

DIN ISO 24394

ICS 25.160.01

Einsprüche bis 2017-07-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 24394:2013-12

Entwurf

**Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau –
Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen –
Schmelzschweißen von metallischen Bauteilen (ISO/DIS 24394:2017);
Text Deutsch und Englisch**

Welding for aerospace applications –
Qualification test for welders and welding operators –
Fusion welding of metallic components (ISO/DIS 24394:2017);
Text in German and English

Soudage pour applications aérospatiales –
Épreuve de qualification pour soudeurs et opérateurs –
Soudage par fusion des composants métalliques (ISO/DIS 24394:2017);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-05-19 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 nas@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 Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 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 83 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
Vorwort	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Prüfungsanforderungen.....	12
4.1 Allgemeines	12
4.1.1 Schweißerprüfung.....	12
4.1.2 Bedienerprüfung.....	12
4.2 Schweißverfahren	13
4.3 Schweißpositionen.....	13
4.4 Für Schweißerprüfungen anwendbare Erzeugnisformen/Halbzeuge	14
4.5 Werkstoffgruppen	18
4.6 Werkstoffdicke	19
4.6.1 Werkstoffdicke bei Stumpfnähten	19
4.6.2 Werkstoffdicke bei Kehlnähten.....	19
4.6.3 Werkstoffdicke bei Fertigungsschweißungen an Gussteilen	19
4.7 Sonderprüfungen.....	19
4.7.1 Allgemeine Anforderungen.....	19
4.7.2 Sonderprüfungen für Schweißer	20
4.7.3 Sonderprüfungen für Bediener von Schweißeinrichtungen	20
4.8 Prüfungskennzeichnung	20
4.8.1 Schweißerprüfung.....	20
4.8.2 Bedienerprüfung.....	21
5 Bedingungen für Schweißerprüfungen und Bedienerprüfungen.....	22
5.1 Körperliche Anforderungen an Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen.....	22
5.2 Verantwortliche Person für Schweißer- und Bedienerprüfungen.....	22
6 Durchführung der Schweißerprüfung und der Bedienerprüfung.....	23
6.1 Praktische Prüfung	23
6.1.1 Allgemeine Anforderungen.....	23
6.1.2 Besondere Anforderungen für die Schweißerprüfung.....	23
6.2 Theoretische Prüfung	23
7 Prüfstücke	23
8 Untersuchung und Prüfung.....	27
8.1 Allgemeines	27
8.2 Sicht- und Maßprüfung.....	28
8.3 Oberflächenunregelmäßigkeitserkennung	28
8.4 Durchstrahlungsprüfung.....	28
8.5 Metallographische Untersuchungen.....	28
8.6 Biegeprüfung.....	28
8.7 Bruchflächenprüfung	28

9	Annahmekriterien	29
10	Prüfungsbescheinigung und Dokumentation	29
11	Gültigkeitsdauer	29
12	Wiederholungsprüfung.....	30
	Anhang A (normativ) Annahmekriterien für Prüfstücke	31
	Anhang B (informativ) Bewertungsbogen für die Schweißerprüfung/Bedienerprüfung nach ISO 24394	36
	Anhang C (informativ) Schweißerprüfungsbescheinigung.....	37
	Anhang D (informativ) Prüfungsbescheinigung für Bediener von Schweißeinrichtungen	38
	Anhang E (informativ) Richtlinien für den theoretischen Prüfungsteil.....	40
E.1	Allgemeines	40
E.2	Anforderungen	40
E.2.1	Schweißeinrichtungen	40
E.2.2	Schweißprozess	41
E.2.3	Grundwerkstoffe.....	41
E.2.4	Schweißzusätze.....	41
E.2.5	Sicherheit und Unfallverhütung.....	42
E.2.6	Schweißanweisung (WPS) oder vorläufige Schweißanweisung (pWPS).....	42
E.2.7	Schweißnahtvorbereitung und Darstellung der Schweißnaht.....	42
E.2.8	Schweißnahtunregelmäßigkeiten.....	42
E.2.9	Schweißer-/Bedienerprüfung	43
	Literaturhinweise.....	44

Nationales Vorwort

Dieser Deutsche Norm-Entwurf ist die Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs ISO/DIS 24394:2017, der im ISO/TC 44/SC 14 „Welding and brazing in aerospace“ unter Mitwirkung der deutschen Experten des Arbeitsausschusses NA 092-00-17 AA „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau (DVS AG A 9)“ des DIN-Normenausschusses Schweißtechnik (NAS) erarbeitet wurde.

Nachweises des Sehvermögens

Zur Prüfung des Nachweises des Sehvermögens sind nationalen Datenschutzbestimmungen sowie die Bestimmungen zur Untersuchungen von Beschäftigten sind zu berücksichtigen.

Nutzung der Anhänge B, C und D

Der Anwender der Formblätter in den Anhängen B, C und D ist unbeschadet der Rechte von DIN an der Gesamtheit des Dokumentes die Vervielfältigung dieser Formblätter gestattet.

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 internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2553	siehe DIN EN ISO 2553
ISO 4063:1998	siehe DIN EN ISO 4063:2000-04
ISO 5173	siehe DIN EN ISO 5173
ISO 6520-1:2007	siehe DIN EN ISO 6520-1:2007-11
ISO 6947	siehe DIN EN ISO 6947
ISO 8596	siehe DIN EN ISO 8596
ISO 9606-2	siehe DIN EN ISO 9606-2
ISO 14731	siehe DIN EN ISO 14731
ISO 14732:2013	siehe DIN EN ISO 14732:2013-12
ISO 17636-1	siehe DIN EN ISO 17636-1
ISO 17636-2	siehe DIN EN ISO 17636-2
ISO 18490	siehe DIN EN ISO 18490
ISO 23277	siehe DIN EN ISO 23277
ISO 23278	siehe DIN EN ISO 23278
ISO/TR 25901:2007	siehe DIN-Fachbericht ISO/TR 25901:2008-11

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 24394:2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung des Bedieners von automatischen Schweißeinrichtungen (3.4), der von der Prüfung ausgenommen werden kann;
- b) Einführung der Definition für automatisches Schweißen (siehe 3.12) und mechanisches Schweißen (siehe 3.13);
- c) die Anforderungen in Unterabschnitt „4.4 Für Schweißerprüfungen anwendbare Erzeugnisformen/Halbzeuge“ wurden präzisiert;

- d) die Geltungsbereiche für Schweißpositionen pro Prüfstück sind nun in einer separaten Tabelle aufgeführt;
- e) Anpassung bei den Werkstoffgruppen (siehe 4.5), Werkstoffgruppe F wurde eingeführt;
- f) neuer Unterabschnitt „4.6 Werkstoffdicke“ und neuer Unterabschnitt „4.6.3 Werkstoffdicke bei Fertigungsschweißungen an Gussteilen“;
- g) Anforderungen in „5.1 Körperliche Anforderungen an Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen“ wurden geändert;
- h) neuer Listenpunkt g) wurde in 6.1.1 eingeführt;
- i) die Anforderung, dass die theoretische Prüfung zu dokumentieren ist (siehe 6.2), wurde eingeführt;
- j) Verweisungen auf die Normenreihe EN 462 für Durchstrahlungsbilder wurden entfernt (siehe 8.4);
- k) im Abschnitt 9 „Annahmekriterien“ wird nun ausdrücklich angegeben, dass für das Prüfstück TP6 nur die im Zuge der Schweißung entstandenen Merkmale zu beurteilen sind;
- l) benötigt ein Schweißer/Bediener von Schweißeinrichtungen eine Sehhilfe, muss dies auf der Prüfungsbescheinigung vermerkt werden (siehe Abschnitt 10);
- m) eindeutige Aussage zur Gültigkeitsdauer der Prüfungsbescheinigung (Monatsende des Datums der Anfertigung der Prüfstücke + 2 Jahre);
- n) die neu eingeführte Werkstoffgruppe F wurde in die Tabellen in Anhang A eingefügt;
- o) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 4063:2000-04, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998); Deutsche Fassung EN ISO 4063:2000*

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

DIN EN ISO 6520-1:2007-11, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen (ISO 6520-1:2007); Dreisprachige Fassung EN ISO 6520-1:2007*

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

DIN EN ISO 8596, *Augenoptik — Sehschärfeproofung — Das Normsehzeichen und seine Darbietung*

DIN EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen*

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

DIN EN ISO 14732:2013-12, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14732:2013*

DIN EN ISO 17636-1; *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung von Filmen*

DIN EN ISO 17636-2; *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung digitaler Detektoren*

DIN EN ISO 23277; *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN EN ISO 23278; *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN-Fachbericht ISO/TR 25901:2008-11, *Schweißen und verwandte Verfahren — Terminologie*

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

DVS 2721, *Anforderungen an Prüfer zur Abnahme von Schweißer-, Löter- und Bedienerprüfungen sowie Prüfungen im thermischen Spritzen im Luft- und Raumfahrzeugbau*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

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

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

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

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

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 44/SC 14 „Welding and brazing in aerospace“.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe.

- a) Einführung des Bedieners von automatischen Schweißeinrichtungen (3.4), der von der Prüfung ausgenommen werden kann;
- b) Einführung der Definition für automatisches Schweißen (siehe 3.12) und mechanisches Schweißen (siehe 3.13);
- c) der Satz aus 4.1.3 „Gemeinsamkeiten zwischen der Prüfung für Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen“ wird nun in 4.1 wiedergegeben;
- d) die Anforderungen in Unterabschnitt 4.4 „Für Schweißerprüfungen anwendbare Erzeugnisformen/Halbzeuge“ wurden präzisiert;
- e) die Geltungsbereiche für Schweißpositionen pro Prüfstück sind nun in einer separaten Tabelle aufgeführt;
- f) Anpassung bei den Werkstoffgruppen (siehe 4.5), Werkstoffgruppe F wurde eingeführt;
- g) neuer Unterabschnitt 4.6 „Werkstoffdicke“ und neuer Unterabschnitt 4.6.3 „Werkstoffdicke bei Fertigungsschweißungen an Gussteilen“;

- h) Anforderungen in 5.1 „Körperliche Anforderungen an Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen“ wurden geändert;
- i) neuer Listepunkt g) wurde in Unterabschnitt 6.1.1 eingeführt;
- j) die Anforderung, dass die theoretische Prüfung zu dokumentieren ist (siehe 6.2), wurde eingeführt;
- k) Verweisungen auf die Normenreihe EN 462 für Durchstrahlungsbilder wurden entfernt (siehe 8.4);
- l) im Abschnitt 9 „Annahmekriterien“ wird nun ausdrücklich angegeben, dass für das Prüfstück TP6 nur die im Zuge der Schweißung entstandenen Merkmale zu beurteilen sind;
- m) benötigt ein Schweißer/Bediener von Schweißeinrichtungen eine Sehhilfe, muss dies auf der Prüfungsbescheinigung vermerkt werden (siehe Abschnitt 10);
- n) eindeutige Aussage zur Gültigkeitsdauer der Prüfungsbescheinigung (Monatsende des Datums der Anfertigung der Prüfstücke + 2 Jahre);
- o) die neu eingeführte Werkstoffgruppe F wurde in die Tabellen in Anhang A eingefügt;
- p) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Einleitung

Eine nach dieser Internationalen Norm abgelegte Schweißer- oder Bedienerprüfung stellt sicher, dass der betreffende Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen das nach dem Stand der Technik erforderliche Mindestmaß an Fertigkeit und theoretischen Fachkenntnissen zum Schmelzschweißen luft- und raumfahrttechnischer Produkte nachgewiesen hat.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Anforderungen an die Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen in der Luft- und Raumfahrt fest.

Ab dem Datum der Ausgabe dieser Internationale Norm müssen alle Erst- und Wiederholungsprüfungen nach den hierin enthaltenen Vorschriften erfolgen.

ANMERKUNG Das erfolgreiche Ablegen der Prüfung ist die Grundvoraussetzung für die Qualifizierung als Schweißer (3.2) und Bediener von Schweißeinrichtungen (3.3) in der Fertigung und Instandsetzung in der Luft- und Raumfahrt. Bediener von automatischen Schweißeinrichtungen (3.4) brauchen keine Qualifizierung nach dieser Internationalen Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 4063:1998, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*

ISO 6520-1:2007, *Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 1: Fusion welding*

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

ISO 9606-2, *Qualification test of welders — Fusion welding — Part 2: Aluminium and aluminium alloys*

ISO 14731, *Welding coordination — Tasks and responsibilities*

ISO 18490, *Non-destructive testing — Evaluation of vision acuity of NDT personnel*

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

SAE AMS 2694C, *In-Process Welding of Castings*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 6520-1, ISO 9606-2, ISO 14731 und die folgenden Begriffe.

3.1

Form des Grundwerkstoffes

Art des Halbzeugs

Anmerkung 1 zum Begriff: Halbzeuge sind Bleche/Platten, Rohre und Gussteile.

3.2

Schweißer

Person, die den Elektrodenhalter, die Schweißpistole oder den Schweißbrenner mit der Hand hält und führt

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm wird im Englischen sowohl „blowpipe“ als auch „gas welding torch“ für „Brenner“ verwendet.

[ISO/TR 25901:2007, 2.428]

3.3

Bediener von Schweißeinrichtungen

(Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau) Person, die die Schweißnaht vorbereitet sowie mechanische oder automatische Schweißvorrichtungen einrichtet und dadurch die Qualität der Schweißnaht direkt beeinflusst

3.4

Bediener von automatischen Schweißeinrichtungen

(Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau) Person, die automatische Schweißeinrichtungen nur bedient und die Qualität der Schweißnaht nicht direkt beeinflusst

3.5

Prüfer

Person, die benannt worden ist, die Übereinstimmung mit der angewendeten Norm zu bestätigen

Anmerkung 1 zum Begriff: In bestimmten Anwendungsfällen kann ein unabhängiger Prüfer erforderlich werden.

[ISO/TR 25901:2007, 2.119]

3.6

Prüfstelle

Organisation, die benannt worden ist, die Übereinstimmung mit der angewendeten Norm zu bestätigen

Anmerkung 1 zum Begriff: In bestimmten Anwendungsfällen kann eine unabhängige Prüfstelle erforderlich werden.

[ISO/TR 25901:2007, 2.120]

3.7

Nacharbeit

sämtliche Korrekturarbeiten, die am Schweißgut im geschweißten Zustand vorgenommen werden

3.8

verantwortliche Entwicklungsstelle

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

3.9

Schweißbadsicherung

Werkstoff, der an der unteren Werkstückfläche der Schweißnahtvorbereitung angebracht wird, um das geschmolzene Schweißgut zu stützen

[ISO/TR 25901:2007, 2.25]

3.10

Schweißanweisung

WPS

(en: welding procedure specification)

Dokument, das durch ein Verfahren qualifiziert wurde und die erforderlichen Einflussgrößen auf das Schweißverfahren enthält, um die Wiederholbarkeit von Produktionsschweißungen sicherzustellen

[ISO/TR 25901:2007, 2.457]

3.11

vorläufige Schweißanweisung

pWPS

(en: preliminary welding procedure specification)

Dokument, das die erforderlichen Einflussgrößen auf das Schweißverfahren enthält und noch zu qualifizieren ist

[ISO/TR 25901:2007, 2.280]

3.12

automatisches Schweißen

Schweißen, wobei alle Vorgänge ohne Eingreifen des Bedieners während des Schweißprozesses ablaufen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nachstellen schweißtechnischer Einflussgrößen während des Schweißvorganges von Hand nicht möglich.

[ISO 14732:2013, 3.1]

3.13

mechanisches Schweißen

Schweißen, bei dem die während des Prozesses erforderlichen variierenden SchweißEinstellungen, auch manuell, über mechanische oder elektronische Einrichtungen ablaufen

[ISO 14732:2013, 3.2]

4 Prüfungsanforderungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Schweißerprüfung

Die Schweißerprüfungen sind unterteilt nach

- a) Form des Grundwerkstoffs,
- b) Schweißnahtarten (Stumpfnaht/Kehlnaht),
- c) Schweißverfahren,
- d) Werkstoffgruppen,
- e) Dickenbereichen,
- f) Schweißpositionen.

Das Schweißaufsichtspersonal des Betriebes oder Herstellers muss aus Tabelle 5 das erforderliche Prüfstück für die Fertigung auswählen, für die der Schweißer eingesetzt werden soll. Außerdem dürfen zwei ergänzende Sonderprüfstücke (TP5 und TP6) nach den Festlegungen in 4.4 und 4.7.1 ausgewählt werden.

4.1.2 Bedienerprüfung

Die Bedienerprüfungen sind unterteilt nach Schweißverfahren und Art der Schweißmaschine.

ANMERKUNG Maschinenart bezeichnet im Anwendungsbereich dieser Norm Längsnaht-, Orbital-, Rundnaht- und Roboterschweißmaschinen.

Für Mehrfachschweißmaschinen muss nach dem Ermessen des verantwortlichen Schweißaufsichtspersonals eine zusätzliche Qualifizierung erfolgen.

Der Bediener von Schweißeinrichtungen muss seine theoretischen Kenntnisse des Schweißverfahrens nachweisen.

Im praktischen Teil der Prüfung muss der Bediener von Schweißeinrichtungen seine Fähigkeit unter Beweis stellen, die Schweißmaschine nach einer vorliegenden Schweißanweisung zu bedienen.

Eine Prüfungsschweißung mittels des entsprechenden Prozesses auf einer vorgegebenen Schweißmaschine ist unabhängig von der geschweißten Nahtart als Qualifizierung für alle Erzeugnisformen/Halbzeuge und alle Arten von Schweißnähten mit dem angewendeten Prozess und der eingesetzten Maschine zu werten.

Für die Prüfungsschweißung können ausgewiesene Prüfstücke oder Fertigungsteile verwendet werden.

Werden statt Prüfstücken tatsächliche Fertigungsteile verwendet, muss die Prüfung nach Tabelle 6 erfolgen.

4.2 Schweißverfahren

Diese Internationale Norm umfasst Qualifizierungsprüfungen für folgende Schweißverfahren mit ihren Ordnungsnummern nach ISO 4063:1998:

- 111 Lichtbogenhandschweißen*)
- 12 Unterpulverschweißen*)
- 13 Metall-Schutzgasschweißen
- 141 Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen)
- 15 Plasmaschweißen
- 31 Gasschweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme
- 51 Elektronenstrahlschweißen
- 52 Laserstrahlschweißen

ANMERKUNG Weitere Schmelzschweißverfahren, die noch nicht in ISO 4063:1998 festgelegt wurden, können erfasst sein.

4.3 Schweißpositionen

Entsprechend den in der tatsächlichen Fertigung vorkommenden Schweißpositionen muss die Schweißposition des Prüfstücks nach Tabelle 1, Tabelle 2, Tabelle 3 und/oder Tabelle 4 ausgewählt werden.

Das Schweißen an einem fest eingespannten Prüfstück qualifiziert auch für das Schweißen von nicht fest eingespannten Teilen, z. B. Drehteller bei Rohren.

TP6 muss in der Schweißposition PA oder PB geschweißt werden. Dies qualifiziert für alle Schweißpositionen im Rahmen von Fertigungsschweißungen von Gussteilen in der Gussteilefertigung.

*) Dieses Schweißverfahren kann eine Sonderprüfung nach 4.7 erforderlich machen.

4.4 Für Schweißerprüfungen anwendbare Erzeugnisformen/Halbzeuge

Entsprechend den in der tatsächlichen Fertigung vorkommenden Erzeugnisformen wird unterschieden zwischen Blech-/Platte- (S), Rohr- (T) und Gussteil-Schweißerprüfungen (C).

Prüfstücke mit Rohr (TP3, TP4 und TP5) qualifizieren nicht für Blech/Platte-Prüfstücke.

ANMERKUNG 1 Beim Rohrschweißen überlappen sich Anfangs- und Endpunkt. Beim Schweißen von Blechen und Platten ist dies jedoch nicht der Fall. Aus diesem Grund qualifizieren Schweißungen an Prüfstücken mit Rohr (TP3, TP4 und TP5) nicht für Schweißungen an Blech-/Platte-Prüfstücken.

Die Geltungsbereiche für die jeweilige Schweißposition sind in Tabelle 1, Tabelle 2, Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführt. Die Schweißpositionen sind in ISO 6947 festgelegt. Die Prüfstücke müssen mit dem jeweiligen Nennwinkel der Schweißpositionen nach ISO 6947 geschweißt werden.

Für Rahmenwerke aus Rohren mit einem Außendurchmesser $D < 26$ mm muss das Prüfstück TP5 (siehe Tabelle 5) zwingend verwendet werden. Für Rahmenwerke aus Rohren mit $D \geq 26$ mm ist die Verwendung optional.

Das Prüfstück TP6 wird für Fertigungsschweißungen von Gussteilen in der Gussteilefertigung gefordert.

ANMERKUNG 2 Im Anwendungsbereich dieser Norm beschreibt Fertigungsschweißen das Schweißen an Gussteilen zur Korrektur von Gussfehlern.

Mit Ausnahme von Fertigungsschweißungen in der Gussteilefertigung ist ein für das Schweißen von Blech/Platten oder Rohren zugelassener Schweißer innerhalb seines Qualifizierungsbereiches hinsichtlich Schweißposition und Geometrie des Werkstücks (flach oder rohrförmig) auch für das Schweißen von Gussteilen qualifiziert.

ANMERKUNG 3 Die Gussteilefertigung ist ausgenommen, weil Gießverfahren und Fertigungsschweißen von Gussteilen spezifischen technischen Anforderungen unterliegen.

Für das Konstruktionsschweißen von Gussteilen, die spezielle Schweißanforderungen stellen, z. B. die Nickellegierung 718, müssen die für die Schweißerprüfung zu verwendenden Prüfstücke (TP1 bis TP4) die gleiche Legierung aufweisen.

Alternativ ist die Qualifizierung nach SAE AMS 2694C für Fertigungsschweißen von Gussteilen zulässig, jedoch finden die Vorschriften zur Gültigkeitsdauer nach Abschnitt 11 dieser Internationalen Norm Anwendung.

Tabelle 1 — Geltungsbereich für Schweißpositionen, Nahtart und Form des Grundwerkstoffs für TP1

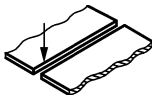
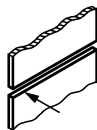
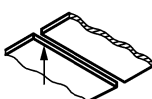
Prüfungsschweißung		Qualifizierte Schweißposition(en)								
		Blech/Platte				Rohr				
Form/Nahtart	Schweißposition des Prüfstücks (ISO 6947)	Stumpfnah								
		PA	PC	PE	PF	PA	PC	PE	PF	H-L 045
Blech/Platte/ Stumpfnah	PA 	X				X ^{a,b}				
	PC 	X	X			X ^{a,b}	X ^{a,b,c}			
	PE 	X		X		X ^{a,b}		X ^{a,b}		
	PF 	X			X	X ^{a,b}			X ^{a,b}	
ANMERKUNG 1 X bezeichnet, wofür der Schweißer qualifiziert ist.										
ANMERKUNG 2 Der Pfeil gibt die Schweißposition oder Schweißrichtung an.										
^a Anwendbar für Längsnah am Rohr.										
^b Anwendbar für Rundnah am rotierenden Rohr, wenn Rohrdurchmesser > 26 mm.										
^c Anwendbar für Rundnah am fest eingespannten Rohr, wenn Rohrdurchmesser > 26 mm.										

Tabelle 2 — Geltungsbereich für Schweißpositionen, Nahtart und Form des Grundwerkstoffs für TP2

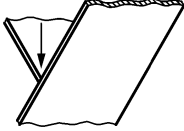
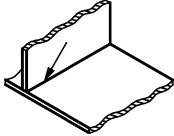
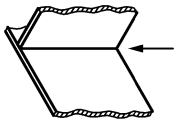
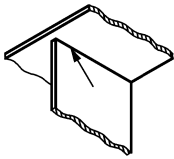
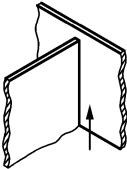
Prüfungsschweißung		Qualifizierte Schweißposition(en)				
		Blech/Platte				
Form/Nahtart	Schweißposition des Prüfstücks (ISO 6947)	Kehlnaht				
		PA	PB	PC	PD	PF
Blech/Platte/ Kehlnaht	PA 	X				
	PB 	X	X			
	PC 	X	X	X		
	PD 	X	X		X	
	PF 	X	X			X
ANMERKUNG 1 X bezeichnet, wofür der Schweißer qualifiziert ist. ANMERKUNG 2 Der Pfeil gibt die Schweißposition oder Schweißrichtung an.						

Tabelle 3 — Geltungsbereich für Schweißpositionen, Nahtart und Form des Grundwerkstoffs für TP3

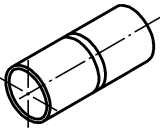
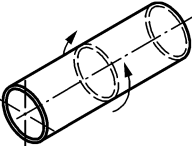
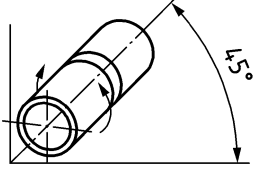
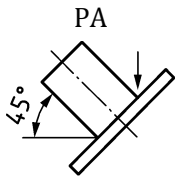
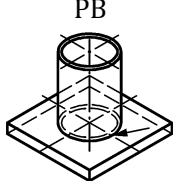
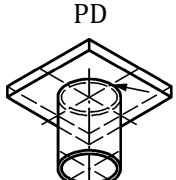
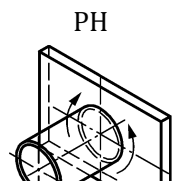
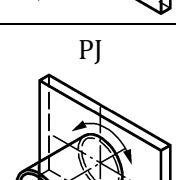
Prüfungsschweißung		Qualifizierte Schweißposition(en)					
Form/ Nahtart	Schweißposition des Prüfstücks (ISO 6947)	Stumpfnah an Rohr			Stumpfnah an Blech/Platte ^b		
		PA	PC	PH	PA	PC	PF
Rohr/ Stumpfnah	PA 	X ^a			X		
	PC 	X ^a	X		X	X	
	PH 	X ^a		X	X		X
	H-L045 	X ^a	X	X	X	X	X
ANMERKUNG 1 Die Qualifizierung gilt für jede Art von Rohr mit einem Außendurchmesser größer oder gleich dem Außendurchmesser des Prüfstücks. ANMERKUNG 2 Der Pfeil gibt die Schweißposition oder Schweißrichtung an.							
^a Nur anwendbar für Schweißungen von rotierenden Rohren mit Schweißbrenner in Schweißposition PA. ^b Die Qualifizierung gilt nur für Bleche/Platten, wenn in der Produktion An- und Auslaufbleche zum Einsatz kommen.							

Tabelle 4 — Geltungsbereich für Schweißpositionen, Nahtart und Form des Grundwerkstoffs für TP4

Prüfungsschweißung		Qualifizierte Schweißposition(en)				
Form/Nahtart	Schweißposition des Prüfstücks (ISO 6947)	Kehlnaht Rohr an Blech/Platte				
		PA	PB	PD	PH	PJ
Rohr an Blech/Platte/Kehlnaht	PA 	X ^a				
	PB 	X ^a	X			
	PD 	X ^a	X	X		
	PH 	X ^a	X		X	
	PJ 	X ^a	X			X
ANMERKUNG 1 Die Qualifizierung gilt für jede Art von Rohr mit einem Außendurchmesser größer oder gleich dem Außendurchmesser des Prüfstücks. ANMERKUNG 2 Der Pfeil gibt die Schweißposition oder Schweißrichtung an.						
^a Nur anwendbar für Schweißungen von rotierenden Baugruppen Rohr an Blech/Platte mit Schweißbrenner in Schweißposition PA.						

4.5 Werkstoffgruppen

Die Schweißerprüfung und die Bedienerprüfung werden entsprechend dem Einsatzgebiet in folgende Werkstoffgruppen unterteilt.

Werkstoffgruppe A: Unlegierte Stähle, niedriglegierte Stähle, hochlegierte ferritische Stähle.

Werkstoffgruppe B: Austenitische, martensitische und ausscheidungshärtbare Stähle.

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

Werkstoffgruppe D: Aluminium- und Magnesiumlegierungen.

Werkstoffgruppe E: Werkstoffe, die keinen anderen Werkstoffgruppen entsprechen (z. B. Molybdän, Wolfram, Kupferlegierungen).

Werkstoffgruppe F: Nickellegierungen, Kobaltlegierungen.

Die Prüfungsschweißung eines Werkstücks aus den Werkstoffgruppen A, B, C, D und E qualifiziert nur für das Schweißen in dieser Werkstoffgruppe.

Die Prüfungsschweißung eines Werkstücks aus der Werkstoffgruppe F qualifiziert für das Schweißen in der Werkstoffgruppe F sowie für das Schweißen austenitischer Werkstoffe der Werkstoffgruppe B, jedoch nicht umgekehrt.

4.6 Werkstoffdicke

4.6.1 Werkstoffdicke bei Stumpfnähten

Ein Prüfstück mit einer Grundwerkstoffdicke t berechtigt einen Schweißer oder einen Bediener von Schweißeinrichtungen für das Schweißen im Dickenbereich von $0,67 t$ bis $4 t$, außer bei einer Werkstoffdicke $t \geq 25$ mm, für die der Geltungsbereich $0,67 t$ bis unendlich gilt. Zwei unabhängige Prüfungsschweißungen mit unterschiedlichen Werkstoffdicken berechtigen für Schweißungen aller Grundwerkstoffdicken, die zwischen der kleinsten und der größten geprüften Grundwerkstoffdicke liegen.

4.6.2 Werkstoffdicke bei Kehlnähten

Ein Prüfstück mit einer Grundwerkstoffdicke t_1 berechtigt einen Schweißer oder einen Bediener von Schweißeinrichtungen für das Schweißen im Dickenbereich von $0,67 t_1$ bis $4 t_1$ des dünneren Werkstoffs, außer bei einer Werkstoffdicke $t_1 \geq 25$ mm, für die der Geltungsbereich $0,67 t_1$ bis unendlich gilt. Zwei unabhängige Prüfungsschweißungen mit unterschiedlichen Werkstoffdicken berechtigen für Schweißungen aller Werkstoffdicken, die zwischen der kleinsten und der größten geprüften Grundwerkstoffdicke liegen.

4.6.3 Werkstoffdicke bei Fertigungsschweißungen an Gussteilen

Die Prüfungsschweißung des Prüfstücks TP6 qualifiziert für das Fertigungsschweißen von Gussteilen aller Werkstoffdicken in der Gussteilefertigung.

4.7 Sonderprüfungen

4.7.1 Allgemeine Anforderungen

Alle Abweichungen zu den in dieser Internationalen Norm festgelegten Anforderungen gelten als Sonderprüfungen.

Entsprechend den Anforderungen in der realen Fertigung muss die Schweißaufsichtsperson die Geometrie der Prüfstücke, den Schweißverfahren, Werkstoff und Werkstoffdickenbereich festlegen. Eine Sonderprüfung qualifiziert nur zum Schweißen unter den herrschenden speziellen Bedingungen, die durch die Sonderprüfung repräsentiert werden.

Sollten die Prüfverfahren nicht denen dieser Internationale Norm entsprechen, müssen sie von der Schweißaufsichtsperson festgelegt werden. Die Schweißaufsichtsperson muss zusätzliche Prüfverfahren festlegen und die Qualitätsanforderungen den festgelegten Anforderungen der verantwortlichen Entwicklungsstelle anpassen.

Eine Sonderprüfung muss in der Bezeichnung mit einem „X“ gekennzeichnet werden.

4.7.2 Sonderprüfungen für Schweißer

Beispiele sind:

- a) Qualifizierung für Auftragsschweißen/Plattieren;
- b) Qualifizierung für besondere Zwangslagen und/oder Zugänglichkeiten;
- c) Qualifizierung für Einschränkung auf Heftnahtschweißung;
- d) Qualifizierung für Schweißen mit An- und Auslaufblechen;
- e) Qualifizierung für Stumpfnahschweißung ohne Schweißzusatz;
- f) Qualifizierung für Schweißungen bei artfremden Werkstoffgruppen;
- g) Qualifizierung für Schweißungen mit Schweißbadsicherung;
- h) Qualifizierung für Schweißpositionen, die nicht in den Tabellen 1 bis 4 enthalten sind.

Ein Schweißer, der für das Schweißen mit Schweißbadsicherung qualifiziert ist, darf in der Produktion nur mit Schweißbadsicherung schweißen.

Ein Schweißer, der für das Schweißen ohne Schweißbadsicherung qualifiziert ist, darf in der Produktion mit oder ohne Schweißbadsicherung schweißen.

4.7.3 Sonderprüfungen für Bediener von Schweißeinrichtungen

Beispiele sind:

- a) Qualifizierung für Auftragschweißen/Plattieren;
- b) Qualifizierung für Schweißungen bei artfremden Werkstoffgruppen.

4.8 Prüfungskennzeichnung

4.8.1 Schweißerprüfung

Die Bezeichnung einer Schweißerprüfung setzt sich aus folgenden Angaben zusammen:

- „Schweißerprüfung“;
- Nummer dieser Internationalen Norm;
- Kennzahl des Schweißverfahrens nach ISO 4063:1998;
- Symbole der Erzeugnisform/des Halbzeugs (siehe 4.4);
- Schweißposition und Prüfstücknummer (siehe Tabellen 1 bis 4);
- Werkstoffgruppe (siehe 4.5);
- Werkstoffdicke des Prüfstücks (siehe 4.6);
- gegebenenfalls „X“ für Sonderprüfung (siehe 4.7).

BEISPIEL 1 Schweißerprüfung ISO 24394-31-S-PA1-A-t1

Erläuterung:

ISO 24394	= Nummer dieser Internationalen Norm
31	= Schweißverfahren (Gasschmelzschweißen; Gasschweißen mit Sauerstoff-Brenngas-Flamme)
S	= Erzeugnisform (Blech/Platte)
PA1	= Schweißposition und Prüfstücknummer (siehe Tabelle 1 oder Tabelle 2)
A	= Werkstoffgruppe (siehe 4.5)
t1	= Werkstoffdicke des Prüfstücks 1 mm (siehe 4.6)

BEISPIEL 2 Schweißerprüfung ISO 24394-141-T-PF3-D-t1-d10-X

Erläuterung:

ISO 24394	= Nummer dieser Internationalen Norm
141	= Schweißverfahren (Wolfram-Inertgasschweißen; WIG-Schweißen)
T	= Erzeugnisform (Rohr)
PF3	= Schweißposition PF und Prüfstücknummer 3 (siehe Tabelle 3)
D	= Werkstoffgruppe (Aluminium- und Magnesiumlegierungen)
t1	= Werkstoffdicke des Prüfstücks 1 mm
d10	= Rohraußendurchmesser 10 mm
X	= Sonderprüfung (z. B. mit Schweißbadsicherung)

4.8.2 Bedienerprüfung

Die Bezeichnung einer Bedienerprüfung setzt sich aus folgenden Angaben zusammen:

- „Bedienerprüfung“;
- Nummer dieser Internationalen Norm;
- Kennzahl des Schweißverfahrenes nach ISO 4063:1998;
- Werkstoffgruppe (siehe 4.5);
- Werkstoffdicke des Prüfstücks (siehe 4.6);
- gegebenenfalls „X“ für Sonderprüfung (siehe 4.7).

BEISPIEL Bedienerprüfung ISO 24394-15-A-t1

Erläuterung:

ISO 24394	= Nummer dieser Internationalen Norm
15	= Schweißverfahren (Plasmaschweißen)
A	= Werkstoffgruppe (unlegierte Stähle, niedriglegierte Stähle, hochlegierte ferritische Stähle)
t1	= Werkstoffdicke des Prüfstücks 1 mm

5 Bedingungen für Schweißerprüfungen und Bedienerprüfungen

5.1 Körperliche Anforderungen an Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen

Der Kandidat muss den schriftlichen Nachweis für eine zufriedenstellende Sehkraft entsprechend den nachfolgenden Anforderungen erbringen: Jede Beeinträchtigung des Sehvermögens (z. B. die Verwendung von Sehhilfen für den Sehtest) muss auf der Prüfungsbescheinigung des Schweißers bzw. des Bedieners von Schweißeinrichtungen vermerkt werden. Jede Beeinträchtigung des Farbsehvermögens muss durch das Schweißaufsichtspersonal vor der Zulassung beurteilt und schriftlich genehmigt werden.

Die Anforderungen an das Sehvermögen müssen mit einem oder mit beiden Augen gleichzeitig erfüllt werden. Der Kandidat muss die in dieser Norm beschriebenen Anforderungen an die Sehschärfe bei Nahsicht und das Farbsehvermögen erfüllen.

Sehtests sind von Fachkräften durchzuführen.

Für die Ermittlung der Sehschärfe für die Nahsicht ist eines der nachfolgend genannten Verfahren zu wählen:

- a) Sehtafel Jaeger Nummer 2 bei etwa 400 mm Abstand;
- b) Visus 0,8 bei etwa 400 mm Abstand;
- c) Anforderungen an das Sehvermögen nach EN 4179/NAS 410 oder ISO 18490.

ANMERKUNG Die Ergebnisse der drei genannten Nahsehtests sind nicht uneingeschränkt vergleichbar.

Das Farbsehvermögen ist mit einem geeigneten Verfahren zu untersuchen, z. B. mithilfe der Ishihara-Prüfung.

Das Nahsehvermögen muss entsprechend diesen Anforderungen spätestens alle 2 Jahre untersucht werden. Das Farbsehvermögen muss entsprechend diesen Anforderungen spätestens alle 5 Jahre untersucht werden.

5.2 Verantwortliche Person für Schweißer- und Bedienerprüfungen

Das für die Schweißerprüfung und die Bedienerprüfung, die Wiederholungsprüfung und den Entzug der Zulassung (siehe Abschnitt 11) zuständige Schweißaufsichtspersonal (siehe ISO 14731) muss schriftlich benannt werden. Das Schweißaufsichtspersonal muss das notwendige Wissen und die notwendige Erfahrung über den Schweißprozess besitzen und von der verantwortlichen Entwicklungsstelle oder einer anerkannten Prüfstelle akzeptiert werden. Das Schweißaufsichtspersonal darf eine andere Person zur Durchführung der Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen benennen.

ANMERKUNG 1 Entsprechende Kenntnisse besitzt beispielsweise ein Internationaler Schweißfachingenieur (IWE) nach IIW IAB-252-11.

ANMERKUNG 2 Die für die Schweißerprüfung und die Bedienerprüfung verantwortliche Person kann eine andere als die verantwortliche Person zur Einführung der Anforderungen in 4.1.1 sein.

6 Durchführung der Schweißerprüfung und der Bedienerprüfung

6.1 Praktische Prüfung

6.1.1 Allgemeine Anforderungen

Folgende Anforderungen, die auch für alle Sonderprüfungen gelten, müssen erfüllt werden:

- a) alle erforderlichen Parametereinstellungen am Schweißgerät müssen vom Schweißer bzw. vom Bediener entsprechend der Schweißanweisung (WPS) oder vorläufigen Schweißanweisung (pWPS) selbstständig vorgenommen werden;
- b) Schweißarbeiten dürfen mit bzw. ohne Vorrichtung nach WPS oder pWPS durchgeführt werden;
- c) alle Nacharbeiten an einem Prüfstück müssen entsprechend der für die Qualifizierungsprüfung gültigen WPS oder pWPS durchgeführt werden. Nacharbeiten sind nur mit Genehmigung der zur Durchführung der Schweißerprüfung bzw. der Bedienerprüfung autorisierten Person auszuführen;
- d) bei Stumpfnähten ist ein wurzelseitiges Nachschweißen nicht zulässig;
- e) jedes Prüfstück muss eindeutig gekennzeichnet sein und die Rückverfolgung zum Schweißer bzw. zum Bediener der Schweißeinrichtungen ermöglichen;
- f) der Schweißdraht, wenn erforderlich, muss in der WPS oder pWPS genannt werden;
- g) werden Prüfstücke geschweißt, sind diese fest einzuspannen.

Die geschweißten Prüfstücke müssen von der zur Prüfungsabnahme berechtigten Person bewertet werden und im Bewertungsbogen für die Schweißer-/Bedienerprüfung eindeutig erfasst werden.

Das Formular des Bewertungsbogens für die Schweißer-/Bedienerprüfung im Anhang B ist eine Empfehlung, dessen Inhalt jedoch eine Mindestanforderung darstellt.

6.1.2 Besondere Anforderungen für die Schweißerprüfung

Die Schweißaufsichtsperson sollte den am schwierigsten zu schweißenden Werkstoff aus der Werkstoffgruppe auswählen, die vom Schweißer in der tatsächlichen Fertigung verwendet wird. Im praktischen Teil der Schweißerprüfung muss der Schweißer die Prüfstücke (siehe Tabelle 5) der entsprechenden Prüfung oder nach den von der Schweißaufsichtsperson festgelegten Sonderprüfungen unter Aufsicht der zur Prüfungsabnahme berechtigten Person nach vorgegebenen Bedingungen schweißen.

6.2 Theoretische Prüfung

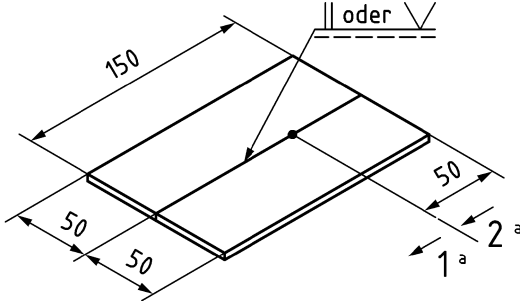
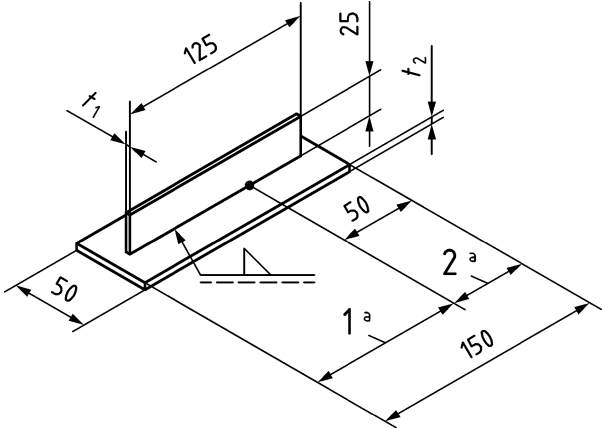
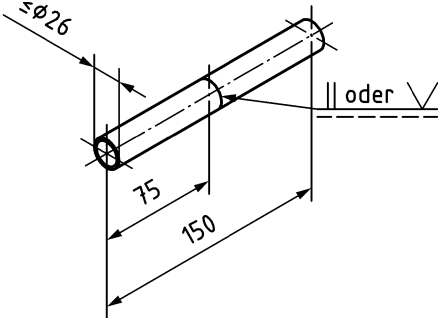
Eine theoretische Prüfung wird gefordert. Der Inhalt der theoretischen Prüfung und die Bewertung liegen in der Verantwortung der Schweißaufsichtsperson und müssen dokumentiert werden. Die Richtlinien sind im Anhang E beschrieben.

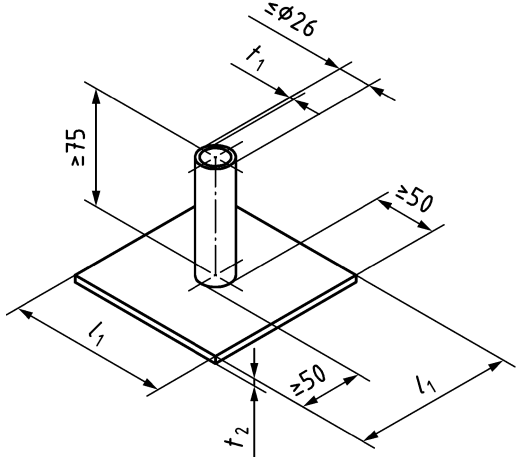
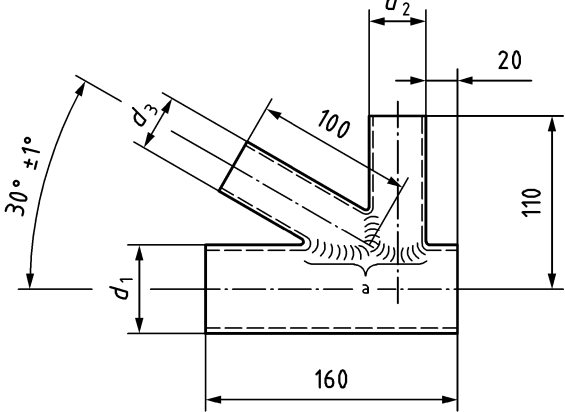
7 Prüfstücke

Prüfstücke (siehe Tabelle 5) müssen entsprechend der geforderten Schweißerprüfung verwendet werden, siehe 4.1.1.

Tabelle 5 — Prüfstücke

Maße in Millimeter

Prüf- stück- Nr.	Maße und Schweißbedingungen (Maße ohne Toleranzangaben sind Näherungswerte)	Bemerkungen
TP1	Skizze  ^a Schweißfolge — bei rissanfälligen Werkstoffen darf die Schweißfolge geändert werden	—
TP2	 ^a Schweißfolge	t_1: dünneres Blech/ dünnere Platte, t_2: dickeres Blech/ dickere Platte, $t_2 \geq 1,5 t_1$ ANMERKUNG Schweiß- richtung von rechts nach links oder umgekehrt.
TP3		—

Prüf- stück- Nr.	Maße und Schweißbedingungen (Maße ohne Toleranzangaben sind Näherungswerte) Skizze	Bemerkungen
TP4		$t_1 \leq t_2 \leq 1,5 t_1$
TP5	 ^a Alle Schweißungen, die durch Schuppung angezeigt sind, müssen ausgeführt werden.	Rohrwanddicke und Durchmesser wie in der Fertigung. Durchmesser-Verhältnisse: $d_1 > 1,2 d_2$ $d_3 \leq d_2$ Rohrachse: d_1: waagerecht d_2: senkrecht