

C8.4 Qualitätssicherungsspezifikation für die Herstellung und Errichtung von Druckteilen und deren Komponenten im Rahmen der Druckgeräte richtlinie (QSS-DGRL)

F		
E		
D		
C		
B		
A		
0	Erst-Erstellung	24.01.2025
Rev.-Index	Anmerkung	Datum

Inhaltsverzeichnis

1	ZWECK UND GELTUNGSBEREICH	3
2	VERWENDETE BEGRIFFE – DEFINITIONEN	3
3	QUALITÄTSSICHERUNG UND ANFORDERUNGEN IM RAHMEN DER DGRL	4
3.1	FORMALE RANDBEDINGUNGEN VOR FERTIGUNGSSTART	4
3.2	WERKSTOFFE	5
3.3	EINGANGSKONTROLLE VON HALBZEUGEN/BAUTEILEN	5
3.4	HALBZEUGE UND DEREN WEITERVERARBEITUNG ZU BAUTEILEN	6
3.4.1	UMSTEMPELUNGEN	6
3.4.2	KONTROLLE NACH SPANABHEBENDER BEARBEITUNG	6
3.4.3	VERARBEITUNG VON AUSTENITEN	6
3.5	UMFORMARBEITEN UND RICHTEN DURCH ANWÄRMEN	7
3.5.1	KALTBIEGUNGEN VON ROHREN MIT $DA \leq 76,1$ MM	7
3.5.2	WARMBIEGUNGEN VON ROHREN MIT $DA \leq 76,1$ MM	9
3.5.3	KALTBIEGUNGEN VON ROHREN MIT $DA > 76,1$ MM	10
3.5.4	INDUKTIVBIEGUNGEN VON ROHREN MIT $DA > 76,1$ MM	11
3.5.5	NACHWEIS DER WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN NACH WARMUMFORMUNGEN	12
3.5.6	RICHTEN DURCH ANWÄRMEN	13
3.6	SCHWEIßEN	13
3.6.1	GENERELLE FESTLEGUNGEN	13
3.6.2	VERFAHRENSPRÜFUNGEN	15
3.6.3	SCHWEIßERZEUGNISSE	16
3.6.4	HANDFERTIGKEITSPROBEN UND MASCHINENEINSTELLPROBEN	16
3.6.5	SCHWEIßPLÄNE	17
3.6.6	SCHWEIßANWEISUNGEN	18
3.6.7	ZULÄSSIGE SCHWEIßVERFAHREN NACH EN ISO 4063	18
3.6.8	ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN FÜR BESTIFTUNG, BOLZENSCHWEIßUNG MIT HUBZÜNDUNG AN DRUCKTRAGENDEN WANDUNGEN	20
3.6.9	VORWÄRMUNG UND WÄRMEBEHANDLUNG	20
3.7	ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNGEN	22
3.7.1	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	22
3.7.2	DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG (RT)	23
3.7.3	ULTRASCHALLPRÜFUNG (UT)	24
3.7.4	OBERFLÄCHENRISSPRÜFUNG (MT/ PT)	25
3.7.5	HÄRTEPRÜFUNG (HT)	25
3.7.6	VISUELLE PRÜFUNG (VT)	26
3.7.7	SPEKTRALANALYSE (ST)	27
3.7.8	KUGELDURCHLAUFVERSUCH	27
3.7.9	FEHLER, PRÜFUMFANGERHÖHUNG UND SCHWEIßVERBOT	27
3.8	ZERSTÖRENDE PRÜFUNGEN	27
3.9	ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN AN GASDICHT GESCHWEIßTE ROHRWÄNDE	28
3.10	PRÜFUMFANG HYDROSTATISCHE PRÜFUNGEN	28
3.11	ENDINSPEKTION (AG), ABNAHME (NoBo)	31
4.	ANLAGEN	31

1 Zweck und Geltungsbereich

Diese Qualitätssicherungsspezifikation (QSS) ergänzt die Qualitätsrichtlinie (QR) hinsichtlich Anforderungen an Lieferungen und Leistungen für Druckgeräte und Baugruppen im Bereich der Druckgeräte Richtlinie und auch Art. 4 Abs. 3 nach der DGRL 2014/68/EU (nachfolgend GIP). Zusätzlich vom Auftraggeber (AG) über die Ausschreibung dem Geltungsbereich zugeordnete Bauteile sind zu berücksichtigen.

Die QSS ist in vollem Umfang bindend für alle Auftragnehmer (AN) sowie in den anzuwendenden Teilen für die Unterauftragnehmer (UAN) der AN. Anforderungen aus der Richtlinie DGRL sowie den aktuellen allgemein anerkannten Regeln der Technik (EN- bzw. DIN-Normen, ggf. AD2000) sind ohne Einschränkung umzusetzen.

Werden in dieser QSS über angeführte EG-Richtlinien, Normen und andere branchenübliche Standards hinausgehende Anforderungen gestellt, so sind diese zusätzlich spezifizierten Anforderungen vom AN und seinen UAN einzuhalten sowie in seine Qualitätspläne und Qualitätssicherungsspezifikationen für Druckgeräte und Baugruppen zu übernehmen. Bei Unklarheiten ist mit dem AG vor der Vertragsunterzeichnung Kontakt aufzunehmen um diese abzuklären und ggf. erforderliche Änderungen in dieser QSS zu vereinbaren.

2 Verwendete Begriffe – Definitionen

Im Nachfolgenden werden folgende Begriffe wie folgt genutzt:

Begriff	Abkürzung	Beschreibung
Auftraggeber	AG	Kunde im Sinne der EN ISO 9000
Auftragnehmer	AN	Lieferant im Sinne der ISO 9000 und soweit zutreffend Hersteller im Sinne der DGRL für Druckgeräte bzw. im Sinne der MRL für Maschinen
Unterauftragnehmer	UAN	Alle Vor-, Zu- und Nachlieferanten sowie Lizenzpartner und andere Firmen, Gesellschaften, Institutionen und Personen, die ein Auftragsverhältnis zum AN zur Erfüllung dessen Lieferungen und Leistungen beim AG haben
Gewerk	-	Anlage/Kraftwerk mit allen Zwischen-/Hierarchiestufen: Halbzeug, Bauteil, Baugruppe (bestehend aus verbundenen Einzelteilen), Komponenten, Module, Funktionseinheiten, Systeme, Block/Anlage, Kraftwerk

Weitere Abkürzungen sind der Anlage 1 zu entnehmen.

3 Qualitätssicherung und Anforderungen im Rahmen der DGRL

Der AN ist gesamtverantwortlich für Auslegung, Design, Herstellung/Fertigung, Montage, Inbetriebsetzung bis hin zur Inbetriebnahme. Konstruktion, Herstellung/Fertigung, Montage und Prüfung der Druckgeräte und Baugruppen hat in Übereinstimmung mit der DGRL 2014/68/EU und den einschlägigen harmonisierten Normen EN 12952, EN 12953, EN 13480, EN 12266, EN 13445 (bzw. alternativ nach AD 2000-Regelwerk) zu erfolgen, insofern für den jeweiligen Lieferumfang des AN bzw. seiner UAN zutreffend. Für das Kesseldruckteil (EN 12952) ist zzgl. die Verbändevereinbarung Dampfkessel 003 (2011-01) zu erfüllen.

Der AN für die Baugruppe ist Hersteller im Sinne der DRGL und besitzt alle hierfür erforderlichen Qualifikationen und Zulassungen. Der Fertiger muss über eine Zertifizierung nach ISO 9001 basierend auf einem QM-Handbuch mit spezifischer Ausrichtung auf das Produkt verfügen oder ein kompatibles, gleichwertiges QM-System vorweisen können. Zudem sind Nachweise über Zulassung, Anerkennung als Fertigungsstelle auf der Basis EN ISO 3834-2, Zulassung nach AD 2000 (bei Anwendung AD 2000) und eine Befähigungserklärung des Herstellers des Druckteils in Anlehnung an EN 12952 Teil 5, Anhang F „Leitfaden für die Feststellung der Befähigung von Kesselherstellern“ vorzulegen. Befähigte Mitarbeiter in den Bereichen Auslegung, Berechnung, Konstruktion, Inspektion, Schweißen, Schweißaufsicht, SFI/EWE/IWE, Prüfen, Prüfaufsicht, Fertigung, Montage, Verfahrensprüfungen und Anweisungen für Schweißen, Umformverfahren, Wärmebehandlung und Prüfung sowie eine unabhängige Qualitätsstelle sind beim AN vorhanden.

Für die Konformitätserklärung hat der Hersteller das Modul gemäß dieser QS-Spezifikation der Anlage 2 zu wählen. Die Einbeziehung der mit dem AG abgestimmten benannten Stelle (nachfolgend NoBo)/anerkannten Prüfstelle erfolgt –insofern für den Lieferumfang des AN bzw. seiner UAN zutreffend- im Umfang der EN 12952 Beiblatt 1 (CEN/CR 12952 Teil 17) bzw. EN 12953 Beiblatt 1 (CEN/CR 12953 Teil 14) bzw. EN 13480 Beiblatt 1 (CEN/TR 13480 Teil 7) bzw. EN 13445 Beiblatt 1 (CEN/CR 13445 Teil 7) bzw. AD 2000 und dieser Qualitätsspezifikation. Die Kosten von NoBo/anerkannter Prüfstelle trägt vollumfänglich der AN, ebenso die Kosten für von NoBo/anerkannter Prüfstelle angeforderten Zusatzinformationen, Unterlagen, Prüfungen und Dokumentationen. Auch werden sämtliche Forderungen der benannten Stelle/anerkannten Prüfstelle vom AN erfüllt ohne daraus das Recht auf Mehrforderungen oder Terminüberschreitungen gegenüber dem AG herleiten zu können. Dies gilt auch für den Fall, dass dabei eine Neufertigung der betroffenen Komponente verlangt wird.

Für alle Komponenten, Beistellungen oder Aktivitäten sind vom AN für die Herstellung und Montagen qualitätssichernde Vorgaben und Aktivitäten in Form von QS-Spezifikationen, Werkstoffprüfblättern, Inspektions- und Prüfplänen (IPP) vorzusehen und alle diesbezüglichen Dokumente dem AG vorzulegen. Diese werden von diesem – nach evtl. Ergänzung – freigegeben. Der Ablauf ist in der QR beschrieben.

Soweit aus vom AN verursachten Gründen Prüfungen wiederholt werden müssen, gehen sämtliche hierfür anfallenden Kosten zu Lasten des AN.

3.1 Formale Randbedingungen vor Fertigungsstart

Folgende Unterlagen müssen vor Beginn der Fertigung –insofern für den Lieferumfang zutreffend- für DGRL Kategorie III/IV von einem NoBo bzw. einer anerkannten Prüfstelle sowie für DGRL Kategorie I/II und GIP vom AN (alternativ im Auftrag des AN von einem NoBo bzw. einer anerkannte Prüfstelle) freigegeben vorliegen:

- Zulassung des Fertigers
- Zeichnungen
- Umstempelungsvereinbarung
- Verfahrensprüfungen (Schweißen WPQR und Biegen BPQR)
- Schweißpläne (WPS)
- Schweißerliste
- Schweißerprüfungen
- Verfahrensanweisung für Rohrbiegearbeiten
- Verfahrensanweisungen für Wärmebehandlungen
- Verfahrensanweisungen für ZfP
- Prüfpläne
- Prüferliste

Jegliche Fertigung vor Freigabe der Zeichnungen und Dokumente der Entwurfsprüfung seitens einem NoBo/einer anerkannten Prüfstelle geschieht auf alleiniges Risiko des AN. Die Anforderungen aus der QR Kapitel 6.3 Q-Qualitätsstufe III „Fertigungsanlauf“ sind vom AN und dessen UAN erfüllt.

3.2 Werkstoffe

Es sind ausschließlich im Kraftwerksbau bewährte Werkstoffe einzusetzen (auch für GIP), alle Werkstoffe und Schweißzusatzwerkstoffe müssen den Anforderungen der Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU gemäß Artikel 15 mit Anhang 1 Absatz 4 entsprechen und die Anforderungen der VGB-S-109 „Werkstoffspezifikation für drucktragende Komponenten in fossil befeuerten Kraftwerken“ erfüllen. Für Schweißzusatzwerkstoffe müssen Eignungsprüfungen durch VdTÜV Kennblätter vorliegen.

Für druckführende Komponenten darf Grauguss mit Ausnahme C22 nicht verwendet werden. Der Einsatz von Grauguss bedarf in jedem Fall der Genehmigung des AG, für DGRL Kategorie III/IV von einem NoBo bzw. einer anerkannten Prüfstelle.

Insbesondere Korrosionsschäden durch galvanische Effekte müssen ausgeschlossen werden. Die Auslegung, Auswahl der Werkstoffe und die Methoden der Montage müssen so gewählt werden, dass diese Effekte minimal gehalten oder ausgeschlossen werden.

Alle Anlagenteile wie z. B. Pumpen, Rohrleitungen, Wärmetauscher, Messinstrumente, usw., die mit Trinkwasser, Industrierwasser, Abwässern in Berührung kommen, müssen so ausgelegt sein, dass Fouling und Korrosion verhindert werden. Gleiches gilt für Ausrüstungen, die mit feuchten Gasen unterhalb des Taupunktes in Kontakt kommen.

3.3 Eingangskontrolle von Halbzeugen/Bauteilen

Halbzeuge und Bauteile sind einer Eingangskontrolle in Bezug auf:

- Transportschäden
 - Ordnungsgemäße Verpackung (z.B. auch: Verschluss der Rohrenden mit Kappen)
 - Abmessung
 - Oberflächenbeschaffenheit (auch innen im Sichtbereich z.B. bei der Anlieferung von Rohrbündeln)
 - Ordnungsgemäße Stempelung/Kennzeichnung
 - Überprüfung der Dokumentation
- zu unterziehen.

Bei Seetransport sind -insofern keine anderen Abstimmungen vorliegen- folgende Punkte zusätzlich zu kontrollieren:

- Außenanstrich entsprechend Herstellerangaben
- Innenschutz
- Vollständige Verpackung der Halbzeuge/Bauteile mit Polypropylen-Matten

Müssen Prüfungen nachgeholt werden, oder müssen die Werkstoffeigenschaften im Zusammenhang mit der Weiterverarbeitung über eine komplett neue Wärmebehandlung (Normalisieren, Vergüten) neu eingestellt werden, so ist ein 3.2 Zeugnis neu auszustellen. Das Originalzeugnis ist als Anlage zu kennzeichnen und in die Dokumentation mit zu übernehmen. Alle legierten Werkstoffe sind zu 100 % auf Werkstoffverwechslung (Spektralanalyse oder gleichwertiges Verfahren) zu prüfen.

3.4 Halbzeuge und deren Weiterverarbeitung zu Bauteilen

3.4.1 Umstempelungen

Die Umstempelung von abzutrennenden Teilen ist nur gemäß der von einem NoBo/einer anerkannten Prüfstelle genehmigten Umstempelungsvereinbarung zulässig, die Umstempelungsberechtigten sind hier namentlich zu benennen. Die Umstempelung von Werkstoffen ist auch im Bereich der EN 13445 umzusetzen. Werkstoffbelegungen mit 3.2-Zeugnissen sind für legierte Stähle und 16Mo3 immer zu erhalten, die Kosten trägt der AN.

3.4.2 Kontrolle nach spanabhebender Bearbeitung

Nach spanabhebender Bearbeitung sind die Hauptabmessungen, Maßhaltigkeit der Bohrungen und der Bohrfelder, Anpassdurchmesser und die Oberflächenbeschaffenheit zu kontrollieren. Die kleinste Wanddicke im Bereich der größten Verschwächung ist entsprechend den Vorgaben in der Zeichnung zu protokollieren.

Bei Wandtemperaturmessstellen am Bauteil sind Maßprotokolle über die Gesamt- und die Restwanddicke im Bereich der Bohrung zu erstellen. Aus dem Protokoll muss die Eintauchtiefe des Thermoelementschutzrohres ersichtlich sein.

Die Oberflächenrissprüfung der Schweißnahtvorbereitung kann auch für die Baustellennähte schon im Herstellerwerk erfolgen. Ein Nachweis muss mit den Bauteilen mitgeliefert werden.

3.4.3 Verarbeitung von Austeniten

Für die Verarbeitung von Austeniten sind folgende Punkte zu beachten:

- Lagerung ohne Ferritkontakt auf Holz in trockener Umgebung und Abgrenzung zum "Ferrit-Lager"
- Zur Lastaufnahme sind gummierte Hebebänder, Hanf oder Perlonseide zu verwenden
- Kontakt mit ferritischem Schleifstaub ist durch Trennwände zu vermeiden
- Keinen Kontakt mit chlorhaltigem oder salzhaltigem Wasser
- Bei Schweißarbeiten an Austeniten sind die Schweißkanten vor Beginn der Schweißarbeiten zu reinigen (entfetten)
- Anlauffarben bis strohgelb (nach DIN 25410 Anhang F) sind zulässig, dunklere Anlauffarben sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden bzw. vollständig und sorgfältig zu entfernen; unter kritischen Einsatzbedingungen (Medium, Temperatur) sind Anlauffarben unzulässig
- Generell sind die Nähte nach dem Schweißen im warmen Zustand mit einer rotierenden austenitischen Bürste zu säubern
- Der AN weist über eine Arbeitsprobe die Eignung seiner gewählten Arbeitsprozesse hinsichtlich Vermeidung unzulässiger Anlauffarben nach, hierzu wird die Arbeitsprobe aufgetrennt und auch die Wurzelseite bewertet

3.5 Umformarbeiten und Richten durch Anwärmen

Es müssen gültige, werkstoffbezogene Rohrbiegeverfahrensprüfungen von einer benannten Stelle/einer anerkannten Prüfstelle ausgestellt, vorliegen.

Die Rohrbiegeverfahrensprüfungen sind Bestandteil der Prüfung der Hersteller-Voraussetzungen im Rahmen des Startgespräches mit AN und AG.

Die Benannte Stelle für die Anlage muss über den Umfang der Umformarbeiten in der jeweiligen Fertigungsstätte vor dem Startgespräch informiert werden. Dies erfolgt in Form einer Fertigungsliste mit Zuordnung der entsprechenden Bauteile zum Fertiger.

3.5.1 Kaltbiegungen von Rohren mit $D_a \leq 76,1$ mm

Für Kaltbiegungen gelten folgende Festlegungen:

- Kaltbiegungen im Zeitstandbereich bedürfen der Zustimmung des AG, für DGRL Kategorie III/IV zusätzlich von einem NoBo bzw. einer anerkannten Prüfstelle
- Biegeverfahrensprüfungen für 16 Mo3 decken P235GH ab
- Biegeverfahrensprüfungen für 10CrMo9-10 decken 13CrMo4-5 ab
- Kaltbiegungen sind nur zulässig, wenn in der Verfahrensprüfung nachgewiesen wird, dass die Härte im verformten Bereich nicht mehr als 60 HV über der Härte des unverformten Grundwerkstoffs liegt
- Kaltbiegungen mit einem R_m/D_a – Verhältnis $< 1,3$ sind unzulässig; Ausnahmen sind nur in Einzelfällen möglich und mit AG und NoBo vor der Auslegung abzustimmen
- Bei innenliegenden Rohrschlangen (z.B. Heizflächenrohren innerhalb Kessel oder Wärmetauscher) sowie Tragrohren, Verbindungsrohren, Entwässerungs-/Entlüftungsrohren, Bypässe und Messleitungen mit $D_a \leq 76,1$ mm sind die Bestimmungen für Unrundheit und Wellenbildung des VGB-Standards VGB-S-013 Kap. 7.2.3/7.2.4 einzuhalten, der Grenzwert für die Unrundheit ist jedoch auf ≤ 8 % beschränkt
- Bei außenliegenden Rohrleitungen im Bereich der EN 13480 sind die Bestimmungen für Unrundheit und Wellenbildung der VGB-R 508L Kap. 4.1 mit max. 4 % einzuhalten, für alle weiteren Druckgeräte und Baugruppen ist der VGB-Standards VGB-S-013 Kap. 7.2.3/7.2.4 bindend.

Aus den werkstoffbezogenen Prüfplänen ist zu entnehmen, ob eine Wärmebehandlung nach dem Biegen erforderlich ist und welche Prüfungen durchzuführen sind. Die genauen Parameter der Wärmebehandlung sind dem AG vor Fertigungsbeginn mitzuteilen, hierbei sind die Anlasstemperaturen im Abnahmeprüfzeugnis des Halbzeuges zu berücksichtigen. Die Wärmebehandlung ist im Ofen, vorausgesetzt wird eine homogene Ofentemperierung durchzuführen.

Ist eine Neuvergütung oder Lösungsglühen erforderlich, sind Prüfungen gemäß dem Abschnitt für Warmumformungen durchzuführen.

Nicht zulässig sind:

- Rückverformung,
- Richtarbeiten mit der Flamme im umgeformten Bereich,
- Schweißarbeiten im umgeformten Bereich.

Probiebungen vor Fertigungsbeginn

Vor Fertigungsbeginn sind vom kleinsten vorkommenden Biegeradius, je Werkstoff und Abmessung, Probiebiebungen anzufertigen. Die o.a. Grenzwerte für Unrundheit und Wellenbildung der Kaltbiebungen sind einzuhalten und zu protokollieren.

Bei den Probiebiebungen ist für die Wanddicke die zulässige Minustoleranz der Wanddicke einzusetzen. Die Anforderungen an die Wanddicke gelten auch für $Da \leq 80$ mm und sind zu messen und zu protokollieren.

Prüfungen an Probiebiebungen

- Oberflächenrissprüfung: Umgeformter Bereich
- Härteprüfung: Unverformter Bereich und in der Mitte des Bogens innen und außen
- Kontrolle der Wellenbildung
- Kontrolle der Wanddicken und der Unrundheit an den geschnittenen Probiebiebungen
- Schnitte bei Biegewinkel $\leq 45^\circ$: Anfang, Mitte und Ende des Bogens
- Schnitte bei Biegewinkel $> 45^\circ$: Anfang, Mitte und Ende des Bogens und dazwischen jeweils in der Ebene der Winkelhalbierenden.
- Messstellen: An den Schnittebenen jeweils Bogen-innenseitig und Bogen-außenseitig
- Die Protokolle müssen auch die zulässigen Werte der Wanddicken und der Ovalität enthalten, sowie einen Stempelabdruck oder Foto als Übersicht der Schnittbereiche.

Prüfungen während der Fertigung

Maßkontrolle an Bögen je Serie aus der laufenden Fertigung. Der erste Bogen jeder Abmessung ist immer zu prüfen. Es ist die Wanddicke sowie die Unrundheit wie folgt zu prüfen und zu protokollieren:

- Wanddicke außen und wenn möglich innen
- Unrundheit
- Wellenbildung

Die o.a. Grenzwerte für Unrundheit und Wellenbildung der Kaltbiegungen sind einzuhalten.

3.5.2 Warmbiegungen von Rohren mit $D_a \leq 76,1$ mm

Die Vorgehensweise bei der Herstellung von Warmbiegungen an Rohren zur Herstellung von z. B. Brennerausbiegungen, engen Rohrbögen oder Pressbögen ist zuvor mit AG und NoBo abzustimmen und Bedarf der Freigabe. In jedem Fall sind solche Arbeiten nur von hierfür besonders geschultem und erfahrenem Personal durchzuführen. Nach dem Biegen sind Rückstände wie Sand und Zunder restlos zu entfernen. Dieses kann durch Beizen, bzw. Strahlen erfolgen.

Kontrolle der Umformarbeiten

Die Temperaturen sind registrierend im Umformbereich zu messen (z.B.: über Infrarotthermometer) und zu dokumentieren. Die Umformtemperatur muss durch die Verfahrensprüfung abgedeckt sein.

Probekbiegungen vor Fertigungsbeginn, Prüfungen an Probekbiegungen und Prüfungen während der Fertigung entsprechend Kap. 3.5.1.

Wärmebehandlung nach dem Umformen

Wärmebehandlung entsprechend den Vorschriften für den Werkstoff unter Berücksichtigung der Angaben im Abnahmeprüfzeugnis des Halbzeuges. Bestätigung der Wärmebehandlung über Glühdiagramme, welche eine eindeutige Zuordnung zum Bauteil zulassen. Normalisierte Stähle (z.B. 16Mo3) werden nach der Warmumformung in jedem Fall neu normalisiert, vergütete Stähle werden nach der Warmumformung neu vergütet.

Die Wärmebehandlung von Martensiten hat direkt nach der Umformung zu erfolgen. Schutz vor Feuchtigkeit und Schlägen ist zu gewährleisten.

Zerstörende Prüfungen

Zerstörenden Prüfungen sind nur von einem nach EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor durchzuführen. Die Proben für die zerstörenden Prüfungen (ZP) sind aus Überlängen zu nehmen.

Bevorzugte Probennahme für mechanisch-technologische Prüfungen ist quer, soweit technisch möglich, ansonsten erfolgten die Probennahme längs.

Zerstörungsfreie Prüfungen

Der Prüfumfang ist Anlage 3 zu entnehmen.

» 100% OFR-Prüfung

An den warmumgeformten Bereichen wird an jedem Stück eine Oberflächenrissprüfung auf Längs- und Querfehler durchgeführt. Die Oberflächenrissprüfung erfolgt bei ferritischen, bainitischen oder martensitischen Werkstoffen mittels Magnetpulverprüfung nach EN10246-12, Zulässigkeitsgrenze M1. Risse sind unzulässig.

» Härteprüfung

Im Biegescheitel sind je 3 Eindrücke pro 90° im Umfangsrichtung versetzt zu messen (Zugzone, Druckzone, neutrale Faser). Als Referenzmessung sind 3 Eindrücke am freien Ende zu setzen. Alle Messwerte sind so zu protokollieren, dass eine eindeutige Zuordnung zum Bauteil möglich ist.

» Maß- und Sichtkontrolle

Die Hauptabmessungen sowie sicherheitstechnisch wichtige Maße sind auf Maßhaltigkeit gemäß vorgeprüfter Zeichnung zu prüfen.

Die Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10216-2 Punkt 8.4.1 ist zu prüfen, zusätzlich müssen die Bauteile frei von Zunder, Fett und Öl sein. Die innere Oberfläche muss SA 2,5 nach ISO 8501-1 entsprechen. Die Riefentiefe ist auf 0,5 mm beschränkt. Für die Wellenbildung gilt im Bereich der EN 13480 die VGB-R 508 L Kap. 4.1, für alle weiteren Druckgeräte/Baugruppen der VGB-Standard VGB-S-013 Kap. 7.2.4

Es ist die sachgemäße Kennzeichnung und Stempelung zu prüfen

3.5.3 Kaltbiegungen von Rohren mit $D_a > 76,1$ mm

Für Kaltbiegungen gelten folgende Festlegungen:

- Kaltbiegungen für Rohre mit $D_a > 76,1$ mm sind nur für die Werkstoffe P235GH, 16Mo3, 13CrMo4-5 und 10CrMo9-10 zulässig.
- Kaltbiegungen im Zeitstandbereich bedürfen der ausdrücklichen Zustimmung des AG, für DGRL Kategorie III/IV zusätzlich von einem NoBo bzw. einer anerkannten Prüfstelle sowie von der ZÜS.
- Kaltbiegungen ohne Wärmenachbehandlung sind nur zulässig, wenn in der Verfahrensprüfung nachgewiesen wird, dass die Härte im verformten Bereich nicht mehr als 60 HV über der Härte des unverformten Grundwerkstoffs liegt.
- Kaltbiegungen müssen ein R_m/D_a – Verhältnis $\geq 3,0$ haben, Abweichungen bedürfen der Zustimmung von AG und NoBo.
- Bei außenliegenden Rohrleitungen sind die Grenzwerte für Unrundheit und Wellenbildung der VGB-R 508L Kap. 4.1 für alle R_m/D_a – Verhältnisse einzuhalten.

Aus den werkstoffbezogenen Inspektions- und Prüfprogrammen ist zu entnehmen, ob eine Wärmebehandlung nach dem Biegen erforderlich ist und welche Prüfungen durchzuführen sind.

Wärmebehandlung entsprechend den Vorschriften für den Werkstoff unter Berücksichtigung der Angaben im Abnahmeprüfzeugnis des Halbzeuges. Die Wärmebehandlung ist im Ofen durchzuführen.

Bestätigung der Wärmebehandlung über Glühdiagramme, welche eine eindeutige Zuordnung zum Bauteil zulassen.

Nicht zulässig sind:

- Rückverformung,
- Richtarbeiten mit der Flamme im umgeformten Bereich,
- Schweißarbeiten im umgeformten Bereich.

3.5.4 Induktivbiegungen von Rohren mit $D_a > 76,1$ mm

Die Vorgehensweise (Prozedur) bei der Herstellung von Induktivbiegungen ist jederzeit beim Fertiger für AG oder dessen Beauftragten einsehbar. In jedem Fall sind solche Arbeiten nur von hierfür besonders geschultem und erfahrenem Personal durchzuführen. Nach dem Biegen sind Rückstände restlos zu entfernen. Dieses kann durch Beizen, bzw. Strahlen erfolgen.

Bei $D_a \geq 133$ mm sind die Wanddicken gemäß EN 12952-3, Abschnitt 11.3 und Anhang A oder Mannesmann Biegekoeffizienten (Jahr 1987) auszuführen. Die erforderlichen Wanddicken Innenfaser und Außenfaser sind in der Zeichnung oder ergänzenden Unterlagen vorgegeben. Andere Vorgehensweisen benötigen die Freigabe des AG.

Weitere allgemeine Grundsätze

Die Ausführung der Rohrbiegungen hat so zu erfolgen, dass ein gleichmäßiger, versatzfreier Übergang vom geraden Rohr in den Bogenbereich gegeben ist.

Zur Vermeidung von Aufkohlungen muss sich das Rohrmaterial in einem einwandfreien sauberen Zustand, frei von Fett, Öl, Farbe etc. befinden.

Der Bereich des Rohres mit der größten Wanddicke ist in den Bereich der Zugzone zu legen.

Kontrolle der Umformarbeiten

Die Temperaturen sind registrierend an Zug- und Druckzone zu messen und zu dokumentieren.

Für die Zugzone wird der untere Temperaturbereich aus den Vorschriften für den Werkstoff empfohlen (EN 12952-5, EN 13480 und VdTÜV-WBL). Die Umformtemperatur muss durch die Verfahrensprüfung abgedeckt sein.

Wärmebehandlung nach dem Umformen

Wärmebehandlung entsprechend den Vorschriften für den Werkstoff unter Berücksichtigung der Angaben im Abnahmeprüfzeugnis des Halbzeuges.

Bestätigung der Wärmebehandlung über Glühdiagramme, welche eine eindeutige Zuordnung zum Bauteil zulassen. Normalisierte Stähle (z.B. 16Mo3) werden nach der Warmumformung in jedem Fall neu normalisiert, vergütete Stähle werden nach der Warmumformung neu vergütet.

Die Wärmebehandlung von Martensiten hat direkt nach der Umformung zu erfolgen. Schutz vor Feuchtigkeit, Erschütterungen und Schlägen ist zu gewährleisten.

Zerstörende Prüfungen (ZP)

Die ZP sind von einem nach EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor durchzuführen. Bei Durchführung der ZP durch den Hersteller mit qualifiziertem Eigenpersonal ist vom AN der

Nachweis der Eignung zu erbringen, wenn keine Akkreditierung vorliegt. Proben für die ZP sind aus Überlängen zu nehmen.

Bevorzugte Probennahme ist quer, soweit technisch möglich, ansonsten erfolgt die Probennahme längs. Der Umfang der Zerstörenden Prüfungen ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Anforderungswerte sowie die Durchführung der Prüfung ist in den entsprechenden Werkstoffprüfblättern vorgegeben.

Zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP)

Der Prüfumfang ist Anlage 4 zu entnehmen.

» OFR-Prüfung

100 % OFR-Prüfung für Werkstoffgruppen 4 und 5 ab $W_d \geq 15$ mm. Für alle weiteren Werkstoffe/Abmessungen 10 % im Bereich der Biegung.

Die Oberflächenrissprüfung erfolgt bei ferritischen, bainitischen oder martensitischen Werkstoffen mittels Magnetpulverprüfung nach EN10246-12, Zulässigkeitsgrenze M1, wenn möglich, ansonsten mittels PT. Risse sind unzulässig.

» Härteprüfung

Im Biegescheitel sind je 3 Eindrücke pro 90° im Umfangsrichtung versetzt zu messen (Zugzone, Druckzone, neutrale Faser). Als Referenzmessung sind 3 Eindrücke am freien Ende zu setzen. Alle Messwerte sind so zu protokollieren, dass eine eindeutige Zuordnung zum Bauteil möglich ist.

» Maß- und Sichtkontrolle

Die Hauptabmessungen sowie sicherheitstechnisch wichtige Maße sind auf Maßhaltigkeit gemäß vorgeprüfter Fertigungszeichnung zu prüfen und zu protokollieren (Biegeradius, Schenkelbaumaße, Biegewinkel). Ovalität und Wellenbildung sind gemäß VGB-R 508 L Kap. 4.1 oder Mannesmann Biegekoefizienten (Jahr 1987) zu protokollieren. Die Anforderungswerte sind im Protokoll anzugeben.

Zudem ist eine US-Wanddickenmessung in Zug- und Druckzone durchzuführen und zu protokollieren.

Die Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10216-2 Punkt 8.4.1 ist zu prüfen, zusätzlich müssen die Bauteile frei von Zunder, Fett und Öl sein. Die innere Oberfläche muss SA 2,5 nach ISO 8501-1 entsprechen. Die Riefentiefe ist auf 0,5 mm beschränkt. Es ist die sachgemäße Kennzeichnung und Stempelung zu prüfen, siehe Anforderungen in dem entsprechenden Werkstoffprüfblatt.

3.5.5 Nachweis der Werkstoffeigenschaften nach Warmumformungen

Nach Warmumformungen erfolgt auf jeden Fall eine komplett neue Wärmebehandlung (Normalisieren bzw. Vergüten). Zur Dokumentation der Werkstoffeigenschaften ist ein 3.2 Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204 zu erstellen, indem die Umsetzung der Anforderungen dieser Fertigungsanweisung bestätigt wird.

Folgende vorgeprüften Dokumente sind in diesem Abnahmeprüfzeugnis zu erwähnen:

- Zeichnung (Vorprüfnummer)
- As-built Zeichnung
- Materialspezifikation/ Werkstoffprüfblatt

- Inspektions- und Prüfprogramm

Die Richtigkeit der Angaben und die Einhaltung der Vorgaben in den genannten Dokumenten ist in dem 3.1 Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204 mit Freigabe eines NoBo oder 3.2 Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204 zu bestätigen.

3.5.6 Richten durch Anwärmen

Richten durch Anwärmen darf nur nach Arbeitsvorschriften ausgeführt werden, die von AG und NoBo freigegeben sind. Die Arbeitsvorschrift muss Angaben zur Temperatur und Temperaturüberwachung und -protokollierung beinhalten.

Temperaturen entsprechend der jeweils werkstoffbezogenen Spannungsarmglühtemperatur dürfen nicht überschritten werden. Richten durch Anwärmen an Sammlern aus martensitischen Stählen erfolgt über elektrische Wärmeeinbringung oder durch die entsprechende Lagerung des Sammlers während der Wärmebehandlung nach dem Schweißen. Die Warmrichtarbeiten sind AG und NoBo rechtzeitig schriftlich zu melden, damit eine Überwachung möglich ist. In Biegebereichen sind Warmrichtarbeiten nicht zulässig. Die Temperaturen sind zu messen und zu protokollieren. Prüfungen sind dem entsprechenden QS-Plan zu entnehmen.

3.6 Schweißen

3.6.1 Generelle Festlegungen

Schweißerliste

Es ist eine Schweißerliste mit folgendem Inhalt zu führen:

- Name und Schweißernummer des Schweißers
- Prüfgruppenbezeichnung
- Gültigkeit (Datum)
- Handfertigkeitsprobe
- Datum von Beginn und Ende der Schweißarbeiten am Projekt

Für die Montage sind vor Arbeitsbeginn die Schweißerpässe im Original der Bauleitung des AG zur Einsichtnahme vorzulegen.

Arbeitsproben / Handfertigkeitsprüfung

Jeder Schweißer hat auf der GKM Baustelle vor Aufnahmen der Schweiß Tätigkeit eine Handfertigkeitsprüfung erfolgreich zu erstellen. Bei Bedarf kann eine weitere Arbeitsprobe vom AG verlangt werden. Der AG kann zur eigenen Überprüfung bis zu maximal 3 Probenähfte unter verschiedenen Schweißbedingungen von jedem Schweißer verlangen. Dies gilt auch für den Fall, dass während der Auftragsabwicklung die Arbeitsbedingungen wechseln.

Schweißaufsicht

Eine Schweißaufsicht nach EN ISO 14731 muss benannt und während der Schweißarbeiten ständig vor Ort sein. Die Schweißaufsicht auf der Baustelle muss die Vertragssprache (Deutsch) beherrschen, die Schweißaufsicht bei UAN muss die Vertragssprache (Deutsch) oder Englisch in ausreichender Form beherrschen.

Mindesttemperatur bei Schweißarbeiten

Die Schweißarbeiten sind zugluftfrei und wettergeschützt auszuführen. Bei Umgebungstemperaturen $T < 5^{\circ}\text{C}$ sind die Schweißarbeiten einzustellen. Vom AN sind besondere Maßnahmen zu treffen um die Schweißarbeiten fortzuführen. Hierzu muss der AN dem AG ein Schweißsicherungskonzept vorlegen indem Maßnahmen zum Schutz des Schmelzbades vor kalten Temperaturen, Zugluft etc. beschrieben sind. Diese sind zeitlich zu terminieren und während der Ausnahmeregelung täglich vom AN zu überprüfen und dem AG mitzuteilen. Der AG muss den Maßnahmenkatalog freigeben. Erst danach können die Schweißarbeiten temporär fortgesetzt werden.

Wird werkstoff- und wanddickenbezogen keine Vorwärmtemperatur vorgeschrieben, so ist der Schweißnahtbereich schwitzwasserfrei anzuwärmen. Dies gilt auch für Heftscheidungen.

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist die Eignung der Schweißplatzeinrichtung (Zugänglichkeit, Standsicherheit, Windgeschütztheit, Temperatur) durch die Schweißaufsicht zu kontrollieren.

Schweißzusatzwerkstoffe

Für die verwendeten Schweißzusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe muss ein gültiges VdTÜV-Kennblatt bei Einsatz im Zeitstandbereich vorliegen. Generell ist mind. ein Werkszeugnis 2.2 erforderlich.

Einlegeringe und Badsicherung

Einlegeringe sind nicht zulässig. Bleibende Ringe und Unterlagen zur Badsicherung sind nicht zulässig.

Zünd- und Heftstellen

Heftnähte sind ausschließlich von qualifiziertem Personal nach EN ISO 9606 auszuführen. Der Lichtbogen darf nur in der Naht gezündet werden. Zündstellen sind zu schleifen und einer Oberflächenrissprüfung und ggf. einer Härteprüfung zu unterziehen. Heftstellen sind, soweit technisch möglich, mindestens 30 mm lang auszuführen. Gerissene oder nicht einwandfreie Heftstellen sind vollständig auszuschleifen und mittels zf-Prüfung (PT, MT) gegenzuprüfen. Die Heftstellen sind an den Enden vor dem Überscheiden dünn zu schleifen und von der Schweißaufsicht zu kontrollieren.

Hilfsschweißungen unterliegen ebenso den Anforderungen der Schweißpläne für die entsprechenden Werkstoffkombinationen und sind nur durch Schleifen zu entfernen. Es sind OFR -Prüfungen durchzuführen.

Anforderungen an die Schweißnahtgüte

Generell erfolgt die Bewertung von Stumpfnähten bzw. Kehlnähten gemäß EN ISO 5817, Bewertungsgruppe B. Fluchtwinkelschnitte (Winkelversatz der Mittellinien) sind $> 1^{\circ}$ nicht zulässig, zwischen $> 1^{\circ}$ und $< 3^{\circ}$ ist ein rechnerischer Nachweis erforderlich.

Der Kantenversatz ist von der Schweißaufsicht wie folgt zu kontrollieren:

$< \text{DN}80$: Bewertung visuell in Stichproben (5 %) an 4 Stellen über den Umfang
 $\geq \text{DN}80$: Bewertung visuell und Messung an 4 Stellen bzw. bei $> \text{DN}600$ an 8 Stellen über den Umfang

Ab $\text{Da} \geq 133 \text{ mm}$ sind von der Schweißaufsicht Messprotokolle für den Kantenversatz zu erstellen, in denen auch die Kontrolle der o.g. anderen Punkte aufgelistet und bestätigt sind. Zulässiger Kantenversatz gemäß EN 5817 B/EN 12952-5 Tab. 8.11.1 (Versatztoleranzen für Rohröffnungen):

Durchmesser der Rohröffnung [mm]	Maximale Differenz der Innendurchmesser [mm]	Maximaler Mittellinienversatz des angrenzenden Rohres [mm]
----------------------------------	--	--

≤ 80	1,0	1,0
80 bis 300	1,5	1,5
> 300	2,0	2,0

Bezüglich der maximalen Härtewerte gilt VGB-Standard VGB-S-013 Kap. 4.1 Tabelle 1 für Kessel und Druckbehälter bzw. VGB-R 508L Kap. 6.6.7 Tafel 6 für Rohrleitungen im Bereich der EN 13480.

Kontrolle der Nahtvorbereitung gemäß Schweißplan/Schweißanweisung:

- Sauberkeit
- Wanddicke
- Öffnungswinkel
- Nahtform
- Schweißspalt
- Riefenfreiheit
- ordentliche Abhängung, Schellen und Fixierung der zu verbindenden Teile
- Kantenversatz

Kerbfreiheit von Schweißnähten

Schweißnähte bei legierten Werkstoffen, außer aus Werkstoff 16Mo3 sind ab $Da \geq 76,1$ mm kerbfrei zu beschleifen. Prüffähig ausgeführte Nähte können in Abstimmung mit dem AG belassen werden. Derartige Nähte sind vor der Ausführung im Startgespräch in Listenform vorzustellen und vom AG freizugeben. Wenn eine Ultraschallprüfung nach AD2000 HP5/3 vorgesehen ist, ist die Naht rohreben zu beschleifen. Bei Schweißnähten ab $Da \geq 133$ mm gilt dies für alle Werkstoffe. Zudem ist in die Wurzel Kerbfreiheit sicherzustellen.

Bei Nähten an Abzweigen (Stutzen, Nippel) sowie Anschweißteile mit DHY-Nahtvorbereitung ist die Wurzel mit WIG durchzuschweißen. Ein Restspalt ist unzulässig.

Ausführung von Bedarfsnähten, Reparaturschweißungen

Vor Ausführung von Bedarfsnähten bzw. Reparaturen die durch die freigegebene Schweißanweisung nicht abgedeckt sind bzw. systematische Fehler betreffen, ist in Absprache mit AG und dem NoBo ein Reparaturplan zu erstellen.

3.6.2 Verfahrensprüfungen (VP)

Die Verfahrensprüfungsberichte des Fertigers gem. EN ISO 15614-1, EN ISO 15607, ausgestellt von einer benannten Stelle/anerkannten Prüfstelle, müssen die technischen Anforderungen der Schweißpläne des Herstellers erfüllen. Wird die Fertigung im DGRL-Bereich um mehr als 1 Jahr unterbrochen, sind die Verfahrensprüfungen zu wiederholen. Die Gültigkeit ist anhand von einer durch eine benannte Stelle/anerkannten Prüfstelle abgestempelten Liste nachzuweisen.

Der AG und die Benannte Stelle müssen über den Umfang der Schweißarbeiten in der jeweiligen Fertigungsstätte vor dem Startgespräch informiert werden. Dies erfolgt in Form einer Fertigungsliste mit Zuordnung der entsprechenden Bauteile zum Fertiger. Die Verfahrensprüfungen des Fertigers müssen die inhaltlichen Angaben (Glühtemp./-zeit) der vorgeprüften Schweißpläne des Herstellers abdecken.

Für Rohr-Steg-Rohr-Schweißungen und Steg-Steg-Schweißungen ist zusätzlich Kapitel 3.9 zu beachten.

Die Verfahrensprüfung für Werkstoff 16Mo3 schließt den Werkstoff P235GH mit ein. Ansonsten sind die Verfahrensprüfungen pro Werkstoff und Werkstoffkombination durchzuführen.

3.6.3 Schweißerzeugnisse

Es müssen Originalzeugnisse vorgelegt werden. Anforderung gemäß EN ISO 9606 und EN ISO 14732.

3.6.4 Handfertigkeitsproben und Maschineneinstellproben

WIG Orbitalschweißen

Es ist eine Rundnaht je Bediener, Werkstoff bzw. Werkstoffkombination und Abmessung vor Fertigungsbeginn, zu schweißen. Die Naht wird einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635, einer Oberflächenrissprüfung (PT) nach EN ISO 3452 und einer Durchstrahlungsprüfung nach EN ISO 17636 (2 Aufnahmen um 90° versetzt) unterzogen. Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817.

Exemplarisch sind an einer Rundnaht eines Bedieners Proben (ab Rohrwanddicke $t > 6,3$ mm) aus den Positionen PA, PE, PF und PG zu entnehmen und Makro- und Mikroschliffe anzufertigen sowie Kerbschlagbiegeversuche nach EN 10045-1 durchzuführen. Der Makroschliff muss für alle Positionen einen gleichmäßigen, homogenen Lagenaufbau zeigen. Beim Mikroschliff sind keine Heißrisse erlaubt. Die Kerbschlagzähigkeit des Grundwerkstoffes gemäß entsprechendem VdTÜV-Werkstoffblatt muss erreicht werden. Das WIG Orbitalschweißen ist für die Herstellung von Schwarz-Weiß-Verbindern nicht erlaubt.

WIG Handschweißungen

Eine Rundnaht je Schweißer am höchstlegierten Werkstoff in der Schweißposition: H-L 045. Die Naht wird einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Durchstrahlungsprüfung nach ISO 17636 (2 Aufnahmen um 90° versetzt) unterzogen. Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817.

WIG Handschweißungen bei Nippelnähten

Die Schweißung erfolgt mit Luftspalt und eine restspaltfreie Naht muss gewährleistet sein. Je Schweißer ist ein Nippel zu schweißen. Die Naht wird einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Oberflächenrissprüfung (MT) nach EN ISO 17638 unterzogen. Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817.

Automaten Nippelschweißung

Je Bediener, Abmessung und Maschineneinstellung sind 3 Nippel zu schweißen. Die Nähte werden einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Oberflächenrissprüfung (MT) nach EN ISO 17638 unterzogen. Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817. Zudem ist ein Makroschliff mit Härteverlauf zu erstellen. Die Einbrandtiefe, Nahtgeometrie und der Härteverlauf sowie eine eventuelle Rucksackbildung (Wurzeldurchhang bzw. Wurzelrückfall von max. 0,5 mm) sind zu dokumentieren.

WIG Automaten Schweißung Schwarz-Weiß-Verbinder

Schwarz-Weiß-Verbinder dürfen nur mit den Parametern der werkstoffbezogenen, gültigen Verfahrensprüfung geschweißt werden. Die Schweißung erfolgt in der Schweißposition PA mit rotierendem Werkstück in einer (1) Einspannung, der Schweißer hat den Schweißprozess kontinuierlich zu überwachen. Die Verfahrensprüfung muss die Vorgaben in den vorgeprüften Schweißplänen erfüllen. Im Rahmen der Verfahrensprüfung ist in der verbleibenden Wurzellage ein Ni-Gehalt größer 40% mittels Schweißgutanalyse nachzuweisen. Werden Parameter geändert ist eine neue Verfahrensprüfung zu schweißen. Als Bediener kommen nur Handschweißer zum Einsatz, die eine gültige WIG Schweißerprüfung haben.

Je Schweißer, Abmessung und Maschineneinstellung sind 3 Schwarz-Weiß-Verbinder zu schweißen. Die Nähte werden einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Durchstrahlungsprüfung nach ISO 17636 (2 Aufnahmen um 90° versetzt) unterzogen.

Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817. Zudem sind am Nahtende sowie auf der gegenüberliegenden Rohrseite Mikroschliffe quer zur Naht mit Härteverlauf über den Wurzel-, Mitten- und Decklagen anzufertigen. Einschlüsse, Mikrorisse sowie Heißrisse sind unzulässig.

Aufmischungszonen mit undefinierten Gefügeständen sind unzulässig.

Je Einstellung und Abmessung sind 5 Proben an AG zur Untersuchung zu schicken.

WIG/E Handschweißungen

Es ist eine Rundnaht an einem Rohr mit $10 \text{ mm} < t \leq 14,2 \text{ mm}$ und tulpenförmiger Nahtvorbereitung in der am schwierigsten vorkommenden Schweißposition zu schweißen. Ein Schweißprotokoll mit Angaben zu Art und Anzahl der Lagen ist zu erstellen. Die Naht wird einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Durchstrahlungsprüfung nach ISO 17636 unterzogen.

Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817.

Rohr-Steg-Rohr Schweißungen und manuelle Ausflossungen

Bei UP Schweißungen ist je Werkstoff, Abmessung und Maschineneinstellung eine Probeschweißung durchzuführen. Bei unveränderter Maschineneinstellung ist mind. eine (1) Arbeitsprobe pro zwei (2) Arbeitstage herzustellen. (Diese beinhaltet einen Makroschliff mit Auswertung der Einbrandverhältnisse) Bei Maschineneinstellung und/oder Änderung der Schweißparameter oder Abmessung ist die Probe zu wiederholen. Einbrandtiefe, Nahtgeometrie und Härteverlauf über der Schweißnaht sind zu dokumentieren. Die Naht wird einer Sichtprüfung nach EN ISO 17635 und einer Oberflächenrissprüfung (MT) nach EN ISO 17638 unterzogen. Anforderung: Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817 und VdTÜV Merkblatt 451-68/1. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass kein Restspalt toleriert wird. Ebenso werden Rohr-Steg-Rohr Schweißungen mit Versatz vom AG nicht akzeptiert.

Bei manuell geschweißten Ausflossungen ist je Schweißer eine Arbeitsprobe mit Stegblechanarbeitung entsprechend Zeichnung zu schweißen. Es gelten die gleichen Prüfungen und Anforderungen wie bei UP Schweißungen.

3.6.5 Schweißpläne

Die Schweißpläne werden vom Hersteller erstellt. Schweißpläne (WP) müssen mindestens folgende Informationen beinhalten insofern nicht schon über andere Pläne/Unterlagen wie z.B. Prüfanweisungen nachvollziehbar und zuordenbar abgedeckt:

- Revisionsindex
- Naht Nr. aus der Zeichnung (Schweißposition)

- Baustellen oder Werksnaht (Kennzeichnung)
 - Bezeichnung, Werkstoff, Abmessung Teil 1 / Teil 2
 - Symbol für die Nahtart, Schweißfugenform
 - Schweißverfahren
 - Zusatzwerkstoffe
 - Lagenanzahl und Raupenanzahl
 - Vorwärmtemperatur und Methode
 - Zwischenlagentemperatur
 - Zwischenabkühlung vor Wärmebehandlung (Temperatur und Haltezeit)
 - Wärmebehandlungstemperatur
 - Methode der Wärmebehandlung
 - Haltezeit
 - Prüfumfänge für alle zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP)
- Abweichungen sind mit dem AG abzustimmen.

3.6.6 Schweißanweisungen

Die Schweißanweisungen (WPS) werden von dem Fertiger erstellt und basieren auf den durch die Benannte Stelle/anerkannte Prüfstelle vorgeprüften Schweißpläne des Herstellers. Schweißanweisungen müssen folgende Informationen beinhalten insofern nicht schon über andere Anweisungen wie z.B. Wärmebehandlungsanweisung abgedeckt:

- WPS - Nr.
- Verfahrensprüfungs- Nr.
- Revisionsindex
- Baustellen- oder Werksnaht-Kennzeichnung
- Bezeichnung, Werkstoff, Abmessung Teil 1 / Teil 2
- Symbol für die Nahtart, Schweißfugenform
- Schweißverfahren
- Zusatzwerkstoffe (Norm und Herstellerbezeichnung) für Wurzel, Fülllagen, Decklagen und jeweils Lagenanzahl
- Strom und Spannung, je Lage
- Hilfsstoffe (Schutzgase (auch Wurzelschutz), Pulver)
- Formierung, Formiergas
- Vorwärmtemperatur und Methode
- Zwischenlagentemperatur
- Zwischenabkühlung vor Wärmebehandlung (Temperatur und Haltezeit)
- Wärmebehandlungstemperatur
- Methode der Wärmebehandlung
- Haltezeit
- Aufheiz- und Abkühlraten
- Bereich der Wärmeeinbringung bzw. Ofen.

Die Schweißanweisungen werden von der Benannten Stelle im Rahmen der Bauprüfung für DGRL Kategorie III und IV vor Fertigungs- bzw. Montagestart geprüft, für DGRL Kategorie I, II und GIP sind die Anweisungen zusammen mit den WPQR dem AG vor Fertigungs- bzw. Montagestart zu übergeben.

3.6.7 Zulässige Schweißverfahren nach EN ISO 4063

- 141 WIG Wolframinertgasschweißen (auch t-WIG WIG-Orbital-Engspaltschweißen für Rohrleitungen)
- 111 E-Hand Lichtbogenhandschweißen
- 121 UP Unterpulverschweißen
- 135/136/MAG für Werkstoffgruppe 1 nach Zustimmung AG

Bei der Herstellung von Komponenten nach der DGRL sind MAG-Schweißverfahren nicht zulässig. Des Weiteren sind andere Schweißverfahren außer den o.g. Verfahren nicht zugelassen. Im Einzelfall ist die Zulassung von AG und NoBo erforderlich. Bolzenschweißungen siehe Abschnitt 3.6.8.

3.6.8 Zusätzliche Anforderungen für Bestiftung, Bolzenschweißung mit Hubzündung an drucktragenden Wandungen

Es sind gültige Verfahrensprüfungen (FDBR 19, EN 14555) sowie Schweißerprüfungen (FDBR 19, EN 14555, EN ISO 14732) vorzulegen. Die Eignung des Bolzenwerkstoffes ist nachzuweisen und vor der Bestellung mit AG und NoBo abzustimmen.

Zudem ist ein 2.2 Zeugnis gemäß EN 10204 erforderlich. Die Eingangskontrolle des Trägerwerkstoffes ist gemäß den relevanten Inspektions- und Prüfprogrammen durchzuführen. Die Oberfläche des Trägerwerkstoffes ist zu kontrollieren. Der Bolzenwerkstoff ist mit den Angaben auf der Zeichnung zu kontrollieren.

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist pro Abmessung (FDBR 19, EN 14555) und Schweißer eine Probebestiftung durchzuführen. Zudem sind normale Arbeitsproben je Schweißer durchzuführen und die Maschineneinstellung zu protokollieren.

Prüfmaßgaben entsprechend EN 14555:

- Visuelle Kontrolle
- Biegeversuch mit dem Momentenschlüssel
- Makroschliff (ausreichend an einer Bolzenschweißung pro Abmessung)

Vor jedem Schichtbeginn ist eine Probebestiftung (vereinfachte Arbeitsprüfung) an einem Proberohr, je Schweißer am Bestiftungsort durchzuführen. Zudem sind während den Bestiftungsarbeiten folgende Kontrollen durchzuführen:

- Sauberkeit des Trägerwerkstoffes
- Zeichnungsgerechte Ausführung (Geometrie vor Bestiftung)
- Schweißausführung
- Biegeversuch mit Momentenschlüssel

Die Endabnahme erfolgt durch eine 100 % visuelle Kontrolle, Stichprobenweise sind Biegeversuch mit dem Momentenschlüssel durchzuführen. Zudem ist die zeichnungsgerechte Ausführung zu kontrollieren. Die Dokumentationsunterlagen sind der Dokumentation der bestifteten Bauteile zuzuordnen Einzelheiten hierzu sind mit AG vor Fertigungsbeginn abzusprechen.

3.6.9 Vorwärmung und Wärmebehandlung

Folgende Regelwerke und Festlegungen sind zu beachten:

- EN 12952/EN 13480/EN 13445/AD 2000/FDBR 18
- EN ISO 17662 (Kalibrieren)
- Bei örtlicher Glühung: Erwärmter Bereich $5 \sqrt{D_i \times t}$, Isolierter Bereich: $10 \sqrt{D_i \times t}$
- Neukalibrierung beim Umsetzen der Geräte
- Maximale Aufheiz- und Abkühlraten laut WPS

Die Vorwärmung ist durch geeignete Mittel sicherzustellen und zu dokumentieren (Thermoschreiber, Temperaturtaster, Temperaturmessstift, Infrarot-Thermometer, etc.). Die Temperaturmessung der Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur wird in der Regel auf der dem Schweißer zugewandten Werkstückoberfläche im Abstand $A = 4 \times t$ (t = Wanddicke), maximal jedoch 30 mm von der Schweißfugenlängskante, durchgeführt. Die Vorwärmtemperatur ist die Temperatur eines Werkstückes unmittelbar vor dem Schweißen der ersten Raupe im Bereich der augenblicklichen Schweißstelle; als Zwischenlagentemperatur wird die Temperatur einer Schweißnahtraupe vor dem unmittelbaren Lichtbogendurchgang auf dieser Raupe bezeichnet.

Die Vorwärmung ist entsprechend der Angaben in den Schweißplänen durchzuführen. Für die Vorwärmung bei Rundnähten können angepasste Ringbrenner oder Gaslanzen im Geltungsbereich nach Anlage 5 eingesetzt werden. Die Kontrolle erfolgt dabei vorzugsweise über Kontaktthermometer, alternativ über Temperaturmessstift oder Infrarot-Thermometer. Ansonsten ist induktives Vorwärmen oder Vorwärmen mit Heizelementen uneingeschränkt zulässig. Die Temperaturkontrolle und Überwachung erfolgt dabei über Thermoelemente und Temperaturschreiber. Anzahl der Thermoelemente wie bei der örtlichen Wärmebehandlung. Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist bevorzugt in der Werkstatt als Ganzes (Ofen) durchzuführen. Alternativ ist die Wärmebehandlung elektrisch oder induktiv durchzuführen. Anschweißteile und Stutzen sind immer in der Werkstatt anzubringen, um die Wärmebehandlung als Ganzes zu realisieren. Die Glühloszuordnung (alle Teile eines gleichen Glühloses) ist im Rahmen des Startgespräches von dem Fertiger zu erläutern. Bei Wärmebehandlungen im Ofen sind beispielsweise bei Sammlern 2 bis 3 Thermoelemente über die Sammlerlänge verteilt anzubringen. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wanddickenverhältnisse sind an repräsentativen dünnwandigen Nippeln und Abzweigen Thermoelemente anzubringen. Zudem ist ein Ofenbelegungsplan zu erstellen.

Bezüglich der örtlichen Wärmebehandlung sind alle Temperaturen registrierend zu messen. Die Messung erfolgt gemäß EN ISO 13916:

- Bis DN100 ist mindestens 1 Thermoelemente pro Naht anzubringen.
- \geq DN100 sind mindestens 2 Thermoelemente pro Naht um 180° versetzt zu verwenden.
- Für Montage \geq DN250 und für Werksfertigung \geq DN350 sind mindestens 4 Thermoelemente pro Naht um 90° versetzt zu verwenden.

Für die Temperaturbestimmung mittels Thermoelemente sind bevorzugt Thermopaare NiCr-Ni anzuwenden. EN 60584-2; Typ K, Klasse 1. Die Heftstellen für die Thermoelemente müssen metallisch sauber sein. Beide Drähte sind im Abstand von 4 bis 6 mm auf dem Bauteil anzubringen. Beide Drähte haben dabei etwa 100 mm nach der Heftstelle die gleichen Temperaturbedingungen (Isotherme) und sind somit für diesen Bereich auf dem Bauteil weiterzuführen. Eine Fremdinduktivität durch kreuzende Stromkabel ist auszuschließen.

Bei Kassettenglühungen erfolgt der Nachweis über das Erreichen der vorgegeben Glühtemperatur sowie der homogenen Durchwärmung des gesamten Bauteils über ein (1) Thermoelement je Naht bei einer Dummy-Glühung. Nach erfolgreichem Nachweis ist für Kassettenglühungen an vergleichbaren Bauteilen das Erreichen der Glühtemperatur durch min. 3 Thermoelemente (bei 6-Punktschreibern durch 6 Thermoelemente) nachzuweisen. Die Thermoelemente sind so anzubringen, dass sowohl der Bereich mit der langsamsten Erwärmung, als auch der Bereich mit der schnellsten Erwärmung erfasst sind. Die beschriebenen Bereiche ergeben sich durch die gemessenen Glühtemperaturen der ersten Kassettenglühung. Das restliche bzw. die restlichen Thermoelement(e) werden gleichmäßig über das Bauteil verteilt.

Bei Bauteilen mit einer Wanddicke $t > 20$ mm ist an einer Arbeitsprobe oder alternativ am Produktionsteil die Durchwärmung (Innentemperatur) exemplarisch nachzuweisen. Bei drehenden Werkstücken sind Pyrometer zu verwenden. Die Temperaturen müssen aufgezeichnet werden.

Abweichungen zu o.g. Ausführungen sind in jedem Einzelfall von AG, NoBo und Bauüberwacher beim Startgespräch genehmigen zu lassen. Hierbei wird dann ein erhöhter

Umfang an Härte- und Oberflächenrissprüfungen durchgeführt. Die zu prüfenden Nähte werden von AG und NoBo festgelegt. Die maximale Härte ist in Abschnitt 3.6.1 festgelegt. Die Temperaturen, Aufheiz- und Abkühlgradienten sowie Haltezeiten müssen die Parameter der vorgeprüften Schweißpläne, Schweißanweisungen und entsprechenden Verfahrensprüfungen abdecken und sind von der Schweißaufsicht ständig zu kontrollieren. Werden Bauteile als Ganzes einer Ofenglühung unterzogen, so sind Temperaturmessstellen am Bauteil vorzusehen. Anzahl und Lage sind mit AG und NoBo abzusprechen. Die Nachweise von Vorwärmung, Zwischenabkühlung für Werkstoffgruppe 6 und Wärmebehandlung für alle Werkstoffe erfolgen anhand von Glühdiagrammen, die eine einwandfreie Zuordnung zu den behandelten Teilen gewährleisten. Für Abmessungen \leq DN65 können Vorwärmung und Zwischenabkühlung für Werkstoffgruppe 6 alternativ per Handaufschrieb dokumentiert werden.

Die Glühanweisungen müssen vor Ort vorliegen. Die Glühstreifen / Vorwärmstreifen sind vor Glühung / Vorwärmung mit folgenden Angaben zu beschriften:

- Schweißposition
- Naht
- Alle Teile im Glühlos
- Glühanweisungs-Nr.
- Datum, Uhrzeit
- Skala für Temperatur und Zeit
- Werkstoff
- Abmessung
- Element zur Position zuordnen (unten, oben)
- Unterschrift Glüher

Während der Haltezeit muss die Temperatur konstant sein. Die Glühstreifen / Vorwärmstreifen sind von der Schweißaufsicht vor Ort während der Schweißung und Glühung regelmäßig zu kontrollieren und nach der Schweißung zeitnah auszuwerten und der Dokumentation beizufügen. Die gefahrenen Temperaturen, Gradienten und Haltezeiten sind auf den Glühstreifen zu markieren und aufzuschreiben.

3.7 Zerstörungsfreie Prüfungen

3.7.1 Allgemeine Anforderungen

Der AN ist für die Durchführung, Bewertung und Protokollierung der Prüfungen verantwortlich (auch bei Vergabe der Prüfarbeiten). Die Prüffirma muss nach EN ISO 17025 akkreditiert sein.

Für Prüfungen im Bereich der Druckgeräterichtlinie müssen Prüfaufsicht und Prüfer ein Zertifikat nach DIN EN ISO 9712, ausgestellt durch eine anerkannte unabhängige Prüfstelle nach Artikel 13 der Druckgeräterichtlinie, besitzen.

Die Ultraschallprüfung ist von einer Person durchzuführen und zu beurteilen, die mind. nach DIN EN ISO 9712, Stufe 2 qualifiziert und zertifiziert ist. Alle weiteren Zerstörungsfreie Prüfungen sind von einer Person auszuführen, die mind. nach DIN EN ISO 9712, Stufe 1 in dem angewendeten Verfahren qualifiziert und zertifiziert ist, und müssen von einer Person der Stufe 2 oder Stufe 3 für den Industriesektor „Schweißnähte“ in dem angewendeten Verfahren überwacht werden (Prüfaufsicht), die für die Beurteilung der Ergebnisse verantwortlich ist. Ist die Prüfaufsicht nicht ständig vor Ort, dann müssen die Prüfer gemäß DIN EN ISO 9712

mindestens Stufe 2 qualifiziert sein. Die Auswertung von RT-Filmen erfolgt ausschließlich von in Stufe 2 qualifiziertem Prüfpersonal.

Bei Anwendung AD 2000 muss die Prüfaufsicht ein für ihre Aufgaben erforderliches Wissen in der Schweißtechnik besitzen und die durchzuführenden Prüfungen entsprechend den im AD 2000-Merkblatt HP 5/3 festgelegten Anforderungen beherrschen. Die Prüfaufsicht bestimmt das anzuwendende Prüfverfahren und die Einzelheiten der Prüfdurchführung entsprechend AD 2000-Merkblatt HP 5/3 und in Abstimmung mit dem Besteller. Die Prüfaufsicht unterzeichnet den nach AD 2000-Merkblatt HP 5/3 anzufertigenden Prüfbericht.

Eine Liste der Prüfanweisungen die inhaltlich die Anforderungen an die zerstörungsfreie Prüfung in dieser Richtlinie erfüllt, ist vor Fertigungsbeginn vorzulegen.

Generell werden die ersten 10 Nähte eines Schweißers/Bedieners unverzüglich nach Fertigstellung unter Einhaltung einer ggf. werkstoffspezifisch vorgegebenen erforderlichen Wartezeit geprüft, bei einer Anzahl von ≤ 20 Schweißnähten pro Schweißer/Bediener sind die ersten 3 Nähte ausreichend. Bei Stichprobenprüfungen ist auf die gleichmäßige Erfassung aller Schweißer/Bediener zu achten.

Ist eine Wärmebehandlung erforderlich, so wird die zerstörungsfreie Prüfung grundsätzlich nach der Wärmebehandlung durchgeführt. Der Prüfbereich umfasst die Schweißnaht (SN) und die angrenzende Wärmeeinflusszone (WEZ). Die WEZ beträgt mind. 10mm.

Besteht die Gefahr von wasserstoffinduzierten Rissen, (Umgebungsbedingungen, Werkstoff etc.) so ist die finale Prüfung frühestens 48 h nach der Wärmebehandlung durchzuführen. Bei den Schweißverfahren 111 und/oder 121 ist bei warmfesten und hochwarmfesten Stählen (WB36, T24, X 20 ..., P91, P92) vor der Durchführung einer Prüfung mindestens 24 Stunden zu warten.

Für Werkstoffverbindungen gelten folgende Wanddickenabhängigkeiten bei der Auswahl des Prüfverfahrens:

Wanddicken $W_d \leq 10$ mm: Durchstrahlung.

Wanddicken $W_d > 20$ mm sind mit Ultraschall zu prüfen.

Wanddicken $10 < W_d \leq 20$ mm: RT oder UT. Es ist Rücksprache mit dem AG zu halten.

Bei Anwendung AD 2000 ist das anzuwendende Verfahren (UT oder RT) der AD2000 HP0 zu entnehmen.

Zündstellen und Kontaktstellen mit Anschmelzungen müssen beschliffen und entsprechend auf Oberflächenfehler mittels PT, MT geprüft werden.

Schweißverbindungen sind vor Durchführung einer anderen zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Das MT-Verfahren ist bevorzugt anzuwenden. Abweichungen bedürfen der Zustimmung durch den AG.

3.7.2 Durchstrahlungsprüfung (RT)

Die Durchführung der Durchstrahlungsprüfung erfolgt nach DIN EN ISO 5579, DIN EN ISO 19232 und ISO 17636-1, Prüfklasse B. Der Einsatz von Isotopen als Strahlenquellen ist mit AG abzustimmen. Der Einsatz von Selen ist bei Wd bis 15 mm zulässig.
Mindestbelichtungszeit 1 min.

Die Aufnahmeanordnung der RT-Bilder erfolgt nach DIN EN ISO 17636. Werden Ellipsenaufnahmen durchgeführt, so sind die Bedingungen nach DIN EN ISO 17636-1 Kap.7.1.1, einzuhalten.

Es sind RT-Filme nach DIN EN ISO 11699-1 C3 (D4 oder vergleichbare) Filme zu verwenden. Die Schwärzung der Röntgenfilme muss für die Auswertung zwischen 2,3 und 3,4 betragen. Ein Betrachtungsgerät mit $\geq 100.000 \text{ cd/m}^2$ ist einzusetzen. Die ermittelten Schwärzungswerte und die erreichte Bildgütezahl (BZ) sind zu protokollieren.
Die Bewertung der RT-Filme erfolgt nach EN ISO 5817 Bewertungsklasse B. Bewertet wird mit erfüllt (e) oder nicht erfüllt (ne).

Bei Kesselrohren z.B. T24 etc. ist die RT-Prüfung auf den Wurzelzusammenschluss zu projektieren.

3.7.3 Ultraschallprüfung (UT)

Für die UT-Prüfung werden nur kalibrierte Ultraschallgeräte eingesetzt. Die Ultraschallprüfung ist gemäß der Schweißnahtqualität DIN EN ISO 5817 Bewertungsklasse B auszuwerten. Die Prüfungsdurchführung erfolgt nach DIN EN ISO 17640 Prüfklasse C.
In Abstimmung mit dem AG und NoBo kann alternativ und in gleichwertiger Weise die Prüfung nach HP5/3 durchgeführt werden.

Bei Wanddicken (Soll) $\geq 100 \text{ mm}$ ist ggf. eine Tandemprüfung durchzuführen.

Nach DIN EN ISO 17640 Prüfklasse C ist die Nahtüberhöhung für die Querfehlerprüfung rohreben zu beschleifen und die Nahtmitten sind vorher zu kennzeichnen. Die erforderlichen Einschallwinkel und Einschallpositionen sind den Regelwerken zu entnehmen. Es ist bei der Vorbereitung auf eine ausreichende Prüflänge zu achten.

Die UT Protokolle sollten mindestens den Inhalt der DIN EN ISO 17640 Kap. 13 beinhalten. Zusätzlich sollten folgende Angaben vorhanden sein: Justiergrundverstärkung, Korrekturwert K1/K2, Transferkorrektur, Verstärkungszuschlag (Bsp.: AVG), Prüfverstärkung.

Abweichende Prüfklassen für folgende Werkstoffe:

Durchmesser	Werkstoff	Prüfklasse
< 133 mm	1.0460	B
< 133 mm	1.0345	B
< 133 mm	1.5415	B

Hinweis:

Für das Auffinden von Anzeigen kann das Ultraschall Phased Array (UT-PA) angewendet werden, wenn die Zustimmung des AG, ggf. NoBo (abhängig von der Modulwahl) vorliegt. Hierfür ist vom AN eine entsprechende Qualifizierung zum sicheren und qualifizierten Auffinden der notwendigen Anzeigen erforderlich und als Prüfanweisung dem AG, ggf. NoBo

vorzulegen, ebenso ist die Bewertung von Zulässigkeiten abzustimmen. Die EN ISO 18563 ist hierbei für Prüfgeräte, Prüfköpfe und Prüfsysteme zu erfüllen.

3.7.4 Oberflächenrissprüfung (MT/ PT)

Das MT-Prüfverfahren ist bei allen ferritischen, bainitischen und martensitischen Werkstoffen anzuwenden. Durchführung gemäß EN ISO 9934, EN ISO 17638 und Bewertung EN ISO 23278 Zulässigkeitsgrenze 2x in Verbindung mit EN ISO 5817 Bewertungsklasse B. Es ist in zwei zueinander senkrechten Richtungen zu magnetisieren. Rissähnliche Anzeigen sind unzulässig.

Ein Kontrollkörper (Bsp. MTU) zur Kontrolle der Prüfmittleignung ist vor der Prüfung an zu verwenden. Es ist in zwei zueinander senkrechten Richtungen zu magnetisieren. Die Tangentialfeldstärke muss dokumentiert werden.

Nach der Prüfungsdurchführung sind die Bauteile ggf. zu entmagnetisieren (< 0,6 Gauss).

Das PT-Prüfverfahren kommt für nichtferromagnetische Werkstoffe (austenitische und Ni-Basis Werkstoffe bzw. Schweißzusätze) zur Anwendung und wenn eine MT-Prüfung aus Platzgründen nicht möglich ist.

Durchführung nach EN ISO 3452, Bewertung nach DIN EN ISO 23277 Zulässigkeitsgrenze 2x in Verbindung mit EN ISO 5817 Bewertungsklasse B. Rissähnliche Anzeigen sind unzulässig.

Der Kontrollkörper 2 nach DIN EN ISO 3452-3 zur Kontrolle der Prüfmittleignung ist während der Prüfung zu verwenden.

Die erste Beurteilung sofort nach dem Antrocknen des Entwicklers, die Endbeurteilung nach der nachfolgenden Tabelle. Die Bauteile sind nach Prüfungsdurchführung zu reinigen.

Werkstoff	Eindringdauer [Min.]	Beurteilung nach Entwicklungsdauer [Min.]				
Ferritische Werkstoffe	30	sofort	15	> 30	-	-
Austenitische Werkstoffe	60	sofort	< 30	60	> 120	-
Ni-Basis Schweißungen	120	sofort	< 30	60	120	> 240
Die o.a. Zeiten für die Eindringdauer und Zeitpunkte für die Beurteilung können innerhalb eines angemessenen Zeitraums nach Vorliegen entsprechender Erfahrungen und nach Abstimmung mit dem AG angepasst werden.						

3.7.5 Härteprüfung (HT)

Die Härteprüfung ist nach DIN EN ISO 6507-1 (Labor) mit dem Verfahren Vickers HV10, eine mobile Härteprüfung ist nach dem UCI-Verfahren (Bsp.: Mikrodur) oder alternativ nach dem

TIV-Verfahren nach der letzten Wärmebehandlung durchzuführen und zu protokollieren. Zu prüfen sind Grundwerkstoff (GW), Schweißgut (SG) und Wärmeeinflusszone (WEZ). Für jede Zone sind mind. 3 Eindrücke erforderlich, die ausgewerteten Eindrücke für WEZ müssen nachweislich innerhalb der WEZ liegen. Umfang:

- <= DN65: 1e Messreihe GW-WEZ-SG-WEZ-GW
- > DN65 bis <= DN250: 2 Messreihen GW-WEZ-SG-WEZ-GW
- > DN250: 3 Messreihen GW-WEZ-SG-WEZ-GW.

Die Oberfläche ist mit mind. einer Körnigkeit von 300 vor zu schleifen, bei hochlegierten Werkstoffen in zwei zueinander senkrecht stehenden Schleifrichtungen, ggf. ist für die sichere Erfassung und Prüfung der WEZ das Anätzen der zu prüfenden Flächen der SN notwendig.

Vor der Prüfung ist das Messsystem für die Prüfaufgabe (für jeden Härtebereich oder -skala) unter Nutzung einer Härtevergleichsplatte, die nach ISO 6507-3 kalibriert ist, zu prüfen.

Anmerkung Microdur-Verfahren (UCI): Weicht der zu prüfende Werkstoff von der Härtevergleichsplatte ab (höher oder hochlegierter Werkstoff, Nickelbasis), so ist

- eine Härtevergleichsplatte (mit bekannter Härte) aus dem Zielwerkstoff zu verwenden und das Microdur-Gerät daran zu kalibrieren
oder
- das zu prüfende Bauteil zuvor mit einem Direktverfahren (Bsp. TIV) zu prüfen und daran das Microdurgerät, für weitere Messungen zu kalibrieren.

Die Kalibrierung und der angewendete Weg sind im Prüfbericht aufzunehmen und zu beschreiben.

Eine Überprüfung der Kalibrierung muss, jeweils spätestens alle 4 Stunden oder vor der 50. Messung durchgeführt werden.

Bei der Mobilen Prüfung ist zudem zu beachten:

Die mobile Härteprüfung kann ab einer Wanddicke von ≥ 4 mm durchgeführt werden, Härteprüfungen an kleineren Wanddicken sind durch Referenzprüfungen als „prüfungstauglich“ nachzuweisen. Es ist sicher zu stellen, dass die Bauteile schwingungsfrei gelagert sind und eine mögliche Beeinflussung der Messungen ausgeschlossen ist. Gegebenenfalls sind hierzu Maßnahmen zu treffen wie z.B. Stützen der Bauteile, Verwendung einer geeigneten Unterlage, usw.

Zulässige Härtewerte gemäß VGB-Standard VGB-S-013 Kap. 4.1 Tabelle 1 für Kessel und Druckbehälter bzw. VGB-R 508L Kap. 6.6.7 Tafel 6 für Rohrleitungen im Bereich der EN 13480. Für nicht aufgeführte Werkstoffe oder Werkstoffkombinationen ist Rücksprache mit dem AG zu halten.

3.7.6 Visuelle Prüfung (VT)

Durchführung gemäß EN 13018, EN ISO 17635 Tabelle A.1.

Die Prüfung umfasst die Schweißnahtvorbereitung, die Fertigdecklage, ggf. die Wurzel und das umgrenzte Grundmaterial. Es ist auf eine ausreichend geeignete und blendfreie Lichtquelle (> 500 Lux) zu achten.

Bewertung gemäß EN ISO 5817 Bewertungsgruppe B.

3.7.7 Spektralanalyse (ST)

Die Material-Verwechslungsprüfung (PMI) kann sowohl mit der Röntgenfluoreszenzanalyse als auch mit der mobilen Spektralanalyse durchgeführt werden.

Bei der Prüfung ist das Grundmaterial beidseitig der Schweißnaht und das Schweißgut zu bestimmen.

3.7.8 Kugeldurchlaufversuch

An Rohrschlangen und gebogenen Verbindungsleitungen im Bereich zwischen Heizfläche und Sammler und Winkel $\geq 60^\circ$ und $R/D \leq 1,7$ mit $Da < 49$ mm ist ein Kugeldurchlaufversuch nach VGB-Standard VGB-S-013 Kap. 7.2.5 durchzuführen.

Eine Werksvorschrift für die Durchführung des Kugeldurchlaufversuches ist vorzulegen. Sie muss mindestens folgende Festlegungen beinhalten:

Kugelverwaltung, Kugelkennzeichnung, Ausgabe der Kugeln, Berechtigte für die Durchführung des Kugeldurchlaufversuches, Maßnahmen gegen unkontrollierten Verlust, Maßnahmen bei Verlust der Kugel.

3.7.9 Fehler, Prüfumfangerhöhung und Schweißverbot

Wird bei der zerstörungsfreien Prüfung ein unzulässiges Prüfergebnis festgestellt, so werden zwei weitere Schweißnähte geprüft (zeitlich vorher und nachher geschweißt). Wenn eine oder mehrere der bei der Erweiterung des Prüfumfanges geprüften Nähte die Anforderungen nicht erfüllen, werden für jede weitere zurückgewiesene Naht zehn weitere Nähte geprüft und der betreffende Schweißer ist auszutauschen. Bezugsbasis für die Erhöhung des Stichprobenumfangs sind die beteiligten Schweißer und der Schweißnahttyp. Werden hierbei weitere Fehler festgestellt, so wird der Prüfumfang im Ermessen von AG und NoBo bis zu 100 % erhöht. Bei systematischen Fehlern werden 100 % geprüft. Sollten sich handfertigungsbedingte Fehler bestätigen kann von AG oder dessen Bauüberwacher ein Schweißverbot erteilt werden und es erfolgt keine weitere Schweißung.

Mehrfachprüfungen und der erweiterte Prüfumfang, sowie eventuelle Kosten für den Schweißeraustausch gehen zu Lasten des Fertigers.

Der erweiterte Prüfumfang wird nicht auf den geforderten Prüfumfang angerechnet. Liegen mehrere Schweißnähte oder Abschnitte einer Schweißnaht im Grenzbereich zu "ne", kann vom Bauüberwacher eine Reparatur angeordnet werden. Nach erfolgter Reparatur sind die nachfolgenden Filme, Nähte usw. mit R1 bis RN zu kennzeichnen. Die Filme und Protokolle der reparaturpflichtigen und der ausgebesserten Naht sind zusammen vorzustellen.

Prüfungen aufgrund erhöhten Prüfumfanges sind mit "E" zu kennzeichnen. Die Prüfungen werden nicht zum Prüfumfang gerechnet.

3.8 Zerstörende Prüfungen

Zerstörende Prüfungen, beispielsweise für die Charakterisierung von Werkstoffen, sind durch akkreditierte Prüflabore, welche für die auszuführende Prüfung zertifiziert sind, durchzuführen.

Zertifizierung nach EN ISO/IEC 17025; EN ISO/IEC 17011. Bei Durchführung der ZP durch den Hersteller mit qualifiziertem Eigenpersonal ist von AN der Nachweis der Eignung zu erbringen.

3.9 Zusätzliche Anforderungen an gasdicht geschweißte Rohrwände

Für Rohr-Steg-Rohrschweißungen ist eine Verfahrensprüfung (VP) ausgestellt durch eine benannte Stelle vorzulegen. Für die VP und die Herstellung der Wände gelten die Festlegungen in VdTÜV-Merkblatt 451-68/1. Reparaturen sind in der Verfahrensprüfung in gleicher Weise zu erproben.

Falls in den Verfahrensprüfungen nicht anders festgelegt, ist pro Rohrabmessung, Werkstoff, Charge und neuer Maschineneinstellung eine Gefügeprobe zu entnehmen. Der Makroschliff ist auszumessen und ein Härteverlauf zu bestimmen. Anforderungen gemäß VdTÜV-Merkblatt 451-68/1.

Schweißnähte an Rohr-Steg-Rohrschweißungen und Steg-Steg Schweißungen sind einer Oberflächenrissprüfung zu unterziehen. Hierfür ist ein zusammenhängender Bereich von 3 m² zu wählen, wobei Biegebereiche und Ausbesserungen bei der Auswahl zu bevorzugen sind. Ausbesserungen sind zu 100 % zu prüfen.

Maßkontrolle der Rohrbretter:

- Jede Stufe: Zwilling, Drilling usw.
- Jeweils Einzelteilung; Mehrfachteilung und Gesamtbreite

Weitere Details zur Prüfung an Rohrwänden sind in den entsprechenden Qualitätsplänen, den Zeichnungen sowie den dazugehörigen Spezifikationen vorgegeben.

3.10 Prüfumfang hydrostatische Prüfungen

Es sind alle Rohrleitungen nach Druckgeräterichtlinie einer Druckfestigkeitsprüfung zu unterziehen, und zwar in Form eines hydrostatischen Druckversuchs. Die Einzelheiten sind mit dem Auftraggeber und ggf. mit dem Sachverständigen abzustimmen und festzulegen.

Will der Auftragnehmer an Stelle einer Wasserdruckprüfung eine anderweitige, dem Stand der Technik sowie den einschlägigen Regelwerken entsprechende Prüfung vornehmen, so ist dies mit dem Auftraggeber sowie dem benannten Sachverständigen abzustimmen bzw. es bedarf deren Zustimmung. Es gilt für Prüfungen in der Werkstatt als auch auf der Baustelle.

Ist ein Rohrleitungssystem konstruktiv so ausgelegt, dass eine hydrostatische Druckprobe aus Festigkeitsgründen nicht zu verantworten ist, so ist eine pneumatische Druckprüfung durchgeführt werden. Eine pneumatische Druckprüfung erfordert die Genehmigung der Berufsgenossenschaft sowie die Zustimmung des Auftraggebers und ggf. des benannten Sachverständigen, Einzelheiten sind einvernehmlich festzulegen.

(a) Prüfmedien

Für die Druckprüfungen von Rohrleitungssystemen soll im allgemeinen Frischwasser verwendet werden. Ausnahme: Erdgas, Druckluft und N₂.

Die Temperatur des Wassers darf während der Druckprobe nicht weniger als 5 °C betragen. Die pneumatische Dichtheitsprüfung ist mittels Stickstoff oder in Abstimmung mit dem Auftraggeber mittels Luft (keinesfalls Sauerstoff) durchzuführen. Der Druck ist über 24 h zu schreiben.

(b) Prüfdruckbegrenzung

Der Prüfdruck ist für den untersten Punkt im Rohrleitungssystem einschließlich der hydrostatischen Flüssigkeitssäule mit 1,5 x maximaler Betriebsüberdruck (Maximaler Betriebsüberdruck ist der höchste in der Leitung auftretende Innenüberdruck unter Berücksichtigung der hydrostatischen Flüssigkeitssäule und Nullförderung der Pumpen, Kompressoren etc.) festgelegt.

Es ist zu überprüfen, ob hierbei alle Teile mit mindestens 1,3 x Betriebsdruck belastet werden. Sollte dies nicht der Fall sein, ist der Prüfdruck um max. dem Verhältnis von Kalt- zu Warmfestigkeit zu erhöhen. Hierbei muss nachgewiesen werden, dass in allen Teilen noch 1,1-fache Sicherheit gegen die Kaltstreckgrenze vorhanden ist.

Dem Auftraggeber bleibt es vorbehalten, Rohrleitungen zusammen mit den Maschinen und Apparaten, an welchen diese angebracht sind, prüfen zu lassen, wenn die maximalen Betriebsverhältnisse die gleichen sind. Dabei ist aber zu beachten, dass Druckbehälter, Wärmeaustauscher, etc. nicht höher als 1,3 x Betriebsüberdruck belastet werden.

Bei ausgedehnter Prüfdauer ist mit geeigneten Maßnahmen sicherzustellen, dass der Prüfdruck nicht überschritten wird.

Der Prüfdruck für pneumatische Druckprüfung beträgt 1,1 x Betriebsdruck, jedoch maximal 5 bar Überdruck.

Absperrorgane dürfen nicht mit einem Druck, der über den Höchstkaltwasserdruck der Absperrorgane hinausgeht, beansprucht werden. Geschlossene Armaturen dürfen nicht höher beansprucht werden als der spezifizierte Differenzdruck.

Für Leitungen, die mit der Atmosphäre in Verbindung stehen, wie Entlüftungen, Entleerungen, Sicherheitsventil-Austrittsleitungen sowie drucklose Abflussrohre, ist nach der Doppelabsperrung keine Druckprüfung erforderlich; sie müssen jedoch durch eingehende Besichtigung auf einwandfreie Montage der Rohrverbindungen geprüft werden.

Flansch- und Schweißverbindungen dürfen vor Beendigung der Druckprüfung nicht gedämmt werden.

Dehnungsausgleicher, Filter und dergleichen Rohrleitungskomponenten, für welche die höchstzulässige Kaltwasserdruckprobe unbekannt ist, oder geringer ist als der mindestzulässige Prüfdruck für das Rohrleitungssystem, sind durch Setzen von Steckscheiben oder durch Blindflansche abzutrennen, oder auszubauen und durch Einpassstücke zu ersetzen.

(c) Prüfungsprotokoll

Für alle geprüften Rohrleitungssysteme müssen Protokolle ausgefertigt und aufbewahrt werden.

Die Protokolle sollen folgende Angaben enthalten:

- Datum der Druckprüfung
- Positionen der geprüften Leitungen
- Betriebsdruck
- Probedruck,
- Prüfmedium
- Unterschrift des mit der Druckprüfung beauftragten Sachverständigen

Ein kompletter Satz der Protokolle ist der Bauleitung direkt zu übergeben, darüber hinaus sind diese in die Projekt-Dokumentation aufzunehmen.

(d) Spülen

Die Arbeitsschritte und Vorschriften sind mit dem Auftraggeber frühzeitig abzustimmen und als Richtlinie festzuschreiben.

Alle Rohrleitungen werden gespült, dabei ist auf eine ausreichende Spülgeschwindigkeit (min. 1fache Fließgeschwindigkeit bei Normalbetrieb) zu achten.

Während des Reinigungsvorganges müssen Regelventile durch Pass-Stücke ersetzt werden. Das Spülmedium soll auch durch installierte Bypässe geleitet werden.

Wenn das Spülmedium durch Regelventile mit Bodenflanschen geleitet werden muss, sollen die Bodenflansche nach dem Spülen demontiert und zurückgebliebene Fremdkörper entfernt werden.

Das detaillierte Spülverfahren (Kreislauf-/Durchlaufspülung) sowie die je nach System erforderliche Stickstoffkonzentration und Leitfähigkeit nach dem Spülen ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Spülmedien sind vom Auftragnehmer sachgemäß zu entsorgen. Die Bereitstellung von Spülwasser ist mit dem Auftraggeber zu vereinbaren.

Bei Spülungen sind die Siebeinsätze in Schmutzfängern zu reinigen oder durch den Auftragnehmer zu ersetzen.

Reinigungsprogramme sind vom Auftragnehmer als komplexe Programme unter Einbeziehung angrenzender Gewerke zu planen und durchzuführen.

Tote Rohrleitungsabschnitte, die beim Ausblasen und Spülen nicht erfasst werden, sind zu öffnen und die Ablagerungen/Verschmutzungen sind mechanisch zu entfernen.

Die Reinheit der fertiggestellten Rohrleitungen muss gewährleisten:

- Sauberkeit: frei von Körnern oder schwebenden Teilen, die zu Verstopfungen oder Beschädigungen eingebauter oder angeschlossener Aggregate führen können

- Keine Eisenaufnahme durch das Betriebsmedium durch Fe- oder Fe-Oxid-Ablagerungen auf der Rohrrinnenfläche
- Ausbildung einer Schutzschicht durch Einwirkung des Betriebsmediums setzt eine metallisch saubere Innenfläche vor der Erstinbetriebnahme voraus

3.11 Endinspektion (AG), Abnahme (NoBo)

Die zeichnungsgerechte Ausführung der Bauteile und die ordnungsgemäße Stempelung ist bei der Endinspektion (AG)/Abnahme (NoBo) nochmals zu kontrollieren.

Für Sammler/Verteiler, Formteile (T-/Y-Stücke) und Rohrbogen im Zeitstandbereich sind die Abmessungen zu protokollieren. Inhalte des Protokolls sind vorab abzustimmen.

Zudem beinhaltet die Bauteilendinspektion/-abnahme:

- Kontrolle der Bauteilkennzeichnung (KKS), Stempel benannte Stelle mit Ausnahme für Da < 88,9 mm und Martensite,
- Alle Bauteile sind mit unverwischbarer hitzebeständiger Farbe eindeutig zu kennzeichnen (Zeichnung, Pos, KKS, Bezeichnung)
- Die Werkstoffkennzeichnung ist der entsprechenden Werkstoffprüfblatt zu entnehmen

Die Abnahmeprüfzeugnisse sowie die Bescheinigungen und Protokolle über die bei der Weiterverarbeitung erfolgten Prüfungen sind vorzulegen. Auf der Teilkonformitätsbescheinigung ist die Erfüllung des zutreffenden Inspektions- und Prüfprogramms zu bestätigen, der Mindestumfang ist Anlage 6 zu entnehmen. Die entwurfsgeprüfte Zeichnung (Entwurfsprüfungs-Nr.) mit Revisionsstand und die As-built-Zeichnung mit Revisionsstand sind anzugeben. Lose zur Baustelle gelieferte Teile sind aufzuführen. Bei Mehrfachglühungen sind die Gesamtglühzeiten pro Bauteil, Schmelze und Wärmebehandlungslos zu listen und dem AG zu übergeben. Die Gesamtdauer der Glühzeit darf nicht überschritten werden.

Generell ist für die Erstellung der Dokumentation von dem Fertiger ein Verantwortlicher zu benennen. Im Rahmen der Dokumentationskontrolle ist die Richtigkeit und Vollständigkeit der Dokumentation in Bezug auf Erfüllung und Vorhandensein aller Nachweise (3.1 Prüfungen inklusive) zu prüfen und in der Teilbauprüfbescheinigung zu bestätigen.

Auf den Versandpapieren ist die Kennzeichnung der Bauteile anzugeben und die Abnahme nach dem entsprechenden Inspektions- und Prüfplan zu bestätigen.

Vor dem Versand auf die Baustelle ist die ordnungsgemäße Konservierung und der ordnungsgemäße Verschluss jedes Bauteils zu kontrollieren.

4 Anlagen

Anlage 1: Abkürzungsverzeichnis

Anlage 2: Modulauswahl DGRL

- Anlage 3: Warmbiegungen, Umfang der Prüfungen nach Normalisierung bzw. Neuvergütung
- Anlage 4: Induktivbiegungen, Umfang der Prüfungen nach Normalisierung bzw. Neuvergütung
- Anlage 5: Max. zulässige Waddicken zur Vorwärmung mit Gasbrenner bei Rundnähten
- Anlage 6: Prüfnachweisdokumentation (entsprechend QR)

Anlage 1: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
3.1	Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204
3.2	Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204, ausgestellt durch die benannte Stelle nach DRGL
AD2000 (... HP 5/3)	Regelwerk der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (Merkblatt 5/3, Reihe Herstellung und Prüfung)
BPQR	Bending Procedure Qualification Record, Biegeverfahrensprüfung
Da	Außendurchmesser
DGRL	Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU
Di	Innendurchmesser
DN	Nennweite
E-Hand	Lichtbogenhandschweißen (Prozess 111)
FDBR	Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau eV
GW	Grundwerkstoff
HT	Härteprüfung
HV, HV10	Härte nach Vickers
KKS	Kraftwerk kennzeichensystem, siehe Richtlinie VGB B105 und B106
MIG / MAG	Metallaktivgasschweißen (Prozesse 135, 136) / Metallinertgasschweißen (Prozesse 131, 137)
MRL	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
MT	Metallpulverprüfung
NCR	Non Conformity Report, Abweichungsbericht
NoBo	Notified Body, benannte Stelle nach DGRL
OFR	Oberflächenrissprüfung
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PND	Prüfnachweisdokumentation
PT	Eindringprüfung
QM, QMS	Qualitätsmanagement, QM-System
QS	Qualitätssicherung
Rm	Biegeradius Rohr
R/D	Verhältnis Biegeradius zu Rohrdurchmesser
RT	Durchstrahlungsprüfung
SFI/EWE/IWE	Schweißfachingenieur/European Welding Engineer/International Welding Engineer
SG	Schweißgut
ST	Spektralanalyse
t	Wanddicke (t, w, Wd)
T	Temperatur
TIV	Through Indenter Viewing (Härteprüfmethode)
UCI	Ultrasonic Contact Impedance Methode (Härteprüfmethode)
UP	Unterpulverschweißen (Prozess 121)
UT	Ultraschallprüfung
VdTÜV (...-WBL)	Verband der TÜV eV (...-Werkstoffblatt)
VGB	Verband der Großkraftwerksbetreiber
VP	Verfahrensprüfung

GKM FWN
Teil C Spezifikationen
C8.4 Qualitätssicherungsspezifikation
im Rahmen der Druckgeräterichtlinie (QSS-DGRL)

Datum:
24.01.2025

Abkürzung	Beschreibung
VT	Visuelle Prüfung
Wd	Wanddicke
WEZ	Wärmeeinflusszone
WPQR	Welding Procedure Qualification Record, Schweißverfahrensprüfung
WPS	Welding Procedure Specification, Schweißplan/Schweißanweisung
ZfP	zerstörungsfreie Prüfung
ZP	zerstörende Prüfung

Anlage 2: Modulauswahl DGRL

Baugruppe Kessel (EN 12952, EN 12953) -> Modul G

Baugruppe Druckbehälter (EN 13445 oder AD2000) und Baugruppe Rohrleitungsanlage (EN 13480) -> Modul gemäß nachfolgender Vorgabe für die Bauteile einer Baugruppe, wobei die ermittelte höchste Kategorie eines Bauteiles der Baugruppe auch für die Baugruppe anzuwenden ist.

Für in den Baugruppen enthaltene Bauteile gilt:

- Art. 4 Abs. 3 (GIP): entsprechend Modul A herzustellen und zu dokumentieren
- Kategorie I: Modul A
- Kategorie II: Modul A2
- Kategorie III: Modul B(E)+F
- Kategorie IV: Modul G

Abweichend hiervon können Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion (Kategorie IV) auch nach Modul H1 geliefert werden. Armaturen die dem WHG (AWSV) unterliegen sind nach Modul H1 und Armaturen Kategorie III (Serienfertigung) nach Modul H oder H1 zu liefern.

Der Hersteller kann sich auch für ein Verfahren entscheiden, das oben für eine höhere Kategorie vorgesehen ist, z.B. Kategorie I nach Modul A2, Kategorie II nach Modul B(E)+F, etc.

Abweichungen von der hier vorgegebenen Modulauswahl bedürfen der Zustimmung NoBo/anerkannte Prüf stelle und dem AG.

Anlage 3: Warmbiegungen, Umfang der Prüfungen nach Normalisierung bzw. Neuvergütung

Werkstoff*)	Wand- dicke [mm]	Zugversuch und Kerbschlag- biegeversuch	Warmzug- versuch	Mikroschliff 200-fach 500-fach	Prüfung auf Längs- und Querfehler	Härte- prüfung	Oberflächen- beschaffenheit
1.5415 und unlegierte Werkstoffe	< 15	Je Schmelze, Abmessung, WBH-Los und Lieferung	-	-	100%	10%	100%
1.7380 1.7883 1.7335	< 15	Je Schmelze, Abmessung, WBH-Los und Lieferung	-	-	100%	30%	100%

*) Für hier nicht aufgeführte Werkstoffe ist der Umfang der Prüfungen mit dem AG vor Auftragsvergabe abzustimmen.

Anlage 4: Induktivbiegungen, Umfang der Prüfungen nach Normalisierung bzw. Neuvergütung

Werkstoff ^{*)}	Wand- dicke [mm]	Zugversuch und Kerbschlag- biegeversuch (bei $t > 7\text{mm}$)	Warm- zug- versuch	Mikroschliff 200-fach 500-fach	Härte- prüfung	Oberflächen- beschaffen- heit (VT: 100%) MT/PT	Protokollierung in Anlehnung an VGB-R 508 L, Beispiele Anlage 12 bis 20	
							Biege- radius	Wand- dicke
1.5415 und unlegierte Werkstoffe	alle	Je Schmelze, Abmessung, WBH-Los und Lieferung	-	-	10%	10%	100%	100%
1.7380 1.7883 1.7335	< 30	Je Schmelze, Abmessung, WBH-Los und Lieferung	-	X	10%	10% (<15) 100% (≥ 15)	100%	100%
	≥ 30		-	X	100%	100%	100%	100%

*) Für hier nicht aufgeführte Werkstoffe ist der Umfang der Prüfungen mit dem AG vor Auftragsvergabe abzustimmen.

Anlage 5: Max. zulässige Wanddicken zur Vorwärmung mit Gasbrenner bei Rundnähten

Werkstoff	Max. [mm] Außendurchmesser	Max. [mm] Wanddicke
P235GH P265GH 16Mo3 13CrMo4-5 10CrMo9-10	168,3	10

Anlage 6: Prüfnachweisdokumentation PND (entsprechend QR)

Deckblatt/Inhaltsverzeichnis

- Hersteller/Lieferant
- Projekt
- Bauteil
- KKS
- Inhaltsverzeichnis

Allgemeines, Qualifikationsnachweise Hersteller, Lieferer und Personal (Voraussetzungen)

- QM-Handbuch, ISO 9001
- Zulassung als Schweißbetrieb, ISO 3834-2 und/oder EN 1090
- Akkreditierungsnachweise bei Untervergaben an Prüflabore
- Liste gültiger Verfahrensprüfungen WPQR, BPQR
- Qualifikationen Prüfaufsichten (SFI/EWE/IWE, Schweißen und Prüfen)
- Qualifikation der Prüfer
- Liste der Schweißer- und Bedienerprüfungen mit Gültigkeitsbereich und Zeugnisdatum/Datum der letztmaligen Verlängerung, Handfertigkeitsproben
- Prüfanweisungen für eingesetzte ZfP-Verfahren
- Anweisungen und Werksvorschriften (Wärmebehandlung, Korrosionsschutz, Richtarbeiten)
- Fertigungsterminplan mit Prüfschritten und Prüfterminen
- Projektbezogenes Organigramm mit Darstellung der verantwortlichen Personen

PND

- CE-Dokumentation (Konformitätserklärung, Konformitätsbescheinigung)
- Bescheinigung über Bau- und/oder Druckprüfung, Druckproben und/oder Dichtheitsprotokolle
- Inspektions- und Prüfplan (freigezeichnet)
- Zeichnungsverzeichnis (as-built), Stücklisten
- Komplette Entwurfprüfungsunterlagen (vorgeprüfte Unterlagen mit komplettem Prüfbericht)
- Liste der eingesetzten Schweißer mit Angabe der Zulassungsgrenzen
- Materialliste mit Materialzertifikaten (Abnahmeprüfzeugnisse EN 10204) und ggf. Nacherprobung bei akkreditiertem Prüflabor
- Umstempelprotokolle
- Werkstoffzulassungen, Zulassung Schweißzusatzwerkstoffe
- Schweißdokumentation
 - » WPQR/Verfahrensprüfung
 - » WPS Schweißanweisungen
 - » Kantenversatzprotokolle
 - » Wärmebehandlungsbescheinigungen und Glühdiagramme
 - » Prüfumfänge

- ZfP-Protokolle
 - » Visuelle Prüfung
 - » Waddickenmessungen
 - » Spektralanalyse
 - » Härteprüfungen
 - » Durchstrahlungsprüfung
 - » Ultraschallprüfung
 - » Eindringprüfung/Magnetpulverprüfung
- Protokolle über zerstörende Prüfungen
- Maßprotokolle
- Korrosionsschutzbescheinigung
- Liste NCR mit Abweichungsberichten