

## KTA 3401.3

### Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl

#### Teil 3: Herstellung

Diese Regel ersetzt die Regel KTA 3401.3 "Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl Teil: Herstellung" in der Fassung 10/79 (BAnz. Nr. 57 vom 21. März 1980, Beilage 11/80).

Die nachfolgend wiedergegebene Regel wurde im Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) von der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (AD-Verbände) unter der Federführung der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e.V. (VdTÜV) vorbereitet.

#### Inhalt

	Seite
Grundlagen .....	3
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Allgemeine Grundsätze.....	3
2.1 Anforderungen an den Hersteller.....	3
2.2 Baurechtlicher Prüfer.....	3
2.3 Erhaltung der Werkstoffkennzeichnung .....	3
2.4 Korrosionsschutz.....	4
3 Grundsätze für Schweißarbeiten .....	4
3.1 Unterlagen.....	4
3.2 Schweißaufsicht.....	4
3.3 Schweißer .....	4
3.4 Verarbeitung von Schweißzusätzen und -hilfsstoffen.....	5
3.5 Durchführung von Schweißarbeiten .....	5
4 Grundsätze für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	6
4.1 Notwendigkeit für die Wärmebehandlung (Spannungsarmglühen) .....	6
4.2 Anforderungen an die Wärmebehandlungseinrichtungen.....	6
5 Fertigungstoleranzen.....	7
5.1 Meßprogramm.....	7
5.2 Sicherheitsbehälter .....	7
5.3 Schleusen.....	7
5.4 Stutzen .....	8
5.5 Prüfbarkeit .....	8
5.6 Toleranzüberschreitungen.....	8
6 Grundsätze für die zerstörungsfreien Prüfungen .....	8
6.1 Organisation der zerstörungsfreien Prüfungen beim Hersteller.....	8
6.2 Umfang und Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen.....	8
6.3 Verfahrenstechnische Anforderungen für die Durchführung zerstörungsfreier Prüfungen .....	8
6.4 Anforderungen an die Prüflängen der Schweißverbindungen.....	14

7	Vorprüfung.....	14
7.1	Grundsätze .....	14
7.2	Vorprüfunterlagen.....	15
7.3	Durchführung der Vorprüfung .....	17
7.4	Dokumentation .....	17
8	Verfahrensprüfungen.....	17
8.1	Allgemeine Anforderungen .....	17
8.2	Geltungsbereich einer Verfahrensprüfung .....	17
8.3	Durchführung der Verfahrensprüfung .....	18
8.4	Prüfungen an den Prüfstücken.....	18
9	Prüfungen während der Fertigung .....	21
9.1	Allgemeine Anforderungen .....	21
9.2	Begleitende Fertigungsüberwachung .....	21
9.3	Zerstörungsfreie Prüfungen.....	22
9.4	Arbeitsprüfung .....	25
9.5	Prüfung von leitfesten Schraubenverbindungen (GV- und GV -Verbindungen) .....	28
9.6	Maßprüfung .....	28
9.7	Abweichungen.....	28
10	Prüfungen vor Inbetriebsetzung .....	28
10.1	Bauprüfung vor der Druckprüfung .....	28
10.2	Druckprüfung .....	28
10.3	Dehnungsmessungen.....	29
10.4	Dichtheitsprüfung an Dichtflächen.....	29
10.5	Leckratenprüfung.....	29
10.6	Funktionsprüfung.....	29
10.7	Unterdruckprüfung.....	30
10.8	Zerstörungsfreie Prüfung nach der Druckprüfung .....	30
11	Dokumentation .....	30
11.1	Allgemeine Anforderungen .....	30
11.2	Zusammenstellung der Unterlagen .....	30
11.3	Kurzzeichen.....	30
11.4	Formblätter .....	31
11.5	Weitere Unterlagen für die Dokumentation.....	31
11.6	Durchführung .....	31
	Anhang A: Formblätter.....	33
	Anhang B: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird .....	50
	Stichwortverzeichnis .....	52

## Grundlagen

(1) Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen zu beschreiben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz) getroffen ist, um insbesondere die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung festgelegten sowie in den "Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" und den "Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 Strahlenschutzverordnung" weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Dem Reaktorsicherheitsbehälter fällt die Aufgabe zu, den zugrunde zu legenden Druck- und Temperaturbelastungen, die bei Störfällen mit Freisetzung radioaktiver Stoffe innerhalb des Sicherheitsbehälters, insbesondere bei den zu unterstellenden Leckquerschnitten an der Hauptkühlmittelleitung auftreten können, so standzuhalten, daß eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung verhindert wird. Deswegen ist der Reaktorsicherheitsbehälter einschließlich aller Durchführungen und Kühleinrichtungen, soweit ihre Funktion zur Beherrschung der Störfallfolgen notwendig ist, so zu gestalten und auszulegen, daß er unter Einhaltung der zugrunde gelegten Leckrate den statischen, dynamischen und thermischen Belastungen standhält, die im Zusammenhang mit obengenannten Störfällen und ihren Folgen auftreten können. Dem Reaktorsicherheitsbehälter fällt weiterhin die Aufgabe der Lüftungsführung während des Normalbetriebs zu.

(3) Bei einigen ortsfesten Leichtwasserreaktoren wird der Reaktorsicherheitsbehälter zum Beispiel als technisch gasdichte Stahlkugel konzipiert, in die die erforderlichen Rohr- und Kabeldurchführungen sowie Schleusen für Personen und Material eingefügt sind.

(4) Damit diese Art von Reaktorsicherheitsbehältern diese Aufgabe erfüllen kann, werden technische und organisatorische Maßnahmen, wie zum Beispiel

- a) Auswahl und Verwendung von Werkstoffen großer Zähigkeit und guter Verarbeitbarkeit,
- b) festigkeitsmäßige Auslegung und konstruktive Gestaltung,
- c) Auswahl von Fertigungs- und Prüfverfahren und Dokumentation von Prüfschritten und Ergebnissen,
- d) eindeutige Anweisungen für Tätigkeiten bei der Herstellung des Werkstoffs und dessen Verarbeitung getroffen.

(5) Diese genannten Maßnahmen werden in 4 Regelteilen behandelt.

(6) Der hier vorliegende Teil 3 regelt die Fertigung des Reaktorsicherheitsbehälters und die zum Qualitätsnachweis erforderlichen Prüfungen.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist anzuwenden auf die Herstellung von Reaktorsicherheitsbehältern aus Stahl (im Regeltext Sicherheitsbehälter genannt) für ortsfeste Leichtwasserreaktoren einschließlich der mit dem Sicherheitsbehälter fest verbundenen Stützen und auf drucktragende Teile von Schleusen.

## 2 Allgemeine Grundsätze

### 2.1 Anforderungen an den Hersteller

(1) Der Hersteller hat die für die sachgemäße Ausführung notwendigen Arbeiten unter Beachtung dieser Regel durchzuführen. Der Hersteller darf für den Sicherheitsbehälter nur begutachtete Werkstoffe nach KTA 3401.1 und eignungsgeprüfte Schweißzusätze und -hilfsstoffe nach KTA 1408.1 verwenden.

Hinweis:

Unter dem Begriff Werkstoffe sind im weiteren die Werkstoffe und ihre Erzeugnisformen gemeint.

(2) Die folgenden Voraussetzungen sind dem Sachverständigen vor Aufnahme der Herstellung als erfüllt nachzuweisen:

Hinweis:

Für Prüfungen nach dieser Regel sind je nach den zugrundeliegenden Rechtsvorschriften des Atom- oder Baurechts folgende Sachverständige zu unterscheiden:

- die nach § 20 des Atomgesetzes von der Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde zugezogenen Sachverständigen, im folgenden Sachverständiger genannt,
  - die nach der jeweiligen Landesbauordnung zuständige Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde oder die von dieser Seite beauftragten Prüfmänner für Baustatik und Prüfsachverständige für Baustatik, im folgenden baurechtlicher Prüfer genannt.
- a) Der Hersteller muß den Großen Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 Abschnitt 6.2 besitzen.
  - b) Der Hersteller muß eine fertigungsunabhängige Qualitätsstelle haben.
  - c) Der Hersteller muß über Einrichtungen verfügen, mit denen er Werkstoffe gemäß den Qualitätsanforderungen an den Sicherheitsbehälter umformen, schweißen, wärmebehandeln, transportieren und die notwendigen Prüfungen durchführen kann. Einrichtungen anderer Stellen dürfen in Anspruch genommen werden, wenn bei diesen die Voraussetzungen erfüllt sind.
  - d) Der Hersteller muß über fachkundiges Personal für die Herstellung verfügen.
  - e) Für Schweißarbeiten darf der Hersteller nur Schweißer einsetzen, deren Eignung nach Abschnitt 3.3 nachgewiesen ist. Die Anforderungen an die Schweißaufsicht sind in Abschnitt 3.2, die Anforderungen an die Prüfaufsicht in Abschnitt 6.1.2 festgelegt.
  - f) Der Hersteller hat in einer dem Herstellungsverfahren entsprechenden Verfahrensprüfung nach Abschnitt e) dem Sachverständigen nachzuweisen, daß er die vorgesehenen Schweißverfahren sicher beherrscht.
  - g) Der Hersteller darf nur nach vorgeprüften, gültigen Zeichnungen und Unterlagen fertigen.

### 2.2 Baurechtlicher Prüfer

Der baurechtliche Prüfer hat sich während der Fertigung von der Einhaltung der qualitätssichernden Maßnahmen im Rahmen seines Aufgabenbereiches zu überzeugen.

### 2.3 Erhaltung der Werkstoffkennzeichnung

#### 2.3.1 Allgemeines

Die Kennzeichnung der Werkstoffe muß während der Herstellung erhalten bleiben.

### 2.3.2 Umstempelungsverfahren

Soweit im Zuge der Herstellung die ursprünglichen Werkstoffkennzeichnungen entfallen, sind diese vor dem Abtrennen von Teilen zu übertragen. Bei gewalzten Bauteilen hat die Umstempelung so zu erfolgen, daß die Hauptwalzrichtung eindeutig zu identifizieren ist.

#### 2.3.3 Umstempelung von Werkstoffen mit Abnahmeprüfzeugnis C oder A nach DIN 50 049

(1) Bei Werkstoffen oder Teilen mit Abnahmeprüfzeugnis C oder A nach DIN 50 049 muß die Umstempelung durch den Sachverständigen erfolgen. Hierbei ist die Stempelung des Ursprungsteils (Werkstoffzeichnung, Schmelznummer und Probennummer) auf das neu zu stempelnde Teil zu übertragen und mit dem Stempel des Sachverständigen zu versehen.

(2) Für Kleinteile genügt außer dem Stempel des Sachverständigen ein Kurzzeichen, das die Zuordnung zum geprüften Vormaterial ermöglicht. Nach schriftlicher Vereinbarung mit dem Sachverständigen dürfen Kleinteile auch vom Verarbeiter umgestempelt werden.

(3) Es ist eine Bescheinigung auszustellen, in welcher das gesamte Stempelbild der Ursprungslieferung und der neu gestempelten Teile enthalten sind. Diese Bescheinigung darf auch durch einen entsprechenden Vermerk auf dem Abnahmeprüfzeugnis vorgenommen werden.

#### 2.3.4 Umstempelung von Werkstoffen mit Abnahmeprüfzeugnis B, Werkszeugnissen und Werksbescheinigungen nach DIN 50 049

(1) Bei Werkstoffen mit Abnahmeprüfzeugnis B, Werkszeugnissen und Werksbescheinigungen nach DIN 50 049 darf nach schriftlicher Vereinbarung mit dem Sachverständigen durch den Verarbeiter umgestempelt werden. In dieser Vereinbarung sind der für die Umstempelung verantwortliche Werksangehörige und der Werksstempel anzugeben.

(2) Für Kleinteile genügt außer dem Stempel des Werksachverständigen ein Kurzzeichen, das die Zuordnung zum geprüften Vormaterial ermöglicht.

### 2.4 Korrosionsschutz

Alle Teile des Sicherheitsbehälters sind wirksam gegen Korrosion zu schützen. Der Abschnitt 6.3.3.3 ist zu beachten.

## 3 Grundsätze für Schweißarbeiten

### 3.1 Unterlagen

Vor Beginn der Schweißarbeiten einschließlich der Schweißnahtvorbereitung müssen die für den jeweiligen Herstellungsschritt notwendigen Unterlagen mit dem Vermerk der vollzogenen Vorprüfung nach Abschnitt 7 vorliegen.

### 3.2 Schweißaufsicht

#### 3.2.1 Allgemeine Voraussetzungen

(1) Für alle Schweißarbeiten am Sicherheitsbehälter ist eine Schweißaufsicht dem Sachverständigen schriftlich zu benennen. Diese Schweißaufsicht muß dem jeweiligen Herstellerwerk angehören.

(2) Die Schweißaufsicht muß insbesondere praktische Erfahrungen auf dem Gebiet der Schweißtechnik sowie der für

die Fertigung in Frage kommenden Schweißverfahren haben. Der Sachverständige überzeugt sich im Rahmen der Herstellerbegutachtung und im Verlauf der Fertigung von ihrer Eignung, Qualifikation und Tätigkeit.

(3) Die Schweißaufsicht muß befugt sein, die erforderlichen Maßnahmen zum Erreichen der vorgesehenen Güte der Schweißverbindung im Rahmen des vorgeprüften Schweißplanes selbständig zu veranlassen. Sie hat dafür zu sorgen, daß die ihr Aufgabengebiet betreffenden Regeln eingehalten werden. Sie ist für den Einsatz der Schweißer sowie für den einwandfreien Betriebszustand der Schweiß- und Hilfseinrichtungen während der Fertigung verantwortlich. Die Schweißaufsicht hat die Schweißarbeiten zu überwachen und ist für die Protokollierung zum Beispiel Schweißprotokoll verantwortlich.

(4) Werden mehrere Personen als Schweißaufsicht benannt, so sind deren Zuständigkeitsbereiche gegeneinander abzugrenzen.

#### 3.2.2 Personenkreis

Für die Schweißaufsicht kommen nur Schweißfachingenieure in Frage. Sie müssen aufgrund ihrer Ausbildung, Erfahrung, und Fähigkeiten nach entsprechender Einarbeitung für die Aufgabe geeignet sein. Sie dürfen unterstützt werden durch Schweißstechniker, Schweißfachmänner und Lehrschweißer, die jedoch die Funktion der Schweißaufsicht nicht ausüben dürfen.

### 3.3 Schweißer

#### 3.3.1 Ausbildung

Die Schweißer müssen in Schulungsstätten, die sich planmäßig mit der Ausbildung von Schweißern befassen, ausgebildet worden sein.

#### 3.3.2 Prüfung

(1) Die Prüfung der Schweißer muß nach DIN 8560 erfolgt sein. Die Prüfung darf durchgeführt werden:

- a) durch den Sachverständigen,
- b) im Einvernehmen mit dem Sachverständigen durch den Hersteller oder durch schweißtechnische Lehranstalten des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik oder diesen gleichzustellende Ausbildungsstätten.

Die Durchführung von Prüfungen mit schriftlicher Zustimmung des Sachverständigen setzt voraus, daß eine Ausbildungsstätte, zur Prüfung befähigtes Personal und geeignete Einrichtungen zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind schriftlich festzuhalten und dem Sachverständigen zur Verfügung zu stellen. Die Prüfbescheinigung enthält den Zusatz: "Die Prüfung erfolgte im Einvernehmen mit dem Sachverständigen ..... (Name des Sachverständigen) vom ..... (Institution) . Das Zeugnis ist vom Sachverständigen gegenzuzeichnen. Der Sachverständige hat sich wiederholt von der ordnungsgemäßen Durchführung der Prüfungen zu überzeugen.

(2) Für das Schweißpersonal mechanisierter Schweißgeräte hat der Hersteller dem Sachverständigen den Nachweis zu erbringen, daß das Personal die erforderliche Fachkunde und bedienungstechnische Kenntnisse besitzt. Dieser Nachweis kann unter anderem im Rahmen von Verfahrens- oder vorlaufenden Arbeitsprüfungen erbracht werden. Als Nachweis

ist vom Hersteller eine Bescheinigung auszustellen und vom Sachverständigen gegenzuzeichnen.

### 3.3.3 Wiederholungsprüfungen

(1) In zweijährigen Abständen oder nach mehr als sechsmonatiger Unterbrechung der Tätigkeit sind die Schweißprüfungen zu wiederholen und der Nachweis der Eignung des Schweißpersonals für mechanisierte Schweißgeräte erneut zu erbringen. Die Ergebnisse der Verfahrens- und Arbeitsprüfungen werden als Wiederholungsprüfung anerkannt.

(2) Wiederholungsprüfungen nach DIN 8560 sind durch die in Abschnitt 3.3.2 genannten Stellen durchzuführen.

(3) Bei Wiederholungsprüfungen darf eine Einzweckschweißprüfung nach DIN 8560 in begründeten Fällen vorgenommen werden. Die Schweißaufsicht hat dafür Sorge zu tragen, daß der Schweißer nur in diesem eingeschränkten Arbeitsbereich eingesetzt wird.

### 3.3.4 Prüfbescheinigungen

Die Prüfbescheinigungen über die Prüfungen oder der Nachweis nach den Abschnitten 3.3.2 und 3.3.3 sind am Einsatzort des Schweißers zur Verfügung zu halten.

## 3.4 Verarbeitung von Schweißzusätzen und -hilfsstoffen

(1) Die Schweißzusätze und -hilfsstoffe müssen eine auf den Grundwerkstoff und die Anforderungen abgestimmte Schweißverbindung ermöglichen.

(2) Es dürfen nur Schweißzusätze und -hilfsstoffe verwendet werden, die nach den Anforderungen von KTA 1408.1 eignungsgeprüft und nach KTA 1408.2 hergestellt sind.

(3) Schweißzusätze und -hilfsstoffe dürfen nur nach Maßgabe von KTA 1408.3 verarbeitet werden.

## 3.5 Durchführung von Schweißarbeiten

### 3.5.1 Arbeitstechnische Anforderungen

(1) Die Schweißverbindungen sind in Übereinstimmung mit den Angaben der vorgeprüften Unterlagen sowie nach den Bedingungen der Verfahrensprüfungen auszuführen.

(2) Alle Schweißverbindungen sind in mindestens 2 Lagen auszuführen.

(3) Für alle Schweißungen, auch für Anschweißteile, sind basisch umhüllte Elektroden zu verwenden oder Schweißzusätze, die eine gleichwertige Schweißverbindung ergeben.

(4) Stumpfnahtschweißverbindungen von drucktragenden Bauteilen sind so auszuführen, daß sie hinsichtlich ihres äußeren Befundes mit Ausnahme des Kantenversatzes der Bewertungsgruppe A5 nach DIN 8563 Teil 3 Tabelle 1 genügen und die zerstörungsfreien Prüfungen gemäß Abschnitt 9.3 ermöglichen.

(5) Die Toleranzen für den Versatz von Mittenflächen nach Abschnitt 5 sind einzuhalten.

(6) Einseitig geschweißte Stumpfnahtschweißverbindungen sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Bei unvermeidbaren, einseitig geschweißten Stumpfnähten (Rohranschweißnähte) ist sicherzustellen, daß eine eindeutige Prüfaussage über die Schweißverbindung möglich ist. Der äußere Befund der Wur-

zel muß die Anforderungen der Bewertungsgruppe BS nach DIN 8563 Teil 3 Tabelle 1 erfüllen.

(7) Kehlnähte sind nur zulässig

a) an temporären Anschweißteilen

b) an Deckeln, die innerhalb des Sicherheitsbehälters an Durchführungsstutzen aufgesetzt sind, und

c) am Deckel des Dichtkastens.

(8) Die Lage jeder Schweißnaht muß bestimmbar sein. Die Zuordnung der Schweißer zu jeder Schweißnaht muß durch Eintragungen in Zeichnungen -oder Schweißprotokollen erfolgen.

(9) Zum Ausfugen mit Kohlelektroden dürfen nur solche Elektroden ohne Kupfermantel oder mit aufgedampfter Kupferschicht verwendet werden, deren Bewährung nachgewiesen ist. Zu diesem Nachweis dürfen auch die Ergebnisse von Verfahrens- und Arbeitsprüfungen herangezogen werden.

(10) Beim Ausfugen ist die im Schweißplan festgelegte Vorwärmung einzuhalten. Wird ausgefugt, so sind aufgekohlte und aufgehärtete Zonen durch Schleifen oder spanabhebende Verfahren zu entfernen. Die fertig bearbeiteten Bereiche sind einer Oberflächenrißprüfung nach Abschnitt 6.3.4 zu unterziehen. Die Beurteilung der Prüfergebnisse hat nach Abschnitt 9.3.4.2 zu erfolgen.

(11) Das Überprüfen des Lichtbogens oder das Zünden von Elektroden an Bauteilen außerhalb der Schweißnahtfuge ist unzulässig. Sind Zündstellen außerhalb der Schweißnahtfuge trotzdem aufgetreten, so müssen sie blank geschliffen und einer Oberflächenrißprüfung nach Abschnitt 6.3.4 unterzogen werden. Diese Stellen müssen fehlerfrei sein.

(12) Der Schweißbereich oder Arbeitsplatz des Schweißers ist gegen Witterungseinflüsse, z. B. Niederschläge und Wind, zu schützen. Für Schweiß- und Schneidarbeiten bei Außentemperaturen unter + 5°C sind Maßnahmen mit dem Sachverständigen abzustimmen.

(13) An Schweißnähten von drucktragenden Wänden, an denen keine anschließende Wärmebehandlung erfolgt, ist, sofern der eingesetzte Werkstoff diese erfordert, die Glühraupentechnik (temper-bead) anzuwenden, wobei die Saumbreite (Abstand zwischen den Schmelzlinien von Randdeckkraupen und Glühraupen) zwischen 1 und 5 mm betragen soll. Im Falle abweichender Saumbreiten sind mit dem Sachverständigen besondere Vereinbarungen zu treffen.

#### Hinweis:

Die Forderung nach der Anwendung der Glühraupentechnik ist für den Sicherheitsbehälter im Anhang A von KTA 3401.1 geregelt. Für den Stahl 15 MnNi 63 braucht sie danach für den Sicherheitsbehälter nicht vorgesehen zu werden.

(14) Ergänzend sind die Anforderungen des Stahl-Eisen-Werkstoffblatts SEW 088 sowie von KTA 3401.1 zu beachten.

### 3.5.2 Randzonenprüfung

(1) An allen Bauteilen für drucktragende Wände sind im Bereich von vorgesehenen Schweißverbindungen einschließlich der Anschweißbereiche von längsnahtgeschweißten Stutzen Randzonenprüfungen mit Ultraschall nach Abschnitt 5.3.3.4 KTA 3401 Teil 1 durchzuführen.

(2) Die Prüfzonenbreite muß beiderseits der Stirnflächen mindestens 50 mm betragen. Bei Bauteilen über 50 mm Nennwanddicke ist die Prüfzonenbreite von den Stirnflächen aus der Nennwanddicke gleichzusetzen. In beiden Fällen muß sichergestellt sein, daß der nach dem Anarbeiten der

Schweißfugenflanken verbleibende geprüfte Grundwerkstoffbereich mindestens 20 mm breit ist.

(3) Die Prüfung der Randzonen ist vor dem Anarbeiten der Schweißfugenflanken durchzuführen. Ausbesserungen von Fehlern im Grundwerkstoff bedürfen der Zustimmung des Sachverständigen.

### 3.5.3 Fertigungsbedingungen für Schweißfugenflanken und Wanddickenabschrägungen

(1) Schweißfugenflanken dürfen durch thermisches Trennen oder durch mechanische Bearbeitung hergestellt werden. Die Fugenflanken müssen beim Schweißen frei von Rost, Zunder und sonstigen Verunreinigungen sein.

(2) Für das thermische Trennen sind die Festlegungen des Anhangs A von KTA 3401.1 zu beachten.

(3) Eine mechanische Bearbeitung, zum Beispiel durch Schleifen, ist erforderlich, wenn nicht sichergestellt ist, daß die Schmelzzone beim Schweißen wieder aufgeschmolzen wird oder die Härte der Schmelzzone Fehler in der Schweißnaht erwarten läßt.

(4) Die fertig bearbeiteten Schweißfugenflanken und die Anschweißbereiche von längsnahtgeschweißten Stützen sind einer Oberflächenrißprüfung nach Abschnitt 6.3.4 zu unterziehen. Die Beurteilung hat nach Abschnitt 9.3.4.2 zu erfolgen.

(5) Bereiche an den Blechoberflächen, die mittels thermischen Trennens abgeschrägt werden, zum Beispiel Wanddickenabschrägungen, müssen beschliffen und einer Oberflächenrißprüfung nach Abschnitt 6.3.4 unterzogen werden. Die Beurteilung der Prüfergebnisse hat nach KTA 3401.1, Abschnitt 6.3.3.4 Absatz 2 zu erfolgen. Werden bei dieser Prüfung Anzeigen festgestellt, die die Zulässigkeitsgrenze überschreiten, so dürfen diese Fehler im Einvernehmen mit dem Sachverständigen durch Ausschleifen und gegebenenfalls durch zusätzliche Reparaturschweißungen ausgebessert werden.

### 3.5.4 Anschweißteile

#### 3.5.4.1 Allgemeines

Anschweißteile sind unter denselben Bedingungen zu schweißen wie Verbindungsschweißnähte. Kehlnähte sind nur bei Anschweißteilen zulässig, die vor der Druckprüfung wieder entfernt werden müssen (temporäre Anschweißteile); dabei darf die letzte Raupe den Grundwerkstoff der drucktragenden Wand nicht berühren. Falls eine Spannungsarmglühung nach Abschnitt 4 nach dem Schweißen vorzunehmen ist, soll das Anschweißen vor der Spannungsarmglühung erfolgen. Von dieser Forderung kann im Einvernehmen mit dem Sachverständigen abgewichen werden, wenn die Eigenschaften des Werkstoffes und die Schweißbedingungen es zulassen.

#### 3.5.4.2 Verbleibende Anschweißteile

Schweißnähte an verbleibenden Anschweißteilen sind nach den Anforderungen von Abschnitt 9.3 zerstörungsfrei zu prüfen.

#### 3.5.4.3 Temporäre Anschweißteile

(1) Das Abtrennen von Anschweißteilen soll spanend erfolgen. Falls ein thermisches Trennen erforderlich wird, so ist

der Mindestabstand von 5 mm von der Oberfläche des Bauteils einzuhalten. Der verbleibende Rest ist durch Schleifen bis zur Bauteiloberfläche abzutragen. Eine Unterschreitung der Nennwanddicke ist ohne rechnerischen Nachweis nach KTA 3401.2 nicht zulässig. Schweißnahtreste sind abzuschleifen.

(2) Nach dem Entfernen von temporären Anschweißteilen sind die durch die Schweißung und durch die Abtrennung möglicherweise beeinflussten Bereiche zu kennzeichnen und einer Oberflächenrißprüfung nach dem Magnetpulververfahren nach Abschnitt 6.3.4 zu unterziehen. Die Beurteilung hat nach Abschnitt 9.3.4.4 zu erfolgen. Des Weiteren ist die Härte an 5% der Stellen gemäß Abschnitt 8.4.3 Absatz e mit einer Härtereihe HV 10 zu bestimmen. Die Ergebnisse sind zu protokollieren.

### 3.5.5 Reparaturschweißungen

(1) Für Reparaturschweißungen sind die Anforderungen der Abschnitte 3.5.1 bis 3.5.4, 6, 7, 9 und 11 einzuhalten.

(2) Reparaturschweißungen sind nur mit Zustimmung des Sachverständigen zulässig.

(3) Wenn Reparaturen an bereits wärmebehandelten Schweißverbindungen durchgeführt werden, dann sind diese nach der Reparatur erneut einer Wärmebehandlung zu unterziehen.

(4) In begründeten Fällen darf im Einvernehmen mit dem Sachverständigen auf eine erneute Wärmebehandlung verzichtet werden.

(5) Sind Schweißungen zur Beseitigung von Einbrandkerben oder Stellen mit örtlicher Unterschreitung der rechnerischen Wanddicke oder zur Formkorrektur notwendig, so ist hierfür die Zustimmung des Sachverständigen vor Beginn der Arbeiten einzuholen.

(6) Sofern keine Verfahrensprüfung für eine Reparaturschweißung vorliegt, ist eine Reparaturschweißung in einer Arbeitsprüfung zu simulieren.

(7) Reparaturschweißungen und Schweißungen zur Formkorrektur sind zu protokollieren.

## 4 Grundsätze für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen

### 4.1 Notwendigkeit für die Wärmebehandlung (Spannungsarmglühen)

Die Notwendigkeit der Wärmebehandlung nach dem Schweißen ergibt sich in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe, der Wanddicke des vollwandig angeschweißten Bauteils und den Festigkeitseigenschaften. Sie ist in der Werkstoffbegutachtung des Werkstoffes festgelegt.

### 4.2 Anforderungen an die Wärmebehandlungseinrichtungen

(1) Dem Sachverständigen ist die Eignung der Wärmebehandlungseinrichtungen in der Herstellerbegutachtung nachzuweisen.

(2) Die Prüfung und Kalibrierung der anzeigenden und schreibenden Temperatur-Meßeinrichtungen darf nicht länger als ein Jahr zurückliegen und muß nach einem Umbau und jedem Transport erneut, erfolgen und ist durch ein Meß-

protokoll einer fertigungsunabhängigen Qualitätsstelle zu belegen.

## 5 Fertigungstoleranzen

### 5.1 Meßprogramm

Vor Baubeginn ist ein Meßprogramm zur Kontrolle der Maßhaltigkeit des Sicherheitsbehälters und der Bauteile aufzustellen. Hierin sind alle Meßvorgänge und deren zeitliche Folge zu beschreiben.

### 5.2 Sicherheitsbehälter

#### 5.2.1 Durchmesser

Aus den gemessenen Außenumfängen der durch die geschweißten Bleche gebildeten Zonen sind die Außendurchmesser der einzelnen Zonen zu ermitteln. Der Außendurchmesser darf nicht mehr als 0,5% von dem festgelegten Sollaußendurchmesser abweichen. Die Messung muß an der Zonenunterkante erfolgen.

#### 5.2.2 Unrundheit

Die Abweichung von der Kreisform (Unrundheit) darf 0,5% nicht überschreiten. Die Unrundheit ist aus dem größten und kleinsten Radius in einer Querschnittsebene nach folgender Beziehung zu ermitteln:

$$\text{Unrundheit} = 2 \times \frac{(R_{\max} - R_{\min})}{(R_{\max} + R_{\min})} \times 100 \quad \text{in \%} \quad (5-1)$$

Der Radius ist an 16 über dem Umfang verteilten Stellen jeder Zone an der Zonenunterkante zu messen.

#### 5.2.3 Beulen

Beulen sind nur zulässig, wenn sie einen flachen Verlauf haben. Ihre Tiefe, gemessen als Abweichung von der Sollform darf 1% der Beulenbreite nicht überschreiten. Die Abweichung ist mit einer 2-Meter-Schablone zu messen.

#### 5.2.4 Nahteinziehungen

Nahteinziehungen sind nur bei flachem Verlauf zulässig. Ihre Tiefe, gemessen als Abweichung von der Sollform darf 5 mm (Schablonenlänge 500 mm) nicht überschreiten.

#### 5.2.5 Höhentoleranz

Die Gesamthöhe des Sicherheitsbehälters darf nicht mehr als 0,1% von der festgelegten Sollhöhe abweichen.

#### 5.2.6 Auswirkungen der Fertigungstoleranzen auf An- und Einbauten

Die in den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.5 angegebenen Toleranzen sind nur dann zulässig, wenn die Funktionsfähigkeit der An- und Einbauten dadurch nicht beeinträchtigt wird zum Beispiel Schleusen, Rohrdurchführungen. Entsprechende Festlegungen sind bei der Planung zu treffen.

### 5.2.7 Nichtplanmäßiger Versatz der Mittelflächen

#### 5.2.7.1 Gleiche Wanddicke

Der nichtplanmäßige Versatz der Mittelflächen aneinanderstoßender Erzeugnisformen darf ohne Nachweis der Unbedenklichkeit der berechneten Spannungen höchstens 5% der Wanddicke, jedoch nicht mehr als 3 mm betragen.

#### 5.2.7.2 Ungleiche Wanddicke ohne und mit Abschrägung

Der nicht planmäßige Versatz der Mittelflächen darf ohne Nachweis der Unbedenklichkeit der berechneten Spannungen höchstens 5% der kleineren Wanddicke, jedoch nicht mehr als 3 mm betragen.

### 5.3 Schleusen

#### 5.3.1 Durchmesser

Der mittlere Außendurchmesser der Schleusenkörper darf, aus dem Umfang berechnet, um nicht mehr als + 0,5% vom vorgegebenen Sollaußendurchmesser abweichen.

#### 5.3.2 Unrundheit

Die Abweichung der Schleusenkörper von der Kreisform darf 0,5% nicht überschreiten. Die Unrundheit ist anhand des größten und kleinsten gemessenen Durchmessers in einer Querschnittsebene nach folgender Beziehung zu ermitteln:

$$\text{Unrundheit} = 2 \times \frac{(D_{\max} - D_{\min})}{(D_{\max} + D_{\min})} \times 100 \quad \text{in \%} \quad (5-2)$$

#### 5.3.3 Beulen

Beulen sind nur zulässig, wenn sie einen flachen Verlauf haben. Ihre Tiefe, gemessen als Abweichung von der Sollform, darf 10% der Beulenbreite nicht überschreiten.

#### 5.3.4 Nahteinziehungen

Nahteinziehungen sind nur mit flachem Verlauf zulässig. Ihre Tiefe, gemessen als Abweichung von der Sollform, darf 3 mm (Schablonenlänge 200 mm) nicht überschreiten.

#### 5.3.5 Geradheit

Die Abweichung der zylindrischen Schleusenkörper von der Geraden darf 0,5% der zylindrischen Länge nicht überschreiten.

#### 5.3.6 Auswirkungen der Fertigungstoleranzen auf Funktion und Dichtheit

Die in den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.5 angegebenen Toleranzen sind nur dann zulässig, wenn die Funktionsfähigkeit und Dichtheit dadurch nicht beeinträchtigt wird. Entsprechende Festlegungen sind bei der Planung zu treffen.

### 5.3.7 Nichtplanmäßiger Versatz der Mittelflächen

#### 5.3.7.1 Gleiche Wanddicke

Der nichtplanmäßige Versatz der Mittelflächen aneinanderstoßender Erzeugnisformen darf ohne Nachweis der Unbedenklichkeit der berechneten Spannungen höchstens 10% der Wanddicke, jedoch nicht mehr als 2 mm betragen.

### 5.3.7.2 Ungleiche Wanddicke ohne und mit Abschrägung

Der nicht planmäßige Versatz der Mittelflächen darf ohne Nachweis der Unbedenklichkeit der berechneten Spannungen höchstens 10% der kleineren Wanddicke, jedoch nicht mehr als 2 mm betragen.

### 5.4 Stützen

Die Toleranzen für die Stützen sind aufgrund der Anforderungen an die anzuschließenden Bauteile festzulegen.

### 5.5 Prüfbarkeit

Die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfung darf weder durch die Abschrägung noch durch den Versatz der Mittelflächen unzulässig beeinträchtigt werden. Erforderlichenfalls ist die Prüfbarkeit an Prüfkörpern gleicher Abmessung und Toleranzen nachzuweisen.

### 5.6 Toleranzüberschreitungen

Bei Toleranzüberschreitungen gilt Abschnitt 9.7.

## 6 Grundsätze für die zerstörungsfreien Prüfungen

### 6.1 Organisation der zerstörungsfreien Prüfungen beim Hersteller

#### 6.1.1 Personelle Voraussetzungen

- (1) Die Prüfaufsicht hat dem Herstellerwerk anzugehören.
- (2) Prüfer sollen grundsätzlich dem Herstellerwerk angehören. Betriebsfremde Prüfer dürfen nur bei Anwendung der Durchstrahlungsprüfung Prüfarbeiten durchführen. Bei der Ultraschallprüfung und Oberflächenrißprüfung dürfen betriebsfremde Prüfer nur in Ergänzung zu Prüfern des Herstellerwerks prüfen.
- (3) Bei personellen und prüftechnischen Änderungen ist der Nachweis der Erfüllung der Anforderungen nach den Abschnitten 6.1.2, 6.1.3 und 6.3 für die Tätigkeit als Prüfaufsicht oder Prüfer erneut dem Sachverständigen zu erbringen.

#### 6.1.2 Anforderungen an die Prüfaufsicht

- (1) Die Prüfaufsicht muß von der Fertigung unabhängig sein und dem Sachverständigen namentlich benannt werden.
- (2) Die Prüfaufsicht muß die für ihre Aufgaben erforderliche Fachkunde und Grundkenntnisse besitzen und die durchzuführenden Prüfungen entsprechend den festgelegten Anforderungen beherrschen. Der Sachverständige hat sich vor Aufnahme der Herstellung von ihrer Eignung und Qualifikation zu überzeugen.

#### 6.1.3 Aufgaben der Prüfaufsicht

Die Prüfaufsicht hat den notwendigen Ausbildungsstand der Prüfer und den einwandfreien Zustand der Prüfeinrichtungen sicherzustellen. Sie beaufsichtigt die vom Hersteller durchzuführenden Prüfungen, beurteilt deren Ergebnisse und unterschreibt den Prüfbericht.

### 6.1.4 Anforderungen an den Prüfer

Der Prüfer muß theoretische Grundkenntnisse besitzen und die von ihm durchzuführenden Prüfungen beherrschen. Dieses ist dem Sachverständigen durch die Prüfaufsicht anhand der Prüfpraxis, der internen Ausbildung oder durch entsprechende Zeugnisse über externe Prüfungen nachzuweisen.

### 6.2 Umfang und Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen

- (1) Es sind alle
  - a) Verbindungsnahte der drucktragenden Wand,
  - b) Schweißnahte, die an drucktragenden Wänden angeschlossen sind,
  - c) Randzonen,
  - d) Schweißfugenflanken und ausgefugte Schweißnahtbereiche in einem Umfang, der das Auftreten von systematischen Fehlern ausschließt,
  - e) Reparaturschweißungen,
  - f) Stellen, an denen Anschweißteile entfernt wurden,
  - g) Abschrägungen

zerstörungsfrei zu prüfen. Dabei sind die Prüfungen nach c und d als Zwischenprüfung anzusehen.

- (2) Die Prüfung der Schweißnahte hat zeitlich so zu erfolgen, daß systematische Fehler noch während der Schweißarbeiten erkannt und behoben werden können. Der Prüfzeitpunkt ist jedoch unter Berücksichtigung einer eventuellen, verzögert auftretenden Rißbildung zu wählen. Die im Anhang A 1 KTA 3401.1 angegebene Zeitspanne ist einzuhalten.

- (3) Die zerstörungsfreie Prüfung hat nach der letzten Wärmebehandlung zu erfolgen. Eine weitere zerstörungsfreie Prüfung nach der Druckprüfung ist nach Abschnitt 10.8 durchzuführen.

### 6.3 Verfahrenstechnische Anforderungen für die Durchführung zerstörungsfreier Prüfungen

#### 6.3.1 Allgemeine Anforderungen

- (1) Die Schweißverbindungen müssen konstruktiv so gestaltet sein, daß die Prüfaussagen nicht unzulässig eingeschränkt werden.
- (2) Vor Beginn der Prüfungen hat die Prüfaufsicht des Herstellers insbesondere Art der Prüfungen, die Prüfvoraussetzungen und die Prüftechniken detailliert festzulegen und zu beschreiben (Prüfanweisung). Die Prüfanweisungen sind vorzuprüfen.

#### 6.3.2 System für die Ortung von Prüfbefunden

Vor Durchführung der zerstörungsfreien Prüfung hat der Hersteller ein Kennzeichnungssystem dem Sachverständigen vorzulegen, welches die Reproduzierbarkeit der Ortung von Prüfbefunden sicherstellt.

#### 6.3.3 Ultraschallprüfung

##### 6.3.3.1 Lage der Ankopplungsflächen

- (1) Bei Nennwanddicken bis zu 60 mm genügt es, von einer Bauteiloberfläche aus einzuschallen.
- (2) Bei Nennwanddicken über 60 mm soll von beiden Oberflächen aus eingeschallt werden.

- (3) Die Lage und Abmessungen der Ankopplungsflächen sind den Abschnitten 6.3.3.2, 6.3.3.5 und 6.4 zu entnehmen.
- (4) Abweichungen von den Festlegungen in den Absätzen 1 bis 3 sind mit dem Sachverständigen zu vereinbaren.
- (5) Es muß sichergestellt sein, daß für jedes Volumenelement die Prüfeempfindlichkeit eingehalten wird (siehe Abschnitt 6.3.3.11).

### 6.3.3.2 Prüfbereich und Breite der Ankopplungsflächen

- (1) Die Prüfung muß das Schweißgut und den Grundwerkstoff beiderseits der Schweißverbindung erfassen. Bei Nennwanddicken bis zu 50 mm ist eine angrenzende Grundwerkstoffbreite von mindestens 10 mm, bei größeren Nennwanddicken von mindestens 20 mm mit zu erfassen.
- (2) Die Ankopplungsflächen für die Längsfehlerprüfung müssen so breit sein, daß für alle Einschallrichtungen und Einschallwinkel die auszuwertenden Bereiche erfaßt werden.

### 6.3.3.3 Zustand der Ankopplungsflächen

- (1) Alle zugänglichen Schweißnahtoberflächen müssen prüffähig sein. Gegebenenfalls sind sie zu bearbeiten.
- (2) Die Ankopplungsflächen müssen so beschaffen sein, daß die Prüfköpfe gut aufliegen und verschoben werden können. Alle störenden Unebenheiten und Verunreinigungen (z. B. Kerben, Zunder, Schweißspritzer) müssen beseitigt sein. Weiterhin müssen die Ankopplungsflächen so beschaffen sein, daß auch unter Berücksichtigung einer eventuellen Oberflächenkrümmung der Abstand zwischen Prüfkopfsohle und Ankopplungsfläche an keiner Stelle mehr als 0,5 mm beträgt. Bei gekrümmten Oberflächen sind zur Einhaltung dieser Bedingungen die Prüfkopfsohlen erforderlichenfalls anzupassen.
- (3) Der Mittenrauhwert der Ankopplungsflächen soll den Wert von  $R_a = 20 \mu\text{m}$  nicht überschreiten.
- (4) Falls die Ankopplungsflächen vor der Prüfung mit einem Korrosionsschutz versehen sind, so ist dem Sachverständigen nachzuweisen, daß die Aussagefähigkeit der Prüfung dadurch nicht eingeschränkt wird.

### 6.3.3.4 Einschallwinkel

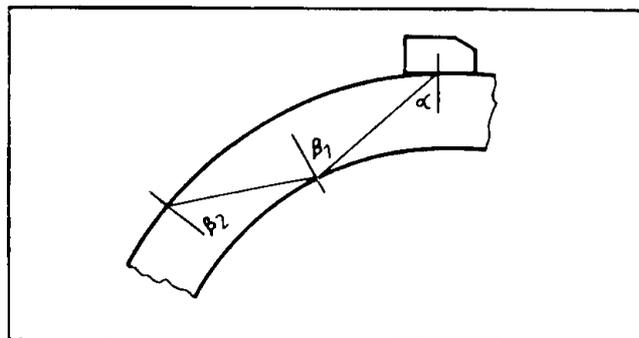
#### 6.3.3.4.1 Stumpfnahtschweißverbindungen

Stumpfnahtschweißverbindungen sind mittels Schrägeinstellung zu prüfen. Hierbei gilt:

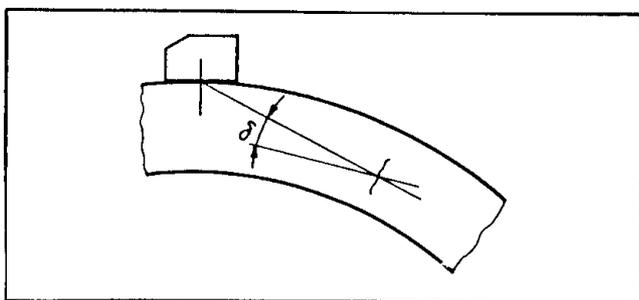
- a) Bei Nennwanddicken bis einschließlich 40 mm hat die Prüfung mit einem Einschallwinkel zu erfolgen. Der Einschallwinkel soll so gewählt werden, daß die Auftreffwinkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  (**Bild 6-1**) zwischen  $45^\circ$  und  $55^\circ$  liegen. Bei größeren Auftreffwinkeln ist nachzuweisen, daß die Prüfeempfindlichkeit in den oberflächennahen Bereichen bei Nennwanddicken größer als oder gleich 7 mm mindestens um 6 dB, bei Nennwanddicken zwischen 5 und kleiner als 7 mm mindestens um 12 dB empfindlicher ist als die Anzeige einer 1 mm tiefen und 1 mm breiten Rechtecknut. Auftreffwinkel kleiner als  $45^\circ$  sind nach Möglichkeit zu vermeiden.
- b) Bei Nennwanddicken größer als 40 mm sind zwei Winkelprüfköpfe bei der Prüfung zu verwenden. Ein Einschallwinkel ist so zu wählen, daß die Auftreffwinkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  an den Oberflächen zwischen  $35^\circ$  und  $55^\circ$  liegen.

Beim zweiten Einschallwinkel soll die Winkelabweichung zwischen der Achse des Schallbündels und der Flächennormalen von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Fehlern (Winkel  $\delta$  in **Bild 6-2**) nicht größer als  $30^\circ$  sein.

- c) Bei Nennwanddicken größer als 100 mm sind die Einschallwinkel mit dem Sachverständigen zu vereinbaren.



**Bild 6-1:** Auftreffwinkel bei in Prüfrichtung gekrümmter Werkstückgeometrie



**Bild 6-2:** Zusätzlicher Einschallwinkel

#### 6.3.3.4.2 Stutzeinschweißnähte und Schweißnähte von verbleibenden Anschweißteilen

Stutzeinschweißnähte und Schweißnähte von verbleibenden Anschweißteilen sind mittels Schrägeinstellung zu prüfen. Hierbei gilt:

- a) Schweißnähte von durchgesteckten Stützen sind nach Abschnitt 6.3.3.5 Absatz 3, **Bild 6-4**, mit jeweils einem Einschallwinkel zu prüfen. Bei Behälterwanddicken größer als 40 mm sind zusätzlich die Positionen 8 und 9 mit einem zweiten Winkel zu prüfen, der sich von dem ersten um mindestens  $15^\circ$  unterscheidet.
- b) Schweißnähte von aufgesetzten Stützen sind nach Abschnitt 6.3.3.5 Absatz 3, **Bild 6-5**, mit jeweils einem Einschallwinkel zu prüfen. Bei Stützennennwanddicken größer als 40 mm sind zusätzlich die Positionen 6 bis 11 mit einem zweiten Winkel zu prüfen, der sich vom ersten um mindestens  $15^\circ$  unterscheidet.
- c) Schweißnähte von verbleibenden Anschweißteilen sind entsprechend **Bild 6-6** mit einem Einschallwinkel zu prüfen.
- d) Ist die Schrägeinschallung vom Anschweißteil aus eingeschränkt, darf bei einer günstigen Geometrie des Bauteils und der Schweißnaht eine Senkrechteinschallung vom Anschweißteil aus vorgenommen werden.
- e) Für Auftreffwinkel bei der Schrägeinschallung gelten sinngemäß die in Abschnitt 6.3.3.4.1 genannten Bedingungen.

### 6.3.3.4.3 Stumpfnahtschweißverbindungen ungleicher Nennwanddicken mit Abschrägung der dickeren auf die dünnere Wand

Stumpfnahtschweißverbindungen unterschiedlicher Nennwanddicken mit Abschrägung der dickeren auf die dünnere Wand sind mittels Schrägeinschallung zu prüfen. Dabei gilt:

- Die Anzahl der Einschallwinkel hat sich nach der Nennwanddicke der dünneren Wand zu richten.
- Für Anzeigen nach der Umlenkung können die Lagekoordinaten von Reflektoren nur dann hinreichend bestimmt werden, wenn die Umlenkung an planparallelen Flächen erfolgt. Ist dies nicht der Fall, ist nur bis zum halben Sprungabstand auszumessen.

#### Hinweis:

Bei Abschrägungsverhältnissen 1 zu 3 bis 1 zu 4 hat sich zur vollständigen Erfassung des Schweißnahtvolumens einschließlich des Grundwerkstoffbereichs von der planparallelen Fläche der dickeren Wand aus bei der Schrägeinschallung auf Längsfehler ein Einschallwinkel von 70° prüftechnisch bewährt.

- Sollen Abschrägungen prüftechnisch als planparallele Flächen gelten, ist bei einseitiger Abschrägung ein Winkel kleiner als oder gleich 6° zulässig; bei beidseitiger Abschrägung soll die Summe der beiden Winkel kleiner als oder gleich 6° sein.
- Die für die Auftreffwinkel genannten Bedingungen müssen auch bei geometrischen Besonderheiten, zum Beispiel Abschrägungen, Rundungen, in den auszuwertenden Bereichen eingehalten werden.
- Können diese Bedingungen aufgrund ungünstiger Geometrie des Bauteils nicht eingehalten werden, so sind mit dem Sachverständigen die Prüfanforderungen festzulegen.

### 6.3.3.4.4 Zusätzliche Einschallwinkel

Wenn zur genauen Bestimmung der Fehlerlage und der Fehlergröße im Einzelfall andere als die in der Prüfanweisung vorgesehenen Einschallwinkel und -positionen geeignet erscheinen, dann sind diese zusätzlich anzuwenden.

### 6.3.3.5 Prüfrichtungen

#### 6.3.3.5.1 Grundsätze

(1) Bezogen auf die Tangentialebene der Ankopplungsfläche sind alle Seitenwinkel hinsichtlich der möglichen Fehlerorientierung zu berücksichtigen und dementsprechend alle Prüfrichtungen anzuwenden. Dies ist erfüllt, wenn im Zuge der Prüfung auf längs und quer zur Schweißnaht orientierte Fehler der Prüfkopf beim wiederholten Hin- und Herschieben fächernd geschwenkt wird.

(2) Kann nur von einer Schweißnahtseite aus geprüft werden, so sind die Schweißnahtoberflächen so zu bearbeiten, daß keine Formanzeigen auftreten.

#### Hinweis:

Bei Prüfungen kann im allgemeinen im Prüfkopfnahen Bereich nicht oder nur bedingt zum Beispiel Sendeimpulseinfluß, Nahfeld ausgewertet werden. Dieser Bereich kann von der gegenüberliegenden Oberfläche mit gleicher Schallrichtung unter Ausnutzung der Oberflächenreflexion, oder wenn dies nicht möglich ist, mit speziellen Prüfköpfen geprüft werden.

Bei Winkelkopfprüfungen kann der Bereich auch durch Auswertung über den vollen Sprungabstand hinaus abgedeckt werden.

(3) Bei den nachfolgenden Angaben ist bei Prüfungen im ganzen oder halben Sprungabstand der nicht auswertbare Störzonenbereich zu berücksichtigen.

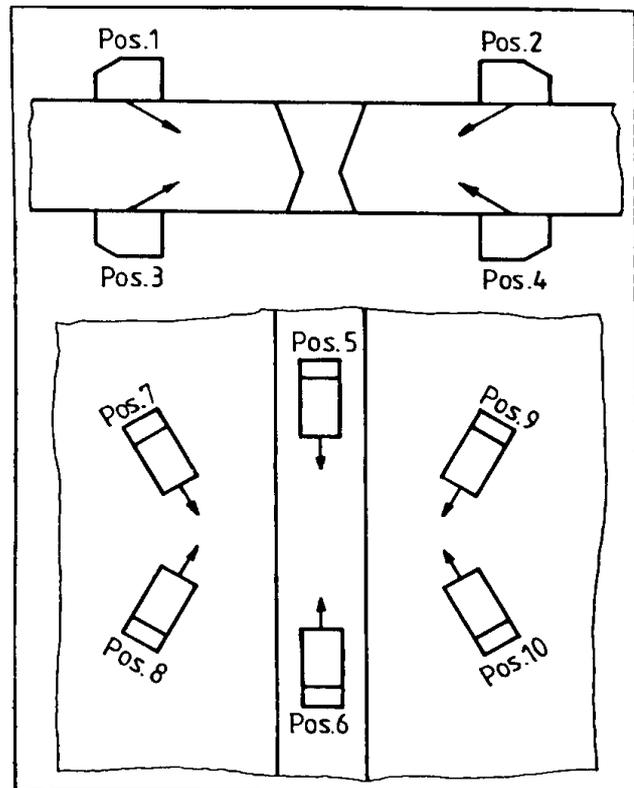
#### Hinweis:

Bei Anwendung der AVG-Methode beginnt der auszuwertende Schallweg für Einschwingerköpfe bei der 0,7-fachen Nahfeldlänge. Auswertungen unterhalb der 0,7-fachen Nahfeldlänge sind erlaubt, wenn nachgewiesen ist, daß die erforderlichen Prüfeigenschaften eingehalten wurden.

### 6.3.3.5.2 Prüfkopfpositionen

Für die Prüfkopfpositionen gilt:

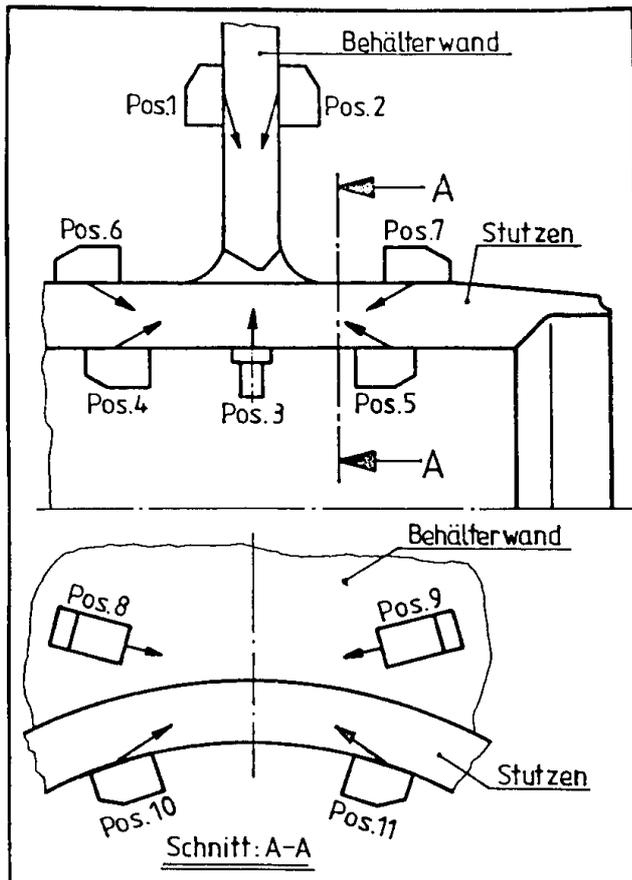
- Prüfungen an Stumpfnahtschweißverbindungen mit Nennwanddicken kleiner als oder gleich 60 mm (**Bild 6-3**)
  - Pos. 1 und 2 oder Pos. 3 und 4 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 1 bis 4 im halben Sprungabstand auf Längsfehler mittels Schrägeinschallung.
  - Pos. 5 und 6 oder Pos. 7 bis 10 von einer Schweißnahtoberfläche auf Querfehler mittels Schrägeinschallung.
- Prüfungen an Stumpfnahtschweißverbindungen mit Nennwanddicken größer als 60 mm (**Bild 6-3**)
  - Pos. 1 bis 4 im halben Sprungabstand auf Längsfehler mittels Schrägeinschallung.
  - Pos. 5 und 6 oder Pos. 7 bis 10 von beiden Schweißnahtoberflächen auf Querfehler mittels Schrägeinschallung.



**Bild 6-3:** Prüfkopfpositionen an Stumpfnahtschweißverbindungen

- Prüfungen an Schweißnähten von durchgesteckten Stützen (**Bild 6-4**)
  - Pos. 1 oder 2 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 1 und 2 im halben Sprungabstand auf Längsfehler mittels Schrägeinschallung.

- cb) Pos. 3 auf Längsfehler und Terrassenbrüche mittels Senkrechteinschallung.
- cc) Pos. 4 und 5 im halben Sprungabstand oder Pos. 6 und 7 im ganzen Sprungabstand auf Unternahttrisse mittels Schrägeinschallung.
- cd) Pos. 8 und 9 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 10 und 11 im halben Sprungabstand auf Querfehler mittels Schrägeinschallung.



**Bild 6-4:** Prüfkopfpositionen an Schweißnahtverbindungen mit durchgesteckten Stützen

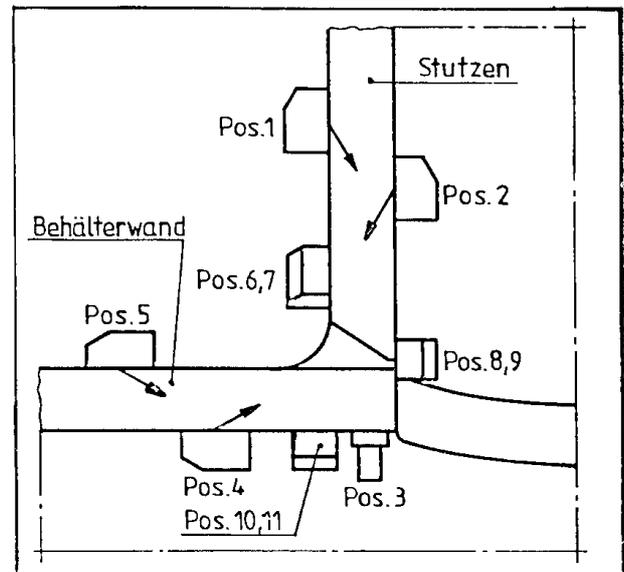
d) Prüfungen an Schweißnähten von aufgesetzten Stützen (**Bild 6-5**)

- da) Pos. 1 oder 2 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 1 und 2 im halben Sprungabstand auf Längsfehler mittels Schrägeinschallung.
- db) Pos. 3 auf Längsfehler mittels Senkrechteinschallung.
- dc) Pos. 4 im halben Sprungabstand oder 5 im ganzen Sprungabstand auf Unternahttrisse mittels Schrägeinschallung.
- dd) Pos. 6 und 7 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 8 und 9 oder 10 und 11 im halben Sprungabstand auf Querfehler mittels Schrägeinschallung.

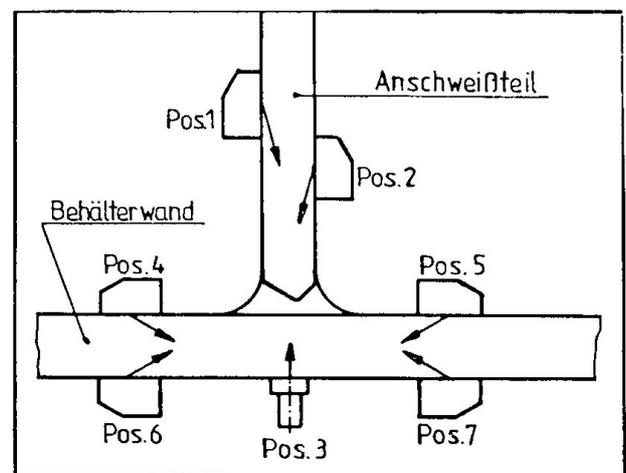
e) Prüfungen an Schweißnähten von verbleibenden Anschweißteilen (**Bild 6-6**)

- ea) Pos. 1 oder Pos. 2 im ganzen Sprungabstand oder Pos. 1 und Pos. 2 im halben Sprungabstand auf Längsfehler mittels Schrägeinschallung.
- eb) Pos. 3 auf Längsfehler mittels Senkrechteinschallung, wenn nicht aus Pos. 1 und 2 geprüft wird.
- ec) Pos. 4 und 5 oder Pos. 6 und 7 im ganzen oder halben Sprungabstand auf Unternahttrisse mittels Schrägeinschallung. Anstelle dieser Position ist auch eine Prü-

fung mit Kriechwellenprüfkopf auf Position 4 und 5 zulässig.



**Bild 6-5:** Prüfkopfpositionen an Schweißnahtverbindungen von aufgesetzten Stützen



**Bild 6-6:** Prüfkopfpositionen an Schweißnähten von verbleibenden Anschweißteilen

f) Sonderfälle

Bei anderen Geometrien der Schweißverbindung, wie z. B. Blinddeckel oder Flansche, sind die Prüfrichtungen sinngemäß nach den vorgenannten Festlegungen a bis e zu wählen. Bei Abschrägungen und Rundungen muß sichergestellt sein, daß auch bei der Querfehlerprüfung die Wärmeeinflußzonen und der angrenzende Grundwerkstoffbereich mit erfaßt werden. Ist eine der Prüfrichtungen nicht möglich, so sind geeignete Maßnahmen in den Prüfanweisungen festzulegen.

**6.3.3.6 Prüffrequenz**

- (1) Unabhängig vom Prüfkopftyp soll die Prüffrequenz zwischen 2 und 5 MHz liegen.
- (2) Wenn zur genauen Bestimmung von Fehlerlage und Fehlerausdehnung oder im Hinblick auf die Ermittlung der

Fehlerursache andere als die vorgenannten Frequenzen im Einzelfall notwendig werden, so sind diese zusätzlich anzuwenden.

**6.3.3.7 Entfernungsjustierung**

Die Entfernungsjustierung ist an Kontrollkörpern nach DIN 54 120 oder DIN 54 122 oder an Vergleichskörpern gleicher Geometrie mit Bohrungen oder Nuten als Justierreflektoren durchzuführen. Die Anwendung von Vergleichskörpern ist besonders dann erforderlich, wenn ohne Anforderungen an die Genauigkeit der Entfernungsanzeige gestellt werden, zum Beispiel zur Unterscheidung zwischen Form- und Fehlerchos bei einseitig geschweißten, wurzelseitig nicht bearbeiteten Nähten.

**6.3.3.8 Empfindlichkeitsjustierung**

(1) Die Empfindlichkeitsjustierung darf mit Hilfe der Kontrollkörper K 1 nach DIN 54 120 oder K 2 nach DIN 54 122 unter Beachtung der Korrekturfaktoren durchgeführt werden. Sie kann auch an Vergleichsreflektoren in Vergleichskörpern oder über die Bauteilgeometrie (Rückwandecho) selbst vorgenommen werden. Bei der Senkrechteinschallung ist bevorzugt am Bauteil mittels Rückwandecho zu justieren.

(2) Die Anzeigen der Vergleichsreflektoren sind in Werte von Kreisscheibenreflektoren umzurechnen. Bei Nuten sind die Anzeigen in Prozent der Echoanzeige einer 1 mm tiefen und 1 mm breiten Nut oder in dB zum Vergleichsreflektor anzugeben.

(3) Die Art der Empfindlichkeitsjustierung ist in der Prüfanweisung und in den Prüfprotokollen anzugeben.

**6.3.3.9 Ankopplungs- und Schallschwächungsverluste**

Die Ankopplungs- und Schwächungsbedingungen im Bauteil und die Unterschiede gegenüber dem Justierkörper sind durch Transferkorrekturen auszugleichen. Die Ankopplungs- und Schwächungswerte (Transferwerte) sind als Mittelwert aus mehreren Einzelmessungen zu ermitteln. Die Schallweganteile im Schweißgut und die unterschiedlichen Oberflächenzustände der Ankopplungsflächen sind zu berücksichtigen.

**6.3.3.10 Einstellung der Geräteverstärkung**

Unter Berücksichtigung der Ankopplungs- und Schallschwächungsverluste ist die Bildschirmanzeige so einzustellen, daß die Registriergrenze für den jeweiligen Prüfbereich minde-

stens ein Fünftel der Bildschirmhöhe erreicht. Falls der Abstand der Registriergrenze zum Rauschpegel weniger als 6 dB beträgt, so ist dies im Prüfprotokoll anzugeben und die weitere Vorgehensweise mit dem Sachverständigen abzustimmen.

**6.3.3.11 Registrierung von Echoanzeigen**

(1) Alle Echos sind als Anzeigen zu registrieren, wenn sie die Registriergrenze erreichen oder überschreiten. Nachgewiesene Formechos sind im Prüfprotokoll anzugeben. Als Registriergrenze gelten die Anzeigen der in **Tabelle 6-1** in Abhängigkeit von der Nennwanddicke angegebenen Bezugsreflektoren.

(2) Es ist sicherzustellen, daß die durch die Registriergrenzen vorgegebene Prüfeempfindlichkeit im gesamten zu prüfenden Werkstoffvolumen eingehalten wird. Erforderlichenfalls sind zusätzliche Prüfrichtungen, Einschallwinkel, Prüffrequenzen oder Prüftechniken anzuwenden.

(3) Wenn die nach **Tabelle 9-1** und in Abschnitt 9.3.4.3.1 angegebenen Werte für die ohne Kontrollprüfung zulässigen Häufigkeiten oder Ausdehnungen von Reflektoranzeigen überschritten werden, sind in dem betroffenen Bereich und darüber hinaus nach jeder Seite 500 mm Schweißnahtlänge auch diejenigen Anzeigen bei der Längsfehlerprüfung zu registrieren, die 6 dB unter der festgelegten Registriergrenze liegen. Dies ist auch notwendig, wenn Anzeigen bis zu 6 dB unterhalb der Registriergrenze festgestellt werden, deren Länge das Zweifache der jeweiligen maximal zulässigen Einzelanzeigenlänge erreichen oder überschreiten.

(4) Bei der Querfehlerprüfung ist die Prüfeempfindlichkeit so zu wählen, daß auch Anzeigen 12 dB unter der Registriergrenze er kannt werden können. Treten bei dieser Prüfung mehrere, bei Prüfkopfverschiebungen nicht voneinander trennbare Echoanzeigen von Reflektoren (Anzeigenscharen) auf oder erreicht nur eine von mehreren Anzeigen die Registriergrenze, so ist unter gleichen Bedingungen über dem geschweißten Schweißnahtabschnitt die Registriergrenze um 12 dB zu senken.

(5) Falls der Abstand der jeweiligen Registriergrenze zum Störpegel weniger als 6 dB beträgt oder falls die Prüfeempfindlichkeit bei der Querfehlerprüfung wegen des Störpegels nicht eingehalten werden kann, so ist dies im Prüfprotokoll anzugeben und das weitere Vorgehen mit dem Sachverständigen zu vereinbaren.

(6) Ein Absenken der Registriergrenze um 6 dB kann aufgrund einer fehlenden Einschallposition erforderlich werden.

Wanddicke <sup>2)</sup> s mm	Art und Abmessung des Bezugsreflektors	
	Schrägeinschallung	Senkrechteinschallung
5 ≤ s < 7	25% } 50% } der Echoanzeige von einer 1 mm tiefen und 1 mm breiten Nut <sup>1)</sup>	2,0 mm Ø KSR
7 ≤ s < 10		2,0 mm Ø KSR
10 ≤ s < 15	1,0 mm Ø KSR	2,0 mm Ø KSR
15 ≤ s < 20	1,5 mm Ø KSR	2,0 mm Ø KSR
20 ≤ s < 40	2,0 mm Ø KSR	2,0 mm Ø KSR
s > 40	3,0 mm Ø KSR	3,0 mm Ø KSR

<sup>1)</sup> Es sind Miniaturwinkelprüfköpfe mit einer Prüffrequenz von 4 MHz einzusetzen.  
<sup>2)</sup> Bei unterschiedlichen Wanddicken ist die kleinere maßgebend.  
 KSR – Kreisscheibenreflektor

**Tabelle 6-1:** Bezugsreflektoren für Registriergrenzen

### 6.3.3.12 Formbedingte Echoanzeigen

- (1) Sollen Echoanzeigen als formbedingt eingestuft werden, ist dies durch Kontrollmessungen nachzuweisen. Für formbedingte Echoanzeigen gilt dieser Nachweis als erbracht, wenn bei der Einschallung von der gegenüberliegenden Nahtseite aus vom Ort der Reflexionsstelle kein Echo angezeigt wird. Der Nachweis ist über die gesamte Ausdehnung dieser Reflexionsstelle zu führen.
- (2) Wenn bei einseitig geschweißten und wurzelseitig nicht nachgearbeiteten Nähten durch Ausmessen der Projektionsabstände nachgewiesen werden soll, daß die Echos von den Flanken der Nahtwurzel und nicht von Schweißnahtfehlern stammen, so sind die genauen Projektionsabstände über Justierungen an Nuten in Vergleichskörpern zu bestimmen. Ergibt sich, daß die Lage der Reflexionsstellen deutlich voneinander getrennt ist, gelten die Echoanzeigen als formbedingt. Wird ein Abstand von weniger als 2 mm ermittelt, dürfen die Reflexionsstellen nicht mehr getrennt behandelt werden.
- (3) Soweit Durchstrahlungsaufnahmen die Reflexionsstellen auswertbar erfassen, sind sie in die Beurteilung einzubeziehen.
- (4) Durch Oberflächenunregelmäßigkeiten bedingte Reflexionsstellen sind, soweit zugänglich, durch mechanische Bearbeitung zu beseitigen.

### 6.3.3.13 Ermittlung der Registrierlänge

- (1) Erreichen oder überschreiten die Echohöhen bei der Prüfung die jeweiligen nach Abschnitt 6.3.3.11 festgelegten Registriergrenzen, so sind die zugehörigen Reflektoren bezüglich ihrer Lage auszumessen und die Ergebnisse zu protokollieren. Reflektoren mit Längen unter 10 mm sind mit "kleiner als 10" zu protokollieren.
- (2) Die Ausdehnung eines Reflektors wird durch die Verschiebestrecke des Prüfkopfes angegeben. Diese Verschiebestrecke wird dadurch begrenzt, daß die Amplitude der Anzeige
  - a) bei Nennwanddicken kleiner als oder gleich 10 mm die Registriergrenze unterschreitet,
  - b) bei Nennwanddicken größer als 10 mm bis einschließlich 40 mm die Registriergrenze um 6 dB unterschreitet und
  - c) bei Nennwanddicken größer als 40 mm die Registriergrenze um 12 dB unterschreitet.
- (3) Ist die Registriergrenze abgesenkt, wird die Ausdehnung der Reflektoren, deren maximale Echohöhe kleiner als die ursprüngliche Registriergrenze ist, durch die Verschiebestrecke des Prüfkopfes bis zu einem Abfall von 6 dB gegenüber der maximalen Echohöhe begrenzt. Bei gekrümmten Oberflächen ist unter Berücksichtigung der Tiefenlage die Anzeigenausdehnung zu korrigieren.
- (4) Die Genauigkeit in der Ausmessung der Reflektorausdehnung ist dann durch zusätzliche Untersuchungen zum Beispiel fokussierende Prüfköpfe zu verbessern, wenn allein diese Messung für die Beurteilung der Zulässigkeit dieses Reflektors maßgebend ist.

### 6.3.3.14 Geometrische Besonderheiten im Bereich der Schweißverbindung

- (1) Bei Abschrägungen und Rundungen und sonstigen geometrischen Besonderheiten im Bereich der Schweißnaht-

verbindungen ist darauf zu achten, daß die Prüfbarkeit mit zerstörungsfreien Prüfverfahren sichergestellt ist. Dies ist bereits bei der Vorprüfung zu kontrollieren.

- (2) Es sind insbesondere die Bedingungen für Prüfrichtungen (Abschnitt 6.3.3.5), die Einschall- und Auftreffwinkel (Abschnitt 6.3.3.4) und die Einstellung der Bildschirmanzeige (Abschnitt 6.3.3.10) unter Berücksichtigung einer eventuellen 6 dB-Absenkung zu erfüllen.

- (3) Dienen Abschrägungen oder Rundungen als Ankopplungsfläche, müssen sie die Anforderung nach Abschnitt 6.3.3.2 und Abschnitt 6.3.3.3 erfüllen. Der Übergang zur Schweißnaht muß in jedem Fall so ausgeführt sein, daß die Querfehlerprüfung auch im angrenzenden Grundwerkstoff nicht behindert wird. Hierzu ist dieser Bereich großflächig zu beschleifen.

## 6.3.4 Oberflächenrißprüfung

### 6.3.4.1 Allgemeines

Die Oberflächenrißprüfung ist bei ferromagnetischen Werkstoffen mit dem Magnetpulververfahren durchzuführen. Selbstdurchflutung ist nur mit Zustimmung des Sachverständigen zulässig. Der Einsatz anderer Verfahren zum Beispiel Eindringverfahren ist zu begründen und mit dem Sachverständigen abzustimmen.

### 6.3.4.2 Vorbereitung der Oberflächen für die Oberflächenrißprüfung.

Die zu prüfenden Oberflächen müssen einen dem Prüfzweck entsprechenden Zustand aufweisen. Sie müssen frei von Zunder, Schweißspritzern oder sonstigen störenden Verunreinigungen sein. Die Prüfaussage beeinträchtigende Kerben und Riefen sind zu beseitigen. Der Mittenrauhwert soll den Wert  $R_a = 20 \mu\text{m}$  nicht überschreiten.

### 6.3.4.3 Magnetpulververfahren

#### 6.3.4.3.1 Magnetisierung

- (1) Für die Magnetisierung gilt DIN 54 130.
- (2) Erfolgt die Magnetisierung in Teilbereichen mittels Selbstdurchflutung oder mit Hilfe der Jochmagnetisierung, soll die Wechselstrommagnetisierung angewandt werden. Die Restfeldstärke darf einen Wert von  $10^3 \text{ A/m}$  (12,5 Oe) nicht überschreiten.
- (3) Jede Stelle der Oberfläche ist unter zwei verschiedenen Magnetisierungsrichtungen zu prüfen, die nach Möglichkeit um etwa  $90^\circ$  gedreht sein sollen. Die Winkel zwischen den beiden Feldrichtungen sollen nicht unter  $50^\circ$  und nicht über  $130^\circ$  liegen. Es muß sichergestellt werden, daß alle Fehlerorientierungen angezeigt werden.

#### 6.3.4.3.2 Feldstärke und Prüfmittel

- (1) Die Tangentialfeldstärke an der Oberfläche soll mindestens  $2 \times 10^3 \text{ A/m}$  (ca. 25 Oe) betragen und darf den Wert von  $6,5 \times 10^3 \text{ A/m}$  (ca. 80 Oe) nicht überschreiten. Durch Messungen ist die Einhaltung dieser Werte zu kontrollieren oder es sind die Prüfbedingungen festzulegen, unter denen diese Werte erreicht werden.
- (2) Durch Berthold-Testkörper ist vor und während der Prüfung das Prüfmittel am magnetisierten Prüfstück stichprobenweise zu überprüfen.

(3) Es ist darauf zu achten, daß die Anzeigenfähigkeit des Prüfmittels durch die Trägerflüssigkeit nicht beeinträchtigt wird.

**Hinweis:**

Aufgrund der meßtechnischen Schwierigkeiten, den magnetischen Fluß im Bauteil zu bestimmen, wird die Tangentialfeldstärke als Hilfsgröße verwendet.

### 6.3.4.3.3 Kontrast

Zur besseren Fehlererkennbarkeit ist für einen ausreichenden Kontrast zu sorgen. Dieser kann erreicht werden durch fluoreszierende Prüfmittel oder Auftragen einer dünnen, den Untergrund gerade bedeckenden Farbschicht. Ausreichender Kontrast ist auch gegeben, wenn an metallisch blanken Oberflächen mit schwarzem Magnetspulver geprüft wird.

### 6.3.4.3.4 Kontaktstellen bei Selbstdurchflutung

Bei Selbstdurchflutung sind Überhitzungen des zu prüfenden Werkstoffs an den Kontaktstellen zu vermeiden. Andernfalls sind diese Stellen durch Schleifen zu beseitigen. Eine erneute Prüfung dieser Stellen ist danach durch Eindringprüfung oder Magnetpulververfahren mittels Jochmagnetisierung erforderlich.

### 6.3.4.4 Eindringverfahren

(1) Die Eignung des Prüfsystems (Eindringmittel, Zwischenreiniger und Entwickler) ist dem Sachverständigen durch eine Prüfung nachzuweisen.

(2) Die Eindringprüfung ist nach DIN 54 152 Teil 1 durchzuführen.

(3) Die Eindringzeit muß 30 Minuten und die Entwicklungszeit 60 Minuten betragen.

(4) Die Eindringflüssigkeit darf während dieser Zeit nicht antrocknen. Auch ist auf ein feinschichtiges Auftragen des Entwicklers zu achten.

### 6.3.5 Durchstrahlungsprüfung

Bei Durchstrahlungsprüfungen sind Röntgeneräte als Strahlenquellen einzusetzen. Es sind die Bedingungen der Prüfklasse B nach DIN 54 111 Teil 1 einzuhalten. Die Bildgütezahlen der in DIN 54 109 Teil 2 angegebenen Bildgüteklasse müssen erreicht werden. Um die Bildverzerrung an den Enden des Films in Grenzen zu halten, ist die auswertbare Filmlänge so zu begrenzen, daß die erfaßte Werkstoffdicke in Richtung der divergierenden Strahlen bei senkrechter Durchstrahlung an keiner Stelle die Bauteildicke um mehr als 10% überschreitet.

### 6.3.6 Härteprüfung

Die Härteprüfung ist nach DIN 50 133 durchzuführen. Die Härte darf 350 V 10 nicht überschreiten.

## 6.4 Anforderungen an die Prüflängen der Schweißverbindungen

Die Prüflängen für die Ultraschallprüfung sind bei der Einschallung von einer Oberfläche nach der Formel:

$$l = 0,5 k + 2,3 s \tan \alpha \quad (6-1)$$

(Prüfung im ganzen Sprungabstand)

bei Einschallung von beiden Oberflächen nach der Formel

$$l = 0,5 k + 1,3 s \tan \alpha \quad (6-2)$$

(Prüfung im halben Sprungabstand)

zu ermitteln. Dabei ist die zugehörige Wanddicke  $s$  zu berücksichtigen.

**Hinweis:**

Beispiele für Stumpfnahschweißverbindungen und Stützeinschweißungen sind in **Bild 6-7** dargestellt.

## 7 Vorprüfung

### 7.1 Grundsätze

#### 7.1.1 Allgemeines

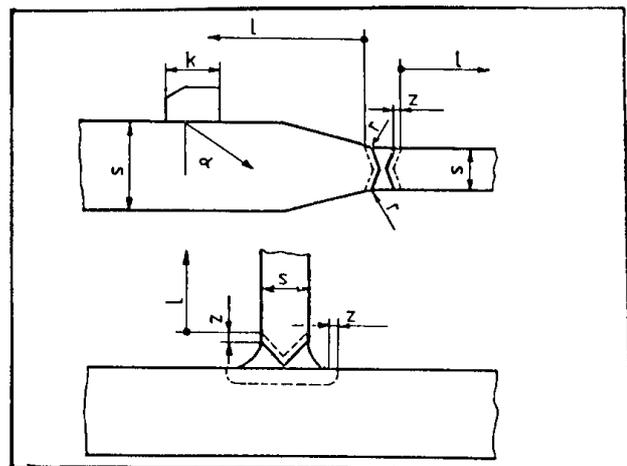
(1) In der Vorprüfung haben der Sachverständige und der baurechtliche Prüfer im Rahmen ihrer Aufgabenbereiche die eingereichten Unterlagen darauf zu prüfen, ob die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt werden.

(2) Die Vorprüfunterlagen sind so rechtzeitig vorzulegen, daß eine ordnungsgemäße Prüfung und gegebenenfalls eine Berücksichtigung erforderlicher Änderungen vor dem jeweiligen Herstellungsschritt möglich ist.

(3) Alle Unterlagen müssen in deutscher Sprache abgefaßt sein.

(4) Zeichnerische Darstellungen sollen maßstäblich sein.

(5) Vor der Erstellung der Unterlagen soll mit den zuständigen Behörden, dem Sachverständigen und dem baurechtlichen



**Bild 6-7:** Beispiele für Prüflängen

Prüfer eine Abstimmung stattfinden, zum Beispiel über Systemannahmen, Rechenverfahren, Genauigkeitsanforderungen.

(6) Werden die Unterlagen von mehreren Herstellern angefertigt, dann ist ein Verantwortlicher namentlich zu benennen, der alle Unterlagen abstimmt und auf Vollständigkeit überprüft.

(7) Für die in den Vorprüfunterlagen festgelegten Prüfungen ist unter Beachtung der Kurzzeichen nach Abschnitt 11.3 anzugeben, wie die Durchführung der verlangten Prüfschritte jeweils zu dokumentieren ist. Dies soll durch Angabe von E, ST oder Z erfolgen.

E = Endablage beim Betreiber

Hierzu gehören die Nachweise von Prüfungen, die die Qualität des Produktes (Erzeugnisform, Bauteil, Baugruppe, Komponente, System) im Zustand vor der Inbetriebnahme beschreiben, sowie Abweichungsberichte.

**Hinweis:**

Die Unterlagen der Endablage werden z. B. benötigt für:

- a) Nachweis der sachgemäßen Ausführung,
- b) Wiederkehrende Prüfungen
- c) Schadensfalluntersuchungen,
- d) Reparatur und
- e) Beschaffung von Ersatz- und Verschleißteilen.

**ST** = Stempelung in den Vorprüfunterlagen  
Die Stempelung ist für Prüfungen mit Ja/Nein-Aussage vorzusehen.

**Z** = Zwischenablage beim Hersteller  
Hierzu gehören Nachweise von Prüfungen, die nicht für die Beschreibung der Qualität des Produktes im Zustand vor der Inbetriebsetzung erforderlich sind (zum Beispiel Aufschreibungen über terminsichernde Prüfungen; Prüfungen, die im Bauteilendzustand wiederholt werden; Aufschreibungen der systemorientierten Qualitätssicherung).

(8) Die Ablage der Nachweise hat nach **Tabelle 11-1** zu erfolgen.

(9) Falls eine Sammelbescheinigung als Nachweis für Prüfungen vorgesehen ist, wird dies in den Vorprüfunterlagen in Form E/S oder Z/S angegeben.

(10) Bei baugleichen Erzeugnisformen, Bauteilen, Baugruppen und Komponenten mit gleichartiger Herstellung dürfen die gleichen vorgeprüften Unterlagen benutzt werden (Standardpläne).

## 7.1.2 Umfang der Vorprüfung

Die Vorprüfung umfaßt die sicherheitstechnische Beurteilung der

- a) konstruktiven Gestaltung unter Berücksichtigung der Durchführbarkeit von erstmaligen und wiederkehrenden Prüfungen und Instandhaltungsarbeiten,
- b) Tragsicherheitsnachweise einschließlich der Nachweise für Montage- und Bauzustände
- c) Weiterleitung der Lasten in die Unterstützungs konstruktion und den Baugrund,
- d) vorgesehenen Werkstoffe und
- e) vorgesehenen Fertigungs- und Prüfverfahren anhand der eingereichten Unterlagen.

## 7.2 Vorprüfunterlagen

### 7.2.1 Anforderungen an Art und Form der Vorprüfunterlagen

(1) Die Unterlagen sind dem Sachverständigen und, soweit erforderlich, dem baurechtlichen Prüfer zur Vorprüfung einzureichen. Die Unterlagen sind als Formblätter zu gestalten. Beispiele für solche Formblätter sind im Anhang A zusammengestellt. Ihre inhaltlichen Aussagen gelten als Anforderungen.

#### 7.2.1.1 Deckblatt - Formblatt 1

In einem den Vorprüfunterlagen vorangestellten Deckblatt als Inhaltsverzeichnis sind neben der genauen Bezeichnung der

Erzeugnisformen, Bauteile, Baugruppen oder Komponenten die Vorprüfunterlagen und alle für die Herstellung gültigen Unterlagen (zum Beispiel Spezifikationen, Arbeitsanweisungen, Prüfanweisungen) mit Abkürzungen, Seitenzahl und Revisionsstand aufzuführen.

**Hinweis:**

Bei einer Vielzahl von gleichartigen Vorprüfunterlagen kann ein zusätzliches Blattverzeichnis, z.B. Zeichnungsverzeichnis, erforderlich werden.

### 7.2.1.2 Zeichnungen

Der Sicherheitsbehälter einschließlich der mit ihm fest verbundenen Schleusen und Stutzen und mit ihm in direkter Verbindung stehenden Bau- und Anlagenteile sowie seiner Unterstützungs konstruktion einschließlich der Lage des Fundamentes sind in Zeichnungen darzustellen. Die Zeichnungen müssen die für die Vorprüfung erforderlichen Angaben enthalten, zum Beispiel

- a) Auslegungsüberdruck,
- b) Prüfdruck für die Druckprüfung,
- c) Auslegungstemperatur,
- d) niedrigste Beanspruchungs- oder Prüftemperatur für die Druckprüfung (siehe Abschnitt 10.2.3),
- e) die für die Herstellung erforderlichen Maße,
- f) die Nummer der Werkstoffliste,
- g) Hinweise auf Berechnungsunterlagen, Schweißplan, Prüf folgeplan und Prüfanweisungen.

### 7.2.1.3 Werkstoffliste - Formblatt 2

Die Werkstoffliste muß alle Positionen in den Zeichnungen erfassen. Im Rahmen der Vorprüfung sind die Spalten 1 bis 9 und 17 auszufüllen. In den Spalten 10 bis 13 erfolgt im Verlauf der Herstellung die Zuordnung der Schmelzen zu den Bauteilen und die Eintragung eines Prüfvermerks.

### 7.2.1.4 Übersicht der Schweißnähte

Die Schweißnahtnummern sind in Zeichnungen oder Skizzen der einzelnen Bauteilgruppen aufzunehmen.

### 7.2.1.5 Berechnungsunterlagen

Die einzureichenden Berechnungsunterlagen nach KTA 3401 Teil 2 müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Zusammenstellung der Auslegungsdaten für den bestimmungsgemäßen Betrieb, die Druckprüfung und für zugrunde gelegte Störfälle,
- b) Zusammenstellung aller Belastungen und Lastfälle sowie Nachweis aller vom Sicherheitsbehälter und dessen Ein- und Anbauten sowie der Unterstützungs konstruktion in das Fundament einzuleitenden Lasten, getrennt nach Belastungen und Lastfällen,
- c) Belastung des Sicherheitsbehälters für die berücksichtigten Störfälle und Einwirkungen von außen,
- d) rechnerische Nachweise zur Standsicherheit, Festigkeit und Stabilität seiner Montagezustände sowie gegebenenfalls zum dynamischen Verhalten und Ermüdungsverhalten des Sicherheitsbehälters und
- e) rechnerische Verformungsnachweise.

**7.2.1.6** Meßstellenplan für Dehnungs- und Verschiebungsmessungen

Sofern erforderlich, ist ein Meßstellenplan für Dehnungs- und Verschiebungsmessungen einzureichen, der mindestens Art, Anzahl und Lage der Meßwertgeber ausweisen soll.

**7.2.1.7** Auflistung der Bereiche, die wiederkehrend zu prüfen sind

In dieser Auflistung sind die Bereiche anzugeben, die nach KTA 3401 Teil 4 Abschnitt 3.1.8 wiederkehrend zu prüfen sind.

**7.2.1.8** Prüffolgeplan - Formblatt 3

(1) Der Prüffolgeplan soll von der geprüften Erzeugnisform bis zum fertigen Bauteil Angaben enthalten über:

- a) sämtliche Prüfschritte und die zu überwachenden Fertigungsschritte in chronologischer Folge,
- b) Hinweise auf durchzuführende Arbeitsprüfungen,
- c) zugehörige Schweißpläne, Wärmebehandlungspläne, Arbeits- und Prüfanweisungen und
- d) Angabe der Stellen, die für die Prüfungen zuständig sind sowie die Angaben, ob und mit welcher Belegungsart Fertigungs- und Prüfabschnitte zu protokollieren sind

(2) Im Rahmen der Vorprüfung sind die Spalten 1 bis 8 und 12 auszufüllen.

**7.2.1.9** Anhang zum Prüffolgeplan - Formblatt 4

Gleiche Fertigungs- und Prüfschritte an einer Komponente, Bauteil oder Baugruppe können übersichtlich und platzsparend aufgenommen werden. Im Formblatt 3 ist unter der entsprechenden Prüfnummer ein Verweis auf Formblatt 4 zu machen.

**7.2.1.10** Schweißplan - Formblatt 5

Für alle Schweißungen, auch für Anschweißteile, die später vom Bauteil entfernt werden, ist ein Schweißplan zu erstellen. Er muß Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- a) Art der Nahtvorbereitung mit bemaßter Schweißfugenform und Bearbeitung der Schweißnahtfugenflanken
- b) Nahtaufbau, gegebenenfalls Folge einzelner Schweißschritte,
- c) Grundwerkstoffe,
- d) Schweißnahtart (zum Beispiel STN, RN, LN),
- e) Schweißposition,
- f) Verfahrensprüfung,
- g) Schweißerprüfung,
- h) Hinweis auf Wärmebehandlungsplan
- i) Schweißverfahren
- j) Schweißparameter
- k) Schweißzusätze und -hilfsstoffe
- l) Trocknungsanweisung für Stab- und Fülldrahtelektroden sowie Schweißpulver und
- m) Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur.

**7.2.1.11** Wärmebehandlungsplan - Formblatt 6

Für jede Wärmebehandlung ist ein Wärmebehandlungsplan zu erstellen, der mindestens folgende Angaben enthalten soll:

- a) Art der Wärmebehandlung
  - b) Wärmebehandlungseinrichtung,
  - c) Art und Umfang der Temperaturmessung,
  - d) Zeit-Temperatur-Verlauf (Anwärmgeschwindigkeit, Wärmebehandlungstemperatur, Haltedauer, Abkühlungsgeschwindigkeit)
- und
- e) Abkühlart, Kühlmittel.

**7.2.1.12** Arbeitsprüfplan

Die Unterlagen für die Arbeitsprüfung haben Art und Prüfumfang sowie ihre Zuordnung zu den Bauteilschweißungen mit Angabe des Schweiß- und Wärmebehandlungsplans auszuweisen und bestehen aus

- a) Deckblatt und
- b) Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan.

**7.2.1.13** Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan - Formblatt 7

(1) Im Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan sind die zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfungen für Erzeugnisformen und Arbeitsprüfungen anzugeben.

(2) Für die zerstörenden Prüfungen sind die Anzahl und Lage der Proben in den Prüfstücken und die Lage der Prüfstücke in der Erzeugnisform anzugeben. Die Lage der Proben und der Prüfstücke ist in einem Lageplan darzustellen.

(3) Die Proben sind eindeutig zu kennzeichnen. Eine Wiederholung von Probenkennzeichnungen ist nicht zulässig.

(4) Weiter müssen Angaben enthalten sein über:

- a) die für die Prüfungen erforderlichen Arbeits- und Prüfanweisungen,
- b) Wärmebehandlungen,
- c) die an der Prüfung beteiligten Stellen mit Kennzeichnung der Tätigkeiten zum Beispiel Durchführung, Teilnahme und
- d) Belegungsart (Endablage, Stempelung, Zwischenablage).

(5) Im Rahmen der Vorprüfung sind die Spalten 1 bis 11 und 15 auszufüllen.

(6) Bei Erprobung gleicher Erzeugnisformen kann der Werkstoffprüfung Probenentnahmeplan als Standardplan benutzt werden, sofern wegen einer zusammenfassenden Nachweisführung das Formblatt 8 - Anhang zum Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan - verwendet wird.

**7.2.1.14** Anhang zum Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan - Formblatt 8

Dieses Formblatt dient einer aufwandsparenden Informations- und Nachweisführung der Prüfungen mehrerer gleicher Erzeugnisformen gemäß einem Werkstoff- und Probenentnahmeplan (Standardplan).

**7.2.1.15** Druckprüfplan

Für jede Druckprüfung ist ein Druckprüfplan zu erstellen, der mindestens folgende Angaben enthalten soll:

- a) Prüfdruck in bar,
- b) Prüftemperatur in °C
- c) Prüfmedium,
- d) chronologischer Ablauf von Druckaufbau, Haltezeit und Druckabbau, sowie Meßzeitpunkte und
- e) Darstellung der Sicherheitsvorkehrungen.

#### 7.2.1.16 Leckratenprüfplan

Der Leckratenprüfplan muß mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Prüfdrucke, Medium,
- b) Anzahl und Lage der Meßstellen,
- c) zulässige Leckrate und
- d) Fahrtdiagramm (siehe auch KTA 3405).

#### 7.2.1.17 Reparaturplan

Für Reparaturen sind gesonderte Reparaturpläne zu erstellen, die zusätzlich mit dem Buchstaben zu kennzeichnen sind. Standard-Reparaturpläne dürfen eingesetzt werden.

#### 7.2.1.18 Funktionsprüfplan

Alle zum Nachweis der Funktion erforderlichen Prüfungen sind im Funktionsprüfplan aufzulisten.

#### 7.2.1.19 Prüfanweisung

In der Prüfanweisung sind nach Abschnitt 6.3.1 die Art der Prüfungen, die Prüfvoraussetzungen, die Prüftechniken und die Prüfgeräte detailliert anzugeben.

### 7.3 Durchführung der Vorprüfung

- (1) Der Sachverständige hat die von ihm durchgeführte Vorprüfung durch Prüfvermerk mit Unterschrift und Datum zu bestätigen. Der baurechtliche Prüfer hat über das Ergebnis seiner Prüfung einen Prüfbericht zu erstellen.
- (2) Der Prüfvermerk gilt im allgemeinen bis zur Fertigstellung des Sicherheitsbehälters. Eine Überprüfung wird erforderlich, wenn nicht innerhalb von 24 Monaten nach dem Datum des Prüfvermerks mit der Fertigung begonnen wird oder eine mehr als 24-monatige Unterbrechung eintritt.
- (3) Änderungen und Ergänzungen durch den Sachverständigen oder den baurechtlichen Prüfer sind so vorzunehmen und zu kennzeichnen, daß zweifelsfrei zu erkennen ist, welcher Vorprüfer die Eintragungen vorgenommen hat.
- (4) Alle Ergänzungen und Änderungen sind bei der nächsten Revision der eingereichten Unterlagen zu berücksichtigen und erneut vom Sachverständigen oder baurechtlichen Prüfer mit dem Prüfvermerk zu versehen.
- (5) Geben die Unterlagen bei der Vorprüfung Anlaß zur Beanstandung oder sind sie nicht in vorprüffähigem Zustand, so muß der Sachverständige oder der baurechtliche Prüfer die Unterlage unter schriftlicher Angabe der einzelnen Gründe zur Berücksichtigung zurückgeben.
- (6) Abweichungen von den bereits vorgeprüften Unterlagen bedürfen der Zustimmung des Sachverständigen und, soweit erforderlich, des baurechtlichen Prüfers.

- (7) Eine abschnittsweise Vorprüfung durch den Sachverständigen oder eine abschnittsweise Prüfung durch den baurechtlichen Prüfer ist zulässig.

### 7.4 Dokumentation

Alle vorgeprüften Unterlagen sind in die Dokumentation nach Abschnitt 11 aufzunehmen.

## 8 Verfahrensprüfungen

### 8.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Für alle auszuführenden Schweißverbindungen müssen Verfahrensprüfungen abgeschlossen sein. Verfahrensprüfungen, die den Bedingungen dieser Regel nicht vollständig genügen, dürfen durch vorgezogene Arbeitsprüfungen ergänzt werden.

(2) Verfahrensprüfungen sind in Anwesenheit des Sachverständigen durchzuführen.

(3) Für Schweißverbindungen an drucktragenden Teilen hat der Hersteller durch eine Verfahrensprüfung den Nachweis zu führen, daß das Schweißverfahren hierfür geeignet ist. Hierbei sind Einflüsse wie:

- a) Schweißbedingungen
  - b) Schweißzusätze und -hilfsstoffe
  - c) Schweißpositionen,
  - d) zu benutzende Hilfseinrichtungen
  - e) Wärmebehandlungen und
  - f) die Qualifikation des Schweißpersonals
- auf die vorgesehenen Schweißarbeiten abzustimmen.

(4) Bei der Durchführung der Verfahrensprüfung sind die Baustellen- oder Werkstattbedingungen zugrunde zu legen.

(5) Die Prüfergebnisse der Verfahrensprüfungen müssen vor Fertigungsbeginn vorliegen.

### 8.2 Geltungsbereich einer Verfahrensprüfung

#### 8.2.1 Werkstoffe

Die Verfahrensprüfung ist an dem vorgesehenen Werkstoff durchzuführen. Sie gilt auch für artgleiche Werkstoffe mit gleicher oder niedrigerer Festigkeit. Die Werkstoffe für die Verfahrensprüfungen sind entsprechend der Erzeugnisform nach KTA 3401 Teil 1 zu prüfen und durch ein Abnahmeprüfzeugnis C nach DIN 50 049 zu belegen.

#### 8.2.2 Schweißverfahren und Schweißbedingungen

Das angewandte Schweißverfahren oder eine Kombination von mehreren Schweißverfahren einschließlich der Schweißbedingungen begrenzen den Geltungsbereich der Verfahrensprüfung.

#### 8.2.3 Abmessungen

(1) Bei Stumpfnahtschweißverbindungen gilt eine an der Wanddicke  $s$  abgelegte Prüfung für Wanddickenbereiche von  $0,75 \times s$  bis  $1,5 \times s$ . Für Wanddicken über 100 mm sind die Grenzwerte mit dem Sachverständigen abzustimmen. Wird bei mehrlagigen Lichtbogenhandschweißungen mit Stabelektroden eine Verfahrensprüfung an einer Wanddicke  $s$  größer

als oder gleich 10 mm abgelegt, so gilt für deren Geltungsbereich 7 mm bis 1,5 x s.

(2) Bei Rohrrundschweißnähten gilt die an einem Rohrdurchmesser abgelegte Prüfung auch für Rohrrundschweißungen an Rohren mit Durchmessern größer als oder gleich dem 0,5fachen des für die Prüfung gewählten Rohrdurchmessers. Eine obere Grenze entfällt.

(3) Für Stützeinschweißungen gilt die anzuschließende Behälterwanddicke als Begrenzung. Eine Begrenzung des Stützendurchmessers entfällt.

#### 8.2.4 Schweißzusätze und -hilfsstoffe

(1) Die Verfahrensprüfung gilt für die bei ihrer Durchführung verwendeten Schweißzusätze (Stabelektroden einschließlich Umhüllungstyp, Drahtelektroden, Schweißdrähte und Schweißstäbe) und Schweißhilfsstoffe (Schutzgase, Schweißpulver). Soweit die Schweißzusätze gemäß ihrem durch die Eignungsprüfungen festgelegten Geltungsbereich eingesetzt werden, ist bei einem Wechsel der Lieferfirma eine ergänzende Verfahrensprüfung erforderlich, deren Umfang mit dem Sachverständigen abzustimmen ist. Bei Schutzgasen ist ein Wechsel der Lieferfirma zulässig, wenn die Analysengleichheit sichergestellt ist.

(2) Die Verfahrensprüfung für die Unterpulverschweißung gilt für die verwendete Draht-Pulver-Kombination, wobei ein Austausch analysengleicher Drahtelektroden unabhängig vom Hersteller zulässig ist. Beim Pulver ist die Verwendung auf die pulvergleiche Handelsbezeichnung und auf den gleichen Hersteller festgelegt.

#### 8.2.5 Wärmebehandlung

Die Verfahrensprüfung gilt für den bei der Durchführung der Verfahrensprüfung vorliegenden Wärmebehandlungszustand des Prüfstücks. Bei Abweichungen des Wärmebehandlungszustandes am Bauteil ist eine Ergänzung der Verfahrensprüfung zum Beispiel im Rahmen einer Arbeitsprüfung notwendig.

#### 8.2.6 Gültigkeitsdauer

(1) Die Gültigkeitsdauer beträgt nach erfolgreichem Abschluß der Verfahrensprüfung 24 Monate. Wenn innerhalb dieser Zeit gefertigt wird und Arbeitsprüfungen erfolgreich abgelegt werden, darf die Gültigkeitsdauer vom Zeitpunkt der letzten erfolgreich abgelegten Arbeitsprüfung an um 24 Monate verlängert werden.

(2) Wird die Fertigung nicht innerhalb von 24 Monaten nach erfolgreichem Abschluß der Verfahrensprüfung aufgenommen oder länger als 24 Monate unterbrochen, so darf unmittelbar nach Aufnahme der Fertigung eine Arbeitsprüfung als Wiederholung der Verfahrensprüfung geschweißt werden. Der Prüfumfang an dieser Arbeitsprüfung ist dann entsprechend der ersten Verfahrensprüfung festzulegen.

### 8.3 Durchführung der Verfahrensprüfung

#### 8.3.1 Schweißer

Für die Verfahrensprüfung sind nach DIN 8 560 geprüfte Schweißer nach Abschnitt 3.3.2 einzusetzen.

#### 8.3.2 Schweißaufsicht

Die Schweißarbeiten sind durch die Schweißaufsicht zu überwachen. Über die Verfahrensprüfung ist ein Schweißprotokoll zu führen.

#### 8.3.3 Prüfstücke

(1) Die Verfahrensprüfung ist für jede vorkommende Schweißposition durchzuführen.

(2) Eine Senkrecht-Überkopfposition 45° deckt die Überkopf-, die Senkrecht- und die Wannenlagenposition sowie alle dazwischenliegenden Positionen ab.

(3) Die Quer-Überkopfposition 45° deckt die Überkopf-, die Quer- und die Wannenlagenposition und alle dazwischenliegenden Positionen ab. Bei mechanisierten Schweißungen deckt die Quer- und Wannenlagenposition alle dazwischenliegenden Positionen ab.

(4) Die Prüfstücke sind so zu bemessen, daß die vorgesehenen Proben einschließlich eventueller Ersatzproben entnommen werden können. Die Schweißnähte in den Prüfstücken sind mit ihrer Längsrichtung parallel zur Walzrichtung der Bleche anzuordnen.

(5) Liegen erschwerende Bedingungen, zum Beispiel bei beengten Platzverhältnissen und Schweißen in Zwangslage vor, so ist die Verfahrensprüfung diesen Bedingungen anzupassen.

#### 8.3.4 Reparaturschweißung

Reparaturen an den Prüfstücken sind unter Angabe von Grund, Umfang und Art der Reparatur nur mit Zustimmung des Sachverständigen zulässig, sofern das verbleibende Prüfstück für das zu qualifizierende Schweißverfahren repräsentative Aussagen ermöglicht. Jede auftretende Fehlerstelle ist zu registrieren. Reparaturen sind zu protokollieren.

### 8.4 Prüfungen an den Prüfstücken

#### 8.4.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Die Schweißnaht des Prüfstücks ist nach den Wärmebehandlungen einschließlich Spannungssarmglühen vom Hersteller den Prüfungen nach den Abschnitten 8.4.2 bis 8.4.5 in Anwesenheit des Sachverständigen zu unterziehen.

(2) Der Umfang der Verfahrensprüfungen bei Sonderfällen, wie zum Beispiel für Anschweißungen von Entwässerungsstutzen, von Stützenverlängerungen und von Anschweißteilen ist mit dem Sachverständigen abzustimmen.

#### 8.4.2 Zerstörungsfreie Prüfungen

(1) Die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen nach Abschnitt 6.3 hat durch den Hersteller und den Sachverständigen zu erfolgen. Die Beurteilung ist nach Abschnitt 9.3.4 vorzunehmen.

(2) Bei der Durchstrahlungsprüfung an Stumpfnahschweißverbindungen, der Ultraschallprüfung und der Oberflächenrißprüfungen haben jeweils der Hersteller und der Sachverständige zu 100 % zu prüfen.

#### 8.4.3 Mechanisch-technologische Prüfungen

(1) Als Anforderungen für die Beurteilung der Ergebnisse der Verfahrensprüfung gelten die in den Werkstoffanhängen

von KTA 3401 Teil 1 und in der **Tabelle 8-1** festgelegten Werte.

(2) Die mechanisch-technologischen Prüfungen von Schweißnähten haben in Abhängigkeit von der Nennwanddicke in folgenden Prüfschichten zu erfolgen:

- a) Nennwanddicken kleiner als oder gleich 50 mm sind in einer Prüfschicht zu prüfen
- b) Nennwanddicken größer als 50 mm sind in zwei Prüfschichten zu prüfen.

(3) Bei Nennwanddicken kleiner als oder gleich 50 mm ist im Zugversuch quer zur Schweißnaht und im technologischen Biegeversuch nach Möglichkeit der gesamte Schweißnahtquerschnitt zu erfassen.

(4) Kommen in einer Schweißnaht mehrere Schweißverfahren zur Anwendung, so sind die Proben so zu legen, daß nach Möglichkeit jedes Schweißverfahren geprüft werden kann.

(5) Die Probenlagen sind gemäß **Bild 8-1** zu wählen. Ist aus geometrischen Gründen die Probenlage für die Kerbschlagproben im Übergang nicht, wie im **Bild 8-1** skizziert, möglich, so sind die Proben parallel zur Oberfläche mit dem Kerbgrund zwischen Schmelzlinie und 0,8 mm neben der Schmelzlinie in die Wärmeeinflußzone zu legen.

(6) Die Kerblage für die Kerbschlagproben senkrecht zur Schmelzlinie ist so zu wählen, daß die durch den Kerbgrund verlaufende Linie zwischen Schmelzlinie und 0,8 mm neben der Schmelzlinie in der Wärmeeinflußzone liegt. Die Schmelzlinie ist durch Makroätzung sichtbar zu machen.

(7) Je Prüfschicht sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Zwei Zugversuche an Flachzugproben aus der Schweißverbindung bei Raumtemperatur nach DIN 50 120 Teil 1, jedoch mit der Versuchslänge  $L_c$  = Schweißnahtbreite plus  $2 \times 40$  mm. Zu bestimmen ist die Zugfestigkeit  $R_m$ . Die Bruchlage (Probenlage siehe **Bild 8-1**) ist anzugeben.
- b) Ein Zugversuch an einer Rundprobe bei Auslegungstemperatur aus dem Schweißgut nach DIN 50 125 und DIN 50 145. Zu bestimmen sind die Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung und Brucheinschnürung.
- c) Faltversuche nach DIN 50 121 Teil 1 an vier Proben (je zwei Proben über die eine und die andere Nahtseite auf Zug beansprucht). Auf der Zugseite soll nach Abarbeitung der Nahtüberhöhung die ursprüngliche Oberfläche des Prüfstücks weitmöglichst erhalten bleiben. Größere Vertiefungen wie zum Beispiel Einbrandkerben, Wurzelkerben dürfen nicht beseitigt werden. Zu bestimmen sind

die Biegedehnung ( $L_0$  = Schweißnahtbreite plus Wanddicke) und der Biegewinkel. Die Anforderungen an den Biegewinkel und Dorndurchmesser sind der **Tabelle 8-1** zu entnehmen.

- d) Je eine Kerbschlagarbeit Temperatur-Kurve aus Schweißgut und Wärmeeinflußzone an ISO-V-Proben nach DIN 50 115 mit 6 Probensätzen (1 Satz = 3 Proben). Die Prüftemperatur für zwei Probesätze ist mit  $+5^\circ\text{C}$  und  $80^\circ\text{C}$  festzulegen. Die restlichen Prüftemperaturen sind so zu wählen, daß der Übergang und die Tieflage erfaßt werden. Zu bestimmen sind die Kerbschlagarbeit und seitliche Breitung für Schweißgut (siehe **Bild 8-1**) und für die Wärmeeinflußzone.
- e) Am nicht wärmebehandelten Prüfstück ist an einer Prüfstückoberfläche die Härte nach DIN 50 133 in 2 Reihen mit einem Abstand von 100 mm zu bestimmen. Die Härte darf 350 HV 10 nicht überschreiten.

#### 8.4.4 Gefügeuntersuchungen

(1) Jedem Prüfstück sind ein Makro- und ein Mikroschliff zu entnehmen. Bei der Festlegung der Lage sind die Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfungen zu berücksichtigen.

(2) Am Makroschliff sind folgende Arbeiten durchzuführen:

- a) Fotografische Aufnahme des gesamten Querschnittes der Schweißverbindung
- b) Härteprüfung nach DIN 50 133 (Abstand der Meßpunkte siehe **Bild 8-1**).

(3) Am Mikroschliff sind folgende Arbeiten durchzuführen:

- a) Fotografische Aufnahmen mit im allgemeinen 200facher Vergrößerung (falls notwendig, auch andere Vergrößerungen) für das Schweißgut wurzelseitig, das Schweißgut decklagenseitig und die Wärmeeinflußzone in beiden Decklagen und der Wurzel.
- b) Mikroskopische Untersuchung der Wärmeeinflußzone über die gesamte Schweißnahtdicke und Abschätzung und Protokollierung der Grobkornanteile.

#### 8.4.5 Chemische Zusammensetzung

Die wesentlichen Elemente des Schweißgutes sind zu bestimmen und mit den Kenndaten der Eignungsprüfung zu vergleichen.

Biegewinkel	Festigkeitsgruppe von ferritischen Stählen	Dorndurchmesser in Abhängigkeit von der Probendicke a
180°	Stähle mit einer Mindestzugfestigkeit $< 400 \text{ N/mm}^2$	1 · a
180°	Mindestzugfestigkeiten von 400 bis 430 $\text{N/mm}^2$	2 · a
180°	Mindestzugfestigkeiten von $> 430$ bis 460 $\text{N/mm}^2$	2,5 · a
180°	Mindestzugfestigkeiten $> 460 \text{ N/mm}^2$	3 · a

Der Biegewinkel von 180° gilt als erreicht, wenn die Biegeprobe nach DIN 50 121 Teil 1 durchgeführt und ohne Anriß durch die Auflager gedrückt wurde. Auf der Zugseite soll nach Abarbeitung der Schweißnahtüberhöhung die ursprüngliche Oberfläche des Prüfstücks erhalten bleiben.

Ist die Bedingung nicht erfüllt, ist bei der Einhaltung folgender ergänzender Bedingungen der Biegeversuch trotzdem als erfüllt zu werten:

≥ 90°: Die Biegedehnung ( $L_0$  = Schweißnahtbreite + Wanddicke, symmetrisch zur Schweißnaht) muß mindestens den Wert der Mindestbruchdehnung  $A_5$  des Grundwerkstoffes erreichen.

oder

≤ 90°: Die Biegedehnung (gemessen über  $L_0$  = Schweißnahtbreite) muß ≤ 30% sein, wobei die Bruchflächen frei von unzulässigen Fehlern sein müssen.

**Tabelle 8-1:** Anforderungen an die Biegeproben des technologischen Biegeversuchs

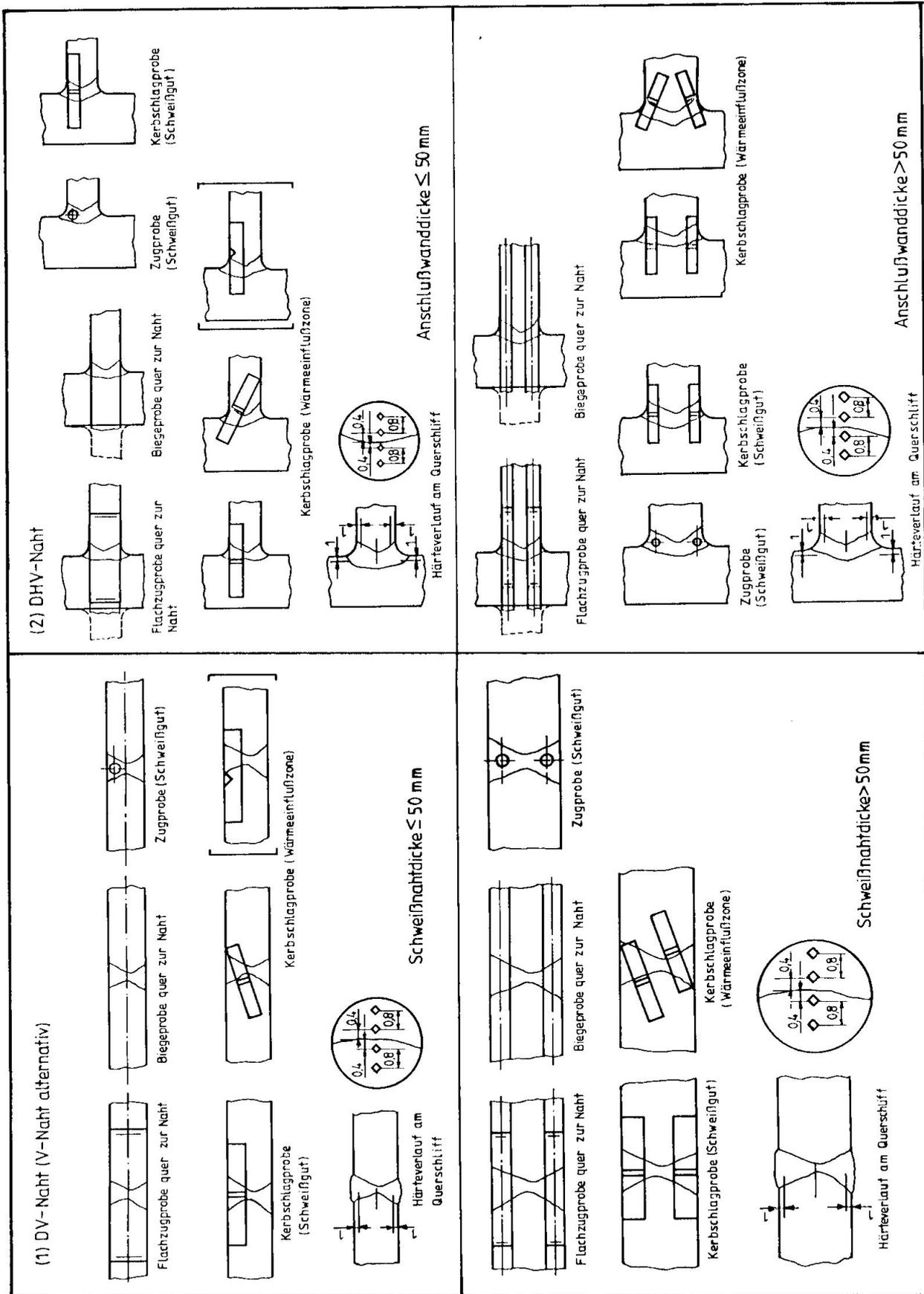


Bild 8-1: Beispiele für Probenlagen bei Verfahrens- und Arbeitsprüfungen

#### 8.4.6 Ersatzproben

(1) Erfüllen eine Probe oder ein Probensatz nicht die Anforderungen, so dürfen nach Feststellung der Ursache und ihrer Bewertung zwei weitere Proben oder Probensätze geprüft werden. Alle Ersatzproben müssen den Anforderungen genügen.

(2) Sind ungenügende Prüfergebnisse offensichtlich auf Prüftechnische Einflüsse oder auf eine engbegrenzte Fehlerstelle einer Probe zurückzuführen, so darf die betreffende Prüfung erneut durchgeführt werden.

##### Hinweis:

Fehler, die systematisch auftreten oder charakteristisch für das Verfahren sind, können zur Ablehnung der Verfahrensprüfung führen.

#### 8.4.7 Bericht über die Verfahrensprüfung

(1) Die Ergebnisse der Verfahrensprüfung sind vom Hersteller in einem Bericht zusammenzustellen, zu dem der Sachverständige innerhalb von 6 Wochen schriftlich Stellung zu nehmen hat.

(2) Der Bericht des Herstellers muß enthalten:

- a) Angaben über Grundwerkstoff und Schweißzusätze und Hilfsstoffe,
- b) Angaben über Schweißverfahren,
- c) Schweißplan und Schweißprotokoll,
- d) Wärmebehandlungsplan und Wärmebehandlungsprotokoll,
- e) Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan,
- f) Ergebnis sämtlicher Prüfungen einschließlich der Fehlerbefunde

und

g) zusammenfassendes Ergebnis.

(3) Der Bericht des Sachverständigen muß enthalten:

- a) Abgrenzung des Geltungsbereichs und
- b) abschließende Stellungnahme.

(4) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieses Berichtes die Verfahrensprüfung als abgeschlossen.

#### 8.4.8 Aufbewahrung von Proben

Die Proben und die restlichen Teile der Prüfstücke sind einschließlich der ausgefallenen Proben bis zur schriftlichen Vorlage des abschließenden Berichtes des Sachverständigen aufzubewahren.

### 9 Prüfungen während der Fertigung

#### 9.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Der Hersteller und der Sachverständige haben dafür Sorge zu tragen, daß der gesamte Herstellungsablauf überwacht und dokumentiert wird.

(2) Die Prüfungen sollen eine Beurteilung aller die Eigenschaften der Bauteile beeinflussenden Fertigungsgänge sicherstellen.

(3) Der Sachverständige hat sich während der Fertigung davon zu überzeugen, daß die für die Fertigung festgelegten qualitätssichernden Maßnahmen eingehalten werden.

#### 9.2 Begleitende Fertigungsüberwachung

##### 9.2.1 Grundsatz

Anhand des vorgeprüften Prüffolgeplans muß die Herstellung überwacht und die Erfüllung der Anforderungen nachgewiesen werden.

##### 9.2.2 Überwachung der Schweißarbeiten

###### 9.2.2.1 Überwachung durch den Hersteller

(1) Die Schweißaufsicht des Herstellers hat im einzelnen zu prüfen:

- a) die Vorwärm- und gegebenenfalls Arbeitstemperatur beim thermischen Anarbeiten von Schweißfugenflanken (einschließlich Ausfugen von Schweißnahtbereichen),
- b) die Schweißnahtvorbereitung,
- c) die Handhabung wie Lagerung, Trocknung, Zwischenlagerung und Verarbeitung der Schweißzusätze und -hilfsstoffe,
- d) den Einsatz der vorgesehenen Schweißzusätze und -hilfsstoffe
- e) den Schweißereinsatz hinsichtlich des gültigen Qualifikationsnachweises,
- f) die Einhaltung der im Schweißplan vorgegebenen Schweißparameter, der Schweißfolge des Nahtaufbaus sowie der Vorwärm- und Arbeitstemperatur,
- g) die Decklagenausführung,
- h) die Kennzeichnung der Schweißnähte und
- i) die Maßnahmen gegen Witterungseinflüsse.

###### 9.2.2.2 Schweißprotokoll

(1) Für jede Schweißnaht sind am Schweißort vom Hersteller Schweißprotokolle entsprechend Formblatt 10 zu führen, in die alle Istwerte der im Schweißplan vorgesehenen wichtigen Parameter und Schweißbedingungen einzutragen sind.

(2) Im Schweißprotokoll ist anzugeben:

- a) daß die Begrenzungen des vorgeprüften Schweißplans während der Fertigung eingehalten werden,
- b) von welchen Schweißern die einzelnen Schweißarbeiten ausgeführt wurden
- c) in welchen Fällen und aus welchen Gründen Abweichungen vom Schweißplan durchgeführt werden mußten und
- d) welche nicht vorhersehbaren Unterbrechungen der Schweißarbeiten sowie sonstiger Unregelmäßigkeiten aufgetreten sind.

(3) Für jede im Schweißplan vorgesehene Schweißfolge ist mindestens eine Eintragung der gemessenen Schweißdaten mit Angabe der Längen vorzunehmen. Bei länger dauernden Schweißungen innerhalb einer einzigen Schweißfolge sind mindestens zwei Eintragungen pro Arbeitsschicht vorzunehmen.

(4) Die Schweißaufsicht des Herstellers hat nach wiederholten Zwischenkontrollen die Richtigkeit der Eintragungen in das Schweißprotokoll durch ihre Unterschrift zu bestätigen.

###### 9.2.2.3 Überwachung durch den Sachverständigen

Vom Sachverständigen sind stichprobenweise die Prüfungen nach Abschnitt 9.2.2.1 Absatz 1 Punkte a bis i durchzuführen und im Schweißprotokoll zu bestätigen.

## 9.2.3 Überwachung der Wärmebehandlung

### 9.2.3.1 Prüfung durch den Hersteller

- (1) Die Wärmebehandlungen sind vom Hersteller zu überwachen.
- (2) Bei der Überwachung sind im einzelnen zu prüfen:
  - a) Lage der Bauteile und der mitlaufenden Prüfstücke im Ofen
  - b) Anordnung der örtlichen Wärmebehandlungseinrichtungen am Bauteil
  - c) die Lage eventuell erforderlicher Temperaturmeßstellen am Bauteil zum Nachweis gleichmäßiger Temperaturführung,
  - d) die Kennzeichnung des Zeit-Temperatur-Diagramms zwecks Zuordnung zum Bauteil und
  - e) im Wärmebehandlungsplan vorgegebene Anwärmgeschwindigkeit, Wärmebehandlungstemperatur, Haltezeit, Abkühlgeschwindigkeit sowie die Bedingungen bei der Abkühlung bis auf Raumtemperatur.
- (3) Das Wärmebehandlungsdiagramm ist vom Hersteller abzuzeichnen. Über jede Wärmebehandlung ist eine Bescheinigung auszustellen.

### 9.2.3.2 Prüfung durch den Sachverständigen

- (1) Vom Sachverständigen ist die Ofenbeschilderung oder die Anordnung der Wärmebehandlungseinrichtungen (siehe Abschnitt 4.2) am Bauteil vor jeder Wärmebehandlung zu prüfen und diese stichprobenweise zu kontrollieren.
- (2) Der Sachverständige zeichnet das Wärmebehandlungsdiagramm gegen und unterschreibt bei ordnungsgemäß durchgeführter Wärmebehandlung die Bescheinigung.

## 9.3 Zerstörungsfreie Prüfungen

### 9.3.1 Prüfungen durch den Hersteller

#### 9.3.1.1 Ultraschallprüfung

Mit Ultraschall sind vom Hersteller zu 100% zu prüfen:

- a) die Randzonen im Bereich von vorgesehenen Schweißverbindungen nach Abschnitt 3.5.2 (1),
- b) alle Stumpfnahschweißverbindungen an Bauteilen mit DN größer als 100 und einer Wanddicke gleich oder größer als 10 mm
- c) alle Schweißverbindungen zwischen Behälterwand und Stutzen mit DN gleich oder größer als 120 und einer Wanddicke gleich oder größer als 15 mm. Bei durchgesteckten Stutzen ist die Behälterwanddicke, bei aufgesetzten Stutzen die Stutzenwanddicke maßgebend.
- d) Alle Schweißverbindungen von verbleibenden Anschweißteilen an der Behälterwand und Bereiche von Reparaturschweißungen.

#### 9.3.1.2 Oberflächenrißprüfung

Einer Oberflächenrißprüfung sind zu unterziehen:

- a) Schweißfugenflanken und ausgefugte Schweißnahtbereiche in einem Umfang, der das Auftreten von systematischen Fehlern ausschließt,

- b) alle Oberflächen für Schweißverbindungen von aufgesetzten oder durchgesteckten Stutzen, an denen Schweißarbeiten durchgeführt werden,
- c) alle durch thermisches Trennen hergestellten Abschrägungen,
- d) alle Schweißnahtoberflächen einschließlich Reparaturbereichen; dabei ist die angrenzende Grundwerkstoffzone, deren Breite in Abschnitt 6.3.3.2 festgelegt ist, zu erfassen,
- e) alle Stellen, an denen Anschweißteile entfernt wurden, und
- f) alle Zündstellen.

### 9.3.1.3 Durchstrahlungsprüfung

- (1) Der Hersteller hat den Filmlageplan zu erstellen, die Durchstrahlungsaufnahmen anzufertigen und sie zu beurteilen.
- (2) Einer Durchstrahlungsprüfung sind zu unterziehen:
  - a) Stellen, an denen die Ultraschallprüfung nicht in vollem Umfang eingesetzt werden kann,
  - b) alle Stumpfnahschweißverbindungen an Bauteilen mit DN kleiner als oder gleich 100 mm. Diese Prüfung darf, soweit möglich, auch durch eine Ultraschallprüfung ersetzt werden. Dabei entfällt an Rund- und Stutzen-schweißverbindungen die Querfehlerprüfung.
  - c) alle Stumpfnahschweißverbindungen an Bauteilen mit Wanddicken kleiner als 10 mm.
  - d) Außerdem sind zu Beginn der Fertigung 5% der während der Vormontage maschinell geschweißten Nähte und 10% aller anderen am Bauteil geschweißten Nähte unter Berücksichtigung von Stoßstellen, Stellen mit erschwerten Schweißbedingungen sowie Stellen zur Klärung von nicht eindeutigen Ultraschallanzeigen einer Durchstrahlungsprüfung zu unterziehen. Dieser Prüfumfang darf im Einvernehmen mit dem Sachverständigen bei festgestellter Qualifikation des Herstellers im Zuge des Baufortschritts stundenweise reduziert werden.

### 9.3.1.4 Härteprüfung

Geben die Ergebnisse der Arbeitsprüfungen Anlaß zur Überprüfung der Härtewerte, so sind an Oberflächen von Stumpfnahschweißverbindungen stichprobenweise Härteprüfungen nach Abschnitt 8.4.3 durchzuführen.

## 9.3.2 Prüfungen durch den Sachverständigen

### 9.3.2.1 Ultraschallprüfung

- (1) Der Sachverständige hat die Schweißnähte zu 25% zu prüfen. Dies muß unabhängig vom Hersteller im Endzustand des Bauteils erfolgen. Hierbei sind die Prüfergebnisse des Herstellers zu berücksichtigen. Störstellen, wie zum Beispiel Wanddickenübergänge, tolerierte Formabweichungen und handgeschweißte Nähte, sind dabei zu berücksichtigen.
- (2) Werden im Rahmen der stichprobenartigen Prüfungen durch den Sachverständigen an einer vom Hersteller geprüften Schweißnaht wesentliche Abweichungen festgestellt, so ist der Umfang der Stichprobenprüfung für den jeweils festzulegenden Prüfabschnitt zu verdoppeln. Beim Auftreten weiterer Abweichungen im Prüfergebnis ist der Prüfumfang für den jeweiligen Prüfabschnitt auf 100% zu erhöhen. Lassen sich die Ursachen eindeutig ermitteln und die Fehler sicher

beheben, darf zum Stichprobenumfang von 25% zurückgekehrt werden.

### 9.3.2.2 Oberflächenrißprüfung

Die Oberflächenrißprüfung an den in 9.3.1.2 Punkte c bis f genannten Bereichen ist vom Sachverständigen und vom Hersteller gemeinsam durchzuführen.

### 9.3.2.3 Durchstrahlungsprüfung

Der Sachverständige hat stichprobenweise die Anfertigung der Durchstrahlungsaufnahmen zu kontrollieren und alle Durchstrahlungsaufnahmen zu beurteilen.

### 9.3.3 Protokollierung

(1) Von allen Prüfungen sind vom Hersteller Protokolle entsprechend den Formblättern 12-1 bis 14-2 anzufertigen. Diese Protokolle haben alle objekt- und prüftechnischen Daten auszuweisen, die jederzeit eine reproduzierbare Prüfung ermöglichen. Sie sollen ferner die Prüfergebnisse und alle maßgeblichen Angaben, die für eine eindeutige Zuordnung zum Objekt erforderlich sind, enthalten.

(2) Die Protokolle sind von den Prüfern und von den Prüfaufsichten des Herstellers und vom Sachverständigen zu unterschreiben.

(3) Die Protokolle sind in die Dokumentation aufzunehmen.

(4) Für die Protokollierung der Ultraschallprüfung gilt:

- Liegen keine registrierpflichtigen Anzeigen vor, ist nur ein gemeinsames Deckblatt auszustellen.
- Liegen gleiche Ergebnisse der Prüfstellen zu den registrierpflichtigen Anzeigen vor, wird ein gemeinsames Ergebnisblatt vom Hersteller erstellt.
- Liegen unterschiedliche Ergebnisse zu den registrierpflichtigen Anzeigen vor, werden getrennte Ergebnisblätter von den Prüfstellen erstellt.
- Unterschiede in der Prüfdurchführung sind jeweils im Deckblatt anzugeben.

(5) Für Oberflächenrißprüfungen ist eine Stempelung im Prüffolgeplan ausreichend, wenn die Prüfung nach der geforderten Prüfanweisung durchgeführt wurde und eine unzulässigen Anzeigen aufgefunden werden.

(6) Bei der Durchstrahlungsprüfung sind die Prüfergebnisse in einem gemeinsamen Protokoll anzugeben.

### 9.3.4 Beurteilung der Prüfergebnisse

#### 9.3.4.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Sofern mehrere Prüfverfahren zur Feststellung innerer oder äußerer Fehler vorgesehen sind, ist die Beurteilung anhand aller Prüfergebnisse vorzunehmen.

(2) Die Beurteilung von Prüfergebnissen ist auch unter Berücksichtigung der Meßtoleranzen der Prüfgeräte, der Gestaltung und Beanspruchung des Bauteils sowie der Eigenschaften der verarbeiteten Erzeugnisformen durchzuführen.

(3) Werden die nach den Abschnitten 9.3.4.2 bis 9.3.4.6 zulässigen Werte überschritten, so ist eine Reparatur erforderlich (siehe Abschnitt 9.7).

#### Hinweis:

Vor der Reparatur eines Fehlers ist abzuwägen, ob ein Belassen

oder eine Reparatur sicherheitstechnische Vor- oder Nachteile bringt.

### 9.3.4.2 Oberflächenrißprüfung von Schweißfugenflanken

(1) Anzeigen, die auf Risse schließen lassen, sind nicht zulässig.

(2) Linienförmige Anzeigen sind nur dann zulässig, wenn sie parallel zur Oberfläche verlaufen und auf nichtmetallische Einschlüsse zurückzuführen sind.

(3) Die Ergebnisse der durchgeführten Randzonenprüfung mittels Ultraschall sind in die Beurteilung der Oberflächenrißprüfung einzubeziehen.

### 9.3.4.3 Ultraschallprüfung von Verbindungsschweißungen

#### 9.3.4.3.1 Längsfehlerprüfung

(1) Die Beurteilung der Anzeigen hat sich vornehmlich nach den Anzeigenlängen und -häufigkeiten zu richten, sofern ihre Echohöhen die nach Abschnitt 6.3.3.1 festgelegten Registriergrenzen um nicht mehr als 6 dB überschreiten.

(2) Anhaltswerte für die Beurteilung von Ultraschallbefunden der Längsfehlerprüfung sowie Anhaltswerte für die Beurteilung von volumenhaften Durchstrahlungsbefunden sind in **Tabelle 9-1** geregelt.

Je ein Beispiel für eine zulässige und unzulässige Anzeigenkombination findet sich in **Tabelle 9-2**. Registrierpflichtige Anzeigen je Meter Schweißnaht sind zulässig, solange

$$S = \sum_{i=1}^K \frac{n(\text{RL})_i}{n(\text{RL})_{i,\text{max}}} \leq 1 \quad \text{ist.}$$

(3) Anzeigen mit Registrierlängen unterhalb der Treppelinie in **Tabelle 9-1** sind in den oberflächennahen Zonen nicht zulässig,

(4) Die Dicken der oberflächennahen Zonen sind ausgehend von der endgültigen Oberfläche begrenzt:

bei	$s \leq 40 \text{ mm}$	auf 5 mm
bei	$40 < s \leq 80 \text{ mm}$	auf 10 mm
bei	$s > 80 \text{ mm}$	auf 20 mm,

wobei  $s$  die Nennwanddicke ist.

(5) Bei einseitig geschweißten und nur von einer Oberfläche aus prüfbaren Nähten sind für den Wurzelbereich nur die halben Werte der Registrierlängen nach **Tabelle 9-1** zulässig.

(6) Zusätzlich zu den Anforderungen der **Tabelle 9-1** gilt:

a) Anzeigen gleicher Tiefenlage müssen mindestens das Doppelte der Länge der größeren Anzeige voneinander entfernt sein. Andernfalls gelten die Anzeigen als zusammenhängend. Der Abstand in Breiten- und Dickenrichtung muß mindestens so lang sein wie die halbe Länge der größeren Anzeige, jedoch mindestens 10 mm betragen.

b) Werden die festgelegten Werte für die maximalen Häufigkeiten oder maximalen Längen von Anzeigen überschritten, sind in den betroffenen Bereichen und darüber hinaus nach jeder Seite je 500 mm Schweißnahtlänge auch die Anzeigen in die Beurteilung mit einzubeziehen, die 6 dB unterhalb der Registriergrenzen oder unterhalb der in der **Tabelle 6-1** festgelegten Werte liegen. Diese Vorgehensweise ist auch dann notwendig, wenn Anzeigen bis zu 6 dB unterhalb der Registriergrenze nach Abschnitt 6.3.3.1 festgestellt werden, deren Länge das Zweifache

der jeweiligen maximalen Einzelanzeigenlänge erreichen oder überschreiten.

- c) Bei Anzeigen, deren Echohöhen die Registriergrenze nach Abschnitt 6.3.3.11 um mehr als 6 dB überschreiten, ist deren Reflexionsverhalten in Abhängigkeit von allen vorgeschriebenen Einschallrichtungen aus zu untersuchen. Falls erforderlich, sind zusätzliche Einschallrichtungen anzuwenden. Die hierbei ermittelten Echohöhen sind zu vergleichen und in die Beurteilung einzubeziehen. Die Anzeigen dürfen dann belassen werden, wenn kein Verdacht auf flächige Reflektoren aufkommt und die vorgenannten Bedingungen bezüglich Länge, Häufigkeit und Abstände eingehalten sind. Andernfalls sind vom Hersteller weitergehende Untersuchungen der Anzeigenursache vorzunehmen.

#### 9.3.4.3.2 Querfehlerprüfung

(1) Die Beurteilung von Anzeigen, die nicht eindeutig auf Längsfehler zurückgeführt werden können, hat sich nach der Anzeighöhe und -häufigkeit zu richten.

(2) Registrierpflichtige Anzeigen sind ohne Kontrollprüfung nur zulässig, wenn sie vereinzelt (nicht mehr als drei pro Meter Schweißnahtlänge und mit Längen kleiner als 10 mm auftreten und sofern sie nicht von häufigen Anzeigen bis zu 12 dB unterhalb der Registriergrenze begleitet werden.

(3) Treten bei der Querfehlerprüfung mehrere, bei der Prüfkopfverschiebung nicht voneinander trennbare Echoanzeigen auf dem Bildschirm auf (Echoscharen), so sind alle Anzeigen bis zu 12 dB unterhalb der Registriergrenze auf ihre Ursache zu untersuchen.

#### 9.3.4.3.3 Kontrollprüfungen

(1) Werden Kontrollprüfungen, zum Beispiel Durchstrahlungsprüfungen und metallografische Untersuchungen durchgeführt, darf von einer Ausbesserung abgesehen werden, wenn

- bei der Durchstrahlungsprüfung die Ursache für die Ultraschallanzeige eindeutig als Einschluß erkannt wird,
- eine Ursache der Ultraschallanzeige festgestellt wird, gegen deren Belassen von den Beteiligten keine Bedenken erhoben werden.

(2) Bei Reflexionsstellen in oberflächennahen Zonen darf die nach der AVG-Methode (Abstand-Verstärkung-Größe) eingestellte Prüfempfindlichkeit unter Benutzung oberflächennaher Bezugsreflektoren korrigiert werden.

#### 9.3.4.4 Oberflächenrißprüfungen von Verbindungsschweißungen

(1) Alle Anzeigen bei der Oberflächenrißprüfung mit einer maximalen Ausdehnung von 3 mm sind nicht in die Beurteilung mit einzubeziehen, sofern sie nicht systematisch auftreten. Für die Eindringprüfung ist der Beurteilungszeitpunkt nach Abschnitt 6.3.4.4 zugrunde zu legen.

(2) Oberflächenfehler, die auf Risse schließen lassen, sind unzulässig.

(3) Oberflächenfehler bei der Magnetpulverprüfung mit einer Ausdehnung bis zu 6 mm oder Anzeigen bei der Eindringprüfung, verursacht von einer Fehlerausdehnung bis zu 6 mm, sind zulässig, wenn es sich nachweislich um Schlackeneinschlüsse handelt.

(4) Die Häufigkeit zulässiger Einzelfehler darf örtlich bis zu 10 Stück auf einer Fläche von 100 mm x 100 mm betragen. Bei systematisch auftretenden Oberflächenfehlern ist ihrer Ursache nachzugehen, auch wenn die maximalen Ausdehnungen weniger als 3 mm betragen. Auf der Schweißnahtoberfläche sichtbare Porenester sind nach Abschnitt 9.3.4.6.4 zu beurteilen.

#### 9.3.4.5 Magnetpulver-Gefügeanzeigen

##### Hinweis:

Unter Gefügeanzeigen bei der Magnetpulverprüfung versteht man solche Anzeigen im oberflächennahen Bereich, die nicht durch Tennung oder Einschlüsse, sondern durch die Art des Gefügebau im Bauteil bedingt sind.

(1) Bei Anzeigenstellen, die sich aufgrund ihres Anzeigenbildes bei der Magnetpulverprüfung nicht eindeutig als Gefügeanzeige klären lassen, sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Die Ultraschallprüfung darf im gesamten Nachweisbereich in der oberflächennahen Zone zu keinen Anzeigen führen, die eine Längenausdehnung von größer als 10 mm aufweisen. Dabei ist eine um 12 dB abgesenkte Registriergrenze zu verwenden. Der Abstand zwischen der abgesenkten Registriergrenze und dem Rauschen muß mindestens 6 dB betragen. Diese Prüfung kann entfallen, wenn eine Prüfung nach b durchgeführt wird.
- In Bereichen, die unzulässige Anzeigen nach a ergeben, ist die Fehlerfreiheit durch eine Ultraschallprüfung mit Oberflächenwellen, z. B. Kriechwellenkopf, nachzuweisen. Dabei muß die Empfindlichkeitsjustierung an einem Vergleichskörper erfolgen.

(2) Werden andere Verfahren eingesetzt, so ist die Aussagefähigkeit dem Sachverständigen nachzuweisen.

(3) Anzeigen, die dem Sachverständigen als Gefügeanzeigen nachgewiesen wurden, dürfen belassen werden.

#### 9.3.4.6 Durchstrahlungsprüfungen

##### 9.3.4.6.1 Allgemeines

(1) Zeigen die Durchstrahlungsaufnahmen im Vergleich mit den Ergebnissen der Ultraschallprüfung keine oder nur unklare Befunde oder ist die Ausdehnung eines bei der Ultraschallprüfung gefundenen Reflektors größer als die in der Durchstrahlungsaufnahme erkennbare Ausdehnung des gleichen Fehlers unter Ausnahme von Poren und kleineren Einschlüssen, so hat die Beurteilung nach Abschnitt 9.3.4.3 zu erfolgen.

(2) Ist die Zulässigkeit eines bei der Durchstrahlungsprüfung festgestellten Fehlers nicht eindeutig, darf anstelle einer Ausbesserung über die Zulässigkeit des Fehlers nach Durchführung einer Kontrollprüfung, zum Beispiel Durchstrahlungsprüfung mit anderer Prüftechnik oder Ultraschallprüfung, entschieden werden.

##### 9.3.4.6.2 Risse, Bindefehler und Wurzelfehler

In der Durchstrahlungsaufnahme erkennbare Risse und Bindefehler sind unzulässig. Bei der Beurteilung der nicht bearbeiteten Wurzel einseitig geschweißter Nähte gilt für den äußeren Befund der Wurzelseite die Bewertungsgruppe BS nach DIN 8563 Teil 3.

Registrierlänge (RL)	Maximale Einzelhäufigkeiten der Anzeigen gleicher Registrierlängen je Meter Schweißnaht in Abhängigkeit von der Nennwanddicke s						
	s ≤ 10	10 < s ≤ 20	20 < s ≤ 40	40 < s ≤ 60	60 < s ≤ 120	120 < s ≤ 250	250 < s
10 mm	—	17	19	21	23	25	27
15 mm	—	12	14	16	18	20	22
20 mm	—	8	10	12	14	16	18
25 mm	—	6*)	8	10	12	14	16
30 mm	—	4*)	6*)	8	10	12	14
35 mm	—	1*)	4*)	6	8	10	12
40 mm	—	—	1*)	4	6	8	10
45 mm	—	—	—	2*)	4	6	8
50 mm	—	—	—	1*)	3	5	7
55 mm	—	—	—	—	2	4	6
60 mm	—	—	—	—	1	3	5
65 mm	—	—	—	—	—	2	4
70 mm	—	—	—	—	—	1	3
75 mm	—	—	—	—	—	—	2
80 mm	—	—	—	—	—	—	1

\*) Anzeigen dieser Registrierlängen sind nur zulässig, wenn sie aufgrund von Durchstrahlungsprüfungen als einschlußartige Fehler eindeutig erkannt werden.

**Tabelle 9-1:** Anhaltswerte für die Beurteilung von Ultraschallbefunden bei der Längsfehlerprüfung sowie Anhaltswerte für die volumenhaften Durchstrahlbefunde (Anwendungsbeispiel siehe Tabelle 9-2)

#### 9.3.4.6.3 Einschlüsse

(1) Für die Häufigkeiten und die Längenausdehnungen von Einschlüssen gelten die Anhaltswerte der **Tabelle 9-1**.

(2) Ist der Abstand zwischen zwei benachbarten Einschlüssen in Schweißnahtichtung größer als die zweifache Länge des größeren der beiden Fehler, gilt jeder der beiden Einschlüsse als Einzelfehler. Bei Fehlern einer als oder gleich 10 mm Länge gelten diese Abstandsbedingungen nicht, wenn die Gesamtlänge dieses Bereiches die maximal zulässige Einzelfehlerlänge nicht überschreitet.

(3) Bei Wanddicken kleiner als oder gleich 10 mm sind vereinzelte Einschlüsse geringer Länge zulässig.

#### 9.3.4.6.4 Poren

(1) Nicht systematisch auftretende Poren sind zulässig. Werden Porenanhäufungen auf Nahtlängen größer als die sechsfache Wanddicke angetroffen, gelten sie als systematischer Fehler. Je Meter Schweißnaht dürfen höchstens 3 Porenneuster mit einem maximalen Durchmesser von 20 mm auftreten.

(2) Schlauchporen, die senkrecht zur Oberfläche verlaufen, sind nur als vereinzelte Fehlerstellen in Mehrlagenschweißungen zulässig.

(3) Parallel zur Oberfläche verlaufende Schlauchporen werden wie einschlußartige Fehler nach Abschnitt 9.3.4.6.3 beurteilt.

### 9.4 Arbeitsprüfung

#### 9.4.1 Allgemeine Anforderung

(1) Für den Sicherheitsbehälter ist unter Fertigungsbedingungen während der Fertigung je angewandtem Schweißverfahren und je angewandter Schweißposition ein Prüfstück je Zone unter Aufsicht des Sachverständigen zu schweißen. Im Zuge der Fertigung soll jeder Schweißer für das Schweißverfahren, für welches er am Sicherheitsbehälter eingesetzt wird, einmal erfaßt sein. Der Einsatz von mehreren Schweißern an einem Prüfstück ist mit Zustimmung des Sachverständigen zulässig. Mit Zustimmung des Sachverständigen dürfen zwei Zonen zusammengefaßt werden, wenn es sich

- um einen zeitlich zusammenhängenden Fertigungsabschnitt und
- um eine gleichartige Schweißverbindung von zusammen kleiner als oder gleich 160 m Länge handelt.

(2) Für die Vormontageschweißung nach dem Unterpulverschweißverfahren sind im Geltungsbereich der Verfahrensprüfung vier Arbeitsprüfungen je Sicherheitsbehälter durchzuführen.

**1 Zulässige Anzeigenkombination**

In 1 Meter Schweißnaht (Schweißnahtdicke 50 mm) wurden folgende Anzeigen gleicher Registrierlänge ermittelt:

RL = 10 mm	$n(RL)_1 = 5$
RL = 15 mm	$n(RL)_2 = 2$
RL = 30 mm	$n(RL)_3 = 1$

Nach Tabelle 9-1, Spalte  $40 < s \leq 60$  mm, ergeben sich folgende maximale Einzelhäufigkeiten

für RL = 10 mm ergibt sich	$n(RL)_{1, \max} = 21$
für RL = 15 mm ergibt sich	$n(RL)_{2, \max} = 16$
Für RL = 30 mm ergibt sich	$n(RL)_{3, \max} = 8$

Daraus ergibt sich für S ein zulässiger Wert

$$S = \frac{5}{21} + \frac{2}{16} + \frac{1}{8} \approx 0,5$$

**2 Unzulässige Anzeigenkombination**

In 1 Meter Schweißnaht (Schweißnahtdicke 50 mm) wurden folgende Anzeigen gleicher Registrierlänge ermittelt:

RL = 20 mm	$n(RL)_1 = 5$
RL = 30 mm	$n(RL)_2 = 1$
RL = 40 mm	$n(RL)_3 = 1$

Nach Tabelle 9-1, Spalte  $20 < s \leq 40$  mm, ergeben sich folgende maximale Einzelhäufigkeiten

für RL = 20 mm ergibt sich	$n(RL)_{1, \max} = 10$
für RL = 30 mm ergibt sich	$n(RL)_{2, \max} = 6$
Für RL = 40 mm ergibt sich	$n(RL)_{3, \max} = 1$

Daraus ergibt sich für S ein unzulässiger Wert

$$S = \frac{5}{10} + \frac{1}{6} + \frac{1}{1} \approx 1,7$$

**Tabelle 9-2:** Anwendungsbeispiele zu Tabelle 9-1

(3) Für die Schleusen jedes Sicherheitsbehälters ist je Hersteller im Geltungsbereich der Verfahrensprüfung je eine Arbeitsprüfung für

- Stumpfstoß,
- T-Stoß (zum Beispiel Türzarge, Stutzen),
- Montagenähte (Anschlußnaht Schleusenkörper am Sicherheitsbehälterstutzen). Diese Arbeitsprüfung darf entfallen, wenn die Schweißarbeiten durch den Hersteller des Sicherheitsbehälters durchgeführt werden und die gleichen Schweißverfahren und -bedingungen angewendet werden. durchzuführen.

(4) Bei längsnahtgeschweißten Stutzen ist je Sicherheitsbehälter und je Hersteller für das Schweißen der Längsnähte im Geltungsbereich der jeweiligen Verfahrensprüfung je ein Prüfstück zu schweißen.

(5) Für Einschweißungen von Stutzen in die Sicherheitsbehälterwand ist je Hersteller und je Schweißverfahren (auch Kombinationen von Schweißverfahren) eine Arbeitsprüfung durchzuführen.

**Hinweis:**

Eine Arbeitsprüfung für Stuzeneinschweißungen gilt im Einvernehmen mit dem Sachverständigen bei gleichen Parametern auch für eine Stumpfnahtschweißverbindung.

(6) Der Prüfumfang der Arbeitsprüfungen bei Sonderfällen, wie z. B. für Anschweißungen von Entwässerungsstutzen, Anschweißteilen und Halterungen ist mit dem Sachverständigen abzustimmen.

(7) Der Sachverständige hat vor Schweißbeginn die Schweißposition festzulegen.

(8) Die Schweißnähte der Prüfstücke sind mit ihrer Längsrichtung parallel zur Walzrichtung der Bleche anzuordnen. Die Prüfstücke sollen eine möglichst große Anzahl der eingesetzten Schmelzen erfassen.

(9) Eine Reparatur von bei der zerstörungsfreien Prüfung festgestellten unzulässigen Fehlern ist nur mit Zustimmung des Sachverständigen zulässig. Auf eine Reparatur kann verzichtet werden, wenn aus dem betroffenen Bereich keine Proben entnommen werden.

(10) Besondere Reparaturschweißungen sind an einem dem Bauteil zugehörigen Prüfstück zu simulieren.

(11) Die Prüfstücke sind einer dem Fertigungsprozeß entsprechenden Wärmebehandlung zu unterziehen.

(12) Die Prüfstücke der Arbeitsprüfung sind den in den Abschnitten 9.4.2 bis 9.4.5 festgelegten Prüfungen in Anwesenheit des Sachverständigen, der die ordnungsgemäße Prüfung bestätigt, zu unterziehen.

**9.4.2 Zerstörungsfreie Prüfungen**

(1) Die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen nach Abschnitt 6.3 hat durch den Hersteller und den Sachverständigen zu erfolgen. Die Beurteilung ist nach Abschnitt 9.3.4 vorzunehmen.

(2) Bei der Durchstrahlungsprüfung an Stumpfnahtschweißverbindungen, der Ultraschallprüfung und der Oberflächenrißprüfung haben jeweils der Hersteller und der Sachverständige zu 100% zu prüfen.

**9.4.3 Mechanisch-technologische Prüfungen**

(1) Als Anforderungen für die Beurteilung der Ergebnisse gelten die in den Werkstoffanhängen von KTA 3401 Teil 1 und in der **Tabelle 8-1** festgelegten Werte.

(2) Die mechanisch-technologischen Prüfungen von Schweißnähten sind in Abhängigkeit von der Nennwanddicke in folgenden Prüfschichten durchzuführen:

- a) Nennwanddicken kleiner als oder gleich 50 mm sind in einer Prüfschicht zu prüfen
- b) Nennwanddicken größer als 50 mm sind in zwei Prüfschichten zu prüfen.
- (3) Bei Nennwanddicken kleiner als oder gleich 50 mm ist im Zugversuch quer zur Schweißnaht und im technologischen Biegeversuch nach Möglichkeit das gesamte Schweißnahtvolumen zu prüfen.
- (4) Kommen bei einer Schweißnaht mehrere Schweißverfahren zur Anwendung, so sind die Proben so zu legen, daß nach Möglichkeit jedes Schweißverfahren geprüft werden kann.
- (5) Die Probenlagen sind gemäß **Bild 8-1** zu wählen. Ist aus geometrischen Gründen die Probenlage für die Kerbschlagproben im Übergang nicht wie im **Bild 8-1** skizziert möglich, so sind die Proben parallel zur Oberfläche anzuordnen. Der Kerb ist dann parallel zur Oberfläche mit dem Kerbgrund zwischen Schmelzlinie und 0,8 mm neben der Schmelzlinie in die Wärmeeinflußzone zu legen.
- (6) Die Kerblage für die Kerbschlagproben senkrecht zur Schmelzlinie ist so zu wählen, daß die durch den Kerbgrund verlaufende Linie zwischen Schmelzlinie und 0,8 mm neben der Schmelzlinie in der Wärmeeinflußzone liegt. Die Schmelzlinie ist durch Makroätzung sichtbar zu machen.
- (7) Je Prüfschicht der Schweißnaht sind folgende Prüfungen durchzuführen:
- a) Zwei Zugversuche an Flachzugproben aus der Schweißverbindung bei Raumtemperatur nach DIN 50 120 Teil 1, jedoch mit der Versuchslänge  $L_c$  = Schweißnahtbreite plus  $2 \times 40$  mm. Zu bestimmen ist die Zugfestigkeit  $R_m$ . Die Bruchlage ist anzugeben (Probenlage siehe **Bild 8-1**).
- b) Ein Zugversuch an einer Rundprobe bei Auslegungstemperatur aus dem Schweißgut nach DIN 50 125 Teil 1 und DIN 50 145. Zu bestimmen sind: Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung und Brucheinschnürung.
- c) Faltversuche nach DIN 50 121 Teil 1 an vier Proben (je zwei Proben über die eine und die andere Nahtseite auf Zug beansprucht). Auf der Zugseite soll nach Abarbeitung der Nahtüberhöhung die ursprüngliche Oberfläche des Prüfstücks weitmöglichst erhalten bleiben. Größere Vertiefungen wie zum Beispiel Einbrandkerben, Wurzelkerben dürfen nicht beseitigt werden. Zu bestimmen sind die Biegedehnung ( $L_0$  = Schweißnahtbreite plus Wanddicke) und der Biegewinkel. Die Anforderungen an den Biegewinkel und Dorndurchmesser sind der **Tabelle 8-1** zu entnehmen.
- d) Je ein Satz (3 Stück) Kerbschlagproben an ISO-V-Proben nach DIN 50 115 bei der Druckprüftemperatur nach Abschnitt 10.2.3. Zu bestimmen sind Kerbschlagarbeit und seitliche Breitung jeweils für Schweißgut und für die Wärmeeinflußzone. Die Anforderungen an den Biegewinkel und Dorndurchmesser sind der **Tabelle 8-1** zu entnehmen.
- (8) Am nicht wärmebehandelten Prüfstück ist an einer Prüfstückoberfläche die Härte nach DIN 50 133 in einer Reihe zu bestimmen. Die Härte darf 350 HV 10 nicht überschreiten.

#### 9.4.4 Gefügeuntersuchungen

- (1) Jedem Prüfstück ist ein Makro- und ein Mikroschliff zu entnehmen.

- (2) Am Makroschliff sind folgende Arbeiten durchzuführen:

- a) Fotografische Aufnahme des gesamten Querschnittes der Schweißverbindung
- b) Härteprüfung nach DIN 50 133 (Abstand der Meßpunkte siehe **Bild 8-1**).

- (3) Am Mikroschliff sind mikroskopische Untersuchungen der Wärmeeinflußzone über die gesamte Schweißnahtdicke und Abschätzung und Protokollierung der Grobkornanteile vorzunehmen.

#### 9.4.5 Chemische Zusammensetzung

Die wesentlichen Elemente des Schweißgutes sind zu bestimmen und mit den Kenndaten der Eignungsprüfung zu vergleichen.

#### 9.4.6 Ersatzproben

- (1) Erfüllen eine Probe oder ein Probensatz nicht die Anforderungen, so dürfen nach Feststellung der Ausfallursache und ihrer Bewertung zwei weitere Proben oder Probensätze geprüft werden. Alle Ersatzproben müssen den Anforderungen genügen.

- (2) Sind ungenügende Prüfergebnisse offensichtlich auf prüftechnische Einflüsse oder auf eine engbegrenzte Fehlerstelle einer Probe zurückzuführen, so darf die betreffende Probe bei der Entscheidung, ob die Anforderungen erfüllt sind, außer Betracht bleiben und die betreffende Prüfung erneut durchgeführt werden.

##### Hinweis:

Fehler, die systematisch auftreten, können zur Ablehnung der Arbeitsprüfung führen.

#### 9.4.7 Bericht über die Arbeitsprüfung

- (1) Die Ergebnisse der Arbeitsprüfungen sind vom Hersteller in einem Bericht zusammenzustellen. Der Sachverständige muß zum Bericht des Herstellers innerhalb einer Woche eine abschließende Stellungnahme abgeben.

- (2) Der Bericht des Herstellers muß enthalten:

- a) Angaben über Grundwerkstoff und Schweißzusätze und -hilfsstoffe,
- b) Angaben über Schweißverfahren,
- c) Schweißplan und Schweißprotokoll,
- d) Wärmebehandlungsplan und Wärmebehandlungsbescheinigung,
- e) Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan,
- f) Ergebnis sämtlicher Prüfungen einschließlich der Fehlerbefunde und
- g) zusammenfassendes Ergebnis.

- (3) Der Bericht des Sachverständigen muß die abschließende Stellungnahme enthalten.

- (4) Bei positivem Ergebnis gilt mit der Vorlage dieses Berichtes die Arbeitsprüfung als abgeschlossen.

#### 9.4.8 Aufbewahrung von Proben und Restmaterial.

Das Restmaterial der geschweißten Prüfstücke ist bis zur Inbetriebnahme des Kernkraftwerks beim Hersteller aufzubewahren. Die geprüften Proben sind bis zur Vorlage des schriftlichen Berichtes aufzubewahren.

## 9.5 Prüfung von leitfesten Schraubenverbindungen (GV- und GV -Verbindungen)

### 9.5.1 Kennzeichnung

Die Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben sind auf vollständige Kennzeichnung (Festigkeitsmasse, Herstellerkennzeichen, gegebenenfalls Abnahmestempel) durch den Hersteller vollständig, durch den Sachverständigen in Stichproben von mindestens 5% zu prüfen.

### 9.5.2 Maßprüfungen, Oberflächenbeurteilungen

Es sind durch den Hersteller und stichprobenweise durch den Sachverständigen und den baurechtlichen Prüfer insbesondere zu prüfen:

- a) Lage der Lochreihen,
- b) Teilungsabstände,
- c) Lochdurchmesser,
- d) Reibflächenzustand bei GV- und GVP-Verbindungen,
- e) Zustand der Bohrlöcher,
- f) Lochpassung,
- g) Lochspiel des Schraubenschafts,
- h) Gewindelänge,
- i) Schmierzustand (Gewinde, Schraubenkopf, Mutter, Scheibe) und
- j) Klaffung.

### 9.5.3 Schraubenvorspannung

(1) Das Verfahren der Vorspannung ist anzugeben. Die Prüfung der Vorspannung von Schrauben ist auch dann vorzunehmen wenn die Gleitfestigkeit der Verbindungen nicht in Anspruch genommen wird.

(2) Der Hersteller hat laufend die Einhaltung der erforderlichen Vorspannungen zu prüfen. Der Sachverständige und der baurechtliche Prüfer prüfen die Schraubenvorspannung mindestens an 5% der Schrauben.

### 9.5.4 Gelöste Schraubenverbindungen

(1) Bei Wiederherstellung einer vorübergehend gelösten vorgespannten Schraubenverbindung sind die in den Abschnitten 9.5.1 bis 9.5.3 vorgeschriebenen Prüfungen erneut durchzuführen.

(2) Hierbei ist das gleiche Vorspannverfahren anzuwenden.

(3) Schrauben, die nach dem Drehwinkelverfahren nach DIN 18 800 Teil 7 vorgespannt wurden, dürfen nicht wieder verwendet werden.

### 9.5.5 Prüfberichte

Über alle Prüfungen nach den Abschnitten 9.5.1 bis 9.5.3 sind Prüfberichte mit Angabe der Prüfergebnisse, des Prüfzeitpunktes und Name der Prüfer zu erstellen. Die Prüfberichte sind Bestandteil der Dokumentation nach Abschnitt 11.

## 9.6 Maßprüfung

Die Maße gemäß Meßprogramm nach Abschnitt 5.1 sind vom Hersteller in Maßprotokollen festzuhalten. Der Sachverständige

prüft die Maße und bestätigt die Einhaltung der in Abschnitt 5 festgelegten Fertigungstoleranzen.

## 9.7 Abweichungen

### 9.7.1 Abweichungen, die belassen werden dürfen

(1) Für jede Abweichung als Nichtübereinstimmung der festgestellten Beschaffenheit mit einer vorgegebenden Sollbeschaffenheit ist vom Hersteller ein Antrag auf Tolerierung beim Sachverständigen und gegebenenfalls beim baurechtlichen Prüfer zu stellen.

(2) Der Antrag auf Tolerierung soll enthalten:

- a) Angaben über die Abweichung,
- b) Begründung für das Belassen der Abweichung.

### 9.7.2 Abweichungen, die nicht belassen werden dürfen

Abweichungen, die nicht belassen werden dürfen, sind nur durch eine Reparatur mit Zustimmung des Sachverständigen und erforderlichenfalls des baurechtlichen Prüfers zu beheben.

## 10 Prüfungen vor Inbetriebsetzung

### 10.1 Bauprüfung vor der Druckprüfung

(1) Anhand der vorgeprüften Unterlagen nach Abschnitt 7 prüft der Sachverständige und erforderlichenfalls der baurechtliche Prüfer nach Fertigstellung des Sicherheitsbehälters und Durchführung aller Prüfungen nach Abschnitt 7 bis 9:

- a) die Zugehörigkeit von Bescheinigungen über Teilbauprüfungen oder vorgezogener Bauprüfungen zu den Baugruppen oder Bauteilen anhand der Kennzeichnung,
- b) die Einhaltung der Anforderungen anhand der Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen für alle Einzelteile.

(2) Der Sachverständige und erforderlichenfalls der baurechtliche Prüfer bestätigen nach Prüfung der vom Hersteller erstellten Dokumentation gemäß Abschnitt 11 die Einhaltung aller Anforderungen nach den Abschnitten 2 bis 9.

(3) Über die Bauprüfung stellen der Sachverständige und erforderlichenfalls der baurechtliche Prüfer eine Bescheinigung aus.

### 10.2 Druckprüfung

#### 10.2.1 Voraussetzungen

(1) Nach Abschluß des Zusammenbaues einschließlich Schleusen, Kabel- und Rohrdurchführungen ist eine Druckprüfung mit Luft durchzuführen.

(2) Die Druckprüfung ist nach dem vorgeprüften Druckprüfplan vom Hersteller in Anwesenheit des Sachverständigen und des baurechtlichen Prüfers durchzuführen.

(3) Rohrleitungen mit kompensierten Durchführungen sind gemäß dem späteren Betriebszustand mindestens bis zum nächstliegenden Festpunkt zu montieren und zu verankern.

(4) Im Sicherheitsbehälter befindliche Kammern, zum Beispiel Kondensationskammer bei Druckabbausystemen, sind in die Prüfung einzubeziehen.

(5) Vor und während der Druckprüfung müssen die Ergebnisse der Bauprüfungen sowie die vorgeprüften Konstruktions- und Berechnungsunterlagen verfügbar sein.

### 10.2.2 Prüfdruck

Der Prüfdruck  $P_p$  soll das 1,1fache des Auslegungsdruckes  $P_A$ , multipliziert mit dem Verhältnis des Wertes der Streckgrenze des Behälterwerkstoffes bei Raumtemperatur ( $R_{eH}$ ) zu dem Wert der Streckgrenze (Dehngrenze) bei Auslegungstemperatur ( $R_{p0,2}$ ) betragen:

$$P_p = 1,1 P_A \times \frac{R_{eH \text{ bei Raumtemperatur}}}{R_{p0,2 \text{ bei Auslegungstemperatur}}}$$

### 10.2.3 Prüftemperatur

Die Prüftemperatur und deren Messung ist im Rahmen der Vorprüfung zwischen Hersteller, Sachverständigen und baurechtlichem Prüfer festzulegen. Die Prüftemperatur darf nicht unter der Temperatur liegen, bei der der Grundwerkstoff, die Wärmeeinflußzone und das Schweißgut im Kerbschlagbiegeversuch mindestens 68 J und mindestens 0,9 mm seitliche Breitung als Einzelwerte aufweisen.

Bei Prüftemperaturen unterhalb + 5°C sind mit dem Sachverständigen besondere Maßnahmen zu vereinbaren.

### 10.2.4 Druck-Zeit-Diagramm

Die Druckprüfung ist nach einem im Druckprüfplan enthaltenen Druck-Zeit-Diagramm zu fahren, wobei zu berücksichtigende Kammerdrücke und zusätzliche Lasten anzugeben sind. Nach Erreichen des Prüfdrucks für die beiden möglichen Belastungsarten der Schleusen sind Haltezeiten von jeweils 20 Minuten vorzusehen.

### 10.2.5 Sicherheitszonen

Für die Dauer der Druckprüfung sind in Abhängigkeit von Prüfdruck Sperrgebiete um den Sicherheitsbehälter als Sicherheitszonen festzulegen. Weiterhin ist festzulegen, welcher Personenkreis sich innerhalb der Sicherheitszonen aufhalten darf und welche Maßnahmen zum Schutz dieser Personen erforderlich sind.

### 10.2.6 Besichtigung der Wandungen bei der Druckprüfung.

Nach Absenken des Prüfdrucks auf Auslegungsdruck ist eine Besichtigung der Außenwandungen vom Sachverständigen durchzuführen

### 10.2.7 Verschiebungsmessungen

(1) Im Zuge der Druckprüfung sind an ausgewählten Stützen die theoretisch ermittelten Stützenverschiebungen infolge Innendrucks durch Messung zu überprüfen.

(2) Verschiebungsmessungen sind in einem Meßstellenplan festzulegen.

### 10.3 Dehnungsmessungen

(1) Stellen, deren Beanspruchungen rechnerisch schwer zu ermitteln sind oder über die keine vergleichbaren Dehnungsmeßergebnisse vorgelegt werden können wie zum Beispiel Formabweichungen sollen mit Dehnungsmeßstreifen versehen werden. Lage und Anzahl der Dehnungsmeßstreifen sowie gegebenenfalls die meßtechnischen Einzelheiten sind zwischen dem Hersteller, dem Sachverständigen und

dem baurechtlichen Prüfer zu vereinbaren und in einem Meßstellenplan festzulegen.

(2) Während der Installation der Meßeinrichtungen hat sich der Sachverständige durch Stichproben von der sachgemäßen Ausführung zu überzeugen.

(3) Die Dehnungen sind während der Drucksteigerung, der Haltezeiten und des Absenkens des Prüfdrucks fortlaufend oder in ausreichend kleinen Abständen zu messen, so daß der Dehnungsverlauf erfaßt wird.

(4) Ausgangszustand für die Dehnungsmessungen ist der unbelastete Sicherheitsbehälter vor der Druckprüfung; Endzustand ist der völlig entlastete Behälter nach der Druckprüfung.

(5) Anhand des Druck-Zeit-Diagramms sind mit dem Sachverständigen die Meßstufen festzulegen.

(6) Zu Beginn und während der Messung hat sich der Sachverständige durch Stichproben von der sachgemäßen Durchführung der Meßwertaufnahme und Auswertung zu überzeugen.

(7) Zeigen konstruktive oder fertigungsbedingte Gegebenheiten des Meßquerschnitts (örtliche Störstelle oder Normabweichung) sowie der gemessene Dehnungsverlauf, daß es sich an diesen Stellen um Sekundärspannungen oder um Spannungspitzen handelt, darf an diesen Stellen eine Größtdehnung bis zu 5% der Mindestbruchdehnung A5 des Werkstoffs des entsprechenden Bauteils zugelassen werden. In begründeten Fällen darf im Einvernehmen zwischen dem Hersteller, dem Sachverständigen und dem baurechtlichen Prüfer von diesem Wert abgewichen werden.

(8) Eine Entscheidung über den Abbruch der Druckprüfung darf vom Hersteller, Sachverständigen oder baurechtlichen Prüfer getroffen werden.

### 10.4 Dichtheitsprüfung an Dichtflächen

(1) Vor oder während der Druckprüfung nach Abschnitt 10.2 sind alle Dichtflächen, zum Beispiel an Türen, Klappen, Blinddeckeln, geflanschten Rohrdurchführungen, auf Dichtheit zu prüfen.

(2) Die Dichtheitsprüfung ist vom Hersteller in Anwesenheit des Sachverständigen durchzuführen.

(3) Festgestellte Undichtheiten sind zu beseitigen. Die betreffenden Stellen sind erneut zu überprüfen.

(4) Kabeldurchführungen sind nach KTA 3403 zu prüfen.

### 10.5 Leckratenprüfung

**Hinweis:**

Die zulässige Leckrate bei Auslegungsdruck gibt die Dichtheitsanforderung an den Sicherheitsbehälter zahlenmäßig wieder. Ihre Festlegung erfolgt im Einzelfall und ist nicht Gegenstand dieser Regel.

Die Leckratenprüfung und Auswertung ist nach KTA 3405 nach der Druckprüfung des Sicherheitsbehälters durchzuführen.

### 10.6 Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung von Schleusen ist in Anwesenheit des Sachverständigen nach KTA 3402 oder KTA 3409 durchzuführen.

## 10.7 Unterdruckprüfung

Sicherheitsbehälter, bei welchen als Betriebsfall Unterdruck vorgesehen ist oder auftreten kann, sind im Druckprüfplan besonders anzugeben. Diese sollen mit dem 1,5fachen des maximalen Betriebsunterdrucks geprüft werden. Die Prüfung hat nach der Druckprüfung in Anwesenheit des Sachverständigen und des baurechtlichen Prüfers zu erfolgen. Während der Unterdruckprüfung ist der Sicherheitsbehälter zu besichtigen.

## 10.8 Zerstörungsfreie Prüfung nach der Druckprüfung

Nach der Druckprüfung sind ausgewählte Schweißnahtbereiche einer Ultraschallprüfung und die dazugehörige Oberfläche einer Oberflächenrißprüfung nach den Abschnitten 6 und 9.3 in Absprache mit dem Sachverständigen zu unterziehen. Hierunter fallen Stellen, bei denen während der Fertigung Unregelmäßigkeiten aufgetreten sind, sowie Stellen höchster Beanspruchung.

## 11 Dokumentation

### 11.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Die Dokumentation muß eine Rückverfolgung aller zu überwachenden Fertigungs- und Prüfbläufe von den Erzeugnisformen bis zur Fertigstellung des Sicherheitsbehälters, einschließlich Stutzen und Schleusen, sicherstellen. Aus der Dokumentation muß der Herstellungsablauf und der Zustand des Sicherheitsbehälters unter Erwähnung und gesonderter Auflistung aller Abweichungen vom geplanten Herstellungsablauf ersichtlich sein. Die Dokumentation muß zum Vergleich für wiederkehrende Prüfungen herangezogen werden können.

(2) Unterlagen über durchgeführte Reparaturen sind in gleicher Weise zu dokumentieren wie die ursprünglichen Herstellungsunterlagen.

### 11.2 Zusammenstellung der Unterlagen

(1) Der Hersteller hat sicherzustellen, daß bei ihm und seinen Unterlieferanten herstellungsbegleitend alle für die Dokumentation erforderlichen Unterlagen erstellt und zusammengestellt werden. Dieser Dokumentationszusammenstellung ist ein Inhaltsverzeichnis (Formblatt 9) vorzuschalten.

(2) Die Zusammenstellung muß die vorgeprüften Unterlagen nach Abschnitt 7.2, sowie alle Nachweise, die den tatsächlichen Ablauf und die erforderlichen Prüfungen belegen, enthalten. Hierzu gehören zum Beispiel:

- a) Abnahmeprüfzeugnisse,
- b) Protokolle,
- c) Prüfberichte,
- d) Bescheinigungen,
- e) Abweichungsberichte.

### 11.3 Kurzzeichen

In den Dokumentations- und Fertigungsunterlagen sollen einheitliche Kurzzeichen verwendet werden:

- AP = Arbeitsprüfung  
APM = Arbeitsprüfung am mitlaufenden Prüfstück

- APS = Arbeitsprüfung am simuliert wärmebehandelten Prüfstück  
ASG = Auftragsschweißung  
AW = Arbeitsanweisung  
BG = Baugruppe  
BT = Bauteil  
DBL = Deckblatt  
DP = Durchstrahlungsprüfung  
DPP = Durchstrahlungsprüfplan  
DRP = Druckprüfung  
DRPP = Druckprüfplan  
DU = Prüfdurchführung  
E = Endablage  
EK = Eingangskontrolle  
E/S = Endablage/Sammelbescheinigung  
FE = Farbeindringprüfung, Oberflächenrißprüfung  
H = Hersteller  
KN = Kehlnaht  
LN = Längsnaht  
MK = Maßkontrolle  
MP = Magnetpulverprüfung, Oberflächenrißprüfung  
MSP = Meßstellenplan für Dehnungs- und Verschiebungsmessungen  
MTP = mechanisch-technologische Prüfungen  
NV = Prüfung nach dem Vergüten  
PA = Prüfanweisung  
PFP = Prüffolgeplan  
QS = Qualitätssicherung  
QST = Qualitätsstelle  
RN = Rundnaht  
S = Sachverständiger  
SF = Schweißfolge  
SN = Schweißnaht  
SP = Schweißplan  
SPK = Schweißprotokoll  
SST = Schweißstelle  
ST = Stempelung in den Vorprüfunterlagen  
STEL = Schweißstellenerfassungsliste  
STN = Stutzennaht  
SZ = Schweißzusätze und -hilfsstoffe  
TE = Prüfteilnahme  
UB = Umstempelungsbescheinigung  
US = Ultraschallprüfung  
UEW = Überwachung  
VIP = Visuelle Prüfung (Sichtprüfung)  
VP = Verfahrensprüfung  
VWP = Verwechslungsprüfung  
WBP = Wärmebehandlungsplan  
WL = Werkstoffliste  
WP = Werkstoffprüfung  
WPM = Werkstoffprüfung am mitlaufenden Prüfstück  
WPP = Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan  
WPS = Werkstoffprüfung am simuliert wärmebehandelten Prüfstück

WPV	=	Werkstoffprüfung im vergüteten Zustand
WSP	=	Wirbelstromprüfung
Z	=	Zwischenablage
ZG	=	Zeichnung
ZGV	=	Zeichnungsverzeichnis
ZFP	=	Zerstörungsfreie Prüfung
Z/S	=	Zwischenablage/Sammelbescheinigung
..-R.	=	Kennzeichnung der Unterlagen bei Reparaturen
..=RM.	=	Kennzeichnung der Unterlagen für Reservematerial

## 11.4 Formblätter

### 11.4.1 Erläuterungen

Im folgenden sind nur die Formblätter als Muster aufgelistet, in die Eintragungen während der Herstellung für die Dokumentation erfolgen.

### 11.4.2 Deckblatt - Formblatt 1

In diesem Formblatt ist in Spalte 4 nach Beendigung der Herstellung die Überprüfung des letztgültigen Revisionsstandes zu bestätigen.

### 11.4.3 Werkstoffliste - Formblatt 2

Für die Dokumentation sind die Spalten 10, 12 und 13 auszufüllen.

### 11.4.4 Prüffolgeplan - Formblatt 3 und 4

Für die Dokumentation sind im Formblatt 3 die Spalten 9, 10 und gegebenenfalls 11, im Formblatt 4 die Spalten 4 und 5 auszufüllen.

### 11.4.5 Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan - Formblatt 7

Für die Dokumentation sind die Spalten 12, 13 und gegebenenfalls 14 auszufüllen.

### 11.4.6 Anhang zum Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan - Formblatt 8

Für die Dokumentation sind die Spalten 1 bis 5 und fortlaufend auszufüllen.

### 11.4.7 Inhaltsverzeichnis - Formblatt 9

Alle Vorprüfunterlagen und Nachweise sind in dem Inhaltsverzeichnis zusammenzufassen. Die Vergabe der laufenden Nummern für die Nachweise erfolgt nach Eingang der Unterlagen.

### 11.4.8 Schweißprotokoll - Formblatt 10

(1) Es sind alle Angaben einzutragen, die entsprechend dem Schweißplan für die jeweilige Schweißung erforderlich sind. Hierzu zählt auch die Art der Schweißung, zum Beispiel Längsnaht, Stutzennaht, Prüfstück der Arbeitsprüfung.

(2) Das Schweißprotokoll darf nach Beendigung der Schweißarbeiten in der Zwischenablage abgelegt werden, sofern das Formblatt 11 die Schweißstellenerfassungsliste mit

Dokumentationsfreigabe durch H und S Bestandteil der Endablage wird.

### 11.4.9 Schweißstellenerfassungsliste - Formblatt 11

(1) Die Schweißstellenerfassungsliste muß folgende Angaben enthalten:

- Schweißstellenummer,
- Schweißplannummer,
- Schweißzusätze und -hilfsstoffe,
- Zuordnung zum Prüffolgeplan,
- besondere Vorkommnisse beim Schweißen und
- Prüfvermerk der Schweißaufsicht und des Sachverständigen für die schweißplangerechte Ausführung.

(2) Die Schweißstellenerfassungsliste ist der Endablage beizufügen, sofern die Schweißprotokolle Bestandteil der Zwischenablage bleiben.

### 11.4.10 Formblätter für zerstörungsfreie Prüfungen

Für die Protokollierung der Ergebnisse der Ultraschallprüfung, der Oberflächenrißprüfung und der Durchstrahlungsprüfung sind die Formblätter 12.1 bis 14.2 zu verwenden.

## 11.5 Weitere Unterlagen für die Dokumentation

Neben den zu dokumentierenden Vorprüfunterlagen sind die im folgenden genannten Unterlagen der Endablage nach **Tabelle 11-1** beizufügen:

- die Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfungen nach Abschnitt 9.3. Die Originale der Durchstrahlungsaufnahmen sind nur der Enddokumentation für den Betreiber beizulegen.
- Bescheinigung über die durchgeführte Wärmebehandlung mit Zuordnung (Prüf-Nr.) zum Prüffolgeplan und Wärmebehandlungsplan
- alle für eine Arbeitsprüfung erforderlichen Herstellungsunterlagen und den Bericht nach Abschnitt 9.4.7,
- Zusätzlich sind in einer Liste Anzahl und Art der Arbeitsprüfungen sowie die Zuordnung zu den Bauteilschweißungen aufzuführen,
- der Bericht über die Druckprüfung,
- der Bericht über die Leckratenprüfung,
- die Unterlagen von durchgeführten Reparaturen,
- der Bericht über die Funktionsprüfungen und
- die Bescheinigung über die Bauprüfung.

## 11.6 Durchführung

(1) Die Dokumentation der Herstellungsunterlagen ist von zentraler Stelle des Herstellers während der Herstellung zu führen. Diese ist dem Sachverständigen zu benennen.

(2) Diese zentrale Stelle hat

- die Unterlagen zusammenzustellen, auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen,
- erforderliche Unterlagen und Informationen von Unterlieferanten zu beschaffen.

(3) Bis zur Druckprüfung müssen alle Prüfungen und Kontrollen während der Fertigung abgeschlossen und dokumentiert sein.

Bauprüfungen beim Weiterverarbeiter	Bestätigung der Prüfdurchführung und Ablage der Nachweise
Prüfung der Voraussetzungen für die Fertigung nach Abschnitt 2	ST
Eingangskontrolle	ST
Umstempelung	Z
Visuelle Prüfung	ST
Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnahtbereiche vor dem Schweißen	ST
Schweißnahtvorbereitung (Maßprüfung)	ST
Schweißprotokolle nach Abschnitt 11.4.8	Z
Bescheinigung der Wärmebehandlung	E
Nachweise zur Wärmebehandlung	Z
Härteprüfung an Bauteilen	E
Maßkontrolle mit Ja/Nein-Aussagen	ST
Kontrolle der Schweißzusätze und -hilfsstoffe	ST
Maßkontrolle (Ist-Maß) nach Abschnitt 9.6	E
Berichte über die Verfahrensprüfungen	ST
Bericht über die Arbeitsprüfungen	E
Protokoll über die Durchstrahlungsprüfung einschließlich Aufnahmen	E
Protokoll über die Ultraschallprüfungen als Zwischenprüfung	Z
Protokoll über die Ultraschallprüfungen im Bauteilendzustand	E
Protokoll über die Oberflächenrißprüfung als Zwischenprüfung	ST
Protokoll über die Oberflächenrißprüfung im Bauteilendzustand	E
Unterlagen der Druckprüfung einschließlich Dehnungsmessungen	E
Unterlagen der Dichtheitsprüfungen	E
Unterlagen der Funktionsprüfungen	E
Kontrolle der Schraubverbindungen	ST
Bescheinigung über die Bauprüfung	E
Reparaturdokumentation	E
Abweichungsberichte	E
Dokumentationsprüfungen	ST
Dokumentationsfreigabe	E
Schweißstellenerfassungsliste nach Abschnitt 11.4.9	E
Erzeugnisformdokumentation	E
Beschichtungskontrolle	ST

Tabelle 11-1: Prüfnachweise für Bauprüfungen, Beispiele

## Anhang A

### Formblätter

Hersteller		Auftrags-Nr.			
Anlage/Projekt:		<b>Deckblatt</b>			Seite von
		OBL-Nr.			
1 Komponente:					
KKS:					
2 Inhaltsverzeichnis für Vorprüfunterlagen			3 Revisionstabelle		
Vorprüfunterlagen Nr.		Seite von-bis	01 Seite Nr.	02 Seite Nr.	03 Seite Nr.
<input type="checkbox"/> Zeichnung ZG					
<input type="checkbox"/> Werkstoffliste WL					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/> Prüffolgeplan PFP					
<input type="checkbox"/> Schweißplan SP					
<input type="checkbox"/> Wärmebehandlungsplan WBP					
<input type="checkbox"/> Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan WPP					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
4 Abschließende Überprüfung der Revisionstabelle			H	S	
Rev.	Hersteller:				
	Datum:	Erstellt von:	Geprüft QST	S-Prüfvermerk	
00					
01					
02					
03					
04					

**Formblatt 1: Deckblatt**

Erläuterungen zu den Spalten

Spalte 1: Bezeichnung der herzustellenden Komponente, Kurzzeichen nach Kraftwerkskennzeichensystem KKS nach VCB

Spalte 2: Die zugehörigen Unterlagen sind mit ihren Bezeichnungen und der Seitenzahl aufzulisten. Für den Fall, daß während der Herstellung Reparaturen durchgeführt werden, sind die Reparaturunterlagen in das Deckblatt aufzunehmen.

Spalte 3: Im Deckblatt sind alle Revisionen mit aufzuführen. In der Revisionstabelle sind die Seiten der Unterlagen anzugeben, die vor oder bei der Herstellung eine Änderung erfahren haben.

Spalte 4: Spätestens mit dem Abschluß der Herstellung werden die Angaben dieser Tabelle überprüft und durch Stempelung und Unterschrift von H und S in der Spalte „abschließende Überprüfung der Revisionstabelle“ bestätigt.

Spalte 5: Die Revisionspalte im Deckblatt gilt nur für die im Kopf oder die in den Spalten 1 und 2 durchgeführten Änderungen.

Hinweis: Die Revisionstabelle Spalte 3 unterliegt nicht diesem Verfahren, sie stellt eine Bestandsaufnahme der Revision für die Vorprüfunterlagen dar, die Bestandteil der Qualitätsdokumentation sind. Die Revisionstabelle (Spalte 3) ist vom Hersteller ständig auf aktuellem Stand zu halten.







Skizze/Schweißfolge/Aufbau der Schweißung																Spezifikation				Revision				17	
																Geforderte Schweißprüfung				Datum	00	01	02	03	Hersteller
																Schweißnahtart				Hersteller				Anlage/Projekt	
																				Geprüft QST				Komponente	
																S-Prüfvermerk				KKS					
Grundwerkstoff						Schweißnahtvorbereitung						Nachfolge Wärmebehandlung													
Pos		Hersteller und Normzeichnung				Bemerkungen				Ausarbeiten der Wurzel						Trocknung Elektroden/Pulver									
Schweißfolge	Schweißverfahren	Verfahrens- prüf Nr	Schweißposition	Schweißzusätze			Pulver Hersteller und Be- zeichnung	Schweißdaten								Lagertiefe	Grund der Revision	Bemerkungen							
				Hersteller und Bezeichnung	Abmessungen (mm)	Offen		Schutz- gas	Stromart	Strom- stärke [A]	Geschw [mm/min]	Pendelbr [mm]	Drahtge- schwind [m/min]	Vorwärm- Temp. [°C]	Formier- gas				Pölung d Elektrode	Spannung [V]	Auszah- länge [mm]	Pendel- frequenz [1/min]	Kaltdraht [m/min]	Zwischen- lagertemp [°C]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16										
																Auftrags-Nr									
																Schweißplan									
																SP-Nr									
																Seite von									

**Formblatt 5: Schweißplan**

**Erläuterungen zu den Spalten**

- Spalte 1: Angabe der Schweißfolgen zum Nahtaufbau.
- Spalte 2: Angabe des angewendeten Schweißverfahrens und der Verfahrensprüfung.
- Spalte 3: Angabe der Schweißposition.
- Spalte 4: Angabe des Herstellers und der Handelsbezeichnung der Schweißzusätze.
- Spalte 5: Angabe der Elektrodenabmessungen (z. B. 4 Ø 450 mm).
- Spalte 6: Offen.
- Spalte 7: Angabe des Herstellers und der Handelsbezeichnung des verwendeten Schweißpulvers.
- Spalten 8-15: Sind unter Beachtung des Geltungsbereiches der zugehörigen Verfahrensprüfung auszufüllen.
- Spalte 16: Besondere Hinweise zur Schweißarbeit (z. B. Angabe bestimmten Raupenüberlappungen; Schleifen von Endkratern; Nachwärmebehandlung), die Anforderungen der Komponentenspezifikation und/oder Regeln berücksichtigen.
  - Spezifikation: Angabe der Spezifikation
  - Geforderte Schweißer-  
prüfung: Angabe der für die Durchführung der Schweißarbeit notwendigen Schweißerqualifikation, z. B. nach DIN 8560.
  - Schweißnahtart: z. B. STN; RN; LN
  - nachfolgende Wärme-  
behandlung: Angabe der nachfolgenden Wärmebehandlung oder der Kennzeichnung des zugehörigen Wärmebehandlungsplanes
  - Trocknung Elektroden/  
Pulver: Angabe der Trocknungstemperatur und -dauer
  - Schweißnahtvorbereitung: Bearbeitungsart (mechanisch oder thermisch)
  - Ausarbeiten der Wurzel: Methode des Ausarbeitens (mechanisch oder thermisch)
- Spalte 17:
  - Hersteller = Name des Komponentenherstellers (auch Kurzbezeichnung)
  - Anlage/Projekt: = zutreffendes KKW-Kennzeichen (zum Beispiel KKI 2)
  - Komponente = Bezeichnung der Komponente (zum Beispiel Schleuse)
  - KKS = Kurzzeichen nach Kraftwerkennzeichensystem
  - Auftrags-Nr. = Auftrags-Nr. des Herstellers







Prüf-Nr.		gem. WPP			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1		2	3	4	5																				X
		Schmelze - Nr.	Stück - Nr.	Proben - Art u. Nr.	Probenkennzeichnung	Durchf. Vermerk	H	S																	
Rev.	Hersteller:	Datum:	Erstellt von:	Geprüft QST:	Grund der Revision																				
00																									
01																									
																	Dokumentations - freigabe		Hersteller		Anlage/Projekt:		Komponente		
																	Sachverständige		Anhang zu WPP-		Seite: von:				

**Formblatt 8: Anhang zum Werkstoffprüf- und Probenentnahmeplan**  
Erläuterungen

Dieses Formblatt dient einer zusammenfassenden Informations- und Nachweisführung der Prüfungen von mehreren gleichen Erzeugnisformen und kann fortlaufend während der Herstellung erstellt werden.

Spalte 1: Angabe der Erzeugnisform, Abmessung und gegebenenfalls Positionsnummer.

Spalten 5-24: Angabe der durchzuführenden Prüfungen gemäß WPP, der Probenkennzeichnung, des Durchführungsvermerkes von H und S und der Nachweisnummer.

<b>Schweißprotokoll</b>		Nachweis-Nr.:
		SPK _____ Seite _____ von: _____
1) Anlage/Projekt:	Komponente:	Baugruppe:
KKS 1):	PF/WPP-Nr. 2):	Prüf-Nr.:
Hersteller Au'tr.-Nr.:		
Schweißplan Nr. _____		Schweißstellen Nr.: _____
2) Datum:	Uhrzeit:	
3) Schweißer Nr.:		
4) Schweißfolge:		
Schweißzusatz U-Prüf-Nr.:	5) Abmessungen (mm):	
	Handelsbezeichnung:	
	Fertigungs-Nr./ Schmelze-Nr.:	
	Pulver- Chargen-Nr.:	
Schweißparameter	6) Position:	
	Vorwärmung/Zwischenlagentemperatur 1 (°C):	
	Stromstärke [ A ]	
	Spannung [ V ]	
	Schweißgeschwindigkeit (mm/min):	
	Fussteiln_g (min/max) 2):	
	Gasverbrauch (l/min)	
7) Bemerkungen:		
Beauf- sichtigung	Hersteller H	
	Sachverständiger S	
1) KKS = Kraftwerk-Kennzeichensystem 2) Nichtzutreffendes streichen		
H = Hersteller		S = Sachverständiger

**Formblatt 10: Schweißprotokoll**

**Erläuterungen**

Wenn innerhalb einer vorgesehenen Schweißfolge Änderungen erfolgen, so ist für jede Änderung in Zeile 2 Datum und Uhrzeit in einer Spalte einzutragen  
 in Zeilen 3 bis 6 die Art der Änderung in einer Spalte einzutragen.



<b>Protokoll über Ultraschallprüfung</b>		Nachweis-Nr.:											
		US Seite: _____ von: _____											
Anlage: _____	Komponente: _____	Erzeugnisform/Bauteil/Baugruppe <sup>2)</sup> : _____											
KKS <sup>1)</sup> /Typ und DN <sup>3)</sup> : _____	PFP/WPP/WB <sup>2)</sup> : _____	Prüf-Nr.: _____											
Hersteller Auftr.-Nr.: _____	Auftr.-Nr.: _____	Werk- <sup>3)</sup> /Kennzeichnung-Nr. <sup>4)</sup> : _____											
Spezifikation: _____ Rev.: _____	Prüfvorschrift: _____ Rev.: _____	Prüfanweisung: _____ Rev.: _____											
Zeichnungs-Nr.: _____ Rev.: _____	Werkstoff: _____	Prüfgegenstand: _____											
Oberflächenzustand-Prüflfläche:		- Gegenfläche:											
Prüfgerätetyp/Hersteller:		Koppelmittel:	Prüfklasse:										
Einschallposition	Prüfkopf/Bezeichnung	Angepaßt	Entfernungs-justierung		Empfindlichkeitsjustierung			Registrierverstärkung für max. auszuwertenden Schallweg S <sub>max</sub>				Schallstreuung dB/m	
			Prüfbereich mm	Art (S, PA, vPA)	Bewertungsmethode (ANG, BL, BE)	Justierkörper	Justierreflektor	Schallweg zum Justierreflektor mm	Registrierer (RSR, NB, NBE)	Schallweg S <sub>max</sub> mm	A AV aus AVG-Diagramm bzw. Prüfvorschrift (BE/BL)		B Korrekturfaktor für KI und K2
Prüfumfang:							<input type="checkbox"/> Erfüllt/Keine registrierpflichtigen Anzeigen <input type="checkbox"/> Erfüllt/Mit registrierpflichtigen Anzeigen <input type="checkbox"/> Nicht erfüllt						
Unterschrift (H): Ort: Datum:			Unterschrift (S): Ort: Datum:										
<sup>1)</sup> KKS = Kraftwerk-Kennzeichensystem <sup>2)</sup> Nichtzutreffendes streichen <sup>3)</sup> Nur für Rohrleitungen.			<sup>4)</sup> z. B. Schmelze-Nr. oder Coupon-Nr. nicht zutreffend in Verbindung mit PFP/WPP <sup>5)</sup> Ankopplungs- und Schallstreuungsunterschiede für S <sub>max</sub>			H = Hersteller S = Sachverständiger							

Formblatt 12.1: Protokoll über Ultraschallprüfung

Formblatt 12.1: Protokoll über Ultraschallprüfung





<b>Protokoll über Oberflächenrißprüfung</b>		Nachweis-Nr.:																								
		MP <sup>2)</sup> _____ FE <sup>2)</sup> _____ Seite: _____ von: _____																								
Anlage: _____	Komponente: _____	Erzeugnisform/Bauteil/Baugruppe <sup>2)</sup> : _____																								
KKS <sup>1)</sup> /Typ und DN <sup>3)</sup> : _____	PPF/WPP/WB <sup>2)</sup> : _____	Prüf-Nr.: _____																								
Hersteller Auftr.-Nr.: _____	Auftr.-Nr.: _____	Werk- <sup>3)</sup> /Kennzeichnung-Nr. <sup>4)</sup> : _____																								
Spezifikation: _____ Rev.: _____	Prüfvorschrift: _____ Rev.: _____	Prüfanweisung: _____ Rev.: _____																								
Zeichnungs-Nr.: _____ Rev.: _____	Werkstoff: _____	Prüfgegenstand: _____																								
Oberflächenzustand		Prüftemperatur T (°C): <table style="display: inline-table; border: none;"><tr><td>T &lt; 5</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>5 ≤ T ≤ 50</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>T &gt; 50</td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table>	T < 5	<input type="checkbox"/>	5 ≤ T ≤ 50	<input type="checkbox"/>	T > 50	<input type="checkbox"/>																		
T < 5	<input type="checkbox"/>																									
5 ≤ T ≤ 50	<input type="checkbox"/>																									
T > 50	<input type="checkbox"/>																									
<b>MP</b> Magnetisierungsart (DIN 54130) <sup>5)</sup>	Prüfgeräte Typ/Hersteller:																									
Magnetpulverbezeichnung/Hersteller	Trägerfussigkeit und Zusätze:																									
Kontrastmittel	UV-Prüflampe/Typ/Hersteller:																									
Elektroden-/Polabstand bei SS/JE <sup>5)</sup> :	Anzahl der Windungen bei LK <sup>5)</sup> :	Stromstärke (A) bei LK/SS <sup>5)</sup> : Spannung (V) bei LK/SS <sup>5)</sup> :																								
Tangent. Feldstärke (kA/m): Meßgerät:	Entmagnetisierung ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Elektrodenmaterial bei SS <sup>5)</sup> :																								
<b>FE</b> Prüfmittelsystem (DIN 54152) <sup>5)</sup>	UV-Prüflampe/Typ/Hersteller:																									
Eindringmittel/Hersteller:	Zwischenreiniger/Hersteller:	Entwickler/Hersteller:																								
Vorreinigung:	Trocknung:	Auftragart-Eindringmittel: Eindringdauer (min):																								
Zwischenreinigung:	Trocknung:	Auftragart-Entwickler:																								
Beurteilungszeitpunkt (min):	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ja</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">nein</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										ja								nein							
ja																										
nein																										
Wesentliche Änderungen:																										
Beurteilung: <table style="display: inline-table; border: none;"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Erfüllt/Keine Anzeigen</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Erfüllt/Keine unzulässigen Anzeigen</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Nicht erfüllt/Unzulässige Anzeigen gemäß Anlage</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	Erfüllt/Keine Anzeigen	<input type="checkbox"/>	Erfüllt/Keine unzulässigen Anzeigen	<input type="checkbox"/>	Nicht erfüllt/Unzulässige Anzeigen gemäß Anlage	<input type="checkbox"/> Kontrollprüfung erforderlich																			
<input type="checkbox"/>	Erfüllt/Keine Anzeigen																									
<input type="checkbox"/>	Erfüllt/Keine unzulässigen Anzeigen																									
<input type="checkbox"/>	Nicht erfüllt/Unzulässige Anzeigen gemäß Anlage																									
Prüfumfang	Bemerkungen:																									
Unterschrift (H): Ort: Datum:	Unterschrift (S): Ort: Datum:																									
<sup>1)</sup> KKS = Kraftwerk-Kennzeichensystem <sup>2)</sup> Nichtzutreffendes streichen <sup>3)</sup> Nur für Rohrleitungen		<sup>4)</sup> z. B. Schmelze-Nr. oder Coupon-Nr. nicht zutreffend in Verbindung mit PPF/WPP H = Hersteller <sup>5)</sup> Kurzzeichen nach DIN 54130 oder nach DIN 54152 Teil 1 S = Sachverständiger																								

Formblatt 13: Protokoll über Oberflächenrißprüfung

Formblatt 13: Protokoll über Oberflächenrißprüfung

<b>Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte</b>		Nachweis-Nr.:	
		DP _____ Seite: _____ von: _____	
Anlage:	Komponente:	Erzeugnisform/Bauteil/Baugruppe <sup>2)</sup> :	
KKS <sup>1)</sup> /Typ und DN <sup>3)</sup> :	PPF/WPP/WB <sup>2)</sup> :	Prüf-Nr.:	
Hersteller Auftr.-Nr.:	Auftr.-Nr.:	Werk- <sup>3)</sup> /Kennzeichnung-Nr. <sup>4)</sup> :	
Spezifikation: Rev.:	Prüfvorschrift: Rev.:	Prüfanweisung: Rev.:	
Zeichnungs-Nr.: Rev.:	Werkstoff:	Prüfgegenstand:	
Oberflächenzustand-Außenseite:		Innenseite:	
Prüfplan Nr. (Filmlageplan):		Röntgengerätherteller und -typ:	
Strahlenquelle:		Abmessungen des Brennflecks/Strahlenquelle: _____ x _____ mm x mm	
Geforderte Prüfklasse nach DIN 54 111 Teil 1:		Folienhersteller und -typ:	
Aufnahmeanordnung nach DIN 54 111 Teil 1, Bild:		Folienart und -dicke: vorne: hinten:	
Schweißnaht Nr. Bauteil Nr.	Prüfabschnitt/Filmbezeichnung	Werkstückdicke mm	Außendurchmesser <sup>3)</sup> mm
		Röhrenspannung /ube Völlege kV	Röhrenstrom mA
		Aktivität Ci	Belichtungszeit min
		Abstand Strahlenquelle Verstärkungsschicht mm	Bildgröße/Körper nach DIN 54 109 Teil 1
		Filmnaht	Filmform
		Bemerkungen	
Prüfumfang:		<input type="checkbox"/> Erfüllt/Ohne Befunde <input type="checkbox"/> Erfüllt/Mit zulässigen Befunden <input type="checkbox"/> Nicht erfüllt/Unzulässige Befunde	
Unterschrift (H):	Bewertung		
Ort:	Unterschrift (S):		
Datum:	Ort:		
	Datum:		
<sup>1)</sup> KKS – Kraftwerk-Kennzeichensystem <sup>2)</sup> Nichtzutreffendes streichen <sup>3)</sup> Nur für Rohrleitungen		<sup>4)</sup> z. B. Schmelze-Nr. oder Coupon-Nr., nicht zutreffend in Verbindung mit PPF/WPP H = Hersteller S = Sachverständiger	

Formblatt 14.1: Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte

Formblatt 14.1: Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte

<b>Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte</b>		Nachweis-Nr.:																						
Anlage: _____		DP Seite: _____ von: _____																						
Komponente: _____		Erzeugnisform/Bauteil/Baugruppe <sup>2)</sup> : _____																						
KKS <sup>1)</sup> /Typ und DN <sup>3)</sup> : _____		Prüf-Nr.: _____																						
Schweißnaht Nr. Bauteil Nr.	Prüfabschnitt/ Filmbezeichnung	Schwärzung		Befund												Beurteilung		Länge unzulässiger Befunde mit Längenangabe						
		Minimum	Maximum	Biegezahl (BZ nach DIN 54 109 <sup>4)</sup> )		Kurzzzeichen nach DIN 8524													Erfüllt	Nicht erfüllt	Bemerkungen			
				Gefordert	Erreicht	A	Aa	Ab	Ba	C	D	Ea	Eb	Ec	F	G	H	J	K	Flimfehler	Ohne Befund			
Bemerkungen: Remarks:																								
Unterschrift (H):						Unterschrift (S):																		
Ort:						Ort:																		
Datum:						Datum:																		
<sup>1)</sup> KKS = Kraftwerk-Kennzeichensystem <sup>4)</sup> ggf. Hinweis auf Vergleichsaufnahme in Spalte „Bemerkung“																								
<sup>2)</sup> Nichtzutreffendes streichen    H = Hersteller																								
<sup>3)</sup> Nur für Rohrleitungen    S = Sachverständiger																								

Formblatt 14.2: Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte

Formblatt 14.2: Protokoll über Durchstrahlungsprüfung Schweißnähte

## Anhang B

### Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Verwiesene Bestimmungen gelten nur in der in diesem Anhang angegebenen Fassung)

KTA 1408.1	(6/85)	Qualitätssicherung von Schweißzusätzen und -hilfsstoffen für druck- und aktivitätsführende Komponenten in Kernkraftwerken; Teil 1 : Eignungsprüfung
KTA 1408.2	(6/85)	Qualitätssicherung von Schweißzusätzen und -hilfsstoffen für druck- und aktivitätsführende Komponenten in Kernkraftwerken; Teil 2: Herstellung
KTA 1408.3	(6/85)	Qualitätssicherung von Schweißzusätzen und -hilfsstoffen für druck- und aktivitätsführende Komponenten in Kernkraftwerken; Teil 3: Verarbeitung Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl
KTA 3401.1	(11/82)	Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 1: Werkstoffe
KTA 3401.2	(6/85)	Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 2: Auslegung, Konstruktion und Berechnung
KTA 3401.4	(3/81)	Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 4: Wiederkehrende Prüfungen
KTA 3402	(11/76)	Schleusen am Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken - Personenschleusen -
KTA 3403	(10/80)	Kabeldurchführungen im Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken
KTA 3405	(2/79)	Integrale Leckratenprüfung des Sicherheitsbehälters mit der Absolutdruckmethode
KTA 3409	(6/79)	Schleusen am Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken - Materialschleusen -
DIN 8560	(5/82)	Prüfung von Stahlschweißern
DIN 8563 Teil 3	(10/85)	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindung an Stahl (ausgenommen Strahlschweißen); Anforderungen, Bewertungsgruppen
DIN 18 800 Teil 7	(5/83)	Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
DIN 50 049	(8/86)	Bescheinigungen über Materialprüfungen
DIN 50 115	(2/75)	Prüfung metallischer Werkstoffe, Kerbschlagbiegeversuch
DIN 50 120 Teil 1	(9/75)	Prüfung von Stahl; Zugversuch an Schweißverbindungen, Schmelzgeschweißte Stumpfnähte
DIN 50 121 Teil 1	(1/78)	Prüfung metallischer Werkstoffe, Technologischer Biegeversuch an Schweißverbindungen und Schweißplattierungen, Schmelzschweißverbindungen
DIN 50 125	(3/86)	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugproben,
DIN 50 133	(2/85)	Prüfung metallischer Werkstoffe, Härteprüfung nach Vickers, Bereich HV 0,2 bis HV 100
DIN 50 145	(5/75)	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch
DIN 54 109 Teil 2	(10/64)	Zerstörungsfreie Prüfung; Bildgüte von Röntgen- und Gamma-Filmaufnahmen an metallischen Werkstoffen, Richtlinien für das Aufstellen von Bildgüteklassen
DIN 54 111 Teil 1	(3/77)	Zerstörungsfreie Prüfverfahren: Prüfung von Schweißverbindungen metallischer Werkstoffe mit Röntgen- oder Gammastrahlen, Aufnahme von Durchstrahlungsbildern

DIN 54 120	(7/73)	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung: Kontrollkörper 1 und seine Verwendung zur Justierung und Kontrolle von Ultraschall-Impulsecho-Geräten
DIN 54 122	(12/73)	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung: Kontrollkörper 2 und seine Verwendung zur Justierung und Kontrolle von Ultraschall-Impulsecho-Geräten
DIN 54 130	(4/74)	Zerstörungsfreie Prüfung: magnetische Streufluß-Verfahren, Allgemeines
DIN 54 152 Teil 1	(3/79)	Zerstörungsfreie Prüfung; Eindringverfahren, Durchführung
Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 088	(10/76)	Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, Richtlinien für die Verarbeitung, besonders für das Schweißen

## Stichwortverzeichnis