

Sicherheitstechnisch klassierte Behälter und Rohrleitungen: Planung, Herstellung und Montage

Ausgabe Februar 2009

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 Gefahrenanalyse	2
	4.2 Auslegungsspezifikation	2
	4.3 Bauvorschrift	3
	4.4 Freigaben	3
	4.5 Überwachung	4
5	Planung	4
	5.1 Grundsätze	4
	5.2 Werkstoff und Halbzeug	4
	5.3 Auslegung	5
	5.4 Vorkehrungen für Betrieb und Bedienung	5
6	Vorprüfung	6
	6.1 Herstellung von Werkstoff und Halbzeug	6
	6.2 Auslegung und Konstruktion	7
	6.3 Herstellung von Komponenten	7
	6.4 Montage von Komponenten und Systemen	7
7	Herstellung und Montage	8
	7.1 Schweissverbindungen	8
	7.2 Werkstoffbescheinigungen	9
	7.3 Herstellungsprüfungen	10
	7.4 Abweichungen	11
	7.5 Nachbesserungen	11
	7.6 Kennzeichnung	11
	7.7 Abnahmen	11
8	Dokumentation	13
	8.1 Herstellungsdocumentation	13

8.2	Betriebsanleitung	14
9	Liste der Verweisungen	14
Anhang 1:	Begriffe und Abkürzungen	16
Anhang 2:	Gefahrenanalyse	18
Anhang 3:	Auslegungsspezifikation	19
Anhang 4:	Vorprüfunterlagen	21
Anhang 5:	Abnahmen und Bauüberwachung	24

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) gemäss Art. 1 Abs. 1 VBRK. Sie gilt auch für Kerneinbauten sowie für Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion nach Art. 1 Abs. 2 Bst. a VBRK. Die Regelungen betreffen Neubauten, Nachrüstungen, Änderungen und Instandsetzungen.

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

Die detaillierten Anforderungen an die Instandhaltung von BRK sind Gegenstand der Richtlinie ENSI-B06, diejenigen an die Alterungsüberwachung sind in der Richtlinie HSK-R51 geregelt. Die Anforderungen an die Transport- und Lagerbehälter sind in der Richtlinie HSK-B05 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. Durch gezielte Prüfungen und Inspektionen während der Planung, Herstellung und Montage ist die Qualität umfassend zu überwachen und nachzuweisen. Lieferanten und Hersteller müssen zertifiziert sein und 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 Gefahrenanalyse

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, 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 und in die Auslegungsspezifikation aufzunehmen. Mögliche Restgefahren für alle Betriebszustände der Komponenten werden in der Betriebsanleitung genannt und gezielte Gegenmassnahmen und Verhaltensregeln sind zu beschreiben.

Die einzelnen Bauteile der Komponenten sind im Rahmen der Gefahrenanalyse in drei Bauteilkategorien einzustufen, und zwar in:

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

Anhang 2 zeigt die Struktur einer typischen Gefahrenanalyse.

4.2 Auslegungsspezifikation

Der Bewilligungsinhaber einer Kernanlage ist für die Erstellung und den Inhalt der Ausle-

gungsspezifikation 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 (Datenblätter) 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. Die Auslegungsspezifikation gehört zu den Gesuchsunterlagen der Hierarchie M2 gemäss Anhang 4 KEV.

Anhang 3 zeigt den Aufbau und Inhalt einer typischen Auslegungsspezifikation.

4.3 Bauvorschrift

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, 3301 und 3401.

Innerhalb eines Systems darf nur eine der Bauvorschriften gemäss a oder b verwendet werden. Die vorliegende Richtlinie legt Zusatzanforderungen zu den Bauvorschriften fest. Sofern die obigen Bauvorschriften keine Regelungen enthalten, sind die spezifischen Anforderungen in der Auslegungsspezifikation entsprechend festzulegen, insbesondere für Armaturen mit Nennweite < 25 und Komponenten der mechanischen Sicherheitsklasse SK4.

4.4 Freigaben

Bei der Herstellung und bei Änderungen ist eine Freigabe durch die Aufsichtsbehörde erforderlich. Die Freigabepflicht umfasst in jedem Fall die Freigabe der Gesuchsunterlagen für die Auslegung, Hierarchie M2 gemäss Anhang 4 KEV.

Mechanische Ausrüstungen MA erfordern eine zusätzliche Freigabe durch die Aufsichtsbehörde nach erfolgter Prüfung der Vorprüfunterlagen, Hierarchie M3 gemäss Anhang 4 KEV.

4.5 Überwachung

Neben der Aufsicht durch die Aufsichtsbehörde unterliegen Planung, Herstellung und Montage der BRK in der Regel 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).

Anhang 5 regelt den Umfang und die Zuständigkeiten des Sachverständigen.

5 Planung

5.1 Grundsätze

Die minimal erforderlichen Sicherheitszuschläge sind der gültigen 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.

5.2 Werkstoff und Halbzeug

Werkstoffe und Halbzeuge sind gemäss der gültigen Bauvorschrift 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 gültigen Bauvorschrift und 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:

- a. Werkstoffe im Neutronenfeld des Reaktorkerns:
Co-Gehalt \leq 500 ppm (0,05 %);
- b. Rohre der Dampferzeuger, Zwischenüberhitzer und HD-Vorwärmer (SWR):
Co-Gehalt \leq 1000 ppm (0,1 %);
- c. Übrige Anlagenteile:
Co-Gehalt \leq 2000 ppm (0,2 %).

5.2.2 Gehalte an Spurenelementen

Die Gehalte an versprödungs- und korrosionsfördernden Spurenelementen (Phosphor, Schwefel, Kupfer) für BRK der mechanischen Sicherheitsklassen SK 1 und 2 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.

5.3 Auslegung

Die zulässige Berechnungsfestigkeit ist auf der Basis der gültigen Bauvorschrift festzulegen. Dabei sind Mindestwerte für die Streckgrenze ($Re_{(T_0)}$ und $Re_{(T_A)}$, T_0 für Raumtemperatur, T_A für Auslegungstemperatur) und Zugfestigkeit ($Rm_{(T_0)}$) gemäss den zugelassenen Werkstoffnormen einzusetzen.

Als Sollwerte für die Warmfestigkeit $Rm_{(T_A)}$ können entweder Sollwerte nach ASME-Code, Section II, Tabelle U, oder modifizierte Werte verwendet werden, die wie folgt zu berechnen sind (gilt auch für warmfeste Werkstoffe nach DIN):

$$Rm_{(T_A)} = 1.1 \times Rm_{(T_0)} \times Re_{(T_A)} / Re_{(T_0)}$$

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 Vorprüfungsunterlagen nachzuweisen.

5.4 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 Schweisssnähte an BRK der mechanischen Sicherheitsklassen SK 1 und SK 2, die im Rahmen des Betriebs volumetrisch prüfpflichtig sind (Ultraschall- und Röntgenprüfungen), ist ein kerbfreies, blechebenes Beschleifen der Decklagen und der Nahtübergänge erforderlich. Diese Schweisssnähte sind so zu gestalten, dass sie mit Manipulatoren geprüft werden können.

An sicherheitsrelevanten Formstücken, Stutzen und Armaturen der mechanischen Sicherheitsklassen SK 1 und SK 2 sind bei prüfpflichtigen Schweisssnähten mit Ultraschallmethoden

zylindrische Prüfflächen als Zugaben vorzusehen. Die Breite der Prüfflächen ist abhängig von der vorgesehenen Prüftechnik.

6 Vorprüfung

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

Vorprüfunterlagen (VPU) sind zu erstellen für:

- a. Herstellung von Werkstoffen und Halbzeugen;
- 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. Umfang und Zuständigkeiten bei der Vorprüfung durch den Sachverständigen sind im Anhang 5 festgelegt. Die VPU sind dem Sachverständigen rechtzeitig zur Prüfung vorzulegen. Für die Vorprüfung der gemäss Anhang 5 nicht abnahme- und überwachungspflichtigen Komponenten und Verfahren ist der Bewilligungsinhaber verantwortlich.

6.1 Herstellung von Werkstoff und Halbzeug

Für die Beschaffung von Werkstoff und Halbzeug sind Werkstoffspezifikationen zu erstellen, die den Anforderungen der Bauvorschrift und dieser Richtlinie entsprechen. Zur Vorprüfung der Werkstoffherstellung sind soweit zutreffend folgende Unterlagen einzureichen:

- a. Werkstoffspezifikation für Werkstoffe und Halbzeuge;
- b. Wärmebehandlungsplan;
- c. Spezifikation für zerstörungsfreie Prüfungen;
- d. Probenentnahmepläne;
- e. Spezifikation für Wärmebehandlungen sowie spezielle Formgebungs- und Verformungsoperationen;
- f. Spezifikationen für Ausbesserungen;
- g. Zeichnungen sowie Fertigungs- und Prüffolgepläne.

6.2 Auslegung und Konstruktion

Für Neuanlagen und Anlagenänderungen sind folgende Unterlagen zur Vorprüfung der Konstruktion und Auslegung 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 Erdbebbensicherheit und Abstützungen für abnahme- und überwachungspflichtigen Komponenten.

6.3 Herstellung von Komponenten

Folgende Unterlagen sind soweit zutreffend zur Vorprüfung der Herstellung von Komponenten einzureichen:

- a. Zusammenstellungszeichnung, ergänzende Zeichnungen und Isometrien;
- b. Werkstoffliste, Schweisstellenliste;
- 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, Mengenummessungen;
- h. Spezifikation für Schweissungen, Verfahrensprüfungen, Chargenprüfungen der Schweisszusatzwerkstoffe;
- i. Spezifikation für zerstörungsfreie Prüfungen;
- j. Spezifikation für Ausbesserungen.

6.4 Montage von Komponenten und Systemen

VPU für die Montage von Komponenten und Systemen in der Kernanlage müssen soweit zutreffend folgende Dokumente enthalten:

- a. Zeichnung mit Stückliste;
- b. Werkstoffliste, Schweisstellenliste;
- 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 Ausbesserungen;
- h. Montagespezifikation.

7 Herstellung und Montage

Spezielle Herstellungsverfahren wie Verformungs- oder Formgebungsverfahren, Wärmebehandlungen und Oberflächenveredelungen sind nach Verfahrensvorschriften durchzuführen, die vom Sachverständigen geprüft worden sind.

Umfang und Zuständigkeiten bei der Bauüberwachung durch den Sachverständigen sind im Anhang 5 festgelegt. Die notwendigen Unterlagen sind dem Sachverständigen rechtzeitig vorzulegen. Für die Bauüberwachung der gemäss Anhang 5 nicht abnahme- und überwachungspflichtigen Komponenten und Verfahren ist der Bewilligungsinhaber verantwortlich.

7.1 Schweissverbindungen

Verfahren, Schweisser oder Schweisszusatzwerkstoffe sind zu qualifizieren und unterliegen der Überwachung durch den Sachverständigen. Qualifizierungen sind auf der Basis geprüfter Spezifikationen und Prüfpläne durchzuführen.

7.1.1 Qualifizierung bei der Herstellung

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 gültigen Bauvorschrift genügen oder nach EN 287-1 und EN 1418 geprüft und zertifiziert sind;
- b. den Einsatz von kalibrierten und periodisch überwachten Schweissgeräten;
- c. die Anwendung von Schweissverfahren, die nach der gültigen Bauvorschrift oder nach EN 15614-1 qualifiziert sind;
- d. den Einsatz von zugelassenen Schweisszusatzwerkstoffen gemäss gültiger Bauvorschrift;
- e. die Anwendung geprüfter Spezifikationen, Schweisspläne und Arbeitsanweisungen.

7.1.2 Handfertigkeitsprüfung für Montageschweisser

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

Das zu schweisende Prüfungsstück soll die schwierigste vorkommende Schweissnaht und Schweissposition repräsentieren. Die Handfertigkeitsprüfung ist unter der 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 Werkstoffbescheinigungen

Die notwendigen Bescheinigungen sind gemäss EN 10204 auszustellen. Bei Bescheinigungen nach 3.2 ist die Materialstempelung durch den Sachverständigen mit dem persönlichen Stempel zu bestätigen.

Certified Material Test Reports (CMTR) gemäss den Anforderungen nach ASME III NCA 3860 werden anstelle einer Materialbescheinigung 3.1 nach EN10204 anerkannt.

Sofern in der Liefer- bzw. Werkstoffnorm keine anderen Festlegungen getroffen sind, sind Werkstoffeigenschaften je Los nachzuweisen.

7.2.1 Werkstoff und Halbzeug für sicherheitsrelevante Bauteile der SK1 und SK2

Nachfolgend aufgeführte Prüfungen bei der Herstellung von Werkstoff und Halbzeug unterliegen der Überwachung durch den Sachverständigen und sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach EN10204 zu belegen:

- a. simulierte Wärmebehandlung;
- b. mechanisch technologische Prüfungen;
- c. zerstörungsfreie Prüfungen;
- d. Masskontrolle;
- e. Kennzeichnung;
- f. Reparaturen;
- g. Druckprüfung.

Mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN10204 sind zu bescheinigen:

- a. automatisierte Prüfungen, z. B. Ultraschallprüfung von Blechen und Rohren;
- b. weitere Prüfungen gemäss Bauvorschrift und Werkstoffnorm;

- c. Schmiedestücke, Stangenmaterial, Rohre und Formstücke \leq DN50;
- d. Schrauben und andere Verbindungselemente, Muttern $<$ M24;
- e. Druckfedern, Dichtungen und Packungen.

7.2.2 Werkstoff und Halbzeug für sicherheitsrelevante Bauteile der SK3 und SK4

Die in der Bauvorschrift und Werkstoffnorm vorgeschriebenen Prüfungen bei der Herstellung von Werkstoff und Halbzeug sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN10204 zu belegen. Es betrifft dies:

- a. Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe;
- b. Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe für Verfahrens- oder Schweisserqualifikationen.

7.2.3 Werkstoff und Halbzeug für nicht-sicherheitsrelevante Bauteile

Die in der Bauvorschrift und Werkstoffnorm vorgeschriebenen Prüfungen bei der Herstellung von Werkstoff und Halbzeug sind mit einem Werkszeugnis 2.2 nach EN10204 zu belegen.

7.2.4 Nachbesserungen

Nachbesserungen bei der Herstellung von Werkstoffen und Halbzeugen erfordern Abweichungsberichte und unterliegen der Überwachung durch den Sachverständigen. Sie sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach EN10204 zu belegen.

7.3 Herstellungsprüfungen

Die notwendigen Herstellungsprüfungen gemäss gültiger Bauvorschrift und den in dieser Richtlinie genannten Zusatzanforderungen sind durchzuführen, zu protokollieren und 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 Ablieferungszustand 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 periodischen Kontrollen 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 gültigen Bauvorschrift durchzuführen und nachzuweisen.

Als Alternative kann Prüfpersonal eingesetzt werden, welches auf Stufe 2 nach EN 473 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 dem Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen und im Bauprüfplan nachvollziehbar einzutragen. Abweichungen sind soweit wie möglich zu beheben. Im Fall des Belassens der Abweichung ist die Zulässigkeit zu begründen.

7.5 Nachbesserungen

Nachbesserungen an Komponenten und Bauteilen sind auf der Basis von geprüften Abweichungsberichten und Spezifikationen durchzuführen. Bei umfangreichen Nachbesserungen ist ein Prüfplan zu erstellen und dem Sachverständigen zur Prüfung einzureichen. Wiederholte Nachbesserungen bedürfen der Zustimmung des Sachverständigen.

7.6 Kennzeichnung

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

7.7 Abnahmen

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

Die Tabellen 5-1 und 5-2 im Anhang 5 zeigen, welche Abnahmen bei Qualifizierungen, Herstellung und Montage von sicherheitsrelevanten Bauteilen mindestens durchzuführen und durch den Sachverständigen zu überwachen sind. Diese Abnahmen sind als Haltepunkte in den Prüfplan aufzunehmen. Der Sachverständige bestätigt die Überwachung der Abnahme mit seinem persönlichen Stempel und seiner Unterschrift in Protokollen und Prüfplänen.

7.7.1 Bescheinigungen

Abnahmeprüfzeugnisse sind gemäss Bauvorschrift auszustellen und haben die Anforderungen nach EN 10204 zu erfüllen.

Die in Tabelle 5-2 aufgeführten Herstellungsoperationen und Prüfungen sind als Minimum durch den Hersteller zu protokollieren und zu bescheinigen. Unterliegt die Operation und Prüfung nicht der Überwachung durch den Sachverständigen, so werden die Bescheinigun-

gen im Zuge der Dokumentationsüberprüfung durch den Sachverständigen geprüft.

7.7.2 Schlussprüfungen

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

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

Mittels Masskontrollen sind die Auslegungsmasse (z. B. Wand- und Schweissnahtdicken, Stutzenpositionen) sowie wichtige Einbaumasse im Beisein des Sachverständigen zu prüfen und zu dokumentieren.

Die Ausführung der Komponenten ist anhand von Konstruktionszeichnungen, die vom Bewilligungsinhaber als gültig bezeichnet sind, am Objekt zu überprüfen. 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.

7.7.3 Druckprüfungen

Druckprüfungen sind nach einer vom 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 aus Bauvorschrift und VBRK;
- 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.

7.7.4 Funktionsprüfungen

Die geplanten Funktionsprüfungen sind im Bauprüfplan zu beschreiben. Für jede Prüfung ist

eine Vorschrift mit allen notwendigen Angaben zu erstellen und vom Sachverständigen im Rahmen der Vorprüfung prüfen zu lassen.

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. Die Dokumentation ist Teil der Gesuchsunterlagen M4, gemäss Anhang 4 KEV.

Alle Dokumente sind eindeutig zu kennzeichnen, so dass sie jederzeit und unverwechselbar den einzelnen BRK 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 Herstellungsdocumentation

Die Dokumentation über die Herstellung von Komponenten soll mindestens die nachfolgend genannten, eindeutig gekennzeichneten und geprüften Unterlagen enthalten:

- 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 ND, Class 3 Components;
Subsection NE, Metal Containment Vessels;
Subsection NF, Support Structures;
Subsection NG, Core Support Structures.
- b. **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.
- c. **Technische Normen**
EN 287-1 Prüfung von Schweisern – Schmelzschweissen – Teil 1: Stähle;

EN 473	Qualifizierung und Zertifizierung von Personal für zerstörungsfreie Prüfungen;
EN 1418	Schweisspersonal;
EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen;
EN 15614-1	Anforderungen und Qualifizierung von Schweissverfahren für metallische Werkstoffe – Schweissverfahrensprüfungen;
ISO/IEC17020	Inspektionstellen.

Diese Richtlinie wurde am 1. Februar 2009 vom ENSI verabschiedet.

Der Direktor des ENSI: sig. U. Schmocker

Anhang 1: Begriffe und Abkürzungen

Änderung

Als Änderungen gelten alle Massnahmen, welche die Funktion oder die Eigenschaften von Bauteilen, Komponenten und Systemen derart verändern, dass sie von der gültigen Auslegungsbasis abweichen.

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.

Instandsetzung

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

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, Aufhängungen, Schwingungsdämpfer.

Konformitätsbescheinigung

Eine Konformitätsbescheinigung ist eine Bescheinigung einer unabhängigen Stelle, dass eine Komponente sowohl den Anforderungen der Auslegungsspezifikation als auch den gültigen Regelwerken und Normen genügt.

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.

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 Bauteilen, welche die Massnahmen der Wartung überschreiten.

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, Schrauben und Bauteile.

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.

System

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

Anhang 2: Gefahrenanalyse

In der Gefahrenanalyse sind grundsätzlich die folgenden Punkte zu behandeln:

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

Anhang 3: Auslegungsspezifikation

Die Spezifikation hat Angaben zu den folgenden Punkten zu enthalten:

- a. **Geltungsbereich der Spezifikation**
Genauere Komponentenbezeichnung, Schnittstellen zu anderen Komponenten oder Baustrukturen;
- b. **Liefer- und Leistungsumfang**
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 aktive oder passive 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, An-

gaben über Normteile (Flansche, Dichtungen, Schrauben etc.), Antriebe von Armaturen, Kantenversatz für Schweissnähte, Ausführung der Wanddickenübergänge und Anschweiss-Enden bei Rohrleitungen, 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;

i. Herstellung und Montage

Dazu gehören unter anderem: Voraussetzungen für den Beginn der Herstellung, Wahl des Herstellungsverfahrens, Angaben über das Schweißen, über die Verformungsverfahren 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- und Dichtheits- und Funktionsprüfungen, Probeläufe und Dauerversuche von aktiven Komponenten, sonstige Versuche mit 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 4: Vorprüfunterlagen

Vorprüfunterlagen sind für alle sicherheitsrelevanten Bauteile 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, Prüflös, 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, Sachverständiger 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, Bauteilkategorie, erforderliche Bescheinigung, Kennzeichnung der Abnahme durch Hersteller, Sachverständiger 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 Verfahrensprüfung, Schweisserqualifizierung, Chargenprüfung;
- i. Haltepunkte für Besteller, Hersteller und Sachverständige.

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, theoretischen 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: Abnahmen und Bauüberwachung

Anhang 5 regelt den Umfang und die Zuständigkeiten für Abnahmen und Bauüberwachung bei der Herstellung und Montage von sicherheitsrelevanten Bauteilen und Komponenten. In speziellen Fällen können die Aufsichtsbehörde und der Sachverständige zusätzliche Überwachungsschritte im Rahmen der Freigabe oder der Vorprüfung verlangen.

Tabelle Nr. 5-1 Qualifizierungen von Herstellverfahren

In der Tabelle Nr. 5-1 sind die Abnahmen durch den Sachverständigen bei der Qualifizierung von Herstellverfahren für sicherheitsrelevante Bauteile festgelegt. Mit X bezeichnete Positionen sind als Haltepunkte in den Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüffolgeplan) aufzunehmen.

Überwachung durch den Sachverständigen	Formgebungsverfahren	Verfahrensprüfung (Schweissen)	Schweisserprüfung	Handfertigkeitsprüfung (Schweisser)	Chargenprüfung (Schweisszusatzwerkstoffe)
Eingangskontrolle Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	X	X	X
Materialbescheinigungen und Materialkennzeichnung	X	X	X	X	X
Materialumstempelung/Kennzeichnung der Prüfstücke	X	X	X	X	X
Handhabung der Schweisszusatzwerkstoffe	-	X	X	X	X
Qualifikation der Schweisser	-	X	-	-	X
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	X
Kontrolle der chemischen Analyse der Werkstoffe	-	X	-	-	X
Mechanisch-technologische Prüfungen	X	X	X	X	X

Tabelle Nr. 5-2 Herstellung und Montage

In der Tabelle Nr. 5-2 ist der Umfang der Bauüberwachung bei der Herstellung und Montage von sicherheitsrelevanten Bauteilen festgelegt. Die mit X bezeichneten Positionen sind als Haltepunkte in den Bauprüfplan (Fertigungs- und Prüffolgeplan) aufzunehmen. Positionen, die mit (X) bezeichnet sind, werden in der Regel anlässlich der Prüfung der Dokumentation überwacht.

Die Zuständigkeiten für die Überwachung sind in der Tabelle Nr. 5-3 festgelegt.

Herstellungsoperation/Prüfung/Inspektion	SK1	SK2	SK3	SK4
<i>Prüfungen vor Beginn der Herstellung, Montage, Nachbesserung</i>				
Eingangskontrolle für Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	(X)	-
Überprüfung der Bescheinigung für Werkstoffe, Halbzeuge und Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	(X)	-
Materialumstempelung	X	X	-	-
Prüfung von Umstempelungsbescheinigungen	X	X	(X)	-
<i>Prüfungen der Gültigkeit von Verfahren und Qualifizierungen</i>				
Chargenprüfung der Schweisszusatzwerkstoffe	X	X	(X)	-
Schweisserqualifikationen	X	X	(X)	-
Qualifikationen der Prüfer für zerstörungsfreie Prüfungen	X	X	(X)	-
<i>Formgebungsverfahren</i>				
Überwachung des Formgebungsverfahrens	X	X	-	-
Zerstörungsfreie Prüfung nach der Formgebung	X	X	-	-
Prüfung der Bescheinigung über das Formgeben	X	X	(X)	-
<i>Wärmebehandlung</i>				
Überwachung der Wärmebehandlungen inkl. vor/nach dem Schweißen	X	X	-	-
Prüfung der Bescheinigung der Wärmebehandlung inkl. Temperatur/Zeit Diagramm	X	X	(X)	-
<i>Schweißen</i>				
Zerstörungsfreie Prüfungen vor dem Schweißen	X	X	-	-
Masskontrollen der Schweissnahtvorbereitung	X	X	-	-

Herstellungsoperation/Prüfung/Inspektion	SK1	SK2	SK3	SK4
Überwachung der Schweissarbeiten	X	X	-	-
Ausführungskontrolle der Schweissung	X	X	-	-
Zerstörungsfreie Prüfungen nach dem Schweißen	X	X	-	-
Prüfung der Bescheinigungen der Herstellung	X	X	(X)	-
<i>Zerstörungsfreie Prüfungen</i>				
Durchführung zerstörungsfreie Prüfungen	X	X	-	-
Überprüfung der Bescheinigungen	X	X	(X)	-
<i>Masskontrolle</i>				
Masskontrollen und „as-built“-Aufnahme	X	X	-	-
Überprüfung der Massprotokolle	X	X	(X)	-
<i>Weitere Inspektionen und Prüfungen</i>				
Kontrolle der Anzugsmomente von Schraubverbindungen	X	X	-	-
Visuelle Kontrolle der Bauteile und Komponenten	X	X	X	X
Druckprüfung und Überprüfung der Protokollierung	X	X	X	X
Funktionsprüfungen	X	X	X	X
<i>Dokumentation</i>				
Dokumentationsüberprüfung vor der Auslieferung	X	X	X	X
<i>Nachbesserungen</i>				
Prüfung der Unterlagen Abweichungsbericht, Prüfplan etc.	X	X	X	X
Prüfung der ausgeschliffenen Stelle vor Nachbesserung	X	X	-	-
Schweissung	X	X	X	X
Zerstörungsfreie Prüfung der Stelle nach der Nachbesserung	X	X	X	X
Überprüfung der Bescheinigungen	X	X	X	X
<i>Spezielle Prüfungen</i>				
Spezialprüfungen auf Verlangen der Aufsichtsbehörde	X	X	X	X

Tabelle 5-3 Zuständigkeiten für die Überwachung

Die Überwachung durch den Sachverständigen ist für sicherheitsrelevante Bauteile, Komponenten und Systeme gemäss nachfolgender Tabelle vorgeschrieben.

Der Bewilligungsinhaber ist zuständig für die Überwachung der übrigen Ausrüstungen.

Mechanische Sicherheitsklasse	Ausrüstungen mit Überwachung durch den Sachverständigen
SK1	a. Rohrleitungen > DN 25 (1") mit den zugehörigen Behältern, Wärmetauschern, Pumpen, Armaturen, Unterstützungen, Stossbremsen, Kompensatoren und Ausschlagsicherungen (BRK).
SK2	a. Rohrleitungen > DN 50 (2") mit den zugehörigen Behältern, Wärmetauschern, Pumpen, Armaturen, Unterstützungen, Stossbremsen, Kompensatoren und Ausschlagsicherungen (BRK); b. drucklose Speicherbehälter für: Kernkühlung, Reaktorabschaltung, Notspeisung; c. Primärcontainments aus Stahl, druckführende Stahlteile für die Funktion des Druckabbaus sowie Stahlauskleidungen von Primärcontainments aus Beton. Eingeschlossen sind Durchführungen, Schleusen und Materialöffnungen sowie angeschlossene Rohrleitungen > DN 25 (1") bis und mit Isolationsvorrichtung; d. Komponenten zur Aufrechterhaltung der Kern- und Brennelementgeometrie als Voraussetzung für eine sichere Reaktorabschaltung und Kernkühlung (Kerneinbauten, insbesondere Kernabstützkonstruktionen, Kernbehälter/Kernmantel).
SK3	a. Rohrleitungen > DN 100 (4") mit den zugehörigen Behältern, Wärmetauschern, Pumpen, Armaturen, Unterstützungen, Stossbremsen, Kompensatoren und Ausschlagsicherungen (BRK) für Systeme der SK 3, welche Primärmedium enthalten oder der Lagerung bzw. Rückhaltung radioaktiver Stoffe dienen.
SK4	a. Rohrleitungen > DN 150 (6") mit den zugehörigen Behältern, Wärmetauschern, Pumpen, Armaturen, Unterstützungen, Stossbremsen, Kompensatoren und Ausschlagsicherungen (BRK).