISO 5178
ISO 5817	siehe	DIN EN ISO 5817
ISO 6507-1	siehe	DIN EN ISO 6507-1
ISO 6520-1	siehe	DIN EN ISO 6520-1
ISO 6947	siehe	DIN EN ISO 6947
ISO 7963	siehe	DIN EN ISO 7963
ISO 9015-1	siehe	DIN EN ISO 9015-1
ISO 9606-1:2012	siehe	DIN EN ISO 9606-1:2017-12
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 10474	siehe	DIN EN 10204
ISO 10863:2020	siehe	DIN EN ISO 10863: 2020-09
ISO 10893-8	siehe	DIN EN ISO 10893-8
ISO 13588	siehe	DIN EN ISO 13588
ISO 13623:2017	siehe	DIN EN 14161:—*
ISO 13686	siehe	DIN EN ISO 13686
ISO 13916	siehe	DIN EN ISO 13916
ISO 14175	siehe	DIN EN ISO 14175
ISO 14344	siehe	DIN EN ISO 14344
ISO 14732	siehe	DIN EN ISO 14732
ISO 15607	siehe	DIN EN ISO 15607
ISO 15609-1	siehe	DIN EN ISO 15609-1
ISO 15609 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 15609 (alle Teile)
ISO 15612	siehe	DIN EN ISO 15612
ISO 15613	siehe	DIN EN ISO 15613

* Zurzeit in der Entwurfsphase.

ISO 15614-1:2017	siehe	DIN EN ISO 15614-1:2020-05
ISO 17636-1:2013	siehe	DIN EN ISO 17636-1:2013-05
ISO 17637	siehe	DIN EN ISO 17637
ISO 17638	siehe	DIN EN ISO 17638
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640
ISO 29001	siehe	DIN EN ISO 29001
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/TR 15608	siehe	DIN CEN ISO/TR 15608

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14163:2002-09 und DIN EN 14163 Berichtigung 1:2006-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- b) Literaturhinweise aktualisiert;
- c) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 3183, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme*

DIN EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 3834 (alle Teile), *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 4063:2011-03, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:2009, Korrigierte Fassung 2010-03-01); Dreisprachige Fassung EN ISO 4063:2010*

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 5178, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen*

DIN EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

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

DIN EN ISO 6520-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen*

DIN EN ISO 6947, *Schweißen und verwandte Prozesse — Schweißpositionen*

DIN EN ISO 7963, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr 2*

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

DIN EN ISO 9606-1:2017-12, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschließlich Cor 1: 2012 und Cor 2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 9606-1:2017*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 10863:2020-09, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD) (ISO 10863:2020); Deutsche Fassung EN ISO 10863:2020*

DIN EN ISO 10893-8, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 8: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen*

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

DIN EN 14161:—*, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Rohrleitungstransportsysteme*

DIN EN ISO 13686, *Erdgas — Bestimmung der Beschaffenheit*

DIN EN ISO 13916, *Schweißen — Messung der Vorwärm-, Zwischenlagen- und Haltetemperatur*

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

DIN EN ISO 14344, *Schweißzusätze — Beschaffung von Schweißzusätzen*

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

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

DIN EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen*

DIN EN ISO 15609 (alle Teile), *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung*

DIN EN ISO 15612, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens*

DIN EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung*

DIN EN ISO 15614-1:2020-05, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017 + Amd 1:2019); Deutsche Fassung EN ISO 15614-1:2017 + A1:2019*

DIN EN ISO 17632014-1:2013-05, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 17636-1:2013*

DIN EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

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

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

DIN EN ISO 29001, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Sektorspezifische Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen an Hersteller- und Serviceorganisationen*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN CEN ISO/TR 15608, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Erdöl- und Erdgasindustrie — Pipeline-Transportsysteme — Schweißen von Pipelines (ISO 13847:2013, modifiziert)
<i>Titel en:</i>	Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Welding of pipelines (ISO 13847:2013, modified)
<i>Titel fr:</i>	Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites — Soudage des conduites (ISO 13847:2013 modifiée)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Symbole und Abkürzungen	14
4.1 Symbole	14
4.2 Abkürzungen	14
5 Konformität	15
6 Vom Unternehmen bereitzustellende Informationen	15
7 Schweißanweisung und Anforderungen an die Qualifizierung	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Schweißanweisung	18
7.3 Schweißen des Prüfstücks	19
7.3.1 Vorläufige WPS	19
7.3.2 Bedingungen für die Prüfschweißung	19
7.3.3 Schweißposition	19
7.3.4 Heftnähte	19
7.3.5 Form und Maße der Prüfstücke	19
7.4 Inspektion und Prüfung der Prüfstücke	20
7.4.1 Umfang der Inspektion und Prüfung	20
7.4.2 Zerstörungsfreie Prüfung	20
7.4.3 Zerstörende Prüfung — Umfangsschweißen	21
7.4.4 Zerstörende Prüfung — Anschluss- und Kehlnähte	27
7.5 Wiederholungsprüfung	28
7.5.1 Allgemeines	28
7.5.2 Wiederholungsprüfung zur Anerkennung der WPS	28
7.6 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich	28
7.6.1 Allgemeines	28
7.6.2 Bezogen auf den Auftragnehmer	28
7.6.3 Bezogen auf den Werkstoff	28
7.6.4 Bezogen auf alle Schweißprozesse	29
7.6.5 Bezogen auf spezifische Schweißprozesse	32
7.7 WPS für Reparaturschweißung	33
7.8 Gültigkeitsdauer	34
8 Anerkennung und Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen	35
8.1 Allgemeines	35
8.2 Anerkennung für Handschweißen und teilmechanisches Schweißen	35
8.3 Anerkennung für das mechanische Schweißen	35
8.4 Anerkennung für das automatische Schweißen	35
8.5 Prüfschweißung	36
8.5.1 Positionsschweißen	36
8.5.2 Walzschweißen	36
8.6 Inspektion und Prüfung der Prüfschweißnähte	37

8.6.1	Zerstörungsfreie Prüfung.....	37
8.6.2	Zerstörende Prüfungen	37
8.7	Wiederholungsprüfung.....	37
8.8	Geltungsbereich	37
8.9	Aufzeichnungen	38
8.10	Gültigkeitsdauer	38
9	Fertigungsschweißen.....	39
9.1	Allgemeines	39
9.2	Einrichtung	39
9.3	Arbeitshöhe	39
9.4	Wetterverhältnisse	40
9.5	Vorbereitung des Rohrendes	40
9.6	Befestigung	40
9.7	Anordnung/Ausrichtung	40
9.8	Heftschweißen.....	41
9.9	Erdung	41
9.10	Elektroden und Zusatzwerkstoffe	41
9.11	Schutzgase.....	42
9.12	Vorwärmen.....	42
9.13	Brandstellen.....	43
9.14	Schweißunterlage	43
9.15	Innenseitige Schweißraupe	43
9.16	Aufbringen des Schweißguts.....	43
9.16.1	Umfangsschweißung	43
9.16.2	Andere Schweißarbeiten	43
9.17	Säubern und Hämmern der Schweißnaht.....	44
9.18	Teilweise fertiggestellte Schweißnähte	44
9.19	Wärmenachbehandlung.....	44
9.19.1	Allgemeines	44
9.19.2	Wärmebehandlungsverfahren	44
9.19.3	Durchführung der Wärmenachbehandlung	45
9.20	Aufzeichnungen über Rohr und Schweißnaht.....	45
10	Zerstörungsfreie Prüfung.....	45
10.1	Allgemeines	45
10.2	Personal der zerstörungsfreien Prüfung.....	46
10.3	Anerkennung des Verfahrens der zerstörungsfreien Prüfung.....	46
10.4	Sichtprüfung.....	46
10.5	Durchstrahlungsprüfung.....	47
10.5.1	Verfahren	47
10.5.2	Durchführung	47
10.5.3	Anerkennungsprüfung des Verfahrens.....	47
10.5.4	Angaben auf dem Durchstrahlungsbild	48
10.5.5	Erfasster Bereich der Schweißung.....	48
10.5.6	Verstärkerfolien	48
10.5.7	Radiografische Dichte.....	49
10.5.8	Filmlagerung	49
10.5.9	Durch Wellen-Detektorkabel erzeugte unscharfe Durchstrahlungsbilder	49
10.6	Ultraschallprüfung.....	49
10.6.1	Durchführung	49
10.6.2	Prüfeinrichtung.....	49
10.6.3	Kalibrierung und Erstellung einer Referenzkurve	50
10.6.4	Manuelle Ultraschallprüfung	50
10.6.5	Mechanische Prüfung.....	50
10.6.6	Auswertung von Anzeigen.....	50

10.7	Magnetpulverprüfung.....	50
10.8	Flüssigkeitseindringprüfung.....	51
10.9	Bericht zu zerstörungsfreien Prüfungen	51
11	Annahmekriterien für zerstörungsfreie Prüfungen	52
11.1	Allgemeines	52
11.2	Rückweisungsrecht.....	52
11.3	Sichtprüfung	52
11.3.1	Schweißnahtprofil.....	52
11.3.2	Kerbe	52
11.4	Durchstrahlungsprüfung	52
11.4.1	Ungenügende Durchschweißung.....	52
11.4.2	Bindefehler	53
11.4.3	Wurzelkonkavität.....	53
11.4.4	Durchbrand.....	53
11.4.5	Einschlüsse.....	53
11.4.6	Porosität.....	54
11.4.7	Risse.....	55
11.4.8	Kerben	55
11.4.9	Anhäufung von Unregelmäßigkeiten	55
11.5	Ultraschallprüfung.....	55
11.5.1	Allgemeines	55
11.5.2	Kugelförmige Porosität	55
11.5.3	Lineare Anzeigen	56
11.6	Prüfung der Oberfläche	56
11.6.1	Einstufung von Anzeigen.....	56
11.6.2	Annahmekriterien.....	56
11.7	Unregelmäßigkeiten in Rohren oder Fittings	56
11.8	Annahmekriterien — ECA	57
12	Reparatur und Beseitigung von Fehlern	57
12.1	Allgemeines	57
12.2	Berechtigungsnachweis für die Reparatur	57
12.3	Mehrfach-Reparaturen.....	57
12.4	Fehlerbeseitigung und Vorbereitung für die Reparatur	57
13	Dokumentation	58
Anhang A (informativ) Besondere Anforderungen für das Schweißen von Rohrleitungen aus CRA-Plattierungsstählen und CRA-Rohrleitungen		59
A.1	Allgemeines	59
A.2	Festlegung und Anerkennung des Schweißverfahrens	59
A.3	Fertigungsschweißen.....	60
A.4	Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung.....	61
A.5	Annahmekriterien für zerstörungsfreie Prüfungen	61
A.6	Reparatur und Beseitigung von Fehlern	61
Anhang B (informativ) Hyperbares Schweißen		62
B.1	Allgemeines	62
B.2	Anerkennung der WPS.....	62
B.3	Schweißerprüfung.....	63
B.4	Fertigungsschweißen.....	63
B.5	Inspektion und Prüfung	63
Anhang C (informativ) Empfehlungen für das Löten und aluminothermische Schweißen von Anodenblei.....		64
C.1	Verbindungstechnik	64
C.2	Festlegung und Anerkennung des Verfahrens.....	64

C.2.1	Allgemeines	64
C.2.2	Messung der Kupfer-Eindringtiefe.....	64
C.2.3	Härteprüfung	64
Anhang D (informativ) Schweißen von Anschlussnähten und Kehlnähten an in Betrieb befindlichen Rohrleitungen.....		
D.1	Allgemeines	65
D.2	Allgemeine Empfehlungen	65
D.3	Festlegung, Prüfung und Anerkennung des Schweißverfahrens.....	66
D.3.1	Schweißanweisung	66
D.3.2	Wesentliche Einflussgrößen.....	66
D.3.3	Schweißen von Prüfstücken.....	66
D.3.4	Inspektion und Prüfung der Prüfstücke	67
D.4	Prüfen und Anerkennung von Schweißern.....	70
D.5	Fertigungsschweißen.....	70
D.5.1	Sicherheit	70
D.5.2	Inspektion der in Betrieb befindlichen Rohrleitung.....	70
D.5.3	Anwendung von anerkannten WPS und Einsatz von anerkannten Schweißern	71
D.5.4	Aufsicht	71
D.5.5	Prüfung der Schweißnaht.....	71
Anhang E (informativ) Schweißen von Erdgasdurchleitungen im europäischen Onshore-Bereich		
E.1	Allgemeines	72
E.2	Schweißqualität	73
E.3	Inspektion der Schweißverbindung mithilfe der zerstörungsfreien Prüfung.....	73
E.3.1	Allgemeines	73
E.3.2	Zerstörungsfreie Prüfung.....	74
E.3.3	Inspektionszeit.....	75
E.3.4	Zerstörende Prüfung von Fertigungsschweißnähten	75
Anhang F (informativ) Schweißen von Gasverteilungssystemen in Europa		
F.1	Allgemeines	77
F.2	Anerkennen von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen.....	77
F.3	Fertigungsschweißen.....	77
F.4	Schweißnahtvorbereitung	78
F.5	Inspektion der Schweißverbindung mithilfe der zerstörungsfreien Prüfung.....	78
Anhang G (normativ) Automatische Ultraschallprüfung von Umfangsnähten.....		
G.1	Allgemeines	79
G.2	Anforderungen an das AUT-System.....	79
G.3	Durchführung	80
G.4	Qualifizierung des AUT-Systems.....	80
G.4.1	Kalibrierblöcke	80
G.4.2	Spezifische Anforderungen für die Anwendung von Ausführungskriterien	80
G.4.3	Spezifische Anforderungen für die Anwendung mit von der ECA bestimmten Annahmekriterien	81
G.5	Gültigkeit	81
G.6	Qualifizierung von Bedienern.....	82
G.7	Annahmekriterien für AUT	82
G.7.1	Ausführungskriterien	82
G.7.2	ECA-Kriterien	83
Anhang H (informativ) Beispiele für Berichte zu zerstörungsfreien Prüfungen.....		
Anhang I (informativ) Beugungslaufzeittechnik (ToFD).....		
I.1	Allgemeines	88
I.2	Ergänzende und ersetzende Anforderungen zur ISO 10863:2020	88

I.2.1	Ergänzung zu ISO 10863:2020, Abschnitt 1 (Anwendungsbereich)	88
I.2.2	Ergänzung zu ISO 10863:2020, Abschnitt 3 (Begriffe)	88
I.2.3	Ergänzung zu ISO 10863:2020, Abschnitt 5 (Prüfklassen)	90
I.2.4	Ergänzung zu ISO 10863:2020, 7.2.2 (Ultraschall-Prüfköpfe).....	90
I.2.5	Ergänzung zu ISO 10863:2020, Abschnitt 11 (Prüfung der Schweißnaht), 3. Absatz	90
I.2.6	Ergänzung zu ISO 10863:2020, 12.6 (Definition und Bestimmung von Längen- und Tiefenausdehnung).....	90
Literaturhinweise.....		95

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14163:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN und CYS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14163:2001 ersetzen.

Der Text von ISO 13847:2013 wurde von CEN/TC 12 mit einigen Änderungen übernommen, um die Aspekte auszuschließen, die von CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ behandelt werden. Diese Änderungen werden durch eine vertikale Linie am linken Rand des Textes angezeigt. *[Anmerkung: wird derzeit mit „Änderungen verfolgen“ angezeigt].*

Einleitung

Anwender dieses Dokuments werden darauf hingewiesen, dass für einzelne Anwendungsfälle weitere oder andere Anforderungen erforderlich werden können, wenn alternative technische Lösungen verwendet werden, insbesondere wenn innovative oder sich entwickelnde Technologien vorhanden sind. Wenn eine Alternative angeboten wird, ist es ratsam, dass der Hersteller alle Abweichungen von diesem Dokument identifiziert und Einzelheiten angibt.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 13847:2000), die technisch bearbeitet wurde. Im Vergleich zur ersten Ausgabe wurden die folgenden Anhänge wurden eingefügt:

- Schweißen von Anschlussnähten und Kehlnähten an in Betrieb befindlichen Rohrleitungen (Anhang D);
- Schweißen von Erdgasdurchleitungen im europäischen Onshore-Bereich (Anhang E);
- Schweißen von Gasverteilungssystemen in Europa (Anhang F);
- automatische Ultraschallprüfung von Umfangsnähten (Anhang G);
- Beugungslaufzeittechniken (Anhang I).

Die im ISO/TC 67/SC 2 entwickelte ISO 13847:2013 wurde als EN 14163:202X (ISO 13847:2013, modifiziert) übernommen.

Der Zuständigkeitsbereich von ISO/TC 67/SC 2 erstreckt sich ohne Ausnahmen auf Rohrleitungstransportsysteme für die Erdöl- und Erdgasindustrie. Bis 1995 überschnitten sich jedoch die Zuständigkeitsbereiche von CEN/TC 12 und CEN/TC 234 innerhalb von CEN. Diese Überschneidung verursachte Probleme hinsichtlich des parallelen Verfahrens bei der vorstehend genannten Einheit. Der Widerspruch im Zuständigkeitsbereich wurde gelöst, als sowohl in den Technischen Komitees von CEN als auch im Technical Board von CEN entschieden wurde, den Zuständigkeitsbereich von CEN/TC 12 zu ändern, indem ausdrücklich „von der Gasversorgungsindustrie benutzten Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte“ ausgeschlossen wurden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen für die Herstellung und Prüfung von Umfangsnähten (Rundnähten), Anschlussnähten und Kehlnähten in der Rohrleitung von Rohrleitungstransportsystemen für die Erdöl- und Erdgasindustrien nach den Anforderungen in ISO 13623:2017 oder gleichwertig fest.

ANMERKUNG 1 ISO 13847:2013 bezieht sich auf die Anforderungen von ISO 13623:2009 oder gleichwertig. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments wird ISO 13623:2009 durch ISO 13623:2017 ersetzt; in diesem Dokument wird durchgehend auf diese Ausgabe von ISO 13623 verwiesen. ISO 13623 wird modifiziert als EN 14161 übernommen, um die von der europäischen Gasversorgungsindustrie benutzten Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte auszuschließen.

Dieses Dokument gilt für die Anforderungen für das Schweißen von Rohren aus Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl und enthält in Anhang A Anleitungen für das Schweißen von Rohrleitungen aus korrosionsbeständiger Legierung (CRA) und CRA-plattierten Rohren. Der Anwendungsbereich beschränkt sich auf Rohre mit einem Durchmesser ab 20 mm und einer Wanddicke ab 3 mm mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze bis 555 MPa, und die so ausgelegt sind, dass die zulässigen Vergleichsspannungen nach ISO 13623:2017 oder gleichwertig nicht überschritten werden. Das Dokument gilt auch für das Einschweißen von Ausrüstungsteilen in Rohrleitungen, z. B. Zwischenstücke, Steigleitungen, Molchaufgabe- und Molchempfangsstationen, Formstücke, Flansche und kurze Verbindungsstücke für Rohrleitungsarmaturen. Von der europäischen Gasversorgungsindustrie benutzte Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Eine Anleitung für spezielle Schweißanwendungen ist enthalten in:

- Anhang B für hyperbares Schweißen;
- Anhang C für das Löten und aluminothermische Schweißen von Anodenblei;
- Anhang D für Schweißen von Anschlussnähten und Kehlnähten an in Betrieb befindlichen Rohrleitungen.

Die behandelten Schweißprozesse sind das Lichtbogenhandschweißen (SMAW), Gas-Wolfram-Lichtbogenschweißen (GTAW), Metall-Schutzgasschweißen (GMAW), gasgeschützte Flussmittel-Lichtbogenschweißen (GSFCAW), Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode ohne Schutzgas (SSFCAW) und Unterpulverschweißen (SAW).

Dieses Dokument gilt nicht für das Abbrennstumpfschweißen, Widerstandsschweißen, Festphasenschweißen oder weitere Einstufenschweißverfahren, Längsnähte in Rohren oder Formstücken (Fittings) oder für das Schweißen von Prozess-Rohrleitungen, die nicht in den Zuständigkeitsbereich von ISO 13623:2017 fallen.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Anforderungen können für das Schweißen von Rohrleitungen für spezielle Betriebsbedingungen der Rohrleitungen, für Rohrleitungen mit einer festgelegten Streckgrenze von mehr als 555 MPa und für Rohrleitungen, die entsprechend zulässigen Kriterien hinsichtlich der Dehnung ausgelegt sind erforderlich sein. Diese Anforderungen können u. a. Grenzwerte für die maximale Härte oder Festigkeit, die Mindestwerte für die Kerbschlagzähigkeit, die Risspitzenöffnungsverschiebung, die Prüfung der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts oder den Biegeversuch und den Abbau von Wärmespannungen umfassen. Es ist gegebenenfalls ratsam, diese zusätzlichen Anforderungen in einem projektspezifischen Beiblatt zu den Anforderungen in diesem Dokument aufzunehmen.

ANMERKUNG 3 In Anhang E sind zusätzliche Anforderungen für das Schweißen von Gasversorgungssystemen an Land festgelegt, die nur anwendbar sind, wenn diese sich in europäischen Mitgliedstaaten befinden. In Anhang F sind zusätzliche Anforderungen für das Schweißen von Gasversorgungssystemen festgelegt, die nur anwendbar sind, wenn diese sich in europäischen Mitgliedstaaten befinden. Es liegt in der Verantwortung des Unternehmens, die normative Anwendbarkeit dieser Anhänge festzulegen.

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 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 857-1, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: Metal welding processes*

ISO 3183, *Petroleum and natural gas industries — Steel pipe for pipeline transportation systems*

ISO 3834 (all parts), *Quality requirements for fusion welding of metallic materials*

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

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

ISO 5178, *Destructive tests on welds in metallic materials — Longitudinal tensile test on weld metal in fusion welded joints*

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

ISO 6520-1, *Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 1: Fusion welding*

ISO 6947, *Welding and allied processes — Welding positions*

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

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel*

ISO 10474, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 10863:2020, *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 13623:2017, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems*

ISO 13916, *Welding — Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature*

ISO 14175, *Welding consumables — Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes*

ISO 14732, *Welding personnel — Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials*

ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 1: Arc welding*

ISO 15614-1:2017, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys*

ISO 17636-1:2013, *Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X- and gamma-ray techniques with film*

EN 1321, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten*

ASME, Boiler and Pressure Vessel Code Section V, Non-destructive examination

ASTM E1961-16, *Standard Practice for Mechanized Ultrasonic Testing of Girth Welds Using Zonal Discrimination with Focused Search Units*

AWS A5.01, *Filler metal procurement guidelines*

AWS C5.3, *Recommended practices for air carbon arc gouging and cutting*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 857-1, ISO 6520-1 und die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

anerkannter Schweißer

Schweißer, der die Anforderungen dieses Dokuments erfüllt hat

3.2

anerkannter Bediener von Schweißeinrichtungen

Bediener von Schweißeinrichtungen, der die Anforderungen dieses Dokuments erfüllt hat

3.3

anerkannte WPS

Schweißanweisung, die die Anforderungen dieses Dokuments erfüllt hat

3.4

Lichtbogenenergie

Produkt aus Schweißspannung und -strom, dividiert durch die Vorschubgeschwindigkeit beim Schweißen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der häufig verwendete Begriff „Wärmeeinbringung“ ist in seiner korrekteren Bedeutung die durch einen Lichtbogenleistungsfaktor modifizierte Lichtbogenenergie.

3.5

automatisches Schweißen

Schweißvorgang, bei dem die Schweißparameter und Brennerführung vollständig mechanisch oder elektronisch geregelt werden

3.6

nach Vereinbarung

zwischen dem Unternehmen und dem Auftragnehmer vereinbart

3.7

Unternehmen

Bauherr oder Konstruktionsbüro, der/das für die Bauausführung zuständig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Unternehmen kann durch einen Sachverständigen oder anderen Bevollmächtigten vertreten werden. Das Unternehmen kann in bestimmten Fällen auch der Auftragnehmer sein.

3.8

Auftragnehmer

Organisation, die die in diesem Dokument festgelegten Arbeiten durchführt

3.9

Fehler

Unregelmäßigkeit oder Fehlstelle, die die festgelegten Annahmekriterien überschreitet

3.10

Umfangsnah

Rundnaht

rundlaufende Stumpfschweißnaht an Rohren

3.11

Unregelmäßigkeit

Fehlstelle

relevante Angabe, die sich auf die Schweißqualität bezieht

3.12

innere Reparatur

Ausbesserung der Wurzellage von der Innenseite

3.13

Handschweißen

Schweißvorgang, bei dem die Schweißparameter und Brennerführung durch den Schweißer geregelt werden

3.14

mechanisches Schweißen

Schweißvorgang, bei dem die Schweißparameter und Brennerführung mechanisch oder elektronisch geregelt werden, bei dem jedoch geringfügige Anpassungen während des Schweißens manuell vorgenommen werden können, um die geforderten Schweißbedingungen beizubehalten

3.15

Einstufen-Schweißprozess

Prozess, bei dem die Schmelz- oder Metallbindung gleichzeitig über den gesamten Umfang des Rohres bewirkt wird

BEISPIELE Abbrennstumpfschweißen, Reibschweißen oder Pressschweißen.

3.16

relevante Angabe

Anzeige von Schweißanomalien und auf die Schweißqualität bezogen

3.17

halbautomatisches Schweißen

Schweißvorgang, bei dem die Schweißparameter und Brennerführung durch den Schweißer geregelt werden, bei dem die Einrichtung jedoch eine Schweißdrahtzuführung enthält

3.18

Halbschatten

Schatten auf einem Durchstrahlungsbild, wenn die einfallende Strahlung teilweise, jedoch nicht ganz, von einem dazwischen liegenden Element abgeschwächt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Halbschatten ist der Bereich der geometrischen Unschärfe rings um das Durchstrahlungsbild eines Gegenstandes.

3.19

Walzschweißen

Schweißprozess, in dem zwei Rohre in horizontaler Lage an ihren Enden zusammengefügt und gedreht werden, wobei zwischen bereits vorbereitete Anschnitte an den Stoßenden eine oder mehrere Schweißlagen aufgebracht werden

3.20

Prüfstück

geschweißte Baugruppe, die für die Anerkennung einer Schweißanweisung, eines Schweißers oder eines Bedieners von Schweißeinrichtungen vorbereitet wird

3.21

Schweißer

Person, die den Elektrodenhalter, die Schweißpistole, die Brennerlanze oder den Brenner (autogen) von Hand hält und betätigt

[QUELLE: ISO 9606-1:2012, 3.1]

3.22

Schweißausbesserung

Ausbesserung eines Fehlers, der nach Beendigung des Schweißvorganges bei Vorlage zur Prüfung entdeckt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ausbesserung kann die vollständige Entfernung eines Rohrschusses oder die Beseitigung einer betroffenen Fläche durch Schleifen oder andere Mittel mit anschließendem zusätzlichem Schweißen umfassen.

3.23

Bediener von Schweißeinrichtungen

Person, die mechanische und/oder automatische Schweißungen durchführt

[QUELLE: ISO 14732:1998, 3.10, modifiziert]

3.24

Schweißverfahren

vorgeschriebener Ablauf von Tätigkeiten zur Herstellung einer Schweißung, einschließlich der Angabe der Werkstoffe, der Vorbereitung, Vorwärmung (falls notwendig), Art und Überwachung des Schweißens und der Wärmenachbehandlung (falls notwendig) sowie der zu verwendenden Einrichtungen

3.25

Schweißanweisung

WPS, en: welding procedure specification

Arbeitsunterlage, die die notwendigen Angaben für ein bestimmtes Schweißverfahren enthält

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

d	Außendurchmesser des Rohres
r	Nenn-Innenradius
t	Wanddicke

4.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom
AUT	automatische Ultraschallprüfung
AWT	Prüfung der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts
CE	Kohlenstoffäquivalent
CE _{pcm}	Kohlenstoffäquivalent, basierend auf dem chemischen Anteil der Ito-Bessyo-Formel zur Berechnung des Kohlenstoffäquivalents
CRA	korrosionsbeständige Legierung
CTOD	Risspitzenöffnungsverschiebung
DAC	Bezugslinie
DC	Gleichstrom
ECA	kritische Bewertung durch das Ingenieurwesen
FCAW	Fülldraht-Lichtbogenschweißen
GMAW	Metall-Schutzgasschweißen (ISO 4063:2009, Prozess 13)
GSFCAW	gasgeschütztes Flussmittel-Lichtbogenschweißen (ISO 4063:2009, Prozess 136)
GTAW	Gas-Wolfram-Lichtbogenschweißen (ISO 4063:2009, Prozess 141)
HAZ	Wärmeeinflusszone
HDM	im Schweißgut gelöster Wasserstoff
HV	Vickershärte
IQI	Bildgüteprüfkörper
LPT	Flüssigkeitseindringprüfung
MT	Magnetpulverprüfung
NDT	zerstörungsfreie Prüfung
PWHT	Wärmenachbehandlung

RT	Durchstrahlungsprüfung
SAW	Unterpulverschweißen (ISO 4063:2009, Prozess 12)
SMAW	Lichtbogenhandschweißen (ISO 4063:2009, Prozess 111)
SMYS	Festgelegte Mindest-Streckgrenze
SSFCAW	Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode ohne Schutzgas
ToFD	Beugungslaufzeit
UT	Ultraschallprüfung
VT	Sichtprüfung
WPS	Schweißanweisung

5 Konformität

Ein Qualitätssystem, das die Qualitätsanforderungen von ISO 3834 (oder gleichwertig, falls vereinbart,) erfüllt, kann angewendet werden, um die Konformität mit den Anforderungen dieses Dokuments zu unterstützen.

ANMERKUNG ISO 29001 enthält branchenspezifische Anleitungen zu Qualitätsmanagementsystemen.

Der Auftragnehmer ist dafür verantwortlich, alle geltenden Anforderungen dieses Dokuments einzuhalten. Es ist zulässig, dass das Unternehmen Untersuchungen durchführt, die erforderlich sind, um die Konformität des Auftragnehmers sicherzustellen, und Material zu verwerfen, das die Anforderungen nicht erfüllt.

6 Vom Unternehmen bereitzustellende Informationen

Durch den Anwender dieses Dokuments wird vom Unternehmen gefordert, zusätzliche Anforderungen festzulegen und vom Unternehmen und Auftragnehmer, optionale Punkte zu vereinbaren.

a) Vom Unternehmen festzulegende Punkte:

- 1) Dokumentation von Angaben über das Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung für Prüfschweißnähte (siehe 7.2);
- 2) Anforderungen an Prüfungen der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts (siehe Tabelle 1, Fußnote d);
- 3) Anwendung von vollen Rohrlängen zum Schweißen von Prüfstücken (siehe 7.3.5.1);
- 4) Energiewerte und Prüftemperaturen für den Kerbschlagbiegeversuch für Wanddicken von mehr als 25 mm (siehe 7.4.3.5);
- 5) Genehmigung der Weitergabe von WPS zwischen Auftragnehmern (siehe 7.6.2);
- 6) zusätzliche zerstörende Prüfungen für Prüfschweißnähte (siehe 8.6.2);
- 7) Prüfung von Zusatzwerkstoffen mit Klassifikation des Loses und Umfang der Prüfung (siehe 9.10);
- 8) Häufigkeit, Umfang und Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung, falls diese von ISO 13623:2017 abweicht (siehe 10.1);
- 9) Anwendung einer mechanischen Prüfeinrichtung für die Ultraschallprüfung (siehe 10.6.5);

- 10) Anwendung einer ECA (siehe 11.8);
 - 11) Schweißausbesserung von der Innenseite des Rohres (siehe 12.2);
 - 12) Genehmigung zur Reparatur der Reparaturschweißung (siehe 12.2);
 - 13) Prüfungen zum Nachweis der zufriedenstellenden Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht im Betrieb (siehe Abschnitt A.2);
 - 14) zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für Betriebsschweißen basierend auf Betriebsflüssigkeiten (siehe Abschnitt D.1);
 - 15) Streichung von Querkerben zur Erkennung von Querfehlern (siehe G.4.1);
 - 16) zusätzliche Qualifizierung bei der Anwendung von Ausführungskriterien (siehe G.4.2);
 - 17) weiteres zerstörungsfreies Verfahren zum Vergleich von AUT-Anzeigen (siehe G.4.2);
 - 18) Anwendbarkeit von Anhang E (siehe Abschnitt E.1)¹;
 - 19) zusätzliche gültige nationale Normen oder Regeln (siehe Abschnitt E.1)¹;
 - 20) Anteil verschiedener Techniken der zerstörungsfreien Prüfung (siehe Tabelle E.1, Fußnote a)¹;
 - 21) Anzahl von Schweißnähten, die zusätzlich untersucht werden müssen, wenn eine Schweißnaht zurückgewiesen wurde (siehe E.3.1)¹;
 - 22) Anwendbarkeit von Anhang F (siehe Abschnitt F.1)²;
- b) Zu vereinbarende Punkte:
- 1) Anwendung von ISO 3834 oder einer alternativen Norm bezüglich Qualitätsanforderungen, falls zutreffend (siehe Abschnitt 5);
 - 2) Anwendung einer alternativen Norm zur Anerkennung der WPS (siehe 7.1);
 - 3) Anerkennung des Sachverständigen (intern oder extern) und/oder der dritten Partei zur Beaufsichtigung des Schweißens und der Prüfung zur Qualifizierung der WPS (siehe 7.1);
 - 4) Anwendung von Werkstoffen zum Schweißen von Prüfstücken nach ISO 15614-1:2017 (siehe 7.1);
 - 5) Umfang der Inspektion und Prüfung von Prüfstücken zur Anerkennung einer Schweißanweisung (WPS) für Kehlnähte und Anschlussnähte (siehe 7.4.1).
 - 6) Verzicht auf Anforderungen hinsichtlich des Kerbschlagbiegeversuchs für Rohre mit $t \leq 6$ mm oder SMYS < 360 MPa (siehe Tabelle 1, Fußnote b);
 - 7) wenn zugreifend, Lage von Prüfstücken, die mithilfe einer Kombination von Steignacht- und Fallnahtschweißen gefertigt wurden (siehe 7.4.3.1);
 - 8) Entgasen der Proben, die mit zelluloseumhüllten Stabelektroden ausgeführt wurden (siehe 7.4.3.2);

1 Nur auf Gasinfrastruktursysteme in europäischen Mitgliedstaaten anwendbar.

2 Nur auf Gasverteilungssysteme in europäischen Mitgliedstaaten anwendbar.

- 9) Genehmigung zur Härteprüfung (siehe 7.4.3.7);
- 10) zulässige Erhöhung der Werte für CE oder CE_{pcm} für den sauren Einsatz (siehe 7.6.3.2);
- 11) Anwendung einer anderen Art der Spannmittel zum Ausrichten als der, die während der Qualifizierung angewendet wurden (siehe 7.6.4.12);
- 12) Anforderungen zur Anerkennung einer WPS für das Reparaturschweißen (siehe 7.7);
- 13) Gültigkeitsdauer einer WPS (siehe 7.8);
- 14) Anwendung eines anderen anerkannten Norm zur Anerkennung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen (siehe 8.1);
- 15) Anwendung und Eigenschaften von Werkstoffen aus flachem Blech, die als Hilfsverbindung angewendet werden (siehe 8.5.1.3);
- 16) Anwendung eines alternativen Verfahrens der zerstörungsfreien Prüfung (siehe 8.6.1);
- 17) Wiederholungsprüfung von Schweißern oder Bedienern von Schweißeinrichtungen nach dem zweiten Versagen (siehe 8.7);
- 18) Bewegung der Schweißnaht nach der Fertigstellung der Wurzellage (siehe 9.6);
- 19) Auswahl von Elektroden und Zusatzwerkstoffen (siehe 9.10);
- 20) Reparatur von Brandstellen (siehe 9.13);
- 21) die Mindestanzahl der vor einer Unterbrechung fertigzustellenden Schweißlagen (siehe 9.18);
- 22) Benummerungssystem für Fertigungsschweißnähte (siehe 9.20);
- 23) Anwendung eine Prüfung mit Gammastrahlung (siehe 10.5.1);
- 24) Anwendung von Gleichstrom-Handelektroden (siehe 10.7);
- 25) Anwendung von Dauermagneten oder Gleichstrom-Jochen (siehe 10.7);
- 26) Aufbewahrungszeit und -ort der Aufzeichnungen (siehe Abschnitt 13);
- 27) zusätzliche CEN-Anforderungen und/oder gleichwertige ISO-Normen für ISO-Normen in Anhang E (siehe Abschnitt E.1)¹;
- 28) das (die) Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (siehe E.3.2)¹;
- 29) gültige Bildgüteklasse (siehe E.3.2)¹;
- 30) Norm zur Anerkennung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen (siehe Abschnitt F.3)²;
- 31) Anwendung von Muffenverbindungen (siehe Abschnitt F.4)²;
- 32) Anwendung von Montagehilfen und ähnlichen provisorischen Vorrichtungen (siehe Abschnitt F.4)².

7 Schweißanweisung und Anforderungen an die Qualifizierung

7.1 Allgemeines

Die WPS muss in Übereinstimmung mit 7.2 festgelegt werden.

Um eine WPS in Übereinstimmung mit diesem Dokument zu qualifizieren, müssen Prüfstücke in Übereinstimmung mit ISO 15614-1:2017 sowie mit 7.3 und 7.4 dieses Dokuments geschweißt, inspiziert und geprüft werden.

Nach Vereinbarung darf eine WPS in Übereinstimmung mit ISO 15607, ISO 15609 und ISO 15614-1:2017 oder ISO 15612 oder ISO 15613 ohne eine der Anforderungen von 7.2 bis 7.7 genehmigt werden.

Eine WPS darf nur dann genehmigt werden, wenn alle in diesem Dokument festgelegten Anforderungen und die von dem Unternehmen festgelegten zusätzlichen Anforderungen erfüllt sind.

Das Schweißen und die Prüfung zur Qualifizierung der WPS müssen von einem Sachverständigen (intern oder extern) oder von einer vom Unternehmen bestätigten dritten Partei beaufsichtigt werden.

Vor Beginn des Fertigungsschweißens muss der Auftragnehmer dem Unternehmen entweder die zu genehmigende(n) vorläufigen WPS oder die bereits entsprechend diesem Dokument genehmigte(n) WPS zur Genehmigung vorlegen. Dieser Prozess darf wegfallen, wenn das Unternehmen dem Auftragnehmer ein entsprechend genehmigtes WPS oder vorläufige WPS zur Verfügung gestellt hat.

Das Schweißen von Prüfstücken sollte mit projektspezifischen Werkstoffen erfolgen. Nach Vereinbarung dürfen die für das Schweißen von Prüfstücken verwendeten Werkstoffe in Übereinstimmung mit ISO 15614-1:2017, 8.3.1 bis 8.3.3 ausgewählt werden.

7.2 Schweißanweisung

Die WPS muss die in ISO 15609-1, in 7.6 diesem Dokument und, so weit zutreffend, die folgenden technischen Festlegungen umfassen:

- Stahlsorte und Lieferbedingung nach ISO 3183;
- Anzahl der Schweißer für die spezifischen Schweißlagen;
- maximale Zeitdauer zwischen dem Beginn des Schweißens der Wurzellage und dem Beginn der zweiten Lage (Fülllage);
- Art der Spannmittel zum Ausrichten oder Heftschweißung;
- Verfahren für das Vorwärmen;
- geringste Zwischenlagentemperatur, falls diese von der Vorwärmtemperatur abweicht;
- Umfang der erforderlichen Schweißung vor Entfernung der Spannmittel oder anderer Zentriervorrichtungen;
- Anteil der fertigzustellenden Schweißnaht, bevor die Verbindung auf Umgebungstemperatur abgekühlt werden darf;
- Verfahren für die Überwachung der Abkühlung;
- Anteil der fertigzustellenden Schweißnaht vor dem Absenken, d. h. vom Seitenkran auf die Rohrabstützung, oder vor der Vorwärtsbewegung der Barge;
- erforderliche Maßnahme bei teilweise fertiggestellten Schweißnähten.

Das Unternehmen darf verlangen, dass die Angaben über das Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung der Prüfschweißnähte dokumentiert werden.

Kommt es bei dem vorgesehenen Einbau und/oder der Anwendung im Betriebsfall an der geschweißten Rohrleitung zu plastischer Verformung, z. B. beim Rohrwickeln oder Einbau von Schutzrohren, sollte die Verwendung dokumentierter Daten zur Reckalterung und/oder die Durchführung zusätzlicher Prüfungen vorgesehen werden, um einen adäquaten Nachweis der Beständigkeit gegen Reckalterung zu erbringen.

Um die erforderlichen Informationen für die Auswahl der schweißtechnischen Einflussgrößen für eine Schweißanweisung zu erhalten, dürfen Prüfungen der Schweißseignung verlangt werden.

Alle relevanten Schweißparameter und schweißtechnischen Einflussgrößen müssen einzeln in Übereinstimmung mit ISO 15609-1 festgelegt werden, wenn dem Unternehmen eine bereits anerkannte WPS zur Zustimmung vorgelegt wird.

Für Stahlsorten mit erhöhter Neigung zu verzögerter wasserstoffinduzierter Rissbildung muss die WPS so ausgelegt sein, dass ein Auftreten dieser Rissbildung verhindert wird. Dieses Schweißen kann auch die Anwendung von wasserstoffarmen Prozessen, PWHT, sowie eine Wartezeit vor der Prüfung erfordern.

7.3 Schweißen des Prüfstücks

7.3.1 Vorläufige WPS

Die Vorbereitung und das Schweißen der Prüfstücke müssen in Übereinstimmung mit einer dokumentierten vorläufigen WPS erfolgen.

7.3.2 Bedingungen für die Prüfschweißung

Die Prüfstücke sollten unter Bedingungen geschweißt werden, die den Montagebedingungen auf der Baustelle entsprechen (siehe 9.3 und 9.4).

7.3.3 Schweißposition

Schweißpositionen und Grenzwerte für die Neigungs- und Drehwinkel der Prüfstücke müssen ISO 6947 entsprechen.

7.3.4 Heftnähte

Heftnähte an Prüfstücken dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn das Heftschweißen im Verlauf der Fertigungsschweißung erforderlich ist.

7.3.5 Form und Maße der Prüfstücke

7.3.5.1 Umfangsnähte

Die Prüfstücke für die Anerkennung einer WPS für das Umfangsschweißen müssen durch Zusammenfügen von Rohren mit einer Mindest-Länge von $1 \times \text{Durchmesser}$ oder 300 mm hergestellt werden, wobei das jeweils größere Maß gilt. In bestimmten Fällen kann die Verwendung voller Rohrlängen erforderlich sein.

ANMERKUNG Es können längere Prüfstücke erforderlich sein, um die Verwendung von Spannmitteln auf der Innenseite zu ermöglichen, die für das Fertigungsschweißen ausgewählt wurden, oder um die Einbaubedingungen zu simulieren.

7.3.5.2 Abzweiganschlüsse und Kehlnähte

Die Prüfstücke für die Anerkennung einer WPS für das Schweißen von Abzweiganschlüssen oder Kehlnähten müssen in ihren Formen und Maßen den Festlegungen in ISO 15614-1:2017 entsprechen.

7.3.5.3 Schweißnähte zwischen unterschiedlichen Werkstoffen

Prüfstücke dürfen für die Anerkennung der WPS aus zwei unterschiedlichen Werkstoffen geschweißt sein, sofern sie den für die jeweiligen Prüfungen erforderlichen Werkstoff in ausreichender Menge aufweisen.

BEISPIEL Eine Schweißnaht zwischen Rohr und geschmiedetem Flansch muss auf beiden Seiten der Naht einer geeigneten mechanischen Prüfung unterzogen werden.

7.4 Inspektion und Prüfung der Prüfstücke

7.4.1 Umfang der Inspektion und Prüfung

Der Umfang der Inspektion und Prüfung von Prüfstücken für die Anerkennung einer WPS für das Umfangsschweißen muss Tabelle 1 entsprechen.

Der Umfang der Inspektion und Prüfung von Prüfstücken für die Anerkennung einer Schweißanweisung (WPS) für Kehlnähte und Anschlussnähte muss nach Vereinbarung festgelegt werden.

Tabelle 1 — Inspektion und Prüfung der Prüfstücke für das Umfangsschweißen

Art der Inspektion/Prüfung	Umfang der Inspektion/Prüfung
VT	100 %
RT oder AUT ^a	100 %
Querschugversuch	2 Proben
Kerbschlagbiegeversuch ^b	2 Probensätze für $t \leq 20$ mm 4 Probensätze für $t > 20$ mm
Makroprüfung und Härteprüfung	2 Proben
Biegeversuch ^c	4 Biegeproben
Prüfung der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts ^d	nach Vereinbarung
^a Die Ultraschallprüfung muss ein qualifiziertes Produktionssystem darstellen. ^b Die Prüfung ist möglicherweise bei Rohren mit $t \leq 6$ mm oder mit SMYS < 360 MPa nicht erforderlich. ^c Bei $t < 12,5$ mm muss die Gesamtanzahl der Biegeversuche gleichmäßig auf wurzelseitige und oberseitige Biegeversuche aufgeteilt werden. Bei $t \geq 20$ mm sind nur Seitenbiegeversuche zulässig. Bei $12,5 \text{ mm} \leq t < 20$ mm müssen gleichmäßig aufgeteilte wurzelseitige und oberseitige Biegeversuche durchgeführt werden. ^d Freigestellte Anforderung, um eine zu große Anpassung der Streckgrenze des Schweißguts zu bestätigen.	

7.4.2 Zerstörungsfreie Prüfung

Alle Prüfstücke müssen in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 nach jeder verlangten Wärmenachbehandlung (PWHT) und vor dem Herausschneiden der Proben einer Sichtprüfung und einer zerstörungsfreien Prüfung unterzogen werden.

Die Schweißnähte für die Anerkennung einer WPS dürfen der zerstörungsfreien Prüfung nicht eher als 24 h nach der Fertigstellung der Schweißnähte unterzogen werden.

Die zerstörungsfreie Prüfung muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 aufgezeichnet werden und die Ergebnisse müssen den in Abschnitt 11 festgelegten Annahmekriterien entsprechen.

7.4.3 Zerstörende Prüfung — Umfangsschweißen

7.4.3.1 Herausschneiden der Proben

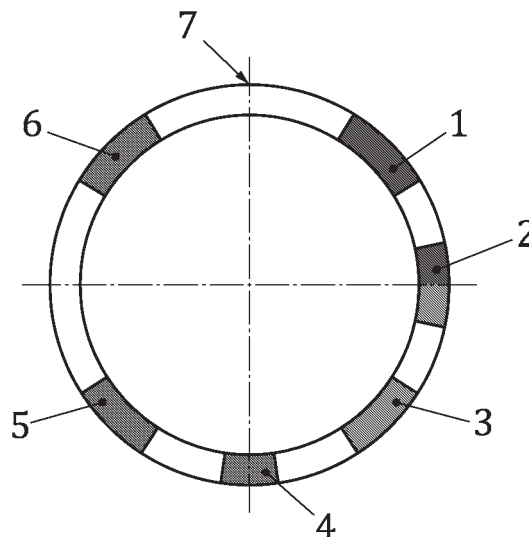
Aus Prüfstücken, die die Annahmekriterien für die zerstörungsfreie Prüfung erfüllen, müssen Proben entnommen werden. Prüfstücke, die diese Kriterien nicht erfüllen, dürfen für die zerstörende Prüfung zur Anerkennung der WPS nicht berücksichtigt werden.

Proben dürfen Stellen entnommen werden, an denen nach der zerstörungsfreien Prüfung keine zulässigen Unregelmäßigkeiten feststellbar sind. Um Schweißunregelmäßigkeiten in der Probe zu vermeiden, darf die Probenlage um nicht mehr als 15° gedreht werden, sofern die Längsnaht vermieden wird.

Die Probenlagen für das Schweißen am feststehenden Rohr in Querposition und Steig- bzw. Fallposition sollten Bild 1 und Bild 2 entsprechen. Die Probenlagen für das Walzschweißen dürfen nach Bild 1 oder Bild 2 gewählt werden.

ANMERKUNG Die Schweißpositionen entsprechen den in Bild 4 angegebenen.

Die Probenlagen für Schweißnähte in der Lage PF oder H-L045 müssen Bild 1 entsprechen, in der Lage PG oder J-L045 Bild 2 und in der Lage PA und PC Bild 1 oder Bild 2. Die Lage von Prüfstücken für Schweißnähte, die mithilfe einer Kombination von Steignaut- und Fallnahtschweißen gefertigt wurden, muss vereinbart werden.

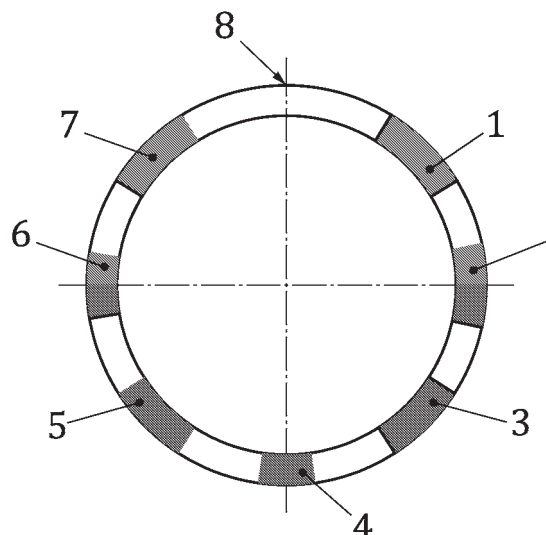


Legende

- 1 Bereich 1 für eine Zugprobe und zwei Biegeproben^a
- 2 Bereich 2 für Kerbschlagbiegeproben und zusätzliche Proben, falls erforderlich
- 3 Bereich 3 für eine Zugprobe und zwei Biegeproben^a
- 4 Bereich 4 für eine Makroschliffprobe und eine Härteprobe
- 5 Bereich 5 für AWT-Proben^a
- 6 Bereich 6^a
- 7 Bereich 7 Scheitelpunkt für feststehendes Rohr

^a Wenn für Biegeproben in den Bereichen 1 und 3 nicht genügend Werkstoff verfügbar ist, darf den Bereichen 5 oder 6 Werkstoff entnommen werden.

Bild 1 — Probenlage für eine Umfangsschweißung am feststehenden Rohr, steigend geschweißt



Legende

- 1 Bereich 1 für eine Zugprobe und zwei Biegeproben^a
- 2 Bereich 2 für eine Makroschliffprobe und eine Härteprobe
- 3 Bereich 3 für eine Zugprobe und zwei Biegeproben^a
- 4 Bereich 4 für Kerbschlagbiegeproben und zusätzliche Proben, falls erforderlich
- 5 Bereich 5^a
- 6 Bereich 6 für AWT-Proben
- 7 Bereich 7^a
- 8 Scheitelpunkt für feststehendes Rohr

^a Wenn für Biegeproben in den Bereichen 1 und 3 nicht genügend Werkstoff verfügbar ist, darf den Bereichen 5 oder 7 Werkstoff entnommen werden.

Bild 2 — Probenlage für eine Umfangsschweißung am feststehenden Rohr, fallend geschweißt

7.4.3.2 Entgasen der Proben

Nach Vereinbarung und nur bei Schweißnähten, die mit zelluloseumhüllten Stabelektroden ausgeführt wurden, dürfen die Proben durch eine Wärmebehandlung bei 250 °C über eine Dauer von höchstens 10 h entgast werden.

7.4.3.3 Prüftemperatur

Mit Ausnahme des Kerbschlagbiegeversuchs (siehe 7.4.3.5) oder der Prüfung der Risspitzenöffnungsverschiebung (CTOD) muss die zerstörende Prüfung bei Umgebungstemperatur durchgeführt werden. Bei Auslegungstemperaturen über 75 °C sollten Zugversuche bei erhöhten Temperaturen vorgesehen werden.

7.4.3.4 Querzugversuch

Querzugproben müssen in Übereinstimmung mit ISO 4136 vorbereitet und geprüft werden.

Bei Rohren mit einem Außendurchmesser über 50 mm muss die Schweißnahtüberhöhung auf beiden Seiten der Probe entfernt werden. Bei Proben aus Rohr mit einem Außendurchmesser bis 50 mm ist die Entfernung der Schweißnahtüberhöhung nicht erforderlich.

Bei der Prüfung von Rohren mit vollem Querschnitt und kleinem Durchmesser darf die Schweißnahtüberhöhung auf der Innenseite des Rohres unbearbeitet bleiben, falls die Entfernung nicht möglich ist.

Proben müssen im Rohrwerkstoff oder im Schweißgut erst bei der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit oder im Rohrwerkstoff außerhalb der Schweiß- oder Schmelzzone bei einer Spannung ab 95 % der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit brechen.

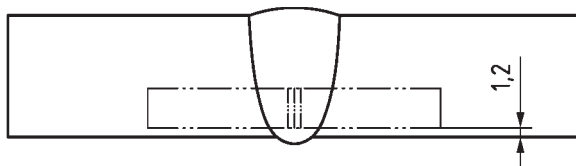
Der Ausfall von Proben außerhalb der Schweiß- oder Schmelzzone bei weniger als 95 % der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit kann ein Anzeichen für einen Mangel des Grundwerkstoffes sein; 2 zusätzliche Proben sind der gleichen Prüfverbindung für den Zugversuch zu entnehmen. Diese zusätzlichen Proben müssen ab der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit versagen.

Bricht eine der zusätzlichen Proben außerhalb der Schweiß- oder Schmelzzone unter der angegebenen Zugfestigkeit, muss das Rohr als kritisch eingestuft und dessen physikalischen Eigenschaften untersucht und bestätigt werden, dass die festgelegten Werte eingehalten werden, bevor die Prüfschweißung zur Anerkennung der WPS weitergeführt wird.

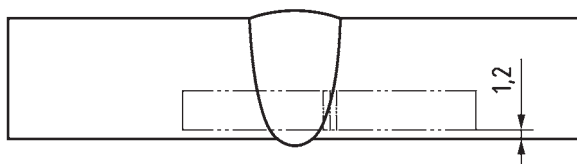
7.4.3.5 Kerbschlagbiegeversuch

Proben mit Charpy-Spitzkerbe sind 1 mm bis 2 mm unterhalb der Oberfläche des Grundwerkstoffes quer zur Schweißrichtung zu entnehmen, wie in Bild 3 dargestellt. Bei ausreichender Rohrwanddicke sind Charpy-Proben in voller Größe zu verwenden.

Für jede in Bild 3 angegebene Lage muss ein Prüfsatz für den Kerbschlagbiegeversuch drei Proben umfassen.

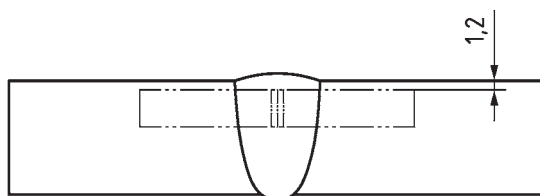


Kerblage: Wurzel des Schweißguts

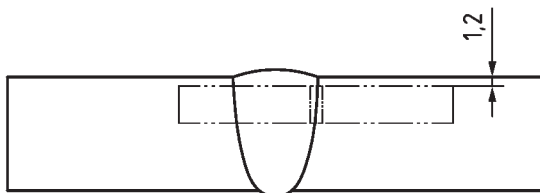


Kerblage: Wurzel der WEZ

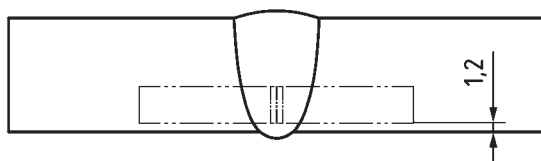
a) Wanddicke ≤ 20 mm



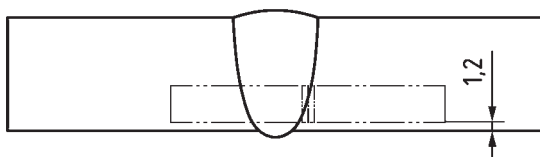
Kerblage: Schweißgut



Kerblage: HAZ



Kerblage: Wurzel des Schweißguts



Kerblage: Wurzel der WEZ

b) Wanddicke > 20 mm

Bild 3 — Lage der Kerbschlagbiegeproben nach Charpy

Bei der Prüfung des Schweißguts muss die Kerbe der Probe auf der Mittellinie der Schweißnaht liegen. Bei Prüfungen der WEZ muss die Kerbe an einer Stelle sein, die zu einer Prüfung führt, bei der 1/3 Schweißgut und 2/3 Grundwerkstoff enthalten sind.

Probenmaße und Prüfverfahren müssen ISO 148-1 entsprechen. Die Prüftemperatur darf die Mindest-Auslegungstemperatur nicht überschreiten.

Die Ergebnisse der Kerbschlagbiegeversuche mit Proben in voller Größe an Schweißnähten in Rohr mit einer Wanddicke bis 25 mm müssen den folgenden Anforderungen entsprechen:

- a) der Mittelwert für jeden Satz Charpy-Spitzkerbproben muss mindestens 40 J betragen;
- b) der kleinste Einzelwert für höchstens eine der drei Proben muss mindestens 30 J betragen.

Die vorstehend angegebenen Anforderungen an die Werte für die Kerbschlagarbeit dürfen anteilmäßig für Proben in Untergröße nach Gleichung (1) verringert werden:

$$E = \frac{80}{A_n} \times E_n \quad (1)$$

Dabei ist

E die in dieser Regel festgelegte Kerbschlagenergie;

E_n die gemessene Kerbschlagenergie von Untergrößen;

A_n der Querschnitt (mm²) der Probe an der Kerbe der Probe.

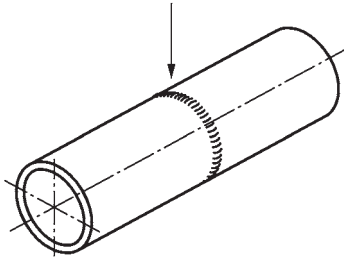
Nach Vereinbarung müssen vom Unternehmen für Schweißnähte in Rohren mit einer Wanddicke über 25 mm höhere Werte für die Kerbschlagarbeit oder eine geringere Prüftemperatur festgelegt werden, um die Anwendbarkeit der Annahmekriterien für Fehler in Abschnitt 10 beizubehalten.

7.4.3.6 Makroprüfung

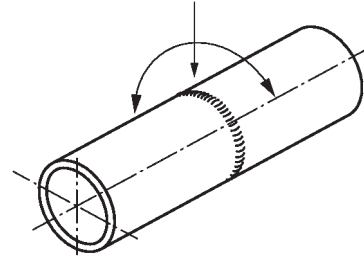
Die Proben und das Verfahren der Makroprüfung zur Anerkennung einer WPS müssen EN 1321 entsprechen.

Für die Schweißpositionen PG, PF, H-L045 und J-L045 (siehe Bild 4) muss eine Probe an einer Stelle entnommen werden, die etwa der 3-Uhr-Stellung entspricht, und eine Probe an einer Stelle, die etwa der 6-Uhr-Stellung entspricht.

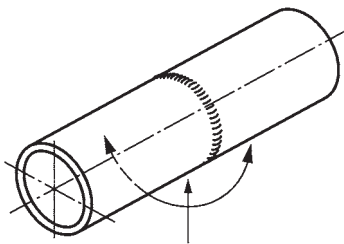
Die Proben müssen frei von Rissen und Bindefehlern sein. Alle sonstigen Fehler müssen innerhalb der in Abschnitt 11 festgelegten Grenzen liegen.



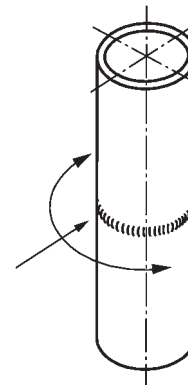
PA Rohr: drehend
Achse: horizontal
Schweißung: Wannenposition



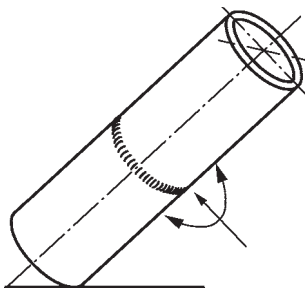
PG Rohr: feststehend
Achse: horizontal
Schweißung: Fallposition



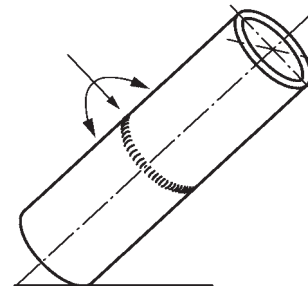
PF Rohr: feststehend
Achse: horizontal
Schweißung: Steigposition



PC Rohr: feststehend
Achse: vertikal
Schweißung: Querposition



H-L045 Rohr: feststehend
Achse: geneigt
Schweißung: steigend



J-L045 Rohr: feststehend
Achse: geneigt
Schweißung: fallend

Bild 4 — Schweißpositionen (ISO 6947)

7.4.3.7 Härteprüfung

Die Härteprüfung muss in Übereinstimmung mit ISO 6507-1 unter Anwendung des Verfahrens nach Vickers mit einer Prüfkraft von 98,07 N erfolgen.

ANMERKUNG Für die engere Wärmeeinflusszone kann bei einigen Schweißnähten, die mechanisch oder automatisch hergestellt werden, eine Prüfkraft von 49,03 N erforderlich sein.

Die Härte muss in Form von Reihen auf dem Schweißgut, der WEZ und dem Grundwerkstoff wie in ISO 9015-1 gemessen und aufgezeichnet werden. In der WEZ muss der erste Härteindruck möglichst nahe an der Schmelzlinie ausgeführt werden. Die genauen Lagen jeder Reihe müssen vereinbart werden.

Die Ergebnisse der Härteprüfung müssen den in Tabelle 2 angegebenen Anforderungen entsprechen. Nach Vereinbarung ist eine Wiederholungsprüfung nur dann zulässig, wenn ein einzelner Härtewert die in Tabelle 2 angegebenen maximal zulässigen Werte überschreitet.

Ergebnisse der Härteprüfung des Grundwerkstoffes dienen nur zur Information.

Tabelle 2 — Zulässige maximale Härtewerte

Lage der Härteprüfung		Schweißgut HV ₁₀		WEZ HV ₁₀	
		Wurzel	Decklage	Wurzel	Decklage
Saurer Einsatz ^a und alle Schweißprozesse	$t \leq 9,5 \text{ mm}$	250	275	250	275
	$t > 9,5 \text{ mm}$	250	275	250	275
Nicht saurer Einsatz und alle Dicken	Lichtbogenhandschweißen mit zelluloseumhüllten Stabelektroden	275	275	275	325 ^b
	Andere Schweißprozesse	275 ^c	275 ^c	350	350
^a Das Unternehmen muss festlegen, wann die Anforderungen für sauren Einsatz gelten. ^b Der Höchstwert von 350 darf nach Vereinbarung zugelassen werden. ^c Der Höchstwert von 300 darf nach Vereinbarung zugelassen werden.					

7.4.3.8 Prüfung der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts

Wenn vom Unternehmen gefordert, sind Proben des reinen Schweißguts nach ISO 5178 vorzubereiten und zu prüfen.

Die gemessene Streckgrenze muss mindestens der SMYS des Grundmetalls des Rohrs oder einem anderen durch Vereinbarung festgelegten Wert entsprechen.

7.4.4 Zerstörende Prüfung — Anschluss- und Kehlnähte

Prüfstücke zur Anerkennung einer WPS für das Schweißen von Kehlnähten müssen nach den Festlegungen in ISO 15614-1:2017, Tabelle 1 (für Klasse 1) oder Tabelle 2 (für Klasse 2) geprüft werden sowie zusätzlich der nachstehend festgelegten Bruchprüfung unterzogen werden.

Bei Rohr mit einem Durchmesser von höchstens 168,3 mm müssen dem Prüfstück zwei Bruchproben entnommen werden. Bei Rohr mit einem Durchmesser über 168,3 mm müssen vier Proben entnommen werden.

Die Proben müssen am gesamten Umfang an genau entgegengesetzten Stellen entnommen werden.

Bei der Durchführung der Bruchprüfung müssen die Proben bei unter Zugbeanspruchung stehender Schweißwurzel nach einem der beiden folgenden Verfahren gebrochen werden:

- beide Enden werden abgestützt und in die Mitte der Probe wird ein Schlag ausgeführt; oder
- ein Ende wird fest gespannt und auf das andere Ende wird ein Schlag ausgeführt.

Die offene Fläche jeder gebrochenen Probe darf keine Risse, Bindefehler und ungenügende Durchschweißung aufweisen. Sonstige Fehler im Schweißgut müssen innerhalb der folgenden Grenzen liegen:

- a) Gasporen: Das größte Maß einer einzelnen Pore darf 20 % der Wanddicke oder 3 mm nicht überschreiten, es gilt der jeweils kleinere Wert. Der Gesamtbereich aller Poren darf 5 % des beeinflussten Bereiches nicht überschreiten.
- b) Einschlüsse: Einzelne Einschlüsse dürfen höchstens 1 mm tief und 3 mm oder 50 % der Wanddicke lang sein, es gilt der jeweils kleinere Wert. Zwischen benachbarten Einschlüssen müssen mindestens 12 mm einwandfreier Werkstoff vorhanden sein.

7.5 Wiederholungsprüfung

7.5.1 Allgemeines

Erfüllt ein Prüfstück die Anforderungen dieses Dokuments zur Anerkennung der WPS nicht, darf eine neue vorläufige WPS für die Anerkennungsprüfung erstellt werden.

7.5.2 Wiederholungsprüfung zur Anerkennung der WPS

Wenn die Anforderungen der zerstörenden Prüfung nach 7.4.3 aufgrund von Schweißunregelmäßigkeiten nicht erfüllt werden, müssen für jede Probe, die versagt hat, zwei weitere Proben entnommen werden. Erfüllt eine dieser zusätzlichen Proben die Anforderungen nicht, muss die vorläufige Schweißanweisung als nicht den Anforderungen dieses Dokuments entsprechend angesehen werden und eine neue WPS muss erstellt werden.

Werden die Anforderungen der zerstörenden Prüfung nach 7.4.3 aus anderen Gründen nicht erfüllt, darf ein zusätzliches Prüfstück geschweißt und dem in 7.4 angegebenen Inspektions- und Prüfprogramm unterzogen werden.

7.6 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich

7.6.1 Allgemeines

Eine anerkannte WPS muss bei der Fertigungsschweißung innerhalb der in diesem Dokument festgelegten Bereiche für die wesentlichen Einflussgrößen angewendet werden.

ANMERKUNG Die festgelegten Abweichungen beziehen sich auf die Werkstoffeigenschaften und Schweißparameter für das Schweißen des Prüfstückes.

Eine Änderung einer oder mehrerer der wesentlichen Einflussgrößen über den festgelegten Bereich hinaus erfordert die Anerkennung einer weiteren WPS in Übereinstimmung mit diesem Dokument.

7.6.2 Bezogen auf den Auftragnehmer

Eine anerkannte WPS muss in Übereinstimmung mit ISO 15614-1:2017 gültig sein.

Die Weitergabe einer anerkannten WPS zwischen Auftragnehmern sollte mit äußerster Vorsicht behandelt werden und erfordert die Zustimmung des Unternehmens.

7.6.3 Bezogen auf den Werkstoff

7.6.3.1 Stahlsorte

Eine Änderung der Stahlsorte ist in Übereinstimmung mit ISO 15614-1:2017 zulässig.

7.6.3.2 Chemische Zusammensetzung

CE muss für $C > 0,12 \%$ gelten und CE_{pcm} für $C \leq 0,12 \%$.

Auf der Grundlage der Produktanalyse darf der CE-Wert um max. 0,030 oder der CE_{pcm} -Wert um max. 0,020 erhöht werden. Für den sauren Einsatz müssen diese erhöhten Werte vereinbart werden, dürfen jedoch die vorstehend angegebenen Werte nicht überschreiten.

CE ist nach Gleichung (2) zu berechnen:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \quad (2)$$

CE_{pcm} ist nach Gleichung (3) zu berechnen:

$$CE_{pcm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (3)$$

7.6.3.3 Lieferzustand

Die WPS darf nur für Schweißnähte anerkannt werden, deren Werkstoff einen identischem Lieferzustand aufweist.

7.6.3.4 Dicke

Für das Umfangsschweißen muss der anerkannte Waddickenbereich des Rohres das 0,75- bis 1,5-Fache der Waddicke des Prüfstückes betragen.

Für das Schweißen von Anschlussnähten und Kehlnähten muss der anerkannte Waddickenbereich den Festlegungen in ISO 15614-1:2017 entsprechen.

7.6.3.5 Rohrdurchmesser

Der Rohrdurchmesser muss den Angaben in Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Geltungsbereich für Rohrdurchmesser

Außendurchmesser des Prüfstücks, d mm	Geltungsbereich
$d \leq 168,3$	0,5 d bis 2 d
$d > 168,3$	$\geq 0,5 d$

7.6.4 Bezogen auf alle Schweißprozesse

7.6.4.1 Schweißprozess

Die Anerkennung der WPS gilt nur für den (die) Schweißprozess(e), der (die) für das Schweißen des Prüfstücks angewendet wird (werden). Bei Anwendung mehrerer Schweißprozesse darf die Reihenfolge der Schweißprozesse nicht geändert werden. Diese Anforderungen müssen auch für die Anerkennung einer WPS für die Schweißausbesserung gelten.

ANMERKUNG Für Verfahren mit mehreren Prozessen kann die Qualifizierung des Schweißverfahrens mit separaten Verfahrensprüfungen für jeden Schweißprozess durchgeführt werden, sofern die Bereiche der wesentlichen Einflussgrößen innerhalb der festgelegten Bereiche liegen.

7.6.4.2 Schweißpositionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Bild 4 dargestellten Schweißpositionen.

Für das Schweißen von Umfangsnähten, Anschluss- und Kehlnähten darf für die Schweißpositionen nach den Festlegungen in Tabelle 4 eine anerkannte WPS verwendet werden.

Für jede Schweißposition darf eine Änderung des Rohrwinkels bis zu 25° erfolgen.

Tabelle 4 — Geltungsbereich für Schweißpositionen

Lage des Prüfstücks	Status bezüglich der Anerkennung der Position					
	PA	PG	PF	PC	H-L045	J-L045
PA	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt
PG	anerkannt	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt
PF	anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt
PC	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt
H-L045	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt	nicht anerkannt
J-L045	anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt

7.6.4.3 Schweißnahtvorbereitung

Die anerkannte WPS muss unter Berücksichtigung der in der WPS für die Schweißnahtvorbereitung festgelegten Toleranzen angewendet werden.

7.6.4.4 Verbindungsart

Die anerkannte WPS gilt für die in Tabelle 5 angegebenen Verbindungsarten.

Tabelle 5 — Geltungsbereich für die Verbindungsart

Verbindungsart im Prüfstück	Status bezüglich der Anerkennung der Verbindungsart		
	Umfangsnabt		Kehlnähte
	mit Unterlage	ohne Unterlage	
Umfangsnabt mit Unterlage	anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt
Umfangsnabt ohne Unterlage	anerkannt	anerkannt	anerkannt
Kehlnabt	nicht anerkannt	nicht anerkannt	anerkannt

7.6.4.5 Zusatzwerkstoff

Wenn ein Kerbschlagbiegeversuch und/oder eine Prüfung der Zugfestigkeit des reinen Schweißguts erforderlich sind, dann ist die Klassifizierung des Zusatzwerkstoffs eine wesentliche Einflussgröße für Zusatzwerkstoffe.

Anforderungen für Zusatzwerkstoffe müssen ISO 15614-1:2017 entsprechen.

7.6.4.6 Stromart

Die Anforderungen an den Strom müssen ISO 15614-1:2017 entsprechen.

7.6.4.7 Lichtbogenenergie

Die Lichtbogenenergie ist eine wesentliche Einflussgröße, wenn für die Anerkennung einer WPS Härteprüfungen und/oder Kerbschlagbiegeversuche erforderlich sind.

Die Lichtbogenenergie darf beim Schweißen der Prüfstücke um nicht mehr als 15 % unter dem Mindestwert und 15 % über dem für ein Schweißlagensegment repräsentativen Höchstwert liegen.

ANMERKUNG Mit „repräsentativ“ soll vermieden werden, dass für kurze Zeiträume aufgezeichnete extreme Mindest- und Höchstwerte bei der Bestimmung der Lichtbogenenergiewerte berücksichtigt werden.

Für den sauren Einsatz sollte die Lichtbogenenergie nicht unter den Durchschnittswert je Schweißlage fallen, der während des Schweißens der Prüfstücke aufgezeichnet wurde.

7.6.4.8 Vorwärmtemperatur

Die Mindest-Vorwärmtemperatur darf nicht niedriger sein als die während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichnete Vorwärmtemperatur.

7.6.4.9 Zwischenlagentemperatur

Der für die Zwischenlagentemperatur anerkannte Bereich muss die Vorwärmtemperatur bis zu der während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten maximalen Zwischenlagentemperatur umfassen.

7.6.4.10 Nachwärmen zur Beseitigung von Wasserstoff

Die Anforderungen an das Nachwärmen zur Beseitigung von Wasserstoff müssen ISO 15614-1:2017 entsprechen.

7.6.4.11 Wärmenachbehandlung

Die Wärmenachbehandlung muss angewendet werden, wenn sie in der WPS festgelegt ist.

Die Bereiche der Haltetemperatur, Durchwärmdauer sowie der Aufwärm- und Abkühlgeschwindigkeiten müssen den in der WPS festgelegten Werten entsprechen.

7.6.4.12 Art der Spannmittel zum Ausrichten

Die Art des Spannmittels zum Ausrichten ist auf das für das Schweißen des Prüfstücks verwendete Spannmittel zu begrenzen. Die Anwendung anderer Spannmittel muss vereinbart werden.

7.6.4.13 Entfernen der Spannmittel zum Ausrichten

Das Spannmittel zum Ausrichten darf erst dann entfernt werden, wenn die Schweißnaht mindestens in gleichem Umfang fertiggestellt ist wie zum Zeitpunkt der Entfernung der Vorrichtung während der Schweißung des Prüfstücks.

Die Fertigstellung der Schweißnaht kann als prozentualer Anteil des Umfangs der Schweißnaht, der Anzahl der Schweißlagen oder als Kombination davon angegeben werden.

7.6.4.14 Heftschweißen

Wenn Heftschweißnähte dauerhaft in der Wurzel eingebracht werden müssen, dann ist dies als wesentliche Einflussgröße anzusehen.

7.6.4.15 Ausfugen, Ausschleifen und Gegenschweißen

Das Ausfugen, Ausschleifen und Gegenschleifen müssen in Übereinstimmung mit der WPS erfolgen.

7.6.4.16 Zeitintervall

Beim Schweißen von Zusatzwerkstoffen mit geringem Wasserstoffgehalt darf die Zeitspanne zwischen dem Ende des Schweißens der Wurzellage und dem Beginn des Schweißens der zweiten Schweißlage die während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichnete Zeitspanne nicht überschreiten. Alle Zusatzwerkstoffe, die zu Schweißgut mit einem HDM-Wert von 10 ml/100 g führen, sind als Zusatzwerkstoff mit geringem Wasserstoffgehalt anzusehen.

BEISPIEL Zelluloseumhüllte Stabelektroden sind Zusatzwerkstoffe mit geringem Wasserstoffgehalt.

7.6.4.17 Schweißer für Wurzellagen

Die Anzahl der Schweißer für Wurzellagen muss mindestens der für das Schweißen des Prüfstücks entsprechen.

7.6.5 Bezogen auf spezifische Schweißprozesse

7.6.5.1 Lichtbogenhandschweißen (SMAW) und Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode ohne Schutzgas (SSFCAW)

Eine Änderung des Elektrodendurchmessers in den ersten beiden Lagen von einseitig geschweißten Umfangsnähten ohne Unterlage ist nicht zulässig. Bei anderen Schweißnähten muss der anerkannte Durchmesserbereich der Elektrode für jede Schweißlage eine Größe unter bis eine Größe über dem Durchmesser der für das Schweißen des Prüfstücks verwendeten Elektrode umfassen.

ANMERKUNG Eine Änderung der Elektrodengröße kann dazu führen, dass die Lichtbogenenergie einen Wert außerhalb des anerkannten Bereiches ergibt.

7.6.5.2 Unterpulverschweißen (SAW)

Der anerkannte Drahtdurchmesser und das anerkannte Drahtzuführungssystem müssen auf das Drahtzuführungssystem und auf die Drahtdurchmesser beschränkt bleiben, die beim Schweißen des Prüfstücks angewendet wurden, z. B. Einzeldraht- oder Mehrdrahtzuführungssystem.

Das anerkannte Flussmittel muss auf das Flussmittel mit dem spezifischen Markennamen und die Klassifikation beschränkt bleiben, das beim Schweißen des Prüfstücks angewendet wurde.

Es gelten die folgenden Toleranzen für die Schweißparameter:

- a) Der anerkannte Bereich für die Vorschubgeschwindigkeit für jede Schweißlage muss der während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Vorschubgeschwindigkeit ± 10 % entsprechen.
- b) Der anerkannte Bereich für die Spannung je Schweißlage muss der während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Spannung ± 10 % entsprechen.
- c) Der anerkannte Bereich für die Fülldraht-Vorschubgeschwindigkeit oder Stromeinstellung für jeden Teil der Schweißnaht muss den während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Werten für Geschwindigkeit oder Strom ± 10 % entsprechen.
- d) Der anerkannte Bereich für den Abstand zwischen Kontaktspitze und Werkstück je Schweißlage muss dem während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Abstand ± 5 mm entsprechen.

7.6.5.3 Metall-Schutzgasschweißen (GMAW) und Metall-Lichtbogenschweißen mit gasgeschütztes Flussmittel-Lichtbogenschweißen (GSFCAW)

Die für das Schutzgas für Deck- und/oder Wurzellage erteilte Anerkennung muss auf die Art und Zusammensetzung des Gases (siehe 9.11), das für das Schweißen des Prüfstücks verwendet wurde, beschränkt bleiben.

Die für Drahtdurchmesser und Drahtzuführungssystem erteilte Anerkennung, z. B. Einzel- oder Mehrdraht-zuführungssystem, muss auf den beim Schweißen des Prüfstücks angewendeten Durchmesser und das System beschränkt bleiben.

Für die Schweißparameter gelten die folgenden Toleranzen:

- a) Der anerkannte Bereich für die Vorschubgeschwindigkeit für jede Schweißlage muss der während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Vorschubgeschwindigkeit ± 10 % entsprechen.
- b) Der anerkannte Bereich für die Fülldraht-Vorschubgeschwindigkeit oder Stromeinstellung für jeden Teil der Schweißnaht muss den während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Werten für Geschwindigkeit oder Strom ± 10 % entsprechen.
- c) Der anerkannte Bereich für den Abstand zwischen Kontaktspitze und Werkstück je Schweißlage muss dem während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Abstand ± 5 mm entsprechen.

7.6.5.4 Gas-Wolfram-Lichtbogenschweißen (GTAW)

Die für das Schutzgas für Deck- und/oder Wurzellage erteilte Anerkennung muss auf die Art des Gases (nominelle Zusammensetzung) beschränkt bleiben, das für das Schweißen des Prüfstücks verwendet wurde.

Der für die Stromeinstellung anerkannte Bereich entspricht der für das Schweißen des Prüfstücks angewendeten Einstellung ± 10 %.

7.6.5.5 Schutzgas-Durchflussmenge

Für die Prozesse GMAW, GSFCAW mit Inert- oder Aktivgasschutz und GTAW entspricht der anerkannte Bereich für die Schutzgas-Durchflussmenge der während des Schweißens des Prüfstücks aufgezeichneten Durchflussmenge ± 15 %.

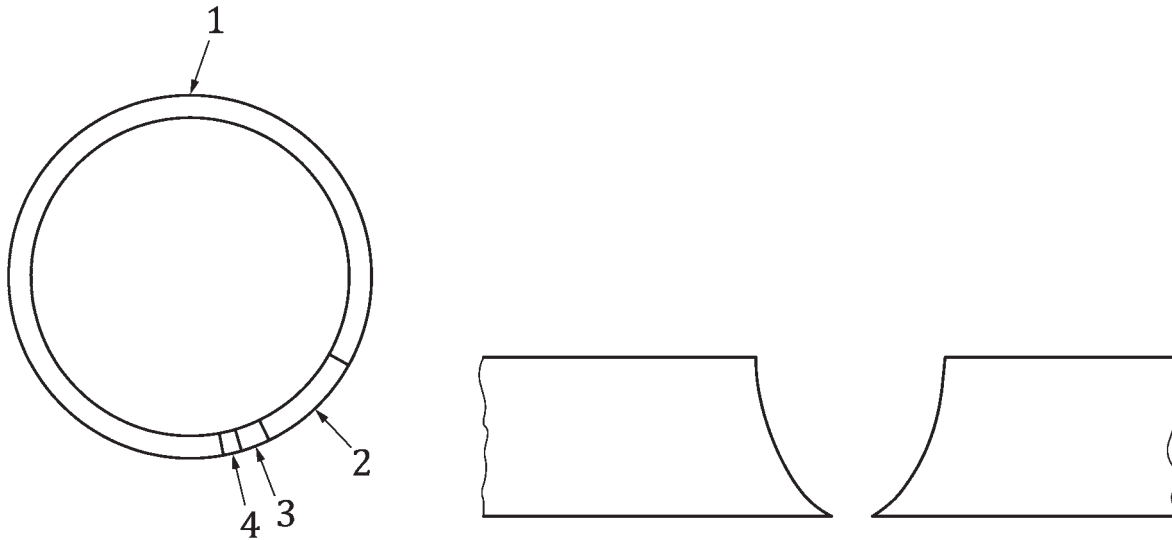
7.7 WPS für Reparaturschweißung

Die für die ursprüngliche Schweißnaht verwendete WPS darf auch für die Reparaturschweißung verwendet werden, sofern die wesentlichen Einflussgrößen für das Reparaturschweißen innerhalb der für die WPS anerkannten Bereiche liegen, wobei folgende Reparaturarten ausgenommen sind, die separaten Anerkennungsprüfungen unterliegen müssen:

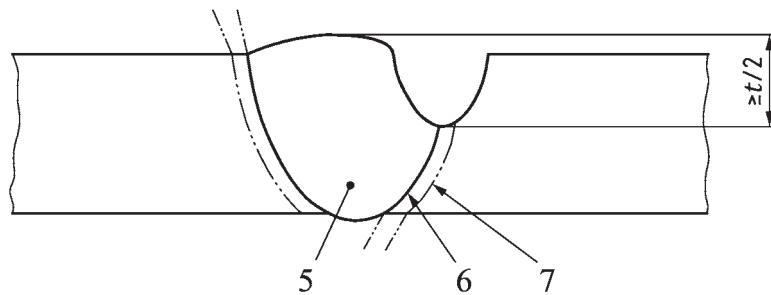
- Reparaturschweißung, bestehend aus einer einzigen Schweißlage;
- innere Reparaturen;
- Ausbesserung einer Schweißnaht mit Werkstoff-Kombinationen, deren Mindest-Streckgrenze über 360 MPa liegt.

Die Anforderungen für die Anerkennung einer WPS für eine Reparaturschweißung müssen nach Vereinbarung festgelegt werden.

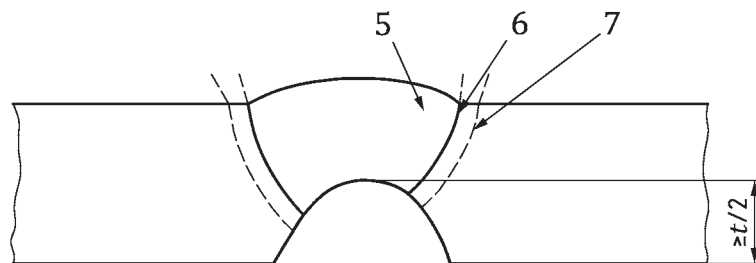
Die Nahtfuge für Prüfungen der Reparaturschweißung muss entsprechend der Darstellung in Bild 5 angeordnet sein und darf abgetragenes Material aus dem Schweißgut oder der WEZ und Grundwerkstoff enthalten. Der Umfang der Prüfungen, einschließlich Anzahl und Anordnung der Proben, muss nach Vereinbarung festgelegt werden.



a) voll durchgeschweißte Reparatur/Nachbesserung



b) teilweise durchgeschweißte Reparatur



c) Reparatur durch Mehrlagenschweißung

Legende

- 1 Scheitelpunkt des Rohres
- 2 Kerbschlagbiegeprobe (freigestellt) des Rohres
- 3 Zugprobe
- 4 Makroschliff-/Härteprobe
- 5 ursprüngliche Schweißnaht
- 6 ursprüngliche Schmelzlinie
- 7 ursprüngliche Wärmeeinflusszone

Bild 5 — Anordnung der Ausarbeitungen für die Reparatur und Proben für die zerstörende Prüfung

7.8 Gültigkeitsdauer

Die Gültigkeitsdauer einer anerkannten WPS muss vereinbart werden.

8 Anerkennung und Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen

8.1 Allgemeines

Die Anerkennung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Dokuments erfolgen.

Die Anerkennung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen darf nach Vereinbarung in Übereinstimmung mit einer anderen anerkannten Norm, z. B. ISO 14732, API 1104, ISO 9606-1 für Schweißer ISO 14732 für Bediener von Schweißeinrichtungen erfolgen.

8.2 Anerkennung für Handschweißen und teilmechanisches Schweißen

Für die Anerkennung von Handschweißungen oder teilmechanischen Schweißungen müssen Schweißer in Übereinstimmung mit der anerkannten WPS für die Prüfung eine Prüfschweißnaht anfertigen.

Ein Schweißer darf für die Fertigungsschweißung nur dann als anerkannt gelten, wenn alle in diesem Abschnitt für die Inspektionen und Prüfungen der Prüfstücke festgelegten Anforderungen erfüllt sind.

Falls nicht anders in diesem Abschnitt angegeben darf mehr als ein Schweißer an der Schweißung eines Prüfstücks beteiligt sein, sofern jeder Schweißer mindestens 50 % des Umfangs einer Schweißlage fertigstellt. Bei Beteiligung mehr als eines Schweißers muss die Position jedes einzelnen Schweißers deutlich gekennzeichnet sein.

Wird mehr als ein Schweißprozess oder Schweißer für die Fertigung eines Prüfstücks eingesetzt, muss die Anerkennung der Schweißer für das Fertigungsschweißen auf ihren jeweiligen Anteil an der Schweißnaht des Prüfstücks begrenzt sein.

Für die Anerkennung eines Schweißers für das Schweißen von Umfangs-, Anschluss- und Kehlnähten müssen separate Prüfschweißungen durchgeführt werden, außer wenn eine Anerkennung für das Schweißen von Anschlussnähten ebenfalls Kehlnähte beinhalten muss.

Schweißer, die das Prüfstück für die erfolgreiche Anerkennung der Schweißanweisung in Übereinstimmung mit Abschnitt 5 fertiggestellt haben, sollten die Anerkennung für das Fertigungsschweißen erhalten.

8.3 Anerkennung für das mechanische Schweißen

Für die mechanische Schweißung muss jeder Bediener der Schweißeinrichtung für einen bestimmten Teil oder bestimmte Teile der Herstellung einer Schweißverbindung anerkannt werden. Bediener von Schweißeinrichtungen dürfen unter keinen Umständen für andere Schweißarbeiten, als diejenigen, für die sie anerkannt sind, eingesetzt werden.

8.4 Anerkennung für das automatische Schweißen

Jeder Bediener von Schweißeinrichtungen muss durch eine schweißstechnische Prüfung vor Fertigungsbeginn in Übereinstimmung mit ISO 14732 und den Anforderungen dieses Dokuments anerkannt sein.

8.5 Prüfschweißung

8.5.1 Positionsschweißen

8.5.1.1 Umfangsnähte

Die Rohre für die Herstellung der Probeschweißnaht müssen wie folgt befestigt sein:

- horizontal für die Fertigungsschweißung an Rohren, in einem Winkel innerhalb von 25° zur Horizontalen;
- vertikal für die Fertigungsschweißung an Rohren, in einem Winkel innerhalb von 25° zur Vertikalen;
- in einem Winkel von 45° für die Schweißlagen H-L045 oder J-L045 (siehe Bild 4) und für die Fertigungsschweißung an Rohren zwischen 25° zur Vertikalen und 25° zur Horizontalen.

Die Anerkennung für das Positionsschweißen muss für den Schweißer die Anerkennung für das Walzschweißen einschließen.

8.5.1.2 Abzweiganschlüsse

Wird nur ein Schweißprozess angewendet, muss ein Schweißer alle Schweißlagen am vollen Umfang des Prüfstücks ausführen, wenn der Durchmesser des Abzweiges weniger als 323,9 mm beträgt. Ist der Durchmesser des Abzweiges 323,9 mm oder größer oder werden mehrere Schweißprozesse angewendet, darf mehr als ein Schweißer beteiligt sein.

Die Lage des Abzweiges muss wie folgt sein

- in der Mitte der Oberseite eines horizontalen Rohres (Schweißposition PG nach Bild 4) für das Schweißen von Abzweigen, die innerhalb 20° von der Mitte der Oberseite eines horizontalen Rohres angeordnet sind;
- in der Mitte der Unterseite eines horizontalen Rohres (Schweißposition PF nach Bild 4) für alle Abzweige in allen anderen Lagen.

8.5.1.3 Kehlnähte

Zur Anerkennung für das Schweißen von Kehlnähten muss ein Schweißer eine Kehlnaht zwischen einer Hülse, Muffe, einem Überschiebflansch, ein Weldolet (Aufschweißstutzen) oder ein anderes Anschweißteil und ein horizontal angeordnetes Rohr schweißen.

Nach Vereinbarung dürfen Hilfsverbindungen aus flachem Blech verwendet werden, sofern das Blech so angeordnet ist, dass alle Schweißpositionen, für die eine Anerkennung des Schweißers verlangt wird, abgedeckt sind. Nach Vereinbarung dürfen die mechanischen Eigenschaften des Bleches von den in der WPS festgelegten Eigenschaften des Rohres abweichen.

8.5.2 Walzschweißen

8.5.2.1 Umfangsnähte

Die Prüfstücke sind zwischen Rohrlängen herzustellen, wobei das Rohr um eine horizontale Achse gedreht wird. Ist mehr als ein Schweißer an der Fertigungsschweißung beteiligt, müssen Schweißnahtende/-anfang in der Wurzellage enthalten sein.

8.5.2.2 Kehlnähte

Prüfstücke müssen zwischen einer Hülse, Muffe, einem Flansch oder anderem Anschweißteil und einem Stück Rohr hergestellt werden, das etwa um eine horizontale Achse rotiert.

An einem Prüfstück darf mehr als eine Probeschweißnaht angefertigt werden, sofern zwischen den Probeschweißnähten der einzelnen Schweißer ein kurzes Stück ungeschweißt bleibt.

8.6 Inspektion und Prüfung der Prüfschweißnähte

8.6.1 Zerstörungsfreie Prüfung

Die Schweißnaht des Prüfstücks muss in Übereinstimmung mit 9.4 einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Zerstörungsfreie Prüfungen müssen außerdem umfassen

- Durchstrahlungsprüfungen in Übereinstimmung mit 9.5; oder
- Ultraschallprüfungen in Übereinstimmung mit 9.6; oder
- ein alternatives Verfahren nach Vereinbarung.

Die Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfung sind im Hinblick auf die in Abschnitt 10 festgelegten Annahmekriterien zu bewerten.

8.6.2 Zerstörende Prüfungen

Die folgenden zerstörenden Prüfungen sind durchzuführen:

- Makroprüfung in Übereinstimmung mit 7.4.3.6; und
- Bruchprüfung in Übereinstimmung mit 7.4.4 für das Schweißen von Kehlnähten; und
- in Übereinstimmung mit ISO 5173 mit Prüfstück von den in Bild 1 angegebenen Lagen durchgeführter Biegeversuch.

Es dürfen zusätzliche zerstörende Prüfungen festgelegt werden.

8.7 Wiederholungsprüfung

Ein Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen darf zusätzliche Prüfstücke herstellen, wenn vereinbart ist, dass ein Versagen der Prüfschweißnaht aufgrund metallurgischer oder anderer äußerer Umstände nicht unter die Verantwortung des Schweißers fällt.

Im Falle eines Versagens aufgrund mangelnder Fertigkeit muss ein Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen eine weitere Schulung erhalten, bevor eine erneute Prüfschweißung für die Anerkennung zulässig ist. Eine weitere Wiederholungsprüfung nach einem zweiten Versagen muss vereinbart werden.

8.8 Geltungsbereich

Ein anerkannter Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen darf für das Fertigungsschweißen innerhalb des in diesem Dokument festgelegten Bereiches der wesentlichen Einflussgrößen für die Anerkennung von Schweißern eingesetzt werden. Die festgelegten Bereiche gelten im Hinblick auf die Werkstoffeigenschaften und Schweißparameter, die bei der Probeschweißung zur Anerkennung des Schweißers gelten.

Alle Abweichungen außerhalb der festgelegten Bereiche erfordern eine erneute Anerkennung des Schweißers oder Bedieners von Schweißeinrichtungen.

Die wesentlichen Einflussgrößen für die Anerkennung des Schweißers sowie die geltenden Bereiche sind:

- a) Schweißprozess: der- oder dieselben Schweißprozess(e);
- b) Schweißrichtung: gleiche Richtung;
- c) Position:
 - 1) Gleiches gilt für die horizontale oder vertikale Lage oder Lage L045;
 - 2) alle Positionen, wenn sowohl für die horizontale oder vertikale Lage qualifiziert;
 - 3) Walzschweißen, wenn in allen festen Positionen qualifiziert;
- d) Rohrwanddicke, nur für das Schweißen von Umfangs- und Anschlussnähten:
 - 1) alle Rohrwanddicken ab 3 mm bis zur 2-fachen Wanddicke des für die Probeschweißung verwendeten Rohres, wenn die Wanddicke für die Probeschweißung mehr als 3 mm und höchstens 12 mm beträgt;
 - 2) alle Wanddicken ab 5 mm, wenn die Wanddicke für die Probeschweißung 12 mm überschreitet;
- e) nur für das Schweißen von Umfangs- und Anschlussnähten: Abweichungen des Rohrdurchmessers nach Tabelle 3;
- f) Schweißnahtvorbereitung: dieselbe Schweißnahtvorbereitung;
- g) Schweißunterlage: Verwendung der gleichen Unterlage oder Hinzufügung einer Schweißunterlage;
- h) Elektrodenbeschichtung für SMAW: gleiche Beschichtungsart;
- i) Flussmittel für kontinuierliche Fülldrähte, metallgefüllt bis pulvergefüllt bzw. vice versa: gleiche Flussmittelart;
- j) Schutzgas: gleiches Gas oder Gasgemisch;
- k) Schweißeinrichtung oder -anlage: gleiche Schweißeinrichtung oder -anlage für mechanisches und automatisches Schweißen;
- l) weitere Einflussgrößen: weitere Einflussgrößen nach Vereinbarung.

8.9 Aufzeichnungen

Alle relevanten Einflussgrößen der Probeschweißung sowie die Ergebnisse der Inspektion und Prüfung der Probenahrt müssen in der Dokumentation zur Anerkennung des Schweißers enthalten sein.

8.10 Gültigkeitsdauer

Die Dauer der Gültigkeit der Anerkennung eines Schweißers oder Bedieners von Schweißeinrichtungen muss ab dem Datum beginnen, an dem alle erforderlichen Prüfungen der Prüfschweißnähte zufriedenstellend beendet wurden. Dieses Datum darf vom Datum der Ausstellung der Anerkennungsbescheinigung abweichen.

Die Anerkennung eines Schweißers oder Bedieners von Schweißeinrichtungen muss für eine Zeitdauer von zwei Jahren gültig bleiben, vorausgesetzt

- der Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen ist möglichst regelmäßig mit Schweißarbeiten beschäftigt, für die die Anerkennung gilt. Ein Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen muss bei einer Unterbrechung der Schweißarbeiten, für die die Anerkennung gilt, von sechs Monaten oder darüber zurückgezogen werden,
- der Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen weist eine entsprechende Fertigkeit und Fachkenntnis nach, und
- die Konformität mit den vorstehend angegebenen Anforderungen wird im Abstand von 6 Monaten bestätigt und in der Dokumentation für die Anerkennung des Schweißers oder des Schweißprozesses aufgezeichnet.

Die Anerkennung muss zurückgezogen werden, wenn eine der vorstehend angegebenen Bedingungen oder zu einem vereinbarten Zeitpunkt nicht erfüllt ist.

9 Fertigungsschweißen

9.1 Allgemeines

Alle Schweißarbeiten, einschließlich Heftschweißen für zeitweilige Befestigungen, müssen von anerkannten Schweißern oder Bedienern von Schweißeinrichtungen in Übereinstimmung mit einer anerkannten WPS ausgeführt werden.

Der Abstand zwischen Umfangsnähten, Kehlnähten und Anschlussnähten sollte mindestens dem Außendurchmesser des Rohres entsprechen.

Anleitungen für andere Schweißszenarien, die auftreten können, sind in Anhang A, Anhang B und Anhang C angegeben.

9.2 Einrichtung

Die Kapazität und der Typ der Schweißeinrichtung müssen so sein, dass sie für die Arbeit geeignet ist und in einem Zustand kalibriert und instandgehalten werden, dass die Herstellung von zufriedenstellenden Schweißnähten, kontinuierliches Arbeiten und die Sicherheit des Personals sichergestellt sind. Einrichtungen, die diese Anforderungen nicht erfüllen, müssen entweder repariert oder ersetzt werden.

Lichtbogenschweißeinrichtungen müssen in den in der anerkannten WPS festgelegten Ampere- und Voltbereichen eingesetzt werden können.

9.3 Arbeitshöhe

Außer beim Walzschweißen sollte beim Schweißen über Tage oder auf einer Barge die Arbeitshöhe um das Rohr an der Schweißnaht mindestens 0,4 m unter dem Rohr und 0,6 m an der Seite und der Oberseite betragen.

Bei Schweißarbeiten in einem Graben muss das Kopfloch ausreichend groß sein, um Schweißern oder Bedienern von Schweißeinrichtungen Zugang zu den Rohren sowie die Arbeitshöhe für Schweißarbeiten zu ermöglichen. Vor Beginn der Schweißarbeiten muss stehendes Wasser aus dem Durchgang entfernt werden.

9.4 Wetterverhältnisse

Die Schweißarbeiten müssen bei Wetterverhältnissen unterbrochen werden, die nach Ansicht des Auftragnehmers und/oder des Unternehmens die Schweißqualität nachteilig beeinflussen können. Schutzvorrichtungen dürfen vorgesehen werden, damit die Schweißarbeiten fortgeführt werden können.

Schweißflächen müssen trocken und frei von Feuchte sein.

Die Fortführung der Schweißarbeiten bei Umgebungstemperaturen unter -20 °C darf nur nach Vereinbarung erfolgen.

9.5 Vorbereitung des Rohrendes

Die Rohrenden müssen entsprechend den in der WPS festgelegten Maßen abgeschrägt sein.

Das Anschrägen muss durch mechanische Bearbeitung, maschinelles Brennschneiden oder Schleifen erfolgen. Das maschinelle Brennschneiden darf von Hand oder mechanisch durchgeführt werden.

Brennschneiden von Hand muss nur nach Vereinbarung erfolgen und nur dann, wenn eine mechanische Bearbeitung oder maschinelles Brennschneiden nicht möglich ist.

Bei Brennschneiden muss die Nachbearbeitung durch Feilen, Schleifen oder andere mechanische Mittel erfolgen.

Die angeschrägte Fläche und das angrenzende Material bis zu einem Abstand von mindestens 50 mm müssen vor Beginn der Schweißarbeiten frei von Zunder, Rost, Farbe, Fett, Feuchtigkeit und anderen Fremdstoffen sein, die die Schweißqualität nachteilig beeinflussen können.

Die Überprüfung der Rohrenden auf vorhandene Dopplungen sollte nach Entfernung eines größeren Rohrabschnittes erfolgen.

9.6 Befestigung

Rohre sollten während des Schweißens vor der Fertigstellung der Wurzellage und der zweiten Schweißlage nicht bewegt werden. Bewegungen des Rohres nach der Fertigstellung der Wurzellage müssen vereinbart werden.

9.7 Anordnung/Ausrichtung

Längs- und/oder schraubenlinienförmig geschweißte Nähte angrenzender Rohre müssen an der Umfangsnaht um mindestens 50 mm versetzt sein. Längsschweißnähte sind entsprechend den Festlegungen des Unternehmens zu positionieren.

Radialer Versatz der Stoßkanten des Rohres muss auf ein Mindestmaß verringert werden, z. B. durch Drehen des Rohres, bis die bestmögliche Passung erreicht ist. Zur Korrektur von Fluchtungsfehlern dürfen die Rohre nicht mit einem Hammer bearbeitet oder erwärmt werden.

Innenseitige Fluchtungsfehler müssen gleichmäßig das Rohrumfang verteilt sein und dürfen an keiner Stelle mehr als 3 mm oder 1 % des Rohrrinnendurchmessers betragen, es gilt der jeweils kleinere Wert. Kantenversatz muss korrigiert werden, indem die Rohrenden durch Schleifen oder spanende Bearbeitung mit einer Neigung von höchstens 1 : 4 verjüngt werden, sofern die festgelegte Mindest-Wanddicke des Rohrs beibehalten wird.

Stegabstände müssen dem in der WPS festgelegten Wert entsprechen.

Für alle Schweißungen der Hauptleitung müssen, falls durchführbar, innenseitige Spannmittel zum Ausrichten verwendet werden, die vor der Fertigstellung der Wurzellage nicht entfernt werden dürfen.

Ist die Verwendung von Spannmitteln auf der Innenseite nicht möglich, müssen äußere Spannmittel zum Ausrichten verwendet werden. Äußere Spannmittel zum Ausrichten dürfen erst entfernt werden, wenn mindestens 50 % der Wurzellage, gleichmäßig über den Umfang verteilt, fertiggestellt sind.

Bevor die Schweißarbeiten nach dem Entfernen der äußeren Spannmittel zum Ausrichten fortgeführt werden, müssen Schweißraupen am Schweißnahtanfang und -ende ausgeschliffen werden.

Heftschweißungen, falls erforderlich, müssen 9.8 entsprechen.

Spannmittel zum Ausrichten müssen so beschaffen sein, dass eine Beschädigung von Rohr und Beschichtungen vermieden wird.

9.8 Heftschweißen

Falls in der WPS festgelegt, müssen bei der Herstellung der ersten Schweißlage die Stegabstände durch Heftschweißen erhalten bleiben.

Heftschweißnähte in der Wurzel müssen eine Mindestlänge von 25 mm aufweisen.

Das Heftschweißen muss in Übereinstimmung mit dem in der WPS für das Schweißen der Wurzellage festgelegten Verfahren durchgeführt werden.

Heftschweißnähte, die in die Fertigungsschweißnaht eingebracht werden, müssen am Schweißnahtanfang/-ende auf einen geeigneten Konus ausgeschliffen werden, damit eine ausreichende Verschmelzung mit der Wurzelnaht möglich ist.

Die in der WPS festgelegte Vorbereitung der Enden muss erhalten bleiben, wenn provisorische Heftschweißnähte entfernt werden. Die Entfernung von Heftschweißnähten muss durch Schleifen erfolgen.

9.9 Erdung

Rückleitungskabelverbindungen müssen eine ausreichend große Querschnittsfläche aufweisen, um Stromkonzentrationen zu vermeiden, und sie müssen sicher angebracht werden, um Lichtbogenbrandstellen zu vermeiden. Ein Anbringen durch Schweißen darf nicht durchgeführt werden.

Durch fehlerhaftes Anbringen verursachte Lichtbogenbrandstellen müssen nach 9.13 entfernt werden.

9.10 Elektroden und Zusatzwerkstoffe

Die Auswahl von Elektroden und Zusatzwerkstoffen für das Fertigungsschweißen muss vereinbart werden.

Wurde vom Unternehmen eine Chargenprüfung der Zusatzwerkstoffe festgelegt, dann muss das Unternehmen die erforderliche Klassifikation des Loses nach AWS A5.01 sowie die erforderlichen Prüfungen angeben. Die Prüfbescheinigungen für die Zusatzwerkstoffe müssen ISO 10474 entsprechen.

Elektroden, Fülldrähte und Draht-/Flussmittel-Kombinationen müssen verwendet werden, die Schweißgut mit einer Zugfestigkeit erzeugt, die mindestens der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit des Rohr-Werkstoffes entspricht. Bei Verbindungen zwischen unterschiedlichen Werkstoffen darf die Zugfestigkeit des Schweißguts nicht geringer sein als die für den Rohrwerkstoff mit der größten Festigkeit festgelegte Mindest-Zugfestigkeit, sofern nicht vereinbart.

Schweißzusätze müssen bei der vom Hersteller empfohlenen Temperatur und Feuchte gelagert werden. Das Ausheizen der Elektroden muss ebenfalls in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Herstellers der Elektroden erfolgen.

Unterschiedliche Sorten, unterschiedliche Marken und, falls vereinbart, unterschiedliche Chargen von Elektroden und Zusatzwerkstoffen müssen einzeln identifizierbar und vollständig getrennt sein.

Elektroden und Zusatzwerkstoffe müssen so gelagert und behandelt werden, dass Beschädigungen dieser Materialien und ihrer Behältnisse vermieden werden. Elektroden und Zusatzwerkstoffe in offenen Behältern müssen gegen übermäßige Feuchtigkeitsschwankungen geschützt sein. Elektroden, Fülldrähte und Flussmittel, die Anzeichen von Beschädigungen oder Qualitätsminderung aufweisen, dürfen nicht verwendet werden.

9.11 Schutzgase

Gase oder Gasgemische müssen gegebenenfalls als Schutz bei der Schweißung angewendet werden. Die Toleranzen hinsichtlich der Reinheit und Zusammensetzung müssen ISO 14175 entsprechen.

Der Feuchtegehalt der Schutzgase muss einem Taupunkt von -30 °C oder weniger bei Atmosphärendruck entsprechen.

Bei Gasgemischen mit festgelegten Zusätzen, z. B. 2 % O_2 oder 5 % O_2 , dürfen die Abweichungen derartiger Zusätze $\pm 10\%$ der in der WPS angegebenen Werte nicht überschreiten.

Schutzgase müssen in den Behältern aufbewahrt werden, in denen sie geliefert werden, und die Behälter dürfen bei der Lagerung keinen extremen Temperaturen ausgesetzt sein. Gase dürfen auf der Baustelle nicht in ihren Behältern vermischt werden.

9.12 Vorwärmen

Falls in der WPS angegeben und nach 8.4 gefordert, muss das Rohr vor dem Schweißen nach einem dokumentierten Verfahren erwärmt werden, das den Anforderungen von ISO 13916 entspricht.

Das Vorwärmen muss mit Gas oder elektrischen Einrichtungen erfolgen, um eine zufriedenstellende Temperaturverteilung zu erreichen und aufrechtzuerhalten, sodass um Störungen während des Schweißvorganges zu verhindern und Beschädigungen der Beschichtungen zu vermeiden.

Die Vorwärmtemperatur muss mindestens der in der WPS festgelegten Temperatur entsprechen und ausreichend für eine trockene Verbindung sein, die frei von Feuchte ist.

Die festgelegte Vorwärmtemperatur muss über den gesamten Rohrumfang eingehalten werden oder über eine Länge von mindestens 75 mm zu beiden Seiten der Schweißnaht des angefügten Teiles.

Die Vorwärmtemperatur muss anhand von Temperaturfarbstiften bestimmt werden, die bei Erreichen der festgelegten Temperatur schmelzen, oder durch Thermoelemente bzw. Pyrometer. Farbstifte oder Markierungsfarben, die die Temperatur durch Farbänderung anzeigen, sollten nicht verwendet werden.

Die Temperatur sollte auf der gegenüberliegenden Seite der Wärmeeinbringung gemessen werden. Ist dies nicht möglich, muss die Wärmequelle entfernt und die Temperatur an der erwärmten Fläche bestimmt werden, sobald der Temperatúrausgleich erreicht ist. Die Zeit zwischen Entfernung der Wärmequelle und Messung der Temperatur muss bei Wanddicken bis einschließlich 25 mm etwa 2 min betragen, plus 1 min je 12 mm Dicke über 25 mm.

Die Temperaturen sind unmittelbar vor Beginn des Schweißens zu messen. Die Messungen müssen mindestens an vier Punkten auf jeder Seite der Verbindung 75 mm von der Abschrägung entfernt sein. Die Messstellen müssen gleichmäßig über das Rohr verteilt sein.

9.13 Brandstellen

Lichtbogen dürfen nicht außerhalb der Schweißzone gezündet werden. Ein Kontakt zwischen Elektroden oder nicht-isolierten Teilen von Elektrodenhaltern und Oberflächen des Rohres ist zu vermeiden.

Am Werkstoff unbeabsichtigt verursachte Brandstellen dürfen nur nach Vereinbarung ausgebessert werden.

Brandstellen müssen nach einem dokumentierten Verfahren entfernt werden, das die Verfahren für Folgendes festlegen muss:

- mechanische Abtragung des betroffenen Rohrwerkstoffes;
- Ausgleichen der Ausarbeitung;
- Ätzen und/oder Härteprüfung;
- Magnetpulverprüfung;
- Messung der Wanddicke.

9.14 Schweißunterlage

Bleibende Schweißunterlagen sind nicht zulässig. Provisorische Unterlagen dürfen nur verwendet werden, wenn dies in der WPS festgelegt ist.

9.15 Innenseitige Schweißraupe

Die Verwendung einer innenseitigen Schweißraupe ist nur zulässig, wenn sie in der WPS festgelegt ist.

9.16 Aufbringen des Schweißguts

9.16.1 Umfangsschweißung

Die fertiggestellte Schweißnaht muss über den gesamten Umfang eine im Wesentlichen gleiche Breite mit einem glatten Übergang zum Grundwerkstoff aufweisen. Schweißnahtüberhöhungen auf der Innen- und Außenseite dürfen die in 11.3.1 festgelegten Werte nicht überschreiten.

Beim Schweißen an Rohr mit einem Durchmesser über 325 mm sollten mindestens zwei Schweißer gleichzeitig arbeiten, jeder auf einer Seite.

Bei pendelndem Schweißen darf die Pendelbreite die Angaben in der Schweißanweisung, falls festgelegt, nicht überschreiten.

Schweißnahtenden und Schweißnahtanfänge müssen bei manuellen oder teilmechanischen Schweißverfahren sowie, falls durchführbar, bei Einsatz von mechanischen und automatischen Schweißeinrichtungen versetzt angeordnet sein. Befinden sich während des Schweißens Kabel innerhalb der Rohrleitung, z. B. für einen Buckeldetektor, müssen die Schweißenden und -anfänge seitlich von der 6-Uhr-Stellung angeordnet werden, damit vermieden wird, dass auf dem Durchstrahlungsbild Schweißnahtende und -anfang verdeckt werden.

9.16.2 Andere Schweißarbeiten

Die Gestaltung von Anschlussnähten muss den Festlegungen entsprechen.

Falls festgelegt, muss der Rohrwerkstoff an den für Abzweige auszuschneidenden Stellen mit einer Ultraschallprüfung auf das Vorhandensein von Dopplungen im Rohr untersucht werden. Das Verfahren der Ultraschallprüfung und die Annahmekriterien müssen vereinbart werden.

9.17 Säubern und Hämmern der Schweißnaht

Oberflächenschlacke muss mit hand- oder kraftbetätigten Werkzeugen entfernt werden, bevor die nächste Schweißlage aufgebracht wird. Porenester, Schweißnahtenden und -anfänge sowie Erhebungen müssen durch Schleifen entfernt werden.

ANMERKUNG Oberflächenschlacke ist eine mögliche Ursache für unzulässige Schweißfehler und sichtbare Fehler, z. B. Risse, Lunker und sonstige Fehler beim Aufbringen des Schweißguts.

Nach der Fertigstellung der Schweißnaht müssen die Schweißnaht und die angrenzende Fläche von Spritzern gesäubert werden. Ein Hämmern der Naht sollte nicht durchgeführt werden.

9.18 Teilweise fertiggestellte Schweißnähte

Schweißnähte sollten möglichst nicht im teilweise fertiggestellten Zustand verbleiben. Wo es auf Grund der Fertigungsbedingungen notwendig ist, dürfen unterbrochene Schweißnähte fertiggestellt werden, sofern das Schweißen erst dann unterbrochen wird, wenn die in der WPS festgelegte Mindestanzahl an Schweißlagen aufgebracht ist. Falls in der WPS nicht festgelegt, muss die Mindestanzahl der vor einer Unterbrechung fertigzustellenden Schweißlagen vereinbart werden.

Nach einer Unterbrechung des Schweißvorgangs muss die Verbindung in trockenes, isolierendes und hitzebeständiges Material mit einer wasserfesten Ausfütterung für die langsame und gleichmäßige Abkühlung eingehüllt werden.

Vor der Wiederaufnahme der Schweißarbeiten muss die Verbindung erneut auf den in der WPS festgelegten Zwischenlagentemperaturbereich erwärmt werden.

Teilweise fertiggestellte Schweißnähte sollten zurückgewiesen werden, wenn die Schweißarbeiten vor der Fertigstellung von drei Schweißlagen unterbrochen wurden. Falls die Fertigstellung derartiger Schweißnähte zulässig ist, darf eine zusätzliche Prüfung festgelegt werden.

9.19 Wärmenachbehandlung

9.19.1 Allgemeines

Der gesamte Umfang der Verbindung muss gleichmäßig, ohne Überhitzung, nach dem in der WPS angegebenen Verfahren erwärmt werden.

Verfahren zur Wärmenachbehandlung sollten dem Unternehmen zur Genehmigung vorgelegt werden.

9.19.2 Wärmebehandlungsverfahren

Die Wärmenachbehandlung muss durchgeführt werden, indem die vollständige Schweißverbindung in einen geschlossenen Ofen eingebracht wird.

Falls dies nicht möglich ist, können Umfangsnähte einer örtlichen Wärmebehandlung unterzogen werden, indem ein Band mittig an die Umfangsnaht über den gesamten Umfang gelegt wird und mit einer widerstandsbeheizten Matte, gasbefeuerter Muffeln oder anderen Verfahren nach Vereinbarung erwärmt wird. Die Breite des Bandes muss mindestens $5\sqrt{r \times t}$ betragen, dabei ist r der Innenradius des größeren Elementes und t die Dicke des dickeren Elementes.

Es muss eine Isolierung angebracht werden, die ausreichend ist, um sicherzustellen, dass die Temperatur der Schweißnaht und der Wärmeeinflusszone mindestens den in der WPS festgelegten Werten entspricht und die Temperatur am Rand des erwärmten Bandes nicht niedriger ist als die halbe Spitztemperatur. Zusätzlich muss der unmittelbar angrenzende Teil der Verbindung außerhalb der Aufwärmzone wärmetechnisch isoliert werden, so dass das Temperaturgefälle keine schädlichen Auswirkungen hat. Um diese Anforderung zu erfüllen, sollte die Gesamtbreite des Isolierbandes mindestens $10\sqrt{r \times t}$ betragen.