

ENSI-G11

Richtlinie für die
schweizerischen Kernanlagen

Ausgabe Februar 2009

(Revision vom 1. Juni 2013)

Sicherheitstechnisch klassierte
Behälter und Rohrleitungen:
Planung, Herstellung und
Montage



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Sicherheitstechnisch klassierte Behälter und Rohrleitungen: Planung, Herstellung und Montage

Ausgabe Februar 2009, Revision 2 vom 1. Juni 2013

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G11/d

Inhalt

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G11/d

1	Einleitung	1
2	Gegenstand und Geltungsbereich	1
3	Rechtliche Grundlagen	1
4	Grundsätzliche Anforderungen	2
	4.1 Bauvorschrift	2
	4.2 Auslegungsspezifikation	3
	4.3 Bauteilkategorisierung	3
	4.4 Gefahrenanalyse	3
	4.5 Überwachung durch die Aufsichtsbehörde	4
	4.6 Überwachung durch den Sachverständigen	4
5	Planung	5
	5.1 Grundsätze	5
	5.2 Werkstoff, Halbzeug und Schweisszusatzwerkstoff	5
	5.3 Vorkehrungen für Betrieb und Bedienung	6
6	Vorprüfung	7
	6.1 Herstellung von Werkstoff, Halbzeug und Schweisszusatzwerkstoff	7
	6.2 Auslegung und Konstruktion	7
	6.3 Herstellung von Komponenten	8
	6.4 Montage von Komponenten und Systemen	8
7	Herstellung und Montage	9
	7.1 Qualifizierung von Herstellungsverfahren	9
	7.2 Bescheinigung von Werkstoffen, Halbzeugen und Schweisszusatzwerkstoffen	10
	7.3 Herstellungsprüfungen	10
	7.4 Abweichungen	11
	7.5 Nachbesserungen	11
	7.6 Kennzeichnung	11
	7.7 Bauüberwachung	11
8	Dokumentation	13
	8.1 Baudokumentation	13
	8.2 Betriebsanleitung	14
9	Liste der Verweisungen	14
Anhang 1:	Begriffe (gemäss ENSI-Glossar)	16
Anhang 2:	Auslegungsspezifikation	19

Anhang 3:	Gefahrenanalyse	22
Anhang 4:	Vorprüfunterlagen	23
Anhang 5:	Qualifizierung und Bauüberwachung	26

1 Einleitung

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) ist die Aufsichtsbehörde über die nukleare Sicherheit und Sicherung der Kernanlagen in der Schweiz. In seiner Eigenschaft als Aufsichtsbehörde oder gestützt auf einen Auftrag in einer Verordnung erlässt es Richtlinien. Richtlinien sind Vollzugshilfen, die rechtliche Anforderungen konkretisieren und eine einheitliche Vollzugspraxis erleichtern. Sie konkretisieren zudem den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Das ENSI kann im Einzelfall Abweichungen zulassen, wenn die vorgeschlagene Lösung in Bezug auf die nukleare Sicherheit und Sicherung mindestens gleichwertig ist.

2 Gegenstand und Geltungsbereich

Diese Richtlinie regelt die detaillierten Anforderungen an die Planung, Herstellung und Montage von sicherheitstechnisch klassierten Behältern und Rohrleitungen, deren Abstützungen und druckhaltenden Ausrüstungsteilen für die Verwendung in den schweizerischen Kernanlagen (BRK). Sie gilt auch für Kerneinbauten sowie für Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion. Die Regelungen betreffen Änderungen und Instandsetzungen.

BRK und Kerneinbauten gehören sowohl zu den mechanischen Hauptkomponenten gemäss Art. 26 Abs. 1 Bst. b der Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) als auch zu den mechanischen Ausrüstungen MA und MB nach Anhang 4 KEV.

Die detaillierten Anforderungen an die Instandhaltung von BRK und Kerneinbauten sind Gegenstand der Richtlinie ENSI-B06, diejenigen an die Alterungsüberwachung sind in der Richtlinie ENSI-B01 geregelt. Die Anforderungen an die Transport- und Lagerbehälter sind in der Richtlinie ENSI-G05 enthalten.

3 Rechtliche Grundlagen

Diese Richtlinie führt die folgende rechtliche Grundlage aus:

Art. 3 Abs. 2 der Verordnung über sicherheitstechnisch klassierte Behälter und Rohrleitungen in Kernanlagen (VBRK, SR 732.13).

4 Grundsätzliche Anforderungen

Die Beseitigung oder Verminderung der Gefahren, die vom Betrieb der Komponenten ausgehen, sind grundsätzlich durch eine gute konstruktive Gestaltung und Auslegung, sicherheitstechnische Analyse sowie einer sorgfältigen Wahl der Werkstoffe zu erreichen. Der Bewilligungsinhaber einer Kernanlage hat die Qualität der Werkstoffe und Komponenten durch gezielte Prüfungen und Inspektionen während der Planung, Herstellung und Montage umfassend zu überwachen und nachzuweisen. Lieferanten und Hersteller müssen nach einem Qualitätsmanagementsystem arbeiten, das die nuklearen Anforderungen erfüllt.

Schutzmassnahmen sind so zu gestalten, dass der Betrieb und die Instandhaltung der Komponenten ohne Einschränkungen gewährleistet sind. Als Schutzmassnahmen gelten insbesondere Abschirmungen, Isolierungen, Ausrüstungen mit Sicherheitsfunktion sowie mechanische Schutzeinrichtungen.

4.1 Bauvorschrift¹

Als Bauvorschriften für die Planung, Herstellung und Montage sind die folgenden Regelwerke zugelassen:

- a. ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Division 1
- b. KTA-Regelwerk

Insbesondere gelten die Regelungen in ASME III, Subsection NB bis NG und KTA 3201, 3211, 3301 und 3401.

Innerhalb eines Systems darf für Komponenten der Sicherheitsklassen SK1 bis SK3 nur eine der Bauvorschriften gemäss Bst. a oder Bst. b verwendet werden. Ausgenommen von dieser Regelung sind Komponenten der SK3, die bisher nach Bauvorschriften aus der nicht nuklearen Anwendung ausgelegt und gebaut wurden. Für diese Komponenten sowie für Komponenten der SK4 können anerkannte nicht nukleare Bauvorschriften eingesetzt werden.

Bei DWR-Anlagen sind für die Sekundärseite des Dampferzeugers mit den angeschlossenen Frischdampf- und Speisewasserleitungen bis und mit der ersten Isolationsvorrichtung sowie deren Abstützungen und Aufhängungen die Anforderungen der Bauvorschrift für Komponenten der SK1 anzuwenden.

Die vorliegende Richtlinie legt Zusatzanforderungen zu den Bauvorschriften fest. Sofern die obigen Bauvorschriften keine Regelungen enthalten oder Abweichungen hierzu definiert werden, sind die spezifischen Anforderungen in der Auslegungsspezifikation entsprechend festzulegen.

¹ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

4.2 Auslegungsspezifikation²

Der Bewilligungsinhaber einer Kernanlage ist für die Erstellung und den Inhalt der Auslegungsspezifikation sowie für deren Aktualisierung verantwortlich. Er kann Dritte mit der Erstellung der Spezifikation beauftragen. Bei Änderungen an Komponenten und Bauteilen sowie bei der Ersatzteilbeschaffung ist die Auslegungsspezifikation zu überprüfen und, wenn erforderlich, dem aktuellen Stand der Technik nachzuführen.

In der Regel ist eine spezifische Auslegungsspezifikation erforderlich. Bei gleichartigen Komponenten (z. B. Armaturen) kann eine Basisspezifikation (Standardspezifikation) durch komponentenspezifische Detailspezifikationen ergänzt werden.

Die Auslegungsspezifikation enthält alle Angaben zu den technischen, qualitätstechnischen und organisatorischen Anforderungen an die Komponente, die dem Hersteller zur Durchführung seines Auftrages und zur Festlegung seiner Verantwortlichkeiten notwendig sind. Für die behördliche Aufsicht und die Überwachung durch den Sachverständigen sind in der Auslegungsspezifikation die Anforderungen gemäss dieser Richtlinie zu berücksichtigen.

Anhang 2 zeigt den Aufbau und Inhalt einer typischen Auslegungsspezifikation.

4.3 Bauteilkategorisierung³

Im Rahmen der Auslegung von Komponenten sind deren Bauteile in drei Kategorien einzustufen, und zwar in:

- a. sicherheitsrelevante druckhaltende Bauteile
- b. sicherheitsrelevante funktionswichtige Bauteile
- c. nicht sicherheitsrelevante Bauteile

4.4 Gefahrenanalyse⁴

Anlässlich der Planung ist für alle Komponenten eine Gefahrenanalyse zu erstellen. Es sind dazu die gesetzlichen Anforderungen an die Arbeitssicherheit, den Strahlen-, Gesundheits- und Unfallschutz in allen Phasen der Montage, der Inbetriebsetzung sowie dem Betrieb der Komponenten bis nach deren Stilllegung zu beachten.

Nebst der bestimmungsgemässen Verwendung sind in der Gefahrenanalyse auch mögliche Fehlhandlungen des Betriebs- und Instandhaltungspersonals zu berücksichtigen. Die lokalen Verhältnisse während des Betriebes und der Instandhaltung der Komponenten sind dabei zu beachten. Massnahmen wie Abschirmungen, Filter, Zugänglichkeit, Strahlenschutz zonen,

² Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

³ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

⁴ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Hebezeuge und Podeste sind so festzulegen und in der Planung zu berücksichtigen, dass die Sicherheit des Personals jederzeit gewährleistet ist.

Für die ermittelten Gefährdungen sind Massnahmen festzulegen, die bei der Herstellung und Montage der Komponenten zu berücksichtigen sind. Mögliche Restgefahren für alle Betriebszustände der Komponenten werden in der Betriebsanleitung genannt und gezielte Gegenmassnahmen und Verhaltensregeln sind zu beschreiben.

Anhang 3 zeigt die Struktur einer typischen Gefahrenanalyse.

4.5 Überwachung durch die Aufsichtsbehörde⁵

Auslegungsspezifikation, Bauteilkategorisierung und Gefahrenanalyse gehören zu den Gesuchunterlagen der Hierarchiestufe M2. Sie können getrennt voneinander zur Prüfung bei der Aufsichtsbehörde eingereicht werden.

Bei geringfügigen Änderungen gemäss Art. 5.1.3 ENSI-A04 und somit bei der vereinfachten Form der Freigabe sind der Aufsichtsbehörde die Auslegungsspezifikation und die Bauteilkategorisierung einzureichen. Bei umfangreichen Änderungen gemäss Art. 5.1.3 ENSI-A04 und somit bei der Freigabe auf vier Hierarchiestufen (M1 bis M4) sind der Aufsichtsbehörde die Auslegungsspezifikation, die Bauteilkategorisierung und die Gefahrenanalyse einzureichen.

4.6 Überwachung durch den Sachverständigen⁶

Neben der Aufsicht durch die Behörde unterliegen Herstellung und Montage der BRK und der Kerneinbauten der Überwachung durch eine von der Aufsichtsbehörde bezeichnete akkreditierte Inspektionsstelle Typ A gemäss ISO/IEC 17020 (Sachverständige). Die Überwachung umfasst die Prüfung der Vorprüfunterlagen (Vorprüfung), die Überwachung von Herstellung und Montage sowie die Prüfung der Dokumentation (Bauüberwachung).

Der Überwachung des Sachverständigen sind unterstellt:

- Rohrleitungen der SK1 > DN 25 (1"), SK2 > DN 50 (2") und SK3 > DN 100 (4") einschliesslich deren angeschlossener Komponenten
- Behälter der SK1 bis SK3 soweit $p \cdot V > 1$ (p: Auslegungsüberdruck in bar, V: Volumen in m³)

Dabei ist bei Wärmetauschern das Kriterium $p \cdot V$ auf die Primär- und Sekundärseite getrennt anzuwenden. Wird es für eine Seite erfüllt, so untersteht der gesamte Wärmetauscher der Überwachung durch den Sachverständigen.

⁵ neues Kapitel gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

⁶ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

- Sicherheitsventile der überwachten Rohrleitungen und Behälter der SK1 bis SK3

5 Planung⁷

5.1 Grundsätze

Die minimal erforderlichen Sicherheitszuschläge sind der Bauvorschrift zu entnehmen. Zuschläge zur Berücksichtigung der Einflüsse von Korrosion, Erosion, Versprödung und Materialermüdung sind so zu wählen, dass die Sicherheit der Komponenten bis zu deren Stilllegung jederzeit gewährleistet ist.

Programme zur rechnerischen Auslegung sind gemäss dem Stand der Technik und im Hinblick auf deren Anwendung zu validieren. Deren Eignung ist dem Sachverständigen im Rahmen der Vorprüfunterlagen nachzuweisen.

5.2 Werkstoff, Halbzeug und Schweisszusatzwerkstoff

Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe sind gemäss der Bauvorschrift und unter Berücksichtigung der Zusatzanforderungen dieser Richtlinie zu beschaffen. Neben den von der Bauvorschrift zugelassenen Werkstoffen können auch andere für den nuklearen Einsatzbereich geeignete und in technischen Normen spezifizierte Werkstoffe verwendet werden, sofern sie die Anforderungen der Auslegungsspezifikation erfüllen. Zusätzlich zu den Anforderungen der Bauvorschriften sind die nachfolgend aufgeführten Forderungen bei der Beschaffung der Werkstoffe einzuhalten.

5.2.1 Begrenzung des Kobalt-Gehalts

Bei austenitischen Werkstoffen und Schweisszusatzwerkstoffen, die mit dem Primärwasser in Berührung kommen, ist der Kobalt-Gehalt (Co-Gehalt) wie folgt zu begrenzen:

- Werkstoffe im Neutronenfeld des Reaktorkerns
Co-Gehalt ≤ 500 ppm (0,05 %)
- Rohre der Dampferzeuger, Zwischenüberhitzer und HD-Vorwärmer (SWR)
Co-Gehalt $\leq 1\,000$ ppm (0,1 %)
- übrige Anlagenteile
Co-Gehalt $\leq 2\,000$ ppm (0,2 %)

⁷ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

5.2.2 Gehalte an Spurenelementen

Die Gehalte an versprödungs- und korrosionsfördernden Spurenelementen (Phosphor, Schwefel, Kupfer) für BRK und Kerneinbauten der mechanischen Sicherheitsklassen SK1 und SK2 sind nach den „Supplementary Requirements“ des ASME-Codes (Section II, Part A bis D) zu limitieren. Bei der Verwendung von EN-Werkstoffen sind die Forderungen gemäss KTA (3201.1, Kap. 3.2.4.2 oder 3211.1, Tabelle A 1-1) zu erfüllen.

5.2.3 Prüfbarkeit

Die Werkstoffqualität ist so auszuwählen, dass die vorgeschriebenen Herstellungs- und Wiederholungsprüfungen ohne Einschränkungen durchgeführt werden können.

5.2.4 Nachweis der Warmfestigkeitseigenschaften

Für sicherheitsrelevante druckhaltende Bauteile der SK 1 und SK 2 wird bei Auslegungstemperaturen über 150°C (bei wärmebehandeltem Schraubenmaterial bei Auslegungstemperaturen über 300°C) pro erforderlicher Zugprobe bei Raumtemperatur T_0 ein zusätzlicher Warmzugversuch bei Auslegungstemperatur T_A vorgeschrieben. Nachzuweisen sind die Warmstreckgrenze $R_{p0.2}(T_A)$ und die Warmzugfestigkeit $R_m(T_A)$.

Als spezifizierte Mindestwerte für die Warmzugfestigkeit sind entweder S_u -Werte nach ASME, Section II-D, Tabelle U, oder modifizierte spezifische Mindestwerte zu verwenden, die wie folgt zu berechnen sind (gilt auch für warmfeste Werkstoffe nach EN-Normen):

$$R_m(T_A) = 1.1 \cdot R_m(T_0) \cdot R_{p0.2}(T_A) / R_{p0.2}(T_0)$$

5.3 Vorkehrungen für Betrieb und Bedienung

Als erforderliche Inspektionen gelten die wiederkehrenden Prüfungen gemäss Anhang 2 VBRK. Abschirmungen, Isolierungen oder mechanische Schutzeinrichtungen sind so auszuführen, dass sie für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten ohne unzulässige Strahlenbelastung demontierbar und wieder montierbar sind. Die Komponenten sind so zu gestalten, dass sie gereinigt und dekontaminiert werden können.

Für Schweissnähte an BRK der mechanischen Sicherheitsklassen SK1 und SK2, die im Rahmen des Betriebs volumetrisch prüfpflichtig sind (Ultraschall- und Röntgenprüfungen), ist ein kerbfreies, blechebenes Beschleifen der Decklagen und der Nahtübergänge erforderlich. Diese Schweissnähte sind so zu gestalten, dass sie mit Manipulatoren geprüft werden können.

An sicherheitsrelevanten Formstücken, Stutzen und Armaturen der mechanischen Sicherheitsklassen SK1 und SK2 sind bei prüfpflichtigen Schweissnähten mit Ultraschallmethoden zylindrische Prüfflächen als Zugaben vorzusehen. Die Breite der Prüfflächen ist abhängig vom gültigen Regelwerk.

6 Vorprüfung

Bei der Vorprüfung handelt es sich um eine der Herstellung oder Montage von Komponenten vorausgehende Überprüfung von technischen Unterlagen (Gesuchunterlagen der Hierarchie M3 gemäss Anhang 4 KEV). Die Vorprüfung ist bei Änderung und Instandsetzung vorgeschrieben und erfolgt auf der Grundlage der durch die Aufsichtsbehörde freigegebenen Gesuchunterlagen der Hierarchie M2 unter Beachtung behördlicher Auflagen, Regelwerke, Bauvorschriften, Normen und Spezifikationen.

Vorprüfunterlagen (VPU) sind zu erstellen für:

- a. Herstellung von Werkstoff, Halbzeug und Schweisszusatzwerkstoff
- b. Auslegung und Konstruktion
- c. Herstellung von Komponenten
- d. Montage von Komponenten und Systemen

Anforderungen zu Form und Inhalt spezifischer VPU befinden sich im Anhang 4. Für den Überwachungsbereich gemäss Kap. 4.6 sind die VPU dem von der Aufsichtsbehörde beauftragten Sachverständigen rechtzeitig vor Herstellungsbeginn zur Prüfung vorzulegen.

6.1 Herstellung von Werkstoff, Halbzeug und Schweisszusatzwerkstoff

Folgende Unterlagen sind soweit zutreffend dem Sachverständigen einzureichen:

- a. Werkstoffspezifikation
- b. Wärmebehandlungsplan
- c. Spezifikation für zerstörungsfreie Prüfungen
- d. Probenentnahmepläne
- e. Spezifikation für Wärmebehandlungen sowie spezielle Verformungs- und Formgebungsverfahren
- f. Spezifikationen für Nachbesserungen
- g. Zeichnungen sowie Fertigungs- und Prüffolgepläne

6.2 Auslegung und Konstruktion

Folgende Unterlagen sind soweit zutreffend dem Sachverständigen einzureichen:

- a. Auslegungszeichnung und Stücklisten mit Angaben über Werkstoffe und Halbzeuge für Behälter, Wärmetauscher, Pumpen und Armaturen
- b. Systemschaltplan, Auslegungszeichnung und Stücklisten mit Angaben über Werkstoffe und Halbzeuge für Rohrleitungen (Art der Rohre und Formstücke)

- c. Berechnungsbericht über die Dimensionierung, Spannungs- und Ermüdungsanalyse, Nachweise Erdbebensicherheit

6.3 Herstellung von Komponenten

Folgende Unterlagen sind soweit zutreffend dem Sachverständigen einzureichen:

- a. Zusammenstellungszeichnung, ergänzende Zeichnungen und Isometrien
- b. Werkstoffliste, Schweissstellenliste
- c. Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüffolgeplan)
- d. Spezifikation für Wärmebehandlungen und spezielle Verformungs- oder Formgebungsverfahren
- e. Beiz- und Reinigungsspezifikation
- f. Spezifikation für Druckprüfungen
- g. Spezifikation für Funktionsprüfungen, Einstellversuche, Mengenmessungen
- h. Spezifikation für Schweissungen, Verfahrensprüfungen, Chargenprüfungen der Schweisszusatzwerkstoffe
- i. Spezifikation für zerstörungsfreie Prüfungen
- j. Spezifikation für Nachbesserungen

6.4 Montage von Komponenten und Systemen

Folgende Unterlagen sind soweit zutreffend dem Sachverständigen einzureichen:

- a. Zeichnung mit Stückliste
- b. Werkstoffliste, Schweissstellenliste
- c. Montage- und Prüffolgeplan (Einbauanleitung)
- d. Spezifikation für Schweissungen, Verfahrensprüfungen, Chargenprüfungen der Schweisszusatzwerkstoffe
- e. Spezifikation für Druckprüfungen, Funktionsprüfungen, Einstellversuche, Mengenmessungen
- f. Spezifikation für zerstörungsfreie Prüfungen
- g. Spezifikation für Nachbesserungen
- h. Montagespezifikation

7 Herstellung und Montage⁸

Der Bewilligungsinhaber ist grundsätzlich für die Qualität des Ausgangsmaterials und die Qualität der hergestellten und montierten Komponenten verantwortlich, einschliesslich der Einhaltung der entsprechenden Vorschriften sowie der Vollständigkeit und technischen Richtigkeit der Dokumentation. Die Überwachung des von der Aufsichtsbehörde beauftragten Sachverständigen besteht im Wesentlichen in der Überwachung spezieller Herstellungsoperationen und Prüfungen sowie der Prüfung der Dokumentation. Der Prüfumfang des Sachverständigen im Rahmen der Herstellung und Montage der BRK und Kerneinbauten bezieht sich auf den Überwachungsbereich gemäss Kapitel 4.6 und ist im Anhang 5 festgelegt. Die notwendigen Unterlagen sind dem Sachverständigen rechtzeitig vor Ausführung der Arbeiten zur Prüfung vorzulegen.

7.1 Qualifizierung von Herstellungsverfahren

Qualifizierungen von Formgebungsverfahren sowie der Schweissverfahrens-, Schweisser- und Handfertigkeitprüfungen unterliegen gemäss Tabelle Nr. 5-1 der Überwachung des Sachverständigen. Qualifizierungen sind auf der Basis geprüfter Spezifikationen und Prüfpläne durchzuführen.

Die nach Anhang 1 Ziff. 3.1 VBRK geforderte Qualifizierung von Personal, Ausrüstungen, Arbeitsverfahren für die Herstellung von Schweissverbindungen ist in der Regel gegeben durch:

- a. den Einsatz qualifizierter Schweisser, die den Anforderungen der Bauvorschrift genügen oder nach ASME IX, EN 287, ISO 9606 bzw. EN 1418 geprüft und qualifiziert sind.
Zusatzanforderungen aus der Bauvorschrift sind zu berücksichtigen.
- b. den Einsatz von kalibrierten und periodisch überwachten Schweissgeräten
- c. die Anwendung von Schweissverfahren, die nach Bauvorschrift oder nach ASME IX bzw. EN ISO 15614 qualifiziert sind.
Zusatzanforderungen aus der Bauvorschrift sind zu berücksichtigen.
- d. den Einsatz von zugelassenen Schweisszusatzwerkstoffen gemäss Bauvorschrift
- e. die Anwendung geprüfter Spezifikationen, Schweisspläne und Arbeitsanweisungen

Zusätzlich zur gültigen Schweisserprüfung muss der Schweisser eine Handfertigkeitprüfung für Montageschweissungen an sicherheitsrelevanten Bauteilen ablegen.

⁸ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Das zu schweisende Prüfungsstück soll die schwierigste vorkommende Schweissnaht und Schweissposition repräsentieren. Die Handfertigkeitsprüfung ist unter Überwachung des Sachverständigen abzulegen. Die Kriterien für eine erfolgreiche Handfertigkeitsprüfung sind vorgängig schriftlich festzulegen.

Schweisser, welche die Handfertigkeitsprüfung nicht bestehen, sind für die Herstellung von Schweissungen an sicherheitsrelevanten Bauteilen zu sperren.

7.2 Bescheinigung von Werkstoffen, Halbzeugen und Schweisszusatzwerkstoffen

Die gemäss Bauvorschrift und Liefernorm geforderten Prüfungen sind gemäss Tabellen Nr. 5-2 und Nr. 5-3 zu bescheinigen.

Die durch 3.2-Bescheinigungen nach EN 10204 zu belegenden Herstellungsoperationen und Prüfungen unterliegen der Überwachung vor Ort durch den Sachverständigen der Aufsichtsbehörde und sind durch den Sachverständigen mit dem persönlichen Kennzeichen zu stem-peln.

Für die durch 3.1-Bescheinigungen nach EN 10204 zu belegenden Herstellungsoperationen und Prüfungen kontrolliert der Sachverständige der Aufsichtsbehörde in der Regel die Do-kumentation.

Certified Material Test Reports (CMTR) gemäss den Anforderungen nach ASME III NCA 3860 werden anstelle einer Materialbescheinigung 3.1 nach EN 10204 anerkannt.

Sofern in der Liefer- bzw. Werkstoffnorm oder in der Bauvorschrift keine anderen Festlegun-gen getroffen sind, sind Werkstoffeigenschaften je Los nachzuweisen.

7.3 Herstellungsprüfungen

Die notwendigen Herstellungsprüfungen gemäss Bauvorschrift und den in dieser Richtlinie genannten Zusatzanforderungen gemäss Kapitel 5.2 sind durchzuführen, zu protokollieren und gemäss Tabelle Nr. 5-2 zu bescheinigen.

Durchführung und Zeitpunkt der Prüfungen werden durch die Bauvorschrift bestimmt. Sofern in der Bauvorschrift keine anderen Festlegungen getroffen sind, sind die Prüfungen im Ablie-ferungszustand bzw. nach der letzten Wärmebehandlung durchzuführen. Zerstörungsfreie Prüfungen und Masskontrollen, die im Rahmen der Herstellung grösserer Komponenten durchgeführt werden, können auch durch fertigungsbegleitende Zwischenprüfungen ersetzt werden.

Es sind ausschliesslich Prüfgeräte und Messmittel einzusetzen, die mindestens einmal jäh-lich kalibriert und wenn erforderlich auch justiert werden. Das Werks- bzw. Arbeitsnormal muss einer periodischen Kontrolle durch akkreditierte Prüf- und Kalibrierlaboratorien nach ISO/IEC 17025 unterliegen.

Die nach Anhang 1 Ziff. 3.2 VBRK geforderte Qualifizierung von Personal, Ausrüstungen und Prüfverfahren ist grundsätzlich nach den Anforderungen der Bauvorschrift durchzuführen und nachzuweisen.

Als Alternative kann Prüfpersonal eingesetzt werden, welches auf Stufe 2 nach EN ISO 9712 qualifiziert und zertifiziert ist.

7.4 Abweichungen

Werden Sollwerte oder spezifizierte Anforderungen nicht erreicht, bzw. Abweichungen während der Herstellung und Montage festgestellt, so ist dies in Form von vollständigen Abweichungsberichten zu dokumentieren. Der Abweichungsbericht ist vom Sachverständigen prüfen zu lassen. Die Prüfung ist im Bauprüfplan einzutragen. Im Fall des Belassens der Abweichung ist die Zulässigkeit zu begründen.

7.5 Nachbesserungen

Nachbesserungen an den Werkstoffen und Halbzeugen sowie bei Herstellung und Montage der Bauteile der Kategorien a und b erfordern Abweichungsberichte und unterliegen der Überwachung durch den Sachverständigen der Aufsichtsbehörde. Bei umfangreichen Nachbesserungen ist ein Prüfplan zu erstellen, der vom Sachverständigen zu prüfen ist. Wiederholte Nachbesserungen bedürfen der Zustimmung des Sachverständigen.

7.6 Kennzeichnung

Um die Rückverfolgbarkeit vom Ausgangsmaterial bis zum Fertigteil zu gewährleisten, sind Halbzeuge, Probestücke, Bauteile und Komponenten dauerhaft zu kennzeichnen. Dabei sind die Anforderungen von Anhang 1 Ziff. 3.3 VBRK und der Bauvorschrift zu erfüllen.

7.7 Bauüberwachung

Die grundlegenden Anforderungen von Anhang 1 Ziff. 3.2 VBRK sind zu erfüllen.

Die Tabelle 5-4 im Anhang 5 zeigt den Umfang der Bauüberwachung des durch die Aufsichtsbehörde benannten Sachverständigen. Diese Abnahmen sind als Haltepunkte in den Prüfplan aufzunehmen. Die Kontrolle der Abnahmen wird durch den Sachverständigen mit persönlichem Stempel und Unterschrift in Protokollen und Prüfplänen bestätigt.

7.7.1 Schlussprüfungen

Die für die Abnahme erforderlichen Schlussprüfungen sind im Bauprüfplan zu beschreiben und entsprechend auszuführen. Die Schlussprüfungen sind durch den Sachverständigen zu kontrollieren.

Sichtprüfungen sind nach der Druckprüfung mit dem Sachverständigen als Innen- und Außenkontrollen durchzuführen.

Die Ausführung der Komponenten und Bauteile sind anhand von Abnahmezeichnungen, im Beisein des Sachverständigen zu überprüfen. Mittels Masskontrollen sind die Auslegungsmasse (z. B. Wand- und Schweissnahtdicken, Stützenpositionen) sowie wichtige Einbaumasse zu prüfen und zu dokumentieren. Festgestellte Abweichungen sind zu dokumentieren („as-built“-Zeichnung), auf Zulässigkeit zu prüfen und zu beurteilen.

Für Rohrleitungssysteme sind nach der Montage „as-built“-Isometrien aufzunehmen. Die für die Rohrleitungssysteme erstellten Spannungsanalysen sind anhand der „as-built“-Isometrie zu überprüfen und wenn notwendig zu ergänzen.

7.7.2 Druckprüfungen

Druckprüfungen sind nach einer durch den Sachverständigen geprüften Prüfvorschrift durchzuführen. Alle geforderten zerstörungsfreien Prüfungen an Schweissnähten müssen vorgängig durchgeführt und dokumentiert sein.

Die Prüfvorschrift soll mindestens die folgenden Angaben beinhalten:

- a. Anforderungen der VBRK für die Herstellung und Anforderungen der Bauvorschrift für die Montage
- b. Systemschema inkl. Prüfprogramm mit den von der Druckprüfung erfassten Leitungsabschnitten mit Liste der eingebauten Behälter, Wärmetauscher, Pumpen und Armaturen mit Angaben über Anlagekennzeichnung, Hersteller und Fabrikationsnummer
- c. Spezifikation von Prüfmedium, Prüfüberdruck, Prüftemperatur, Haltezeit
- d. Angaben bezüglich Einspeisung, Entlüftung, Manometeranschlüsse
- e. Kriterien zur Beurteilung der Prüfung
- f. Art der Bescheinigung

7.7.3 Funktionsprüfungen

Die geplanten Funktionsprüfungen sind im Bauprüfplan zu beschreiben. Für jede Prüfung ist eine Vorschrift mit allen notwendigen Angaben zu erstellen, die vom Sachverständigen im Rahmen der Vorprüfung geprüft wird.

8 Dokumentation

Die Dokumentation der Planung, Herstellung und Montage ist Teil der Baudokumentation gemäss Art. 27 KEV. Es sind die grundlegenden Anforderungen gemäss Anhang 1 Ziff. 5 VBRK zu erfüllen.

Alle Dokumente sind eindeutig zu kennzeichnen, so dass sie jederzeit und unverwechselbar den einzelnen BRK und Kerneinbauten zugeordnet werden können. Insbesondere ist dabei zu beachten:

- a. eindeutige Bezeichnung mit Dokumentennummer, Revisionsindex, Ausgabedatum und Unterschriften der Qualitätssicherung
- b. Erläuterung von verwendeten Abkürzungen und Symbolen
- c. Verwendung eines anerkannten Masssystems
- d. Kennzeichnung und Erläuterungen von Änderungen
- e. kopierbar und geeignet für die Archivierung

8.1 Baudokumentation

Die Baudokumentation der Planung, Herstellung und Montage von Komponenten umfasst mindestens die nachfolgend genannten, eindeutig gekennzeichneten und geprüften Unterlagen:

- a. Auslegungsspezifikation und Gefahrenanalyse
- b. Vorprüfunterlagen
- c. ausgefüllte Bauprüfpläne je Komponente versehen mit der Fabrikationsnummer der Komponente
- d. Abweichungsberichte sowie Bescheinigungen über Nachbesserungen (sind im Bauprüfplan zu vermerken)
- e. Bescheinigungen aller im Bauprüfplan aufgeführten Herstellungsoperationen und Prüfungen
- f. Werkstoffnachweise für Bauteile und Schweisszusatzwerkstoffe (sind in der Werkstoffliste pro Bauteil zu dokumentieren)
- g. Berichte über Verfahrensprüfungen, Schweisserprüfungen, Chargenprüfung von Schweisszusatzwerkstoffen, Qualifizierung von Herstellungsverfahren
- h. Bauüberwachungsbericht

Werden einzelne Teile von Komponenten vorgefertigt, so sind diese sinngemäss zu dokumentieren.

8.2 Betriebsanleitung

Es sind die grundlegenden Anforderungen aus Anhang 1 Ziff. 3.4 VBRK zu erfüllen. Hinweise zu Inhalt und Erstellung von Betriebsanleitungen können der VDI-Richtlinie 4500 entnommen werden.

9 Liste der Verweisungen

In dieser Richtlinie wird auf folgende Grundlagen verwiesen:

- a. **ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III
Rules for Construction of Nuclear Facility Components, Division 1**
Subsection NB, Class 1 Components
Subsection NC, Class 2 Components
Subsection NCA 3860, Certification Requirements
Subsection ND, Class 3 Components
Subsection NE, Metal Containment Vessels
Subsection NF, Support Structures
Subsection NG, Core Support Structures
- b. **ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II
Materials**
Part A bis D
- c. **ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX
Welding and Brazing Qualifications**
- d. **KTA-Regelwerk**
KTA 3201 Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren
Teil 1 bis 3, Werkstoffe und Erzeugnisformen, Auslegung, Konstruktion und Berechnung, Herstellung
KTA 3211 Druck- und aktivitätsführende Komponenten von Systemen
ausserhalb des Primärkreises, Teil 1 bis 3, Werkstoffe und Erzeugnisformen, Auslegung, Konstruktion und Berechnung, Herstellung
KTA 3301 Nachwärmeabfuhrsysteme von Leichtwasserreaktoren
KTA 3401 Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl, Teil 1 bis 3, Werkstoffe und Erzeugnisformen, Auslegung, Konstruktion und Berechnung, Herstellung
- e. **Technische Normen**
EN 287 Prüfung von Schweißern

EN ISO 9712	Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung
EN 1418	Schweisspersonal
EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
EN ISO 9606	Prüfung von Schweißern
EN ISO 15614	Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfungen
ISO/IEC17020	Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen
ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
VDI-Richtlinie 4500	Technische Dokumentation

Die Revision 2 der Richtlinie wurde am 1. Juni 2013 vom ENSI verabschiedet.

Der Direktor des ENSI: sign. H. Wanner

Anhang 1: Begriffe (gemäss ENSI-Glossar)

Bauteil

Ein Bauteil ist ein Einzelteil einer Komponente. Eine Gruppe von Bauteilen, die im Zusammenspiel einen Zweck erfüllen, gilt als Komponente.

Bescheinigung

Eine Bescheinigung ist ein Dokument in Papierform, das eine positive Aussage über eine Prüfung oder ein anderes Dokument beinhaltet. Bescheinigungen können aus Zeugnissen, Protokollen, Attesten oder Zertifikaten bestehen.

Herstellung

Herstellung umfasst gemäss VBRK alle Massnahmen zur Fertigung von Werkstoff, Halbzeug und der Bauteile sowie den Zusammenbau der Komponente in der Herstellungsfirma.

Instandsetzung

Die Instandsetzung umfasst alle Massnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems sowie Massnahmen zu deren Rückführung in den funktionsfähigen Zustand.

Kerneinbauten

Kerneinbauten sind Einbauten im Reaktordruckgefäss, die der Unterstützung, Führung und Halterung der Elemente des Reaktorkerns (Brennelemente, Steuerstäbe etc.) sowie der Führung des Primärmediums dienen.

Komponente

Eine Komponente ist ein in sich abgeschlossener Teil eines Systems, welcher eine bestimmte Funktion erfüllt. Beispiele sind: Behälter, Pumpen, Absperrarmaturen, Wärmetauscher, Rohrleitungen, Abstützungen (inklusive Stahlbau)⁹, Aufhängungen, Schwingungsdämpfer.

Mechanisch aktive Komponente¹⁰

Als mechanisch aktiv gilt eine Komponente mit beweglichen Teilen, deren Funktion während und nach einem Störfall erforderlich ist. Mechanisch aktive Komponenten müssen während des Lastfalls dicht und funktionsfähig sein. Die Störfälle, in denen die Funktionssicherheit erhalten bleiben muss, sind in der Detailspezifikation festgelegt.

⁹ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

¹⁰ eingefügt im Rahmen der Revision 2 vom 1. Juni 2013

Mechanische Ausrüstungen MA

Mechanische Ausrüstungen MA sind Komponenten mit Einfluss auf die 1. Baufreigabe. Ausrüstungen MA sind Reaktordruckbehälter, Primärkreisleitungen, Druckhalter, Hauptkühlmittelpumpen, Dampferzeuger und Sicherheitsbehälter aus Stahl.

Mechanische Ausrüstungen MB

Mechanische Ausrüstungen MB sind die übrigen Komponenten der mechanischen Sicherheitsklassen SK1 bis SK4.

Montage

Montage ist der Einbau einer Komponente in die Kernanlage.

Nachbesserung

Eine Nachbesserung ist die Beseitigung einer Abweichung, wenn die Herstellung mangelhaft war.

Reparatur

Unter Reparatur wird eine Instandsetzung verstanden. Dabei handelt es sich um technische Massnahmen an defekten Komponenten oder Komponentenbestandteilen zur Wiederherstellung des spezifizierten Soll-Zustandes.

Sicherheitsrelevante druckhaltende Bauteile

Sicherheitsrelevante druckhaltende Bauteile sind Teile von Komponenten, die für die Integrität und Sicherheit relevant sind. Dazu gehören insbesondere Rohrleitungen, Behälter, Gehäuse von Armaturen und Pumpen, Flansche, Deckel und Schrauben.¹¹

Sicherheitsrelevante funktionswichtige Bauteile

Sicherheitsrelevante funktionswichtige Bauteile sind Teile von Komponenten, die für die Funktion und Sicherheit der Komponenten relevant sind. Dazu gehören insbesondere die Funktionsteile von Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen und Behältern sowie deren Einbauten.

Sicherheitstechnisch klassierte Behälter und Rohrleitungen in Kernanlagen (BRK)¹²

BRK sind Behälter, Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen, einschliesslich deren druckhaltende Ausrüstungsteile wie Flansche, Stutzen und Kupplungen sowie deren Abstützungen, Halterungen und Tragelemente. Weiterhin gehören zu den BRK Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion wie Sicherheitsventile und Berstscheiben sowie auch Begrenzungseinrichtungen wie Druck-, Temperatur- und Fluidniveauschalter.

¹¹ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

¹² eingefügt im Rahmen der Revision 2 vom 1. Juni 2013

System

Ein System ist eine Kombination von mechanischen oder elektrischen Komponenten, die zur Erfüllung einer bestimmten Funktion erforderlich ist.

Anhang 2: Auslegungsspezifikation

Die Spezifikation hat Angaben zu den folgenden Punkten zu enthalten:

a. Geltungsbereich der Spezifikation

Genauere Komponentenbezeichnung, Schnittstellen zu anderen Komponenten oder Baustrukturen.

b. Organisatorische Festlegungen

Verpflichtungen technischer und organisatorischer Art zur eindeutigen Abgrenzung der Verantwortlichkeiten zwischen Besteller, Hersteller oder Dritter in Bezug auf die spezifizierten Lieferanforderungen. Verpflichtungen der Beteiligten gegenüber der Aufsichtsbehörde und der von ihr bezeichneten Überwachungsorganisation.

c. Bauvorschriften und ergänzende Grundlagen

Festlegung der verbindlichen Vorschriften (Bauvorschrift, Normen) für die Auslegung, die Werkstoffe, die Herstellung und die Prüfung der Komponenten.

d. Beschreibung der Komponente

Systembezeichnung, Anlagenkennzeichnung, sicherheitstechnische Klassierung, Erdbebenklasse, Aufgaben und Funktionsweise, Betriebsarten, Bezeichnung als mechanisch aktive oder inaktive Komponente, Bezeichnung der Bauteilkategorien.

e. Auslegungsgrundlagen

Alle Angaben, die für die Festlegung der konstruktiven Gestaltung und der Hauptabmessungen der Komponente, für die Werkstoffwahl und für die Berechnung der Komponente benötigt werden wie:

Auslegungs- und Betriebsdaten (Drücke, Temperaturen, Mengenströme, etc.), Störfalldaten (Drücke, Temperaturen, Druck- und Temperaturtransienten, Beschleunigungen etc.), Mediumsdaten, Umgebungsbedingungen (Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Strahlung etc.) für Normal- und Störfallbedingungen, erwartete Lebensdauer.

f. Werkstoffe

Anforderungen bezüglich der Werkstoffe, Werkstoffspezifikationen und Werkstoffprüfungen wie: Werkstoffwahl, Werkstoffbezeichnungen, Werkstoffabnahmeunterlagen (Werkstoffspezifikationen, Probenentnahmepläne und -listen), Prüfungen und Prüfbescheinigungen, Halbzeuge und Schweißzusatzwerkstoffe, Warmzugproben und Werkstofflisten.

g. Konstruktive Gestaltung

Anforderungen an die konstruktive Gestaltung in Bezug auf Wartung und Wiederholungsprüfungen, Alterungsüberwachung und Korrosionsschutz, Angaben über Normteile (Flansche, Dichtungen, Schrauben etc.), Antriebe von Armaturen, Ausführung der Wanddickenübergänge, Abstützungen und Verankerungen.

h. Berechnungen

Anforderungen an die Auslegungsberechnungen und Spannungsanalysen, wie Angaben über Belastungen, Transienten, Lastfallkombinationen (für Normalbetrieb und Störfallbedingungen), Einfluss und Berücksichtigung des Umgebungsmediums auf die Sicherheitsmargen, insbesondere für die Ermüdungsauslegung.

i. Herstellung

Dazu gehören unter anderem: Voraussetzungen für den Beginn der Herstellung, Wahl des Herstellungsverfahrens, Angaben über das Schweißen, über die Formgebungsverfahren und Wärmebehandlungen, über die Kennzeichnung von Halbzeugen, Fertigteilen, Schweissnähten und Armaturen, über die Durchführung von Nachbesserungen sowie Vorgehen bei der Montage.

j. Schlussprüfungen

Es sind alle Prüfungen und Versuche zu spezifizieren, die während der Abnahme und der Inbetriebnahme der Komponente durchgeführt werden. Dazu gehören unter anderem Druck-, Dichtheits- und Funktionsprüfungen, Probeläufe und Dauerversuche von mechanisch aktiven Komponenten, sonstige Versuche mit mechanisch aktiven Komponenten wie z. B. Bestimmung von Charakteristiken, dynamischem Verhalten, Notlaufeigenschaften, Versuche zum Nachweis der Integrität bzw. des Betriebsverhaltens unter Erdbebenlasten.

k. Trocknen, Reinigen, Konservieren und Oberflächenschutz

Spezifische Anforderungen in Bezug auf das Trocknen, Reinigen und Konservieren der Komponente sowie des Oberflächenschutzes.

l. Verpackung und Versand

Spezifische Anforderungen in Bezug auf die Verpackung und den Transport der Komponente zur Vermeidung von Korrosion, Beschädigung und Verschmutzung.

m. Qualitätssicherung

Die Anforderungen an die qualitätssichernden Massnahmen des Herstellers und die zu erstellenden Unterlagen sind zu spezifizieren.

n. Dokumentation

Anforderungen an die Baudokumentation (Art. 27 KEV), der erfolgten Qualitätskontrollen sowie der durchgeführten Abnahme- und Inbetriebsetzungsversuche sind zu spezifizieren.

o. Referenzen und Beilagen

In einer Liste sind alle Referenzen mit Angabe von Dokumentennummer, Verfasser, Titel, Ausgabedatum und Revisionsindex aufzuführen.

Anhang 3: Gefahrenanalyse

In der Gefahrenanalyse sind grundsätzlich die folgenden Punkte zu behandeln:

- a. Festlegung des Anwendungsbereiches der Komponente
- b. Identifikation der Gefahren
- c. Bestimmung des Gefahrenpotenzials
- d. Bestimmung der Sicherheitsmassnahmen
- e. Festlegung der Prüfkriterien für Sicherheitsmassnahmen
- f. Bearbeitung der Restgefahren (Betriebsanleitung)

Anhang 4: Vorprüfunterlagen

Vorprüfunterlagen sind bei Änderung und Instandsetzung für alle sicherheitsrelevanten Bauteile und Komponenten zu erstellen. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen, so dass sie jederzeit und unverwechselbar den einzelnen Komponenten zugeordnet werden können.

Nachfolgend sind für ausgewählte Vorprüfunterlagen detaillierte Angaben über den Inhalt festgelegt.

A4.1 Werkstoffspezifikation

In der Werkstoffspezifikation sind alle Anforderungen für die Beschaffung, Herstellung und Prüfung der Werkstoffe und Halbzeuge aufzuführen, wie:

- a. Erzeugnisform, z. B. Schmiedestück, Stabstahl, Guss
- b. Geltungsbereich sowie mechanische Sicherheitsklasse, Bauvorschrift, Richtlinien
- c. Werkstoffbezeichnung gemäss Norm
- d. Angaben zur Wärmebehandlung und Oberflächenbeschaffenheit
- e. Anforderungen an die Werkstoffkennzeichnung
- f. Behandlung von Nachbesserungen und Abweichungen
- g. Anforderung an die Verpackung
- h. Angaben zum Prüfumfang, abnahmepflichtige Prüfungen, erforderliche Bescheinigung
- i. detaillierte Angaben zur Werkstoffprüfung wie Prüfumfang gemäss Bauvorschrift, Auslegungsspezifikation, Werkstoffkennwerte (Sollwerte u. a. für chem. Analyse, Zugfestigkeit, Härte, Kerbschlagzähigkeit), Werkstoffprobe (Anzahl, Art, Richtung, Lage, Kennzeichnung der Proben), Prüfbedingungen (Prüfverfahren, Prüftemperatur, Prüflos, evtl. Prüfspezifikation)

A4.2 Werkstoffliste

In der Werkstoffliste sind alle Anforderungen an die Dokumentation und Prüfung der Werkstoffnachweise und Werkstoffkennzeichnung in Tabellenform anzugeben:

- a. Auflistung der Bauteile mit Angabe der Position; Anzahl, Artikelnummer, Abmessung, Bezeichnung, Bauteilkategorie, Werkstoffbezeichnung, Werkstoffspezifikation, Werkstoffnorm, Anforderungen an die Erzeugnisform, erforderliche Bescheinigung, Kennzeichnung der Abnahme durch Hersteller, Sachverständigen oder Besteller

- b. Spalten für die Abnahme der Dokumentation mit Schmelzen- und Probennummer, Bauteilkennzeichnung, Prüfvermerk/Nachweiskontrolle durch Hersteller, Besteller und Sachverständigen

A4.3 Schweisstellenliste

In der Schweisstellenliste sind alle Informationen zur abschliessenden Identifikation der Schweissnähte zu spezifizieren. Dazu gehören: Auflistung der Schweisstellen mit Angabe der Position, Bezeichnung, Bauteilkategorie, Schweisszusatzwerkstoff, Werkstoffspezifikation, erforderliche Bescheinigung, Kennzeichnung der Abnahme durch Hersteller, Sachverständigen oder Besteller.

A4.4 Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüffolgeplan)

Bauprüfpläne sind getrennt für die Werksfertigung und Baustellenfertigung zu erstellen mit Auflistung der Fertigungs- und Prüfschritte in chronologischer Reihenfolge. Die Reihenfolge ist verbindlich, eine Änderung erfordert das Einverständnis des Sachverständigen.

Allgemeine Angaben

- a. Hersteller, Anlage, Komponenten- bzw. Baugruppenbezeichnung, wenn bekannt, Komponenten-Nummer nach Anlagen-Kennzeichnungssystem
- b. Nummer der Zusammenstellungszeichnung
- c. Sicherheits- und Erdbebenklasse
- d. Auslegungsspezifikation und Bauvorschrift
- e. Nummer der zugehörigen Werkstoffliste

Für jeden Herstellungsschritt

- a. Eingangskontrolle
- b. Nummerierung der Herstellungsschritte bzw. der Schweissnaht
- c. Bezeichnung und Beschreibung des Herstellungsschrittes
- d. Anzuwendende Spezifikationen, Normen, Zeichnungen
- e. Durchführung durch den Hersteller oder Unterlieferanten
- f. Abnahme durch Hersteller, Sachverständigen oder Besteller
- g. Prüfung der Dokumentation durch Hersteller, Sachverständigen oder Besteller
- h. Schweissungen: Verweis auf Schweissplan mit Angaben für Verfahrensprüfung, Schweisserqualifizierung und Chargenprüfung
- i. Haltepunkte für Besteller, Hersteller und Sachverständigen

A4.5 Berechnungsbericht

Der Berechnungsbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- a. Geltungsbereich: Angabe der Komponenten bzw. Bauteile, für die die Berechnung gilt
- b. geltende Auslegungsspezifikation und Bauvorschrift
- c. Erläuterung der Vorgehensweise und der getroffenen Annahmen
- d. Berechnungsverfahren, theoretische Grundlagen und die verwendeten Programme
- e. Belastungsdaten: Lastfallkombinationen und deren Klassifizierung
- f. geometrische Daten und verwendete Werkstoffkennwerte
- g. Darstellung der Ergebnisse
- h. Bewertung der Ergebnisse, Vergleich mit den zulässigen Werten
- i. Referenzen, Literaturhinweise, Quellenangaben, technische Liefer- und Abnahmebedingungen des Bestellers

Anhang 5: Qualifizierung und Bauüberwachung

Tabelle Nr. 5-1 Qualifizierung von Herstellverfahren

Die Tabelle 5-1 regelt den Prüfumfang des von der Behörde beauftragten Sachverständigen bei der Qualifizierung von Verfahren für die Herstellung, Montage und Instandsetzung. Der Prüfumfang bezieht sich auf die sicherheitsrelevanten Bauteile und Komponenten, deren Herstellung vom Sachverständigen gemäss Kapitel 4.6 überwacht wird. In speziellen Fällen kann die Aufsichtsbehörde zusätzliche Überwachungsschritte verlangen.

Mit X bezeichnete Positionen sind als Haltepunkte in den Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüfungsplan) aufzunehmen.

Überwachung durch den Sachverständigen	Formgebungs- verfahren	Verfahrensprüfung (Schweissen)	Schweisserprüfung	Handfertigkeits- prüfung (Schweisser)
Eingangskontrolle Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	X	X
Materialbescheinigungen und Materialkennzeichnung	X	X	X	X
Materialumstempelung / Kennzeichnung der Prüfstücke	X	X	X	X
Handhabung der Schweisszusatzwerkstoffe		X	X	X
Qualifikation der Schweisser		X		X ¹³
Nahtvorbereitung		X	X	X
Verfahrensausführung	X	X	X	X
Wärmebehandlung, Temperaturführung	X	X		
Zerstörungsfreie Prüfungen nach dem Verfahren	X	X	X	X
Ausführungskontrolle nach dem Verfahren	X	X	X	X
Kennzeichnung der Probestücke	X	X	X	X
Kontrolle der chemischen Analyse des Schweissgutes ¹⁴		X		
Mechanisch-technologische Prüfungen	X	X	X	X
Dokumentationsüberprüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit ¹⁵	X	X	X	X

¹³ neu gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

¹⁴ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

¹⁵ neu gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Tabelle Nr. 5-2 Bescheinigungen für die Herstellung von Werkstoffen und Halbzeugen¹⁶

Prüfung	SK 1		SK 2		SK 3	
	Bauteilkategorien					
	a	b	a	b	a	b
Bescheinigung des Erschmelzungsverfahrens bei Schmiedestücken mit Dicken > 100 mm	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Bestätigung der normierten Wärmebehandlungen und der simulierten Wärmebehandlung gemäss Bauvorschrift einschliesslich der mechanisch-technologischen Prüfungen	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Chemische Analyse ²	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.2
Stückanalyse bei Guss- und Schmiedestücke mit Fertiggewichte >500kg	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Bestimmung der Korngrösse bei austenitischen Werkstoffen	3.1	3.1	3.1	3.1	2.2	
Bestimmung des Delta-Ferrit-Gehaltes bei austenitischen Werkstoffen	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	
Interkristalliner Korrosionstest bei mediumberührten austenitischen Werkstoffen	3.2		3.2		3.1	
Zugversuch ³	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Warmzugversuch bei Auslegungstemperatur ³	3.2 ¹		3.2 ¹			
Kerbschlagbiegeversuch ³	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Härteprüfung (mind. 3 Härteeindrücke) ³	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Weitere mechanisch-technologische Prüfungen an Rohren	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Druckprobe	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Volumetrische Prüfung (UT, RT)	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	
Oberflächenrissprüfung (PT, MT)	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	
Verwechslungsprüfung	3.1	2.2	3.1	2.2	2.2	2.2
Visuelle Prüfung und Masskontrolle	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1
Kennzeichnungskontrolle	3.2 ¹	3.1	3.2 ¹	3.1	3.1	3.1

¹ Abnahmeprüfzeugnis 3.1 bei:

- Schmiedestücken, Rohren, Formstücken und Bleche für Komponenten ≤ DN 50 (2")
- Stangenmaterial Ø ≤ 50 mm (2")
- automatisierten Prüfungen z. B. Ultraschallprüfung von Blechen und Rohren
- Werkstoffen und Halbzeugen für Verfahrensprüfungen und Schweisserprüfungen
- Schrauben, Muttern und anderen Verbindungselementen ≤ M24 (1")

² Chemische Analysen: Mindestens eine Probe je Schmelze und Güte

³ Mechanisch-technologische Prüfungen: Mindestens eine Probe je Schmelze, Wärmebehandlungslos und Abmessung

¹⁶ neu gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Für Schrauben, Muttern und andere Verbindungselemente \leq M12 (1/2“) müssen die Prüfungen nicht bescheinigt werden. Jedes Stück ist mit dem Zeichen des Herstellers und der Qualität des Materials zu stempeln.

Für die Bauteilkategorie c gilt:

Die nach Bauvorschrift erforderlichen Prüfungen müssen nicht bescheinigt werden. Der Bewilligungsinhaber stellt sicher, dass die richtige Materialqualität gemäss Bauvorschrift, Stückliste oder Spezifikation verwendet wird. Jedes Stück muss mit dem Zeichen des Herstellers, der Kurzbezeichnung und Qualität des Materials gekennzeichnet werden.¹⁷

¹⁷ neu gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Tabelle Nr. 5-3 Bescheinigungen für die Herstellung von Schweisszusatzwerkstoffen¹⁸

Schweisszusatzwerkstoffe für	Prüfungen	SK1	SK2	SK3
- Verbindungsschweissnähte an Bauteilkategorie a	chemische Analyse ¹ je Charge	3.1	3.1	3.1
	mechanisch technologische Prüfungen ²	3.2 ³	3.2 ³	3.1
- Verbindungsschweissnähte an Bauteilkategorie b - Schweissplattierungen an Bauteilkategorien a und b - Auftragsschweissungen an Ventilsitzen, Gleitflächen - Verbindungsschweissnähte an Abstützungen von mechanisch aktiven BRK - nicht druckhaltende Verbindungsschweissnähte an Bauteilkategorie a - Verfahrens- und Schweißerprüfungen an Bauteilkategorien a und b	chemische Analyse ¹ je Charge	3.1	3.1	3.1
	mechanisch technologische Prüfungen ²	3.1	3.1	3.1
- Verbindungsschweissnähte und Auftragsschweissungen an Bauteilkategorie c - Verbindungsschweissnähte an Abstützungen von mechanisch inaktiven BRK - temporäre Schweissungen	chemische Analyse ¹ je Charge	2.2	2.2	2.2
	mechanisch technologische Prüfungen ²	2.2	2.2	2.2

¹ Für austenitische CrNi-Schweisszusatzwerkstoffe ist der Delta-Ferrit-Gehalt zusätzlich zu bescheinigen.

² Kerbschlagbiegeversuch nur bei ferritischen Schweisszusatzwerkstoffen

³ Abnahmeprüfzeugnis 3.1 bei Schweissverbindungen für:

- Schmiedestücke, Rohre, Formstücken und Bleche für Komponenten ≤DN 50mm (2“)

¹⁸ neu gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Tabelle Nr. 5-4 Umfang der Bauüberwachung¹⁹

In der Tabelle Nr. 5-4 ist der Umfang der Bauüberwachung des von der Aufsichtsbehörde beauftragten Sachverständigen für die Herstellung, Montage und Instandsetzung von sicherheitsrelevanten Bauteilen und Komponenten festgelegt.

Die mit X bezeichneten Positionen sind als Haltepunkte in den Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüffolgeplan) aufzunehmen. Der Sachverständige überwacht dabei die Herstellungs- und Prüfschritte vor Ort.

Herstellungsoperation/Prüfung/Inspektion	SK1	SK2	SK3
<i>Prüfungen vor Beginn der Arbeiten</i>			
Eingangskontrolle für Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	
Materialumstempelung bei Bescheinigung 3.2	X	X	
<i>Prüfungen der Gültigkeit von Verfahren und Qualifikationen</i>			
Chargenprüfung der Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	
Schweisserqualifikationen	X	X	
Qualifikationen der Prüfer für zerstörungsfreie Prüfungen	X	X	
<i>Formgebungsverfahren</i>			
Durchführung des Formgebungsverfahrens	X	X	
Durchführung der Wärmebehandlungen	X	X	
zerstörungsfreie Prüfung nach der Formgebung	X	X	
<i>Schweissen</i>			
zerstörungsfreie Prüfungen vor dem Schweissen	X	X	
Masskontrollen der Schweissnahtvorbereitung	X	X	
Durchführung der Schweissarbeiten	X	X	
Durchführung der Wärmebehandlungen	X	X	
zerstörungsfreie Prüfungen nach dem Schweissen	X	X	
<i>Zerstörungsfreie Prüfungen</i>			
Durchführung der Prüfungen	X	X	

¹⁹ Fassung gemäss Revision 2 vom 1. Juni 2013

Masskontrolle			
Masskontrollen und „as-built“-Aufnahme	X	X	
Weitere Inspektionen und Prüfungen			
Kontrolle der Anzugsmomente von Schraubverbindungen	X	X	
visuelle Kontrolle der Bauteile und Komponenten	X	X	
Druckprüfung	X	X	
Funktionsprüfungen	X	X	
Nachbesserungen und Reparaturen			
Prüfung Abweichungsbericht, Prüfplan etc.	X	X	X
zerstörungsfreie Prüfung der ausgeschliffenen Stelle	X	X	X
Durchführung der Schweissarbeiten	X	X	X
zerstörungsfreie Prüfung nach der Schweissung	X	X	X
Dokumentationsprüfung nach Abschluss der Arbeiten	X	X	X
Spezielle Prüfungen			
Spezialprüfungen auf Verlangen der Aufsichtsbehörde	X	X	X
Dokumentation			
Dokumentationsüberprüfung	X	X	X

Herausgeber:
Eidgenössisches
Nuklearsicherheits-
inspektorat ENSI
CH-5201 Brugg

+41 (0)56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch

© ENSI
Juni 2013

ENSI-G11/d

ENSI
Industriestrasse 19
5201 Brugg
Schweiz

+41 56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch