

2.2.4 Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit

2.2.4.1 Allgemeines

Die Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit eines Kernkraftwerkes ist unter verschiedenen Gesichtspunkten, z. B. Verfügbarkeit oder Unfallschutz, von Bedeutung. Im allgemeinen sind dies Fragen, die auch bei konventionellen Kraftwerken zu beachten sind, und daher keine neue Aufgabe darstellen. Hierzu sind einschlägige Regeln der Technik vorhanden. Bei einem Kernkraftwerk kommt zu diesen Gesichtspunkten der Strahlenschutz des Personals hinzu. Um dem Rechnung zu tragen, werden bei der Planung der Anlagenteile innerhalb des Kontrollbereiches insbesondere die Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor (GMBL Nr. 28, 1978), KTA 1301.1 sowie die UVV-Kernkraftwerke der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (VBG 30, z. B. §§ 4 und 5) berücksichtigt.

Das Ziel ist, die Strahlenexposition des Personals - sowohl der Einzelperson als auch der Gesamtmannschaft - gering zu halten. Hierfür sind folgende vier Faktoren von Bedeutung:

- Dosisleistung am Arbeitsplatz
- Notwendige Arbeitszeit
- Zahl der benötigten Personen
- Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten je Jahr.

Neben ausschließlich zur Reduzierung der Ortsdosisleistung beitragenden Maßnahmen (z. B. Niedrighaltung der Quellstärke radioaktiver Stoffe, Abschirmung) ist die Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit von besonderer Bedeutung, da sie alle vier Faktoren beeinflussen kann.

Die wichtigste Aufgabe ist, die Anzahl von Reparaturen möglichst gering zu halten. Darüber hinaus werden für Instandhaltungsarbeiten Maßnahmen vorgesehen, die mit einem möglichst geringen Personal- und Zeitaufwand in Strahlenschutzbereichen durchzuführen sind.

Die hierfür wesentlichen Gesichtspunkte bei der Anlagenplanung sind im folgenden zusammengestellt.

2.2.4.2 Gebäudekonzept

Durch das Gebäudekonzept wird erreicht, daß die Zugänglichkeit auch stark strahlender Anlagenteile bei gleichzeitig geringer Strahlenexposition auf den Zu- und Abgängen möglich ist, und die Dosisleistung an den einzelnen Komponenten möglichst wenig durch benachbarte Anlagenteile beeinflußt wird.

Da bei großen Komponenten, wie Behältern, Wärmetauschern u. ä., die Schwächung der von ihnen ausgehenden Dosisleistung mit zunehmendem Abstand relativ gering ist ist bei höherer Dosisleistung eine weitgehende Trennung und Aufteilung in einzelne Räume vorgesehen.

Die Unterbringung kleinerer, wartungsbedürftiger Komponenten (Armaturen, Pumpen) in Behälterräumen wird - falls nicht verfahrenstechnisch notwendig - vermieden. Für diese Komponenten sind gesonderte, abgeschirmte Räume vorgesehen. Dabei ist auch hier in Abhängigkeit von Dosisleistung, Komponentengröße und Verfahrenstechnik eine Trennung durchgeführt.

Rohrleitungen werden, wo möglich und sinnvoll, in besonderen Rohrkanälen verlegt, um das Raumangebot in den übrigen Räumen nicht unnötig einzuschränken und die Strahlenquellen an den Stellen, an denen Arbeiten durchzuführen sind, zu reduzieren.

Bei notwendigen Bedienungsvorrichtungen vor Ort werden abhängig von Häufigkeit und Dosisleistung gesonderte, abgeschirmte Räume (Bedienungsgänge, Leitstände u. ä.) vorgesehen.

Im allgemeinen erfolgt der Zugang zu den einzelnen Räumen von gesonderten Gängen oder Treppenhäusern aus mit einer Ortsdosisleistung von weniger als 10^{-2} mSv/h (1 mrem/h). Wo dies von der Anordnung her nicht möglich oder sinnvoll ist, ist der Zugang so gestaltet, daß die Strahlenexposition hierdurch gering ist im Vergleich zur Strahlenexposition in dem zu begehenden Raum.

An Stellen, an denen Arbeiten bei hoher Ortsdosisleistung notwendig werden können, ist zur Arbeitsvorbereitung und -überwachung Platz an Bereichen mit niedriger Dosisleistung vorgesehen.

Es sind Abstellplätze vorgesehen, wo ausgebaute radioaktive Anlagenteile zeitlich begrenzt bis zu ihrem Wiedereinbau abgestellt und gegebenenfalls abgeschirmt werden können, um bei Arbeiten das Personal nicht unnötig zu bestrahlen oder den Arbeitsplatz räumlich einzuschränken.

Bei der Planung und Konstruktion des Kernkraftwerkes ist auch für das Auswechseln von Großkomponenten Vorsorge getroffen worden. Dabei wird auch der Ausbau von kompletten Komponenten bei den Raumverhältnissen berücksichtigt. Falls erforderlich, sind Hebezeuge und Montageöffnungen eingeplant.

Im Räumen mit höherer Dosisleistung sind zusätzliche Belastungen an Decken und Bühnen durch bewegliche Abschirmungen berücksichtigt.

2.2.4.3 Komponentenkonstruktion

Bei der Wahl der Komponenten wird möglichst auf erprobte Teile mit günstigen Betriebserfahrungen zurückgegriffen.

Durch eine geeignete Komponentenkonstruktion wird erreicht, daß die Häufigkeit von Instandhaltungsarbeiten und der dafür notwendige Aufwand gering gehalten werden. Weiter wird durch die Komponentenkonstruktion eine Herabsetzung der Dosisleistung angestrebt, indem Ablagerungen reduziert und Dekontmöglichkeiten vorgesehen werden.

Durch die Konstruktion (z. B. wenige Schweißnähte) und die Auslegung (z. B. niedrige Werkstoffbeanspruchung) wird versucht, den Umfang von dosisintensiven wiederkehrenden Prüfungen zu vermindern; dabei wird insbesondere die Zahl der prüfpflichtigen Schweißnähte in Bereichen hoher Ortsdosisleistung möglichst gering gehalten.

Bei der Gestaltung der Schweißnähte wird darauf geachtet, daß wiederkehrende Prüfungen leicht und zeitsparend durchgeführt werden können.

Stellen des Reaktorkühlsystems, die wiederkehrenden Ultraschallprüfungen unterzogen werden müssen, erhalten schnell abnehmbare und anbringbare Wärmeisolierungen.

In Bereichen höherer Dosisleistung werden, soweit möglich, wartungsfreie Komponenten vorgesehen. Bei Komponenten mit beweglichen Teilen, bei denen eine Wartung unvermeidlich ist, werden die Wartungsintervalle möglichst lang und der notwendige Arbeitsaufwand gering gehalten.

Die Notwendigkeit betrieblicher Inspektionen wird abhängig von der Ortsdosisleistung soweit wie möglich eingeschränkt bzw. in Bereiche niedriger Dosisleistung verlegt, z. B. Überwachung der Stopfbuchsabsaugungen oder Funktionsprüfungen von abgeschirmten Bereichen aus.

Durch die Konstruktion von Armaturen und Pumpen werden Leckagen möglichst vermieden, die entsprechende Instandhaltungsarbeiten notwendig machen würden.

Komponenten oder Bauteile, deren Aus- oder Abbau erfahrungsgemäß vorzusehen ist, erhalten in Abhängigkeit vom Gewicht Anschlagmöglichkeiten für Hebezeuge.

Bei Bauelementen, die häufiger oder regelmäßig zu entfernen sind, werden möglichst Verbindungen gewählt, die leicht und schnell zu öffnen sind.

Bei der Auswahl von Materialien wird die Strahlenbeständigkeit berücksichtigt.

Die freien Oberflächen von Komponenten im Bereich radioaktiver Medien werden dekontaminierbar ausgeführt.

Größere Komponenten, in denen durch Ablagerungen höhere Dosisleistungen zu erwarten sind (Behälter und Apparate der Reaktor-Hilfs- und -Nebenanlagen), erhalten eine Anschlußmöglichkeit zur Dekontamination, damit vor größeren Instandhaltungsarbeiten die Dosisleistung verringert werden kann.

2.2.4.4 Komponentenanordnung und Zugänglichkeit

Durch die Komponentenanordnung soll die Dosisleistung von mehreren Komponenten innerhalb eines Raumes gering gehalten und gleichzeitig eine gute Zu-

gänglichkeit bei möglichst geringer Behinderung des Arbeitsplatzes erreicht werden.

Wo möglich und sinnvoll, ist eine räumliche Trennung zwischen den einzelnen Systemen durchgeführt; insbesondere wurden nicht radioaktive Systeme von radioaktivitätsführenden, soweit durchführbar, getrennt.

Die nicht radioaktiven Versorgungssysteme radioaktiver Komponenten werden, soweit möglich, abgeschirmt aufgestellt, z. B. die Sperrwasserversorgung bestimmter Pumpen.

Probenentnahmestellen, Meßumformer und Unterverteiler werden in gesonderten Raumbereichen mit geringer Ortsdosisleistung installiert.

Innerhalb der Räume erfolgt möglichst eine Staffelung entsprechend der erwarteten Dosisleistung, so daß Komponenten mit hoher Dosisleistung im Raum hinten angeordnet sind.

Versorgungsanschlüsse für Deionat und Druckluft, die in der Nähe der Komponenten benötigt werden, werden möglichst in den Eingangsbereich der Räume, d. h. an Stellen geringer Dosisleistung, installiert.

Bei der Anordnung der Komponenten wird die Häufigkeit möglicher Arbeiten berücksichtigt, z. B. werden Sicherheitsventile, die zur Überprüfung abzubauen sind, möglichst im vorderen Raumbereich angeordnet.

Pumpen werden so angeordnet, daß das Betriebspersonal bei Arbeiten an den inaktiven Antrieben möglichst vor der Strahlung der Pumpen geschützt ist.

Armaturen und Rohrleitungen werden zur Erzielung guter Zugänglichkeit und Ausbaufähigkeit auch an gegenüberliegenden Wänden eines Raumes angeordnet, zumal dadurch eine leichte Abschirmung durch bewegliche Abschirmwände möglich wird.

In Rohrkanälen wird die Anordnung bedienungs- und wartungsbedürftiger Komponenten grundsätzlich vermieden (Ausnahme z. B. Absperrarmaturen am Sicherheitsbehälter).

Hauptkabeltrassen und längere Einzeltrassen werden möglichst in Räume mit niedriger Dosisleistung gelegt. Kabelkanäle werden von radioaktiven Komponenten freigehalten.

Die Anordnung von elektrischen Beleuchtungseinrichtungen erfolgt auch unter Beachtung des Strahlenschutzes, um bei Austausch defekter Teile die Strahlenexposition gering zu halten.

Soweit von Häufigkeit, Umfang und Strahlenexposition her erforderlich, werden fest eingebaute oder mobile Arbeitsbühnen für Instandhaltungsarbeiten vorgesehen (z. B. fest eingebaute Bühnen für wiederkehrende Prüfungen am Reaktorkühlsystem).

Bei der Festlegung von Freiräumen wird das Tragen von Vollschutzkleidung und schwerem Atemschutz berücksichtigt.

Die Zugänglichkeit der zur langfristigen Nachwärmeabfuhr benötigten Komponenten ist aufgrund der redundanten Auslegung und der räumlichen Anordnung auch nach Störfällen gegeben.

2.2.4.5 Hilfseinrichtungen

Hilfseinrichtungen dienen dazu, Arbeiten in kürzerer Zeit bzw. mit weniger Personen oder bei geringerer Ortsdosisleistung durchzuführen. Die Einführung und Planung der Einrichtungen geschieht unter Abwägung des Einsparpotentials für die Personaldosis.

Eine „Heiße Werkstatt“ dient für Arbeiten, die nicht vor Ort durchgeführt werden müssen oder können. Durch die günstigeren Arbeitsplatzverhältnisse ist ein leichteres und dosissparendes Arbeiten möglich.

Der Heißen Werkstatt ist ein Dekontraum zugeordnet, in der Anlagenteile vor ihrer Bearbeitung dekontaminiert werden können.

Zur Dekontamination der Hauptkühlmittelpumpen-Läufer des Reaktorkühlsystems ist im Sicherheitsbehälter eine weitere Dekontmöglichkeit vorgesehen. Für größere Behälter und Apparate aus dem Reaktorgebäude-Ringraum und dem Re-

aktorhilfsanlagengebäude ist ein festverlegtes System vorhanden, dessen Dekontaminationseinrichtungen zentral im Reaktorhilfsanlagengebäude angeordnet sind.

Soweit notwendig, werden in den Räumen des Kontrollbereiches Laufschienen für Hebezeuge installiert oder, abhängig vom Gewicht der auszubauenden Teile, Anschlagmöglichkeiten im Gebäude vorgesehen. Der Einsatz fahrbarer Kleinhebezeuge wird dabei berücksichtigt.

Wo erforderlich, werden Hilfs- und Versorgungsanschlüsse (Deionat, Druckluft, Strom) vorgesehen, um das Verlegen langer Schläuche und Kabel zu vermeiden.

Der Einsatz von Sonderwerkzeugen und fernbedienbaren Geräten ist unter Abwägung der möglichen Reduzierung der Strahlenexposition vorgesehen.

Beispiele hierfür sind:

- Handhabung der Kerneinbauten und Brennelemente unter Wasser
- die fernbedienbare Steuerung und Probeentnahme während des Brennelement-Sippings
- Schraubenspannvorrichtungen für Reaktordruckbehälterdeckel und Mannlochdeckel an Dampferzeuger und Druckhalter
- spezielle Filterwechselmaschine zum Austausch der mittelaktiven Wasserreinigungsfiler (z. B. Sperrwasserversorgung, Kühlmittelreinigung, Beckenreinigung)
- Handhabungseinrichtung für Gebinde mit konzentriertem Abfall
- Spindeldurchführungen durch Abschirmwände bei bestimmten Armaturen
- mechanisiert durchführbare wiederkehrende Prüfungen im Bereich des Reaktorkühlsystems

Am Standort Stendal besteht zusätzlich die Möglichkeit, kontaminierte oder aktivierte Teile in die zentrale „Heiße Werkstatt“ zu transportieren, wo weitere, auch fernbedienbare Bearbeitungseinrichtungen zur Verfügung stehen. Zum Transport auf dem Standortgelände werden entsprechend der Strahlenschutzanforderungen ausgelegte Behälter verwendet.

2.2.4.6 Weitere Gesichtspunkte

Weiterhin tragen administrative Maßnahmen dazu bei, die Strahlenexposition des Personals möglichst gering zu halten.

Im Kernkraftwerk ist ein Kontrollbereich festgelegt, der Sperrbereiche enthält.

Alle Sperrbereiche liegen innerhalb des Kontrollbereiches. Sie sind gekennzeichnet und gegen unbeabsichtigtes Betreten gesichert. Wiederkehrende Inspektions- und Wartungsarbeiten sowie Instandhaltungsarbeiten werden unter Berücksichtigung von Ortsdosisleistung, Dauer und Häufigkeit der Arbeiten sowie hinsichtlich der Zahl der mit der Durchführung der Arbeiten zu beauftragenden Personen im Detail geplant. Alle Arbeiten im Kontrollbereich unterliegen einer Freigabepflicht durch das zuständige Strahlenschutzpersonal und werden den Erfordernissen entsprechend überwacht. Vor Aufnahme der Arbeiten wird die Ortsdosisleistung am Arbeitsplatz gemessen.

Vor dem ersten Betreten des Kontrollbereiches wird das Personal über die Arbeitsmethoden, die möglichen Gefahren, außergewöhnliche Strahlenexpositionen und anzuwendende Sicherheits- und Schutzmaßnahmen belehrt.

Wenn bei Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten eine höhere Dosis (z. B. mehr als 50 mSv (5 rem) für das Kollektiv und mehr als 10 mSv (1 rem) für die Einzelperson) zu erwarten ist, wird die Arbeit vor ihrer Ausführung im Detail geplant. Bei der Ermittlung der Personenzahl, die zur Durchführung der Arbeit beauftragt wird, sind auch die Ortsdosisleistung und die Arbeitsdauer berücksichtigt. Die Dosisleistung wird durch Dekontamination, Abschirmung und Fernbedienung, die Arbeitsdauer durch Einsatz von erfahrenem Personal und ggf. durch Training an einem Modell herabgesetzt.

2.2.4.7 Reduzierung der Quellstärken von Radioaktivität

2.2.4.7.1 Begrenzung der Konzentration radioaktiver Stoffe im Reaktorkühlsystem

Die Konzentration radioaktiver Stoffe im Reaktorkühlsystem wird durch die folgenden Maßnahmen gering gehalten:

- Sorgfältige Auslegung und Fertigung der Brennelemente. Dadurch wird eine hohe Integrität der Brennelemente erreicht.
- Wahl geeigneter Werkstoffe und Optimierung der Wasserchemie mit dem Ziel, den Anfall und Austrag von Korrosionsprodukten im Bereich des Reaktorkerns deutlich zu reduzieren.
- Einsatz von bewährten Verfahrenstechniken zur wirksamen Reinigung und Entgasung des Reaktorkühlmittels.

2.2.4.7.1.1 Überprüfung von Brennelementen

Die Erfahrungen mit Siemens-Brennelementen basieren auf zahlreichen Bestrahlungsexperimenten und dem Betrieb einer Vielzahl von in Siemens- und Fremdreaktoren eingesetzten Brennelementen (siehe Abschn. 2.6.9). Die Brennstab-schadensraten aller eingesetzten Siemens-Brennelemente liegen sehr niedrig.

Defekte Brennelemente können während des Brennelementwechsels aus dem Reaktorkern entfernt werden. Ob in einem Reaktor schadhafte Brennstäbe vorhanden sind, die radioaktive Spaltprodukte freisetzen, wird mit folgenden Verfahren festgestellt:

- Messung der Kühlmittelaktivität
Hierzu werden aus dem Reaktorkühlsystem während des Reaktorbetriebes Kühlmittelproben entnommen und im radiochemischen Labor nuklidspezi-

fisch ausgewertet. Die Aktivitätskonzentrationen der wesentlichen Spalt- und Korrosionsprodukte, wie z. B. Xe-133, J-131, Cs-137, Co-60, werden routinemäßig überwacht.

- Sipping Test

Hierbei werden Brennelemente einzeln auf Undichtigkeiten geprüft. Die Prüfeinrichtung ist ein im Brennelementlagerbecken aufgestellter Prüfbehälter. Die zu untersuchenden Brennelemente werden von oben in die Prüfbehälter eingesetzt. Bei eingeschränkter Kühlung erwärmt sich durch die Nachzerfallleistung das Brennelement und das stagnierende Kühlwasser. Ein Teil des in defekte Brennstäbe eingedrungenen Wassers wird dabei zusammen mit gelösten Spaltprodukten insbesondere J 131 und Cs 137 aus dem Brennstab getrieben. Aus dem Prüfbehälter wird dann eine Kühlmittelprobe entnommen und radiochemisch analysiert.

2.2.4.7.1.2 Chemische Maßnahmen

(vgl. Abschn. 2.7.1)

Wie die Erfahrungen zeigen, liefert die von den Komponenten des Reaktorkühlsystems herrührende Ortsdosisleistung bei Prüfungen, Wartungs- und Reparaturarbeiten den größten Beitrag zur Strahlenexposition des Personals. Im wesentlichen wird diese Ortsdosisleistung nicht von den aus defekten Brennstäben freigesetzten Spaltprodukten verursacht, sondern von während des Betriebes abgelagerten aktivierten Korrosionsprodukten. Um die Kontamination des Reaktorkühlsystems durch diese Korrosionsprodukte gering zu halten, werden durch die Einstellung bestimmter chemischer Bedingungen die Konzentration der Korrosionsprodukte im Kühlmittel minimiert und die Transportraten zwischen den Bereichen höherer und tieferer Temperatur gering gehalten.

Hierzu erfolgt eine chemische Konditionierung des Kühlmittels durch Zugabe von isotopenreinem Lithium-7-Hydroxid („alkalische Fahrweise“). Bei Betriebstemperaturen erhöht sich der ausschließlich vom Alkalisierungsmittel Lithium-7-Hydroxid bestimmte pH-Wert des Kühlmittels deutlich, und die Metallabgaberraten der Strukturwerkstoffe werden reduziert.

Durch eine Wasserstoffkonditionierung wird die strahlenchemische Sauerstoffbildung durch Rekombinationsreaktion unterdrückt und die Sauerstofffreiheit des Kühlmittels gewährleistet.

Weitere chemische Maßnahmen zur Reduzierung der Korrosionsproduktkonzentration im Kühlmittel bestehen in der Reinigung des Reaktorkühlsystems, dem Aufbau einer Schutzschicht auf den inneren Werkstoffoberflächen während der Inbetriebsetzung und in der Einhaltung der spezifischen wasserchemischen Bedingungen während des Betriebes.

Das Reaktorkühlsystem wird nach beendeter Montage, Druck- und Dichtheitsprüfung gereinigt.

Der Reinigungs- und Schutzschichtbetrieb des Reaktorkühlsystems wird während des ersten Warmprobetriebes im Betriebszustand „heiß“ (Temp. größer 260 °C) mit Lithium-7-Hydroxid alkalisiertem, sauerstoff- und borsäurefreiem Deionat bei kontinuierlich laufender Reinigung des Kühlmittels gefahren. Hierbei bildet sich eine die Metallabgabe wirksam hemmende, festhaftende Magnetit-Schutzschicht auf den vom Reaktorkühlmittel benetzten Oberflächen.

2.2.4.7.2 Werkstoffwahl

Den größten Anteil der für die Strahlenbelastung des Personals bei Instandhaltungsarbeiten relevanten Dosisleistung liefert Co-60, das durch eine (n, Gamma)-Reaktion aus natürlichem Co-59 entsteht und teils als Verunreinigung - insbesondere des Nickels - teils als Legierungselement in den Materialien des Reaktorkühlsystems enthalten ist. Für Werkstoffe im Reaktorkühlsystem sind niedrigere Kobaltgehalte spezifiziert, die je nach Komponente und Flächenanteil zwischen 800 und 2000 ppm betragen. Die übrigen Korrosionsprodukte sind im Vergleich zu Co-60 für die Strahlenbelastung des Personals von geringerer Bedeutung. Dennoch wird auch hier - soweit es die technischen Erfordernisse zulassen - der Anteil der Werkstoffe, die zu einer Bildung insbesondere von längerlebigen Korrosionsprodukten führen, niedrig gehalten.

2.2.4.7.3. Begrenzung der Aktivitätskonzentration in der Luft des Kontrollbereiches

Die Aktivitätskonzentration in der Luft des Kontrollbereiches wird niedrig gehalten durch

- Leckagebegrenzung in radioaktivitätsführenden Systemen, z. B. durch Verwendung von Wellendichtungen mit Rückführung der Leckagen oder Sperrwasserbeaufschlagung, Spaltrohrmotorpumpen und gekapselten Armaturen,
- Luftführung von Räumen mit geringem Kontaminationspotential zu Räumen mit höherer Kontamination (s. Abschnitt 2.9).
- Überwachung der Konzentration luftgetragener radioaktiver Stoffe in den Räumen

2.2.4.7.4 Abschirmung

Zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals bei Instandhaltung dienen feste und bewegliche Abschirmwände. Der Einsatz von beweglichen Abschirmungen wird soweit wie möglich vermieden, da der Aufbau solcher Abschirmungen selbst Strahlenbelastung verursacht. Bei handbetätigten Armaturen ermöglichen Spindelverlängerungen die Bedienung aus einem abgeschirmten Bereich.

2.2.4.7.5 Dekontamination

Die Strahlenexposition des Personals wird auch dadurch niedrig gehalten, daß Räume, in welche radioaktive Stoffe freigesetzt werden können, leicht zu dekontaminieren sind. Im Kontrollbereich ist daher Vorsorge für leichte Dekontaminierbarkeit getroffen.

Die Fußboden- und Treppenflächen des Kontrollbereiches sind mit leichtdekontaminierbarem Kunststoff beschichtet. Räume mit Behältern für radioaktive Flüssigkeiten und aggressive Medien sowie Gebäudesümpfe sind alswannen ausgebildet. Die Innenflächen der meisten Räume haben einen dekontaminierbaren Anstrich im erforderlichen Umfang. Fugen sind - soweit erforderlich - durch dauerelastisches Kunststoffmaterial dekontaminierbar geschlossen.

2.3 Qualitätssicherung

2.3.1 Allgemeines

Es ist Aufgabe der Qualitätssicherung, die organisatorischen und technischen Aktivitäten zur Sicherstellung der Produktqualität ab der Projektierungsphase bis einschließlich des Betriebes zu planen und systematisch abzusichern, damit die Anlagenteile, Systeme, Komponenten und Bauteile die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. (Zur Definition der in Kapitel 2.3 verwendeten Begriffe siehe Tabelle 2.3/1.) Die Qualitätssicherung schließt die „Begleitende Kontrolle“ ein. Diese beinhaltet die Qualitätssicherungsmaßnahmen, die die Eigenschaften eines Werkstoffes und eines Bauteils oder einer Komponente betreffen, und sieht Überwachungen, Kontrollen und Prüfungen der Produktqualität nach festgelegten Anforderungen vor.

Die Summe der hierzu erstellten innerbetrieblichen Anweisungen und Verfahren zur Regelung der Verantwortlichkeiten und Aufgaben der einzelnen Abteilungen und Stellen, die die Qualitätssicherungsmaßnahmen durchführen, bilden das Qualitätssicherungssystem.

Weitere wichtige Gebiete der Qualitätssicherung sind:

- Qualifikation des Personals durch Weiterbildung
- Standardisierung in Zusammenarbeit mit an Planung und Errichtung der Anlagen beteiligten Stellen
- Weiterentwicklung der Soft- und Hardware durch spezielle Entwicklungs- und Versuchsabteilungen, Versuchsfelder und Labors
- Betriebsverfolgung und Auswertung der Betriebserfahrungen.

2.3.1.1 Einleitung

An der Qualitätssicherung sind während der Planungs- und Errichtungsphase folgende Stellen beteiligt:

- der Besteller
- der Hauptauftragnehmer

- die Lieferanten von Komponenten und Bauteilen
- die Sachverständigen (soweit sicherheitstechnische Aspekte betroffen).

Qualitätssicherung durch den Besteller

Der Besteller sorgt durch Vereinbarungen für die notwendige Zusammenarbeit der beteiligten Stellen bei der Qualitätssicherung. Hierbei anfallende Aufgaben kann er an den Hauptauftragnehmer delegieren.

Durch Audits innerhalb der eigenen Organisation, bei dem Hauptauftragnehmer und bei ausgewählten Lieferanten überzeugt sich der Besteller von der Wirksamkeit der eingeführten Qualitätssicherungssysteme. Stichprobenweise überprüft er auch die vom Hauptauftragnehmer bzw. von dessen Lieferanten erstellten Unterlagen für die Planung und Errichtung unter besonderer Beachtung von Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Wirkungsgrad der zu liefernden Ausrüstungen.

Qualitätssicherung durch den Hauptauftragnehmer

Im Rahmen der Auslegung, Konstruktion und Berechnung beim Hauptauftragnehmer wird durch die Qualitätssicherungsmaßnahmen sichergestellt, daß die Unterlagen geprüft und daß die für die Auslegung, Konstruktion und Berechnung gültigen technischen Regeln und Vorschriften eingehalten werden. Für die Bestellung der Komponenten und Bauteile bei den Lieferanten werden in den Bestellunterlagen des Hauptauftragnehmers die Forderungen hinsichtlich der Konstruktion, Berechnung, Prüfung, Fertigung usw. festgelegt.

Die Anforderung an die Qualitätssicherung bei der Herstellung und Montage von Komponenten und Bauteilen mit sicherheitstechnischen Funktionen wird ebenfalls vom Hauptauftragnehmer festgelegt. Die einzelnen Qualitätssicherungsmaßnahmen umfassen dabei im wesentlichen die Konstruktion und Berechnung, die Beschaffung von Materialien und Bauteilen sowie die Fertigung, Prüfungen und Dokumentation.

Der Hauptauftragnehmer führt in Übereinstimmung mit den Festlegungen in den Bestellunterlagen bei den Lieferanten in den Werken und auf der Baustelle Abnahmen, Prüfungen und Kontrollen durch, die sicherstellen, daß die Ausführung der Komponenten und Bauteile mit den an sie gestellten Forderungen übereinstimmt.

Die Lieferanten der Komponenten und Bauteile werden für den von ihnen zu liefernden Umfang entsprechend den Festlegungen in den Bestellunterlagen vom Hauptauftragnehmer hinsichtlich ihrer Qualifikation beurteilt. Die Durchführung der Qualitätssicherungsmaßnahmen beim Lieferanten wird vom Hauptauftragnehmer überprüft bzw. überwacht.

Qualitätssicherung bei den Lieferanten

Der Lieferant hat organisatorisch und personell sicherzustellen, daß die Vorschriften, Normen und die Hauptauftragnehmer-Anforderungen an die Qualitätssicherung erfüllt werden. Vom Lieferant werden Fertigungs-, Prüf- und Dokumentationsunterlagen entsprechend den Festlegungen in den Bestellunterlagen erstellt. Desweiteren führt der Lieferant Eingangskontrollen für Anlieferteile und Materialien und eine kontinuierliche Überwachung der Fertigung durch. Die Kontrolle der Komponenten und Bauteile während der Fertigung wird durch Zwischenprüfungen und Bauprüfungen (Abnahmen) entsprechend den Hauptauftragnehmer-Anforderungen durchgeführt.

Der Lieferant ist verpflichtet, die Qualitätssicherungsmaßnahmen, die ihm vom Hauptauftragnehmer vorgeschrieben werden, an seine Unterlieferanten weiterzugeben und für deren Durchführung zu sorgen.

Qualitätssicherung durch Sachverständige

Bei Systemen, Komponenten und Bauteilen von sicherheitstechnischer Relevanz, die im Rahmen des § 7 AtG und aufgrund von Gesetzen und Behördenverordnungen bzw. Auflagen einer Begutachtung, Abnahme bzw. Prüfung unterliegen, werden qualitätssichernde Aktivitäten durch Sachverständige durchgeführt.

Dabei werden u. a. folgende Qualitätssicherungstätigkeiten wahrgenommen:

- Sicherheitstechnische Beurteilung bzw. Begutachtung der Auslegung der Gesamtanlage sowie zugehöriger Systeme und Komponenten
- Prüfung der eingereichten Spezifikationen, Arbeits- und Prüfvorschriften

- Beurteilung bzw. Prüfung von Konstruktion und Berechnung einzelner Komponenten und Systeme
- Prüfung der eingereichten Herstellungsunterlagen
- Überprüfung von Herstellern im Rahmen des technischen Regelwerkes (TRD, AD)
- Begutachtung von Werkstoffen
- Überwachung der Bauteilqualität durch eigene Prüfungen und Kontrollen bzw. Teilnahme an Prüfungen und Abnahmen während der Fertigung und Montage in festgelegtem Umfang
- Prüfung bzw. Beurteilung der Ausrüstungen von Systemen und Komponenten sowie ihres funktionalen Verhaltens während der Inbetriebsetzung
- Prüfung der Dokumentation

2.3.1.2 Abstufung der Anforderungen

Die Systeme, Komponenten, Bauteile und Bauwerke sind für die Gesamtanlage von unterschiedlicher funktioneller und sicherheitstechnischer Bedeutung. Dementsprechend werden differenzierte Anforderungen festgelegt.

Die Abstufung der Anforderungen an diese Systeme, Komponenten und Bauteile nimmt Einfluß auf:

- Auslegung
- Konstruktion
- Berechnung
- Werkstoffwahl
- Beschaffung, Transport und Lagerung
- Fertigung und Montage
- Fertigungsüberwachung
- Prüfumfang
- Dokumentation.

Entsprechend der Einstufung der einzelnen Systeme und Komponenten in Klassen werden in den Spezifikationen die einzelnen Qualitätssicherungsmaßnahmen, die Prüfung der Unterlagen, der Prüfumfang (z. B. Werkstoff- und Bauprüfungen) sowie die Organisationen und Stellen, die die Prüfungen durchführen, festgelegt.

Die Beteiligung des Hauptauftragnehmers und der Sachverständigen an der Prüfung der Herstellungsunterlagen bzw. den Werkstoff- und Bauprüfungen sind im Detail in den Spezifikationen festgelegt.

2.3.2 Betriebliche Organisation der Qualitätssicherung

2.3.2.1 Betriebliche Organisation der Qualitätssicherung beim Hauptauftragnehmer

Die Qualitätssicherung wird beim Hauptauftragnehmer von Qualitätssicherungsstellen (QS-Stellen) definiert, koordiniert und überwacht.

Die QS-Stellen unterstehen der Leitung der von den QS-Stellen betreuten Organisationseinheiten (Geschäftsgebiete) und sind damit unabhängig von den Einheiten, die die Planung und Errichtung durchführen. Koordiniert werden diese QS-Stellen von einer zentralen, der Leitung der nächsthöheren Organisationseinheit direkt unterstellten QS-Stelle.

Zu den Aufgaben der QS-Stellen gehören:

- Festlegung der Anforderungen an das Qualitätssicherungssystem des Hauptauftragnehmers und der Lieferanten
- Koordination der Einführung von Einzelmaßnahmen innerhalb des Qualitätssicherungssystems des Hauptauftragnehmers
- Überprüfung und Einhaltung der Effektivität des Qualitätssicherungssystems
- Begleitende Kontrolle der Systeme, Komponenten und Bauteile des Maschinen- und Apparatebaues, wie Prüfung der Spezifikationen und Herstellungsunterlagen, Kontrolle der Fertigung, Durchführung von Prüfungen, Bearbeitung auftretender Abweichungen und deren Korrekturmaßnahmen.

Die Überwachungen, Kontrollen, Prüfungen und Abnahmen während der Herstellung und Montage bzw. Errichtung der elektrotechnischen und bautechnischen Komponenten, Bauteile bzw. Gebäude und bautechnischer Elemente werden von den QS-Stellen der Lieferanten durchgeführt und - soweit erforderlich - von den Fachabteilungen des Hauptauftragnehmers überwacht.

2.3.2.2 Anforderungen an die betriebliche Organisation der Qualitätssicherung bei Lieferanten

In den bestehenden technischen Regeln, Normen und Unternehmer-Vorschriften sind die Anforderungen hinsichtlich der Organisation der Qualitätssicherung beim Lieferanten vorgeschrieben. Wesentliche Anforderungen, deren Einhaltung im Rahmen der Beurteilung durch den Hauptauftragnehmer geprüft wird, sind:

- Die Organisation muß so aufgebaut sein, daß eine wirkungsvolle Qualitätssicherung sichergestellt ist.
- Die mit der Fertigung befaßten Stellen müssen von den mit der Qualitätssicherung beauftragten Stellen organisatorisch klar abgetrennt sein.
- Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Personen und Stellen, die im Rahmen der Qualitätssicherung Funktionen ausüben, müssen klar definiert und schriftlich festgelegt sein.

2.3.3 Qualitätssicherung bei der Anlagenplanung

2.3.3.1 Auslegung, Konstruktion und Berechnung

Die Auslegung und Konstruktion der Gesamtanlage sowie der Systeme, Komponenten und Bauteile werden von den zuständigen Fachabteilungen des Hauptauftragnehmers und zum Teil von den Lieferanten unter Einhaltung der gültigen technischen Regeln, Richtlinien und Vorschriften durchgeführt. Für die Durchführung der Auslegung und Konstruktion liegen detaillierte technische Unterlagen wie z. B. technische Berichte, Auslegungsspezifikationen, Projektierungsrichtlinien, Normen, Vorschriften usw. vor oder werden im Zuge der Projektentwicklung erstellt, um sicherzustellen, daß die Auslegungs- und Konstruktionstätigkeiten in einer geplanten und kontrollierten Form durchgeführt werden.

Im Rahmen der Auslegung und Konstruktion werden u. a. reaktorphysikalische, festigkeitsmäßige, thermische und hydraulische Sicherheitsanalysen und -berechnungen durchgeführt. Außerdem werden Tests und Experimente an Prototypen, Modellen und an der Anlage selbst für spezielle Komponenten und Bauteile zur Überprüfung bzw. Festlegung bestimmter Auslegungs- und Konstruktionskriterien durchgeführt.

Die im Rahmen der Auslegung und Konstruktion erstellten Unterlagen einschließlich deren Änderungen unterliegen einem internen Prüf- und Freigabeverfahren, wodurch sichergestellt wird, daß die Sicherheitsanforderungen, Vorschriften, Richtlinien und die Vertragsbedingungen in den Auslegungs- und Konstruktionsunterlagen richtig angewendet und beachtet wurden.

Die während der Auslegung und Konstruktion erstellten technischen Berichte, Zeichnungen, Pläne und Berechnungen usw., die sich mit der Auslegung der Gesamtanlage sowie der zugehörigen Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnisch wichtigen Funktionen befassen, werden - soweit erforderlich - zusätzlich den Beauftragten der Behörden zur Begutachtung und sicherheitstechnischen Betrachtung vorgelegt.

2.3.3.2 Erstellung und Prüfung von Spezifikationen und Vorschriften für Lieferanten

Für die Bestellung von Systemen, Komponenten, Bauteilen und Dienstleistungen bei Lieferanten werden vom Hauptauftragnehmer Bestellunterlagen erstellt, die die Anforderungen an die Produkte oder Dienstleistungen festlegen.

Für die Komponenten und Bauteile des Maschinen- und Apparatebaues werden die technischen Anforderungen in Technischen Lieferbedingungen bzw. Komponentenspezifikationen (für nicht sicherheitstechnisch wichtige bzw. für sicherheitstechnisch wichtige Komponenten und Bauteile), den dort zitierten Werkstoffspezifikationen und Arbeitsvorschriften sowie in Zeichnungen und Plänen spezifiziert.

In den Spezifikationen und Vorschriften sind die Anforderungen festgelegt, die an Systeme, Bauteile, Komponenten bzw. Werkstoffe hinsichtlich ihrer Funktion, Auslegung, Konstruktion, Herstellung und an die Abnahmeverfahren gestellt werden.

Die Technischen Lieferbedingungen und Komponentenspezifikationen sind die technische Grundlage für die Bestellung von Komponenten und Bauteilen des Maschinen- und Apparatebaues, wie z. B. die Reaktorkomponenten, die Komponenten der Reaktorhilfs- und -nebenanlagen, der Dampfkraftanlage und spezielle Komponenten wie Sicherheitsbehälter und Kerninstrumentierung. Diese Spezifikationen schreiben u. a. die Forderungen der anzuwendender Normen und Vorschriften, der Auslegung und Konstruktion, der zu verwendenden Werkstoffe, der Fertigung, der Kontrolle der Fertigung, der Prüfungen der Verpackung, der Abnahmen und Kontrollen des Transports, der Montage und der Reinigung vor.

Die Arbeitsvorschriften des Hauptauftragnehmers legen für besondere Fertigungsgänge wie Schweißen, Oberflächenbehandlung, Aufbringung dekontaminierbarer Anstriche usw., für besondere Prüfungen wie zerstörungsfreie Prüfungen, Dichtheitsprüfungen sowie für besondere Tätigkeiten wie Dokumentation (Durchführung und Zeugnisbelegung), Verpackung von Komponenten des Reaktorkühlsystems usw., die Anforderungen an den Ablauf bzw. die Durchführung der entsprechenden Tätigkeit fest.

Die Komponenten-Spezifikationen und Technischen Lieferbedingungen, die Werkstoffspezifikationen und die Arbeitsvorschriften einschließlich deren Änderungen unterliegen einem internen Prüf- und Freigabeverfahren durch die einzelnen fachverantwortlichen Abteilungen.

Zusätzlich werden die vorgenannten Unterlagen spezifizierenden Inhalts bei Sicherheitstechnischer Relevanz den Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt

Bei der Elektro- und Leittechnik kommen nur erprobte bzw. typ- und ggf. einigungsgeprüfte Komponenten und Bauteile zum Einsatz, die katalogmäßig erfaßt sind. Somit kann nach dem entsprechenden Katalog bestellt werden.

Für die Bestellung von besonderen Anlagen und Geräten werden spezielle Lieferbedingungen ausgearbeitet, in denen Vorschriften, Normen, Betriebsbedingungen, Prüfungen, Abnahmen usw. festgelegt werden.

Als Basis für die Ausschreibung und für die nachfolgende Auftragsabwicklung der bautechnischen Anlagen werden über die zu beachtenden bautechnischen Vorschriften hinaus detaillierte technische Unterlagen wie Dispositionspläne, Belastungspläne, Spezifikationen, Werkspläne u. ä. erstellt, in denen die Anforderungen hinsichtlich der technischen Ausführung des Bauwerkes und spezielle Forderungen spezifiziert sind.

Die genannten Unterlagen der Bautechnik unterliegen ebenfalls einem internen Prüf- und Freigabeverfahren und werden im Rahmen des baurechtlichen Genehmigungsverfahrens von unabhängigen Prüfern begutachtet und freigegeben.

2.3.3.3 Prüfung und Freigabe der von Lieferanten erstellten Unterlagen

Von Lieferanten werden in Übereinstimmung mit den Festlegungen der Bestellung Konstruktions-, Fertigungs- und Prüfunterlagen sowie Berechnungen, Zeichnungen, Pläne, Anweisungen, Vorschriften erstellt und intern geprüft.

Unterlagen dieser Art mit wesentlichem Inhalt werden im Bereich des Maschinen- und Apparatebaues als sog. Vorprüfunterlagen bezeichnet. Diese Vorprüfunterlagen unterliegen einem internen Prüf- und Freigabeverfahren beim Hauptauftragnehmer und - soweit sie Komponenten und Bauteile mit Sicherheitsrelevanz betreffen - auch beim Sachverständigen.

2.3.4 Beurteilung von Lieferanten

Die Lieferanten müssen ihre Qualifikation entsprechend den Festlegungen in den Bestellunterlagen für ihren jeweiligen Lieferumfang nachweisen.

Die Hersteller der Komponenten und Bauteile des Maschinen- und Apparatebaues mit sicherheitstechnischer Funktion werden entsprechend den Festlegungen in den Bestellunterlagen (Spezifikationen und Vorschriften) vom Hauptauftragnehmer beurteilt. Diese Beurteilung wird von einem Team des Hauptauftragnehmers, das sich aus qualifizierten Personen aus den verschiedenen Fachbereichen und dem Vertreter einer QS-Stelle zusammensetzt, durchgeführt. Dabei werden hauptsächlich folgende Punkte berücksichtigt:

Qualitätssicherung

siehe hierzu 2.3.2.2

Technik

- Fertigungseinrichtungen
- Prüfeinrichtungen
(zerstörungsfreie Prüfeinrichtungen, Werkstoffprüfeinrichtungen)
- Qualifikation der Schweißer und der Schweißüberwachung
- Qualifikation des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen
- Lagerung von Materialien

2.3.5 Qualitätssicherung bei der Herstellung

2.3.5.1 Kontrolle der Fertigung

Die begleitende Kontrolle der Fertigung der Komponenten und Bauteile des Maschinen- und Apparatebaues einschließlich der Werkstoff- und Bauprüfungen werden von den Lieferanten, dem Hauptauftragnehmer und den Sachverständigen entsprechend den Festlegungen in den Spezifikationen und stichprobenartig vom Besteller durchgeführt.

Die begleitende Kontrolle stellt sicher, daß Arbeitsschritte, die die Qualität beeinflussen, sachgemäß ausgeführt werden. Durch die Werkstoff- und Bauprüfungen wird nachgewiesen, daß die Materialien, Bauteile und Komponente die an sie gestellten sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllen.

Der zentrale Plan für die Überwachung der Fertigung, Prüfung und Dokumentation ist der Fertigungs- und Prüffolgeplan (Reaktorkomponenten) bzw. der Bauprüffolgeplan (Komponenten der Reaktorhilfs- und -nebenanlagen).

Im Fertigungs- und Prüffolgeplan werden alle wichtigen Fertigungsschritte, alle spezifizierten Prüfungen und die Verfahrensüberwachungen in der Reihenfolge ihres zeitlichen Ablaufs aufgeführt. Für die einzelnen Schritte wird auf die zu beachtenden Pläne und Vorschriften, wie Schweißpläne, Wärmebehandlungspläne, Reinigungspläne, Prüf- und Arbeitsvorschriften, Arbeitsanweisungen usw., hingewiesen. Außerdem sind im Fertigungs- und Prüffolgeplan die Halte- und Meldepunkte eingetragen. Im Bauprüffolgeplan sind die spezifizierten Prüfungen entsprechend festgelegt.

Haltepunkte sind vor dem Fertigungsbeginn im Rahmen der Fertigungsplanung festgelegte Stellen des Fertigungsablaufes, an denen die Fertigung bis zur Entscheidung über das Prüfergebnis unterbrochen werden muß. An diesen Prüfungen nimmt der Hauptauftragnehmer aktiv teil, ausgenommen er verzichtet schriftlich auf die Teilnahme. Die Weiterfertigung erfolgt nur nach Freigabe durch den Hauptauftragnehmer nach Vorliegen der vollständigen Prüfergebnisse.

Für ausgewählte und in den Vorprüfunterlagen definierte Haltepunkte gilt entsprechendes für die Prüfung/Freigabe durch den Sachverständigen.

Meldepunkte sind vor dem Fertigungsbeginn im Rahmen der Fertigungsplanung festgelegte Stellen des Fertigungsablaufes, an denen die Bereitschaft zu einer geforderten Prüfung gemeldet werden muß. Die Teilnahme an diesen Prüfungen behält sich der Hauptauftragnehmer vor. Die Prüfergebnisse müssen dem Hauptauftragnehmer sofort mitgeteilt werden, die Weiterfertigung darf nur bei positiven Prüfergebnissen erfolgen.

Die vom Hauptauftragnehmer durchzuführende Kontrolle der Fertigung, die Werkstoff- und Bauprüfungen (Zwischenprüfungen und Endabnahmen) werden von qualifizierten Abnahme-Ingenieuren und Prüfern durchgeführt.

Die Fertigung und Prüfung der Anlagenteile, Systeme, Geräte und Bauteile der Elektro- und Leittechnik werden von den Lieferanten nach technischen Regeln, Vorschriften und Richtlinien der Qualitätssicherung und den Bestellvorgaben durchgeführt. Die Aktivitäten des Hauptauftragnehmers erstrecken sich im wesentlichen auf die Beurteilung der Ergebnisse von Typ- und Eignungsprüfungen, Durchsicht der Herstellerunterlagen und Durchführung von Produktaudits.

Die mit der Errichtung der Gebäude, Bauwerke und bautechnischen Elemente beauftragten Bauunternehmen sind gemäß Landesbauordnungen für die sachgerechte Ausführung ihrer Arbeiten einschließlich des Arbeitsschutzes eigenverantwortlich. Der Hauptauftragnehmer koordiniert die Aktivitäten der Bauunternehmer untereinander sowie die Montagetätigkeiten und überwacht die Arbeiten der Bauunternehmen.

2.3.5.2 Prüfmethoden

Maschinen- und Apparatebau

In Übereinstimmung mit den Festlegungen in den Bestellunterlagen, Spezifikationen und Vorschriften werden bei der Fertigung von Komponenten und Bauteilen des Maschinen- und Apparatebaues u. a. folgende Prüfungen, Überwachungen und Kontrollen nach Erfordernis durchgeführt:

- Kontrolle der Kennzeichnung von Erzeugnisformen und Bauteilen
- Überwachung der Schweißarbeiten durch Schweißfachpersonal
- Überprüfung der Wärmebehandlungen
- Verfahrensprüfung
- Prüfung von Arbeitsproben
- Maßprüfungen
- rechtzeitige Durchführung und Auswertung aller Prüfungen und Zwischenprüfungen
- Überwachung von Protokollen und Aufzeichnungen wesentlicher Fertigungsabläufe (z. B. Glühdiagramme, Maßprotokolle)
- Überwachung des Zusammenbaues
- Werkstoffprüfungen
- zerstörungsfreie Prüfungen (Ultraschall, Oberflächenrißprüfung, Durchstrahlungen)
- Dichtheitsprüfungen als integrale He-Dichtheitsprüfung oder Nekaltest
- Druckprüfungen ggf. mit Ausführung eines Dehnungsmeßprogramms
- Funktionsprüfungen, Probeläufe und Leistungsmessungen bei Pumpen, Antrieben u. ä.
- Überprüfung der Komponenten auf Vollständigkeit, Sauberkeit und einwandfreien Zustand
- Dokumentationsprüfung.

Weitere Beschreibungen der Prüfungen sind aus dem Abschnitt 2.7.3 Prüfungen zu entnehmen.

Elektrotechnische Ausrüstungen

Bei den während der Fertigung von elektrotechnischen Komponenten, Geräten, Bauteilen usw. durchgeführten Prüfungen und Kontrollen handelt es sich hauptsächlich um:

Eingangskontrollen (beim Lieferanten bzw. auf der Baustelle)

Vom Lieferanten werden folgende Prüfungen nach Erfordernis durchgeführt:

- Durchführung von Identitätsprüfungen, Beschaffenheitsprüfungen, Sichtprüfungen, Maßkontrollen, elektrische Prüfungen, oder
- Abnahme von Materialien, Teilen und Geräten direkt beim Lieferanten, oder
- Erfassung der Daten aus der Eingangsprüfung.

Überwiegend werden die Methoden der statistischen Qualitätskontrolle angewandt. Der Prüfumfang reicht von 100 % bis zur Kontrolle von Stichproben.

Die Eingangskontrolle auf der Baustelle bezieht sich im wesentlichen auf Sichtprüfung hinsichtlich Transportschäden.

Montagekontrollen (im Herstellerwerk bzw. auf der Baustelle)

Sichtkontrolle vor, während und nach Montage der Geräte und Baugruppen. Sie erfolgt nach Kontrollplänen oder Checklisten.

Bei Sichtkontrolle werden u. a. überprüft:

- Verwendung der richtigen Bauteile
- Ausführung von elektrischen Verbindungen
- Ausführung der mechanischen Verbindungen
- Aufbau der Geräte (z. B. Beachtung der Luft- und Kriechstrecken).

Endprüfung

Eine Endprüfung wird in einem Prüffeld des Lieferanten durchgeführt, welches für diese Aufgabe zuständig ist. Die dabei eingesetzten Mittel richten sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Anlagen, Geräte und Baugruppen und reichen von relativ einfachen Hilfsmitteln bis zu rechnergesteuerten automatischen Prüfsystemen.

Die Funktionsprüfungen der Systeme erfolgen im Rahmen der Inbetriebsetzung.

Bei Bauelementen und Geräten mit sicherheitstechnischen Funktionen wird der Hauptauftragnehmer zu den Endprüfungen hinzugezogen. Diese Prüfungen beziehen sich hauptsächlich auf die

- Funktion hinsichtlich der Betriebsdaten, Temperaturfestigkeit, Spannungsbereich und Lastbereich.

Der Prüfumfang ist in Prüfplänen festgelegt.

Bautechnik

Während der Errichtung bzw. Herstellung der Gebäude, Bauwerke und bautechnischen Elemente werden u. a. folgende Prüfungen und Kontrollen in Übereinstimmung mit den technischen Regeln, Richtlinien und Vorschriften nach Erfordernis durchgeführt:

- Druckfestigkeitsprüfungen an Betonwürfeln
- Biegezugfestigkeitsprüfungen an Beton
- Streckprüfungen und Biegeversuch an Betonstahl
- Materialprüfungen an Zuschlägen wie Sand, Kies und Beton, z. B. Siebversuch, Prüfung der chemischen Zusammensetzung, Prüfung der Verunreinigung
- Wasserundurchlässigkeitsprüfung an Beton
- Kochversuch beim Zement zur Bestimmung der Raumbeständigkeit.

2.3.6 Qualitätssicherung bei Montage und Inbetriebsetzung

Die Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Montage und Inbetriebsetzung umfassen im wesentlichen die Leitung der Baustelle, die Eingangskontrolle angelieferter Komponenten und Bauteile, die Überwachung der Montage, die unter 2.3.5.1 unter „begleitender Kontrolle“ beschriebenen Maßnahmen für sog. baustellenverlagerte Fertigungsschritte (z. B. Verschweißen von Rohrleitungen) und die Planung und Durchführung von Inbetriebsetzungsmaßnahmen. Die Inbetriebsetzung selbst stellt als solche eine integrale Überprüfung des funktions- und sicherheitsgerechten Verhaltens der Gesamtanlage bzw. von Anlagenteilen dar.

Für die Montage- und Inbetriebsetzungsphase (einschließlich Probetrieb) stellt der Hauptauftragnehmer die Baustellenleitung, der u. a. die Organisation der übergeordneten Baustelleneinrichtungen, die Koordination der an der Errichtung der Anlage beteiligten Lieferanten sowie die Wahrnehmung des übergeordneten allgemeinen Arbeits-, Brand- und Objektschutzes obliegt.

Für die Inbetriebsetzung wurden Inbetriebsetzungs-Programme (für die vorbetrieblichen Prüfungen sind sie systemorientiert, für die Leistungsphase phasenorientiert) erstellt. Sie enthalten eine Aufzählung sämtlicher Tätigkeiten. Deren Reihenfolge ist für einzelne Phasen der Inbetriebsetzung in Ablaufplänen niedergelegt.

Für komplexere Vorgänge, besonders im sicherheitstechnischen Bereich projektspezifische Montage- und Inbetriebsetzungs-Anweisungen vom Hauptauftragnehmer bzw. in dessen Auftrag und nach dessen Vorgabe von Lieferanten erstellt. Gestaltung, Gliederung, Prüfung/Freigabe und Verteilung dieser Anweisungen sind in schriftlichen Unterlagen des Hauptauftraggebers geregelt.

In den genannten Anweisungen ist u. a. auch festgelegt, welche Tätigkeiten und Prüfungen wie zu protokollieren sind.

Sowohl die vorgenannten projektspezifischen Planungs- und Anweisungsunterlagen als auch die Montage- und Inbetriebsetzungsprotokolle wie Inbetriebsetzungs-Ergebnisberichte, unterliegen einer Prüfung durch zuständige Fachabteilungen, der Bau- bzw. Inbetriebsetzungsleitung und erforderlichenfalls der Projektleitung.

Dem Sachverständigen werden die Inbetriebsetzungsprogramme zur Kenntnis/Begutachtung gegeben. Er kann in diese Programme eintragen, welche Anweisungen er erhalten, an welchen Schritten der Inbetriebsetzung er teilnehmen will und welche Ergebnisunterlagen ihm zur Begutachtung zukommen sollen.

Auch der Besteller erhält im abzustimmenden Umfang die genannten Montage- und Inbetriebsetzungsunterlagen zur Kenntnisnahme bzw. - soweit vereinbart - auch zur Abstimmung.

2.3.7 Abweichungen von der spezifizierten Qualität

Abweichungen von der spezifizierten Qualität sind Abweichungen von den spezifizierten Qualitätsmerkmalen oder von den vorgeschriebenen Verfahrensparametern während der Fertigung und Montage außerhalb der angegebenen Toleranzen.

Entsprechend den Festlegungen in den Spezifikationen und Arbeitsvorschriften sind Lieferanten von Systemen, Komponenten und Bauteilen des Maschinen- und Apparatebaues verpflichtet, die Ergebnisse von Prüfungen und spezieller Verfahrensüberwachung dem Hauptauftragnehmer mitzuteilen. Nach der Feststellung einer wesentlichen Abweichung von den festgelegten Werten und Parametern müssen der Hauptauftragnehmer und ggf. der Sachverständige eingeschaltet werden. (Bezüglich der Einschaltung des Hauptauftragnehmers und des Sachverständigen und des Vorgehens bei Abweichungen werden die Abweichungen in üblicherweise drei - Kategorien eingeteilt. Das Nähere ist in einer Arbeitsvorschrift des Hauptauftragnehmers geregelt.) Aufgrund der Prüfergebnisse wird von den verantwortlichen Fachabteilungen des Hauptauftragnehmers, erforderlichenfalls nach Abstimmung mit dem Sachverständigen nach spezifizierten Fehlerbeurteilungsmaßstäben über das Verwerfen, Belassen, Ausbessern oder Reparieren entschieden. Falls Ausbesserungen oder Reparaturen durchzuführen sind, werden hierfür vom Lieferanten detaillierte Reparaturpläne erstellt, die vom Hauptauftragnehmer und erforderlichenfalls von Sachverständigen geprüft werden. Alle Reparaturmaßnahmen werden geprüft und dokumentiert.

Falls im Rahmen der Abnahmeprüfungen an den Komponenten und Bauteilen der Elektro- und Leittechnik Abweichungen von der vorgeschriebenen Qualität (den Parametern) festgestellt werden, wird vom Hauptauftragnehmer eine Entscheidung über das weitere Vorgehen (Untersuchungen, Ausbesserung oder Reparatur) getroffen. Bei schwerwiegenden Abweichungen von der spezifizierten Qualität, bei denen besondere Reparaturmaßnahmen notwendig sind, werden diese mit dem Hauptauftragnehmer abgestimmt und gegebenenfalls begleitend kontrolliert.

Die im Rahmen der Bearbeitung durchgeführten Maßnahmen werden dokumentiert.

2.3.8 Überwachung der Prüf- und Meßeinrichtung

Durch die Qualitätssicherungsmaßnahmen und Vorschriften des Hauptauftragnehmers wird erreicht, daß sich seine Prüfeinrichtung und die wichtigen Prüf- und Fertigungseinrichtungen der Lieferanten vor dem Einsatz und während des Einsatzes in einem kontrollierten Zustand befinden.

Je nach Meß- und Prüfeinrichtung werden die Kalibrier- und Wartungsarbeiten nach bestimmten Intervallen (Betriebsdauer) und/oder nach Rückgabe bzw. vor Ausgabe durchgeführt. Die Einrichtungen für besondere Prüf- und Meßverfahren wie Ultraschall, Durchstrahlungsprüfungen, He-Lecktests usw. werden vor dem Einsatz überprüft bzw. kalibriert. Für diese Arbeiten stehen geeignete Kalibrier- und Vergleichskörper zur Verfügung.

Vorschriften und Anweisungen für die Durchführung dieser Tätigkeiten sind in amtlichen Regelungen, in DIN sowie in unternehmensinternen Arbeitsvorschriften niedergelegt.

2.3.9 Personal-Qualifikation

Qualitätsbeeinflussende Arbeiten wie Schweißen und zerstörungsfreies Prüfen werden von Personal ausgeführt, deren Qualifikation hierzu in Form von Zeugnissen, Qualifikationsbestätigungen und ähnlichem zertifiziert ist.

Im Rahmen der Qualifikationsprüfung von Schweißern werden die Handfertigkeit und die Fachkenntnisse der Schweißer geprüft, die Handschweißungen ausführen. Dabei bezieht sich die Qualifikation auf eine bestimmte Schweißart (Gas-schweißen, Lichtbogenschweißen), auf einen bestimmten Werkstoff, Bauteil (Rohr oder Blech) und auf eine bestimmte Dicke.

Die Prüfer für zerstörungsfreie Prüfungen müssen entsprechende Fachkenntnisse nachweisen.

2.3.10 Dokumentation

(Abb. 2.3.10/1)

Unterlagen und Berichte, die den tatsächlichen Fertigungsablauf beschreiben sowie die Ergebnisse von Kontrollen und Prüfungen und die Nachweise über die durchgeführten und angewandten Qualitätssicherungsmaßnahmen werden zusammengestellt und archiviert.

Durch die Dokumentation soll erreicht werden, daß die Fertigungs- und Prüfschritte rückverfolgbar sind und daß ersichtlich ist, nach welchen Vorschriften gearbeitet und geprüft wurde, wer geprüft hat und welche Prüfergebnisse erzielt wurden.

Grundlage der Dokumentation bei der Herstellung von Komponenten und Bauteilen des Maschinen- und Apparatebaues bildet z. B. der Prüffolgeplan mit den übrigen Fertigungsunterlagen. Eine schematische Übersicht über das hier verwendete Dokumentationssystem und über die Hilfsmittel (Unterlagen und Pläne) bei den Reaktorkomponenten gibt Abb. 2.3.6/1 wieder. Als Vorspann zum Fertigungs- und Prüffolgeplan fungieren die Stücklisten in Verbindung mit den Schweißstellenlisten, die als Checklisten dienen und einen Überblick geben, ob ein bestimmtes Einbauteil oder eine Schweißstelle bzw. ein einzelner Fertigungs- und Prüfschritt dokumentiert werden muß.

Der Fertigungs- und Prüffolgeplan dient hauptsächlich der Kontrolle bzw. Übersicht (Kontrollfunktion) über

- den geforderten Prüfumfang
- die geforderte Reihenfolge der Fertigung und Prüfungen
- die Erfüllung der Prüfungen und die Zuordnung der Einzelnachweise hierzu
- den Fertigungs- bzw. Prüfstand
- die bei der Fertigung und Prüfung zu beachtenden Spezifikationen, Vorschriften, Fertigungs- und Prüfunterlagen u. a.

Im Fertigungs- und Prüffolgeplan werden zu den einzelnen Fertigungs- bzw. Prüfschritten die zu beachtenden Vorschriften wie Werkstoffspezifikationen, Arbeitsvorschriften und Arbeitsanweisungen sowie auch detailliertere Fertigungs- bzw. Prüfunterlagen (Pläne) wie Zeichnungen, Wärmebehandlungspläne,

Schweißpläne, Werkstoffprüf- und Probeentnahmepläne, Arbeitsprobenpläne usw. genannt.

Die Bescheinigungen über Materialprüfungen erfolgen nach DIN 50049.

Im Rahmen der Bauprüfungen werden alle Einzelprüfungen (z. B. zerstörungsfreie Prüfungen von Schweißnähten) und alle belegungspflichtigen Fertigungsvorgänge belegt (z. B. Wärmebehandlungen, Schweißungen u. ä.), die im Zuge der Herstellung und bei der Weiterverarbeitung von Erzeugnisformen oder an den fertigen Komponenten durchgeführt werden.

Über die Einzelprüfungen und Kontrollen werden Prüfprotokolle (Einzelprüfbelege) ausgestellt, deren Form und Inhalt entsprechend den Spezifikationsangaben erfolgen.

Weiter gehören alle Meßschriebe bzw. deren Zusammenfassung, Diagramme und Röntgenfilme mit zu den Dokumentationsunterlagen.

Nach Fertigstellung der Komponente und nach Durchführung aller spezifizierten Prüfungen und Kontrollen wird eine zusammenfassende Bescheinigung über die Werkstoffprüfungen, die Bauprüfungen und die Druckprüfung ausgestellt.

Die Dokumentation wird im Zuge der Fertigung von einer zentralen Stelle beim Lieferanten geführt, wobei diese Stelle für die laufende Zusammenstellung und Prüfung bzw. Kontrolle der Dokumentation verantwortlich ist.

Für die einzelnen Komponenten muß die Enddokumentation grundsätzlich bis zum Zeitpunkt der Auslieferung der Komponente oder des Bauteils zur Baustelle abgeschlossen sein. Die Belegung der Montagearbeiten erfolgt auf der Baustelle.

Die Richtigkeit und Vollständigkeit der Dokumentation wird vom Hauptauftragnehmer laufend überwacht und geprüft.

Unterlagen, die den ausgeführten Stand der Anlagen und Systeme der Elektrotechnik beschreiben, werden zur Dokumentation beim jeweiligen Lieferanten zusammengestellt und aufbewahrt.

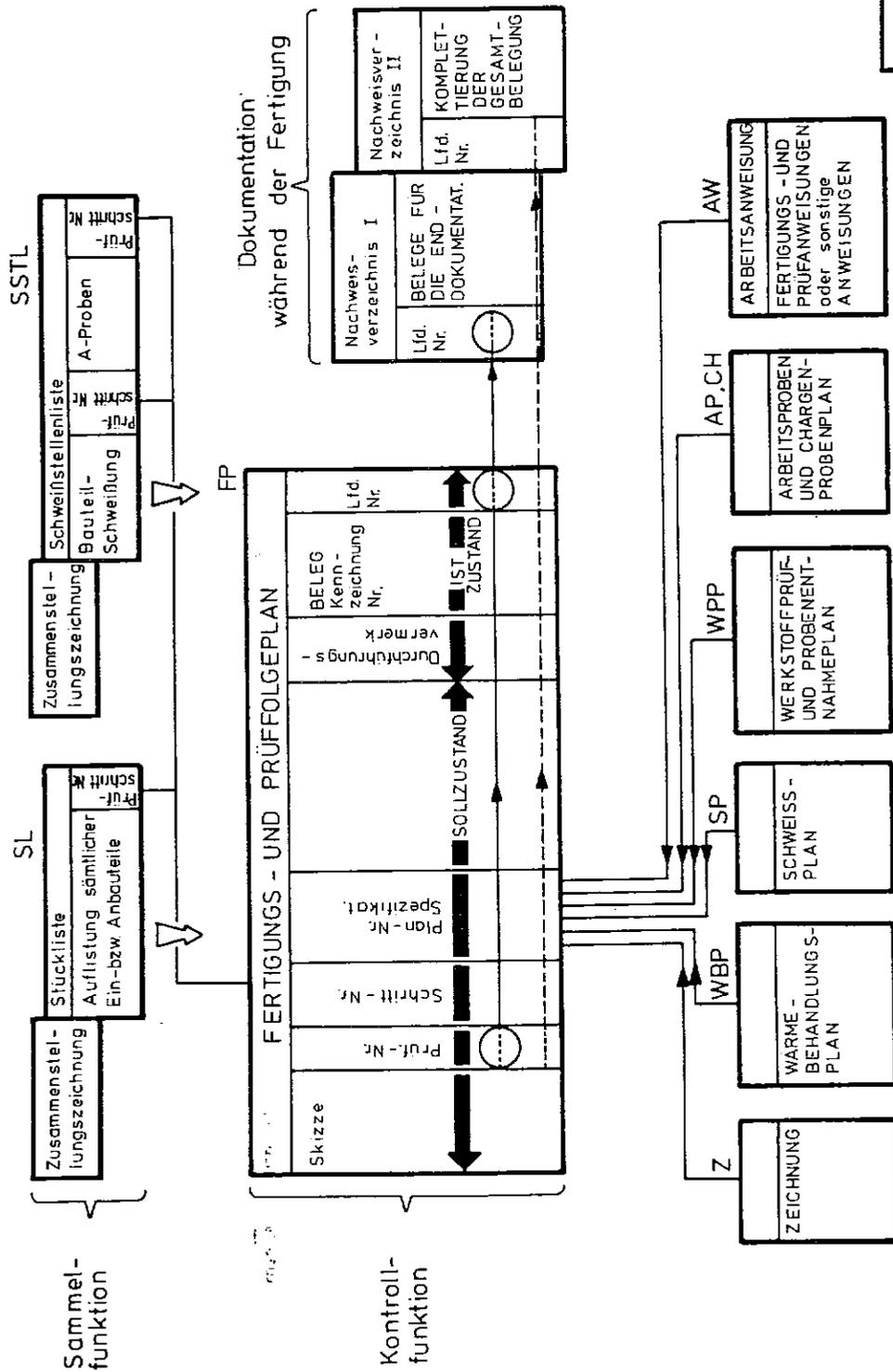
Die letztgültigen Schaltpläne und Beschreibungen werden zur Endmontage und Inbetriebsetzung auf die Baustelle gegeben. Entsprechende Unterlagen werden an den Besteller übergeben.

Zu den wichtigsten Dokumentationsunterlagen, die beim Lieferanten bzw. Hauptauftragnehmer aufbewahrt werden, gehören u. a.

- Prüfprotokoll und -berichte
- Funktionsschemata
- Bauschalt- und Stromlaufpläne
- Sonderbeschreibungen
- Auslegungs- und Detailberechnungen
- Arbeitsanweisungen
- Bestückungspläne
- Prüfpläne
- Aufbaupläne
- Abnahmeprüfunterlagen.

Die Unterlagen (Zeichnungen und Pläne), die den ausgeführten Stand der Gebäude und Bauwerke beschreiben, werden zur Dokumentation zusammengestellt und archiviert. Desweiteren gehören die Protokolle und Zeugnisse über die Prüfungen und Kontrollen zur Dokumentation.

Die Dokumentation über sicherheitstechnisch wichtige Systeme, Komponenten und Bauteile wird auch vom Sachverständigen auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüft.



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Zusammenwirken einzelner Dokumentationsunterlagen Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.3.10/1	DWR 1300 08.90

2.3.11 Prüfung der Qualitätssicherungssysteme

Der Besteller, der Hauptauftragnehmer sowie die Lieferanten - soweit sie sicherheitstechnisch wichtige Lieferungen und Leistungen erbringen - führen interne Audits zur Überprüfung der Wirksamkeit des eingeführten Qualitätssicherungssystems in regelmäßigen Abständen auf Basis interner Anweisungen und/oder Checklisten mittels der QS-Stelle angehörenden Auditoren durch.

Die internen Audits erfolgen gemäß dem jährlich zu erstellenden Auditplan. Das Ergebnis interner Audits wird in Auditberichten, die u. a. auch die abzustellenden Abweichungen aufführen und an die auditierte Stelle sowie deren vorgesetzten Dienststelle verteilt werden, festgehalten. Gefundene Abweichungen werden bis zur Erledigung vom Auditor verfolgt.

Externe Audits werden im Rahmen der Beurteilung von Lieferanten durchgeführt (Näheres hierzu siehe unter 2.3.4).

2.3.12 Qualitätssicherung beim Betrieb

Die für den Betrieb des Kernkraftwerkes notwendigen speziellen Fachkenntnisse werden dem Betriebspersonal durch eine besondere Ausbildung vermittelt. Diese Ausbildung enthält auch die Ein- und Mitarbeit des Betriebspersonals bei der Inbetriebsetzung des Kernkraftwerkes.

Alle zur direkten Prozeßführung wichtigen Daten, Anweisungen und Schrittprogramme sind in einem Betriebshandbuch enthalten.

In einer Technischen Dokumentation sind ferner die Betriebs- und Wartungsanleitungen der Lieferanten von Einzelaggregaten enthalten.

Für sicherheitstechnisch relevante Systeme sind Prüfmöglichkeiten und periodische Funktionsprüfungen (wiederkehrende Prüfungen) vorgesehen (s. z. B. Abschn. 2.5.2.1 und 2.8.2.2).

Die sonstigen wiederkehrenden Prüfungen werden im konventionellen Bereich nach den technischen Regelwerken durchgeführt. Bei sicherheitstechnisch relevanten Systemen erfolgt die Durchführung der Prüfungen gemäß dem in der Genehmigung festgelegten Prüfumfang und -intervall.

Durch Einsatz der dynamischen Schaltung im Reaktorschutzsystem ist auch der dynamische Logikteil selbstprüfend. Fehler des Logikteils einschließlich der Grenzwertmelder werden über rasch ansprechende „Überwachungs- und Meldekarten“ erkannt und gemeldet.

Der statische Logikteil und die Steuerebene werden durch Handprüfung von der Reaktorschutztafel aus während des Betriebes anhand von Prüfablaufprotokollen geprüft und dokumentiert. Die Prüfintervalle werden in den Sicherheitsspezifikationen festgelegt.

Mit Ausnahme der Eigenprüfungen des Reaktorschutzsystems werden alle Prüfungen protokolliert und dokumentiert.

Tabelle 2.3/1

Definition von Begriffen

Begriff	Definition
Anlagenteile, Systeme Komponenten Bauteile	Bei den Begriffen Anlagenteile, Systeme, Komponenten und Bauteile, wie im Kap. 2.3 verwendet, handelt es sich um <ul style="list-style-type: none"> - Systeme, Komponenten und Bauteile des Maschinen- und Apparatebaues - Anlagenteile, Systeme, Geräte und Bauteile der Elektro- und Leittechnik - Gebäude, Bauwerke und bautechnische Elemente der Bautechnik
Arbeitsvorschrift	Eine Vorschrift des Hauptauftragnehmers, die für bestimmte Arbeitsschritte einen definierten Ablauf verlangt. Sie wird im Rahmen der Bestellung an den Lieferanten gegeben und ist Vertragsgegenstand.
Begleitende Kontrolle	Darunter werden die Tätigkeiten verstanden, die sich mit der Prüfung der Ausführung sowohl einzelner Anlagenteile als auch vollständiger Systeme befassen. Während der begleitenden Kontrolle wird geprüft, ob das betrachtete Anlagenteil bzw. System den im Rahmen der Begutachtung festgelegten Anforderungen genügt. Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden in Berichten, Bescheinigungen, Zeugnissen usw. niedergelegt. Der gesamte Prüfumfang der begleitenden Kontrolle wird in folgende Prüftätigkeiten unterteilt: <ul style="list-style-type: none"> - Vorprüfung - Werkstoff-, Bau- und Druckprüfung - Abnahme- und Funktionsprüfung sowie deren Dokumentation.
Besteller	Das das Kernkraftwerk (an den Hauptauftragnehmer) in Auftrag gebende Unternehmen.
Dokumentation	Zusammenstellung der im Rahmen der Herstellung der Komponente erstellten, für eine spätere Beurteilung einzelner Herstellungsphasen wichtigen Unterlagen.
Hauptauftragnehmer	Das die Planung und Errichtung des gesamten Kernkraftwerkes (oder Hauptteile davon) durchführende Unternehmen.
Lieferant	Auftragnehmer des Hauptauftragnehmers. Hierunter fallen die Lieferanten sowohl von Komponenten und Anlagenteilen (dann Lieferant = Hersteller) als auch von reinen Ingenieurleistungen.

Qualifikation	Befähigung bzw. Eignung einer Person, einer Organisation oder eines Verfahrens.
Qualifikationsprüfung	Prüfung zur Erlangung des Nachweises der erforderlichen Qualifikation.
Abweichung	Abweichungen von vorgeschriebenen Merkmalen oder von Verfahrensparametern während Fertigung, Montage und Inbetriebsetzung.
Qualitätskontrolle (Qualitätsprüfung)	Alle kontrollierenden Tätigkeiten, die mit dem Ziel durchgeführt werden, die geforderte Qualität eines Erzeugnisses sicherzustellen.
Qualitätsplanung	Festlegung der Qualitätsmerkmale und der Maßnahmen, die das Erreichen dieser Merkmale gewährleisten sollen.
Qualitätssicherungssystem Abkürzung: QSS	Das Qualitätssicherungssystem wird durch die Summe aller Regeln für die Qualitätssicherung innerhalb einer Organisation gebildet.

2.4 Bauanlagen

2.4.1 Gesamtanordnung

(Tab. 2.4.1/1; Abb. 2.4.1/1 bis 2)

2.4.1.1 Lage der Gebäude

Bei der Anordnung der einzelnen Gebäude ist zu unterscheiden zwischen den standortunabhängigen Blockgebäuden:

- Reaktorgebäude (UJ)
 - Innenraum (UJA)
 - Ringraum (UJB)
 - FD- u. SpW-Armaturenkammer (UJE)
 - Materialschleusenumbauung (UJF)
 - Halbportalgerüst (UJG)
- Reaktorhilfsanlagengebäude (UKA)
- Fortluftkamin (UKH)
- Schaltanlagengebäude (UBA)
- Maschinenhaus (UMA)
- Notspeisegebäude (ULB)
- Notstromerzeugergebäude und Kaltwasserzentrale (UBP)

und den übrigen Gebäuden und Anlagen wie

- Kühlwasserbauwerke mit Kühlwasser-Entnahme- und -Pumpenbauwerke sowie Rückgabebauwerke (UP/UQ)
- Kühltürme mit zugehörigen Pumpenbauwerken (UR)
- Anlagen der Kühlwasseraufbereitung
- Versorgungsanlagengebäude (UTA)
- Gasversorgungszentrale (UTG)
- Bauwerk für Transformatoren (UBF)
- Kontrollpfortnergebäude mit Kantinengebäude (UYF/UYD)
- Büro- und Sozialgebäude (UYA)
- Stützpunktwerkstatt (UST)

deren Anordnung den örtlichen Gegebenheiten angepaßt ist.

Die Lage der Kraftwerksgebäude ist im Lageplan (Abb. 2.4.1/1) dargestellt.

Am Reaktorgebäude sind die Materialschleusenumbauung mit dem Halbportalgerüst und diesem gegenüberliegend die Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammern angeordnet.

Das Reaktorhilfsanlagengebäude umschließt etwa ein Drittel des Reaktorgebäudes, um möglichst kurze Verbindungsleitungen zwischen den Systemen beider Gebäude zu erhalten. Die Gebäude sind durch eine Fuge voneinander getrennt und durch drei Zugänge in den Ringraum und ein Zugang in den Sicherheitsbehälter miteinander verbunden.

Vor dem Reaktorhilfsanlagengebäude, an der dem Reaktorgebäude abgewandten Seite, steht der Fortluftkamin. Die Fortluftkanäle werden von der Lüftungsanlage des Reaktorhilfsanlagengebäudes über Dach in den Fortluftkamin geführt.

Das an die Stirnseite des Reaktorhilfsanlagengebäudes anschließende Schaltanlagegebäude, in dem sich auch die Warte befindet, überdeckt mit einer Längsseite etwa die Breite des Reaktorhilfsanlagengebäudes. Das Schaltanlagegebäude liegt zentral zu den anderen Blockgebäuden, um die Kabelverbindungen zum Reaktor-, Reaktorhilfsanlagen-, Notspeisegebäude, Notstromerzeugergebäude und Maschinenhaus möglichst in kurzen, getrennt geführten, kreuzungsfreien Trassen verlegen zu können. Das Schaltanlagegebäude ist mit dem Reaktorgebäude durch Kabeltrassen verbunden, die durch das Reaktorhilfsanlagengebäude führen.

Das Maschinenhaus ist als freistehendes Gebäude aus den in Abschn. 2.2.3.6.3.3 genannten Gründen mit der Turbinen- und Gebäudestirnseite vor den Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammern des Reaktorgebäudes angeordnet.

Ein vom Maschinenhaus zugänglicher Übergang führt zu den Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammern am Reaktorgebäude.

Die Kabeltrassen werden erdverlegt bzw. in Kanälen geführt.

Das Notspeisegebäude befindet sich auf der dem Schaltanlagegebäude gegenüberliegenden Seite des Reaktorgebäudes und ist mit dem Reaktorgebäude über vier getrennte Rohr- und Kabelkanäle verbunden. Für den Notfall führt innerhalb einer Redundanz ein Personenweg vom Ringraum zur Notsteuerstelle im Notspeisegebäude.

Das Notstromerzeugergebäude mit der Kaltwasserzentrale steht hinter dem Schaltanlagegebäude. Dieses Gebäude ist über 4 getrennte Kanäle mit den 4 redundanzmäßig gleichen Scheiben des Schaltanlagegebäudes verbunden.

Das Kernkraftwerk ist im Regelfalle nur durch eine einzige Einfahrt zugänglich. Alle anderen Tore werden verschlossen gehalten und nur im Bedarfsfalle unter Kontrolle geöffnet.

Der Hauptpersonenzugang zum Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagegebäude und Schaltanlagegebäude erfolgt zentral durch das Büro- und Sozialgebäude. Der Kontrollbereichseingang liegt im Reaktorhilfsanlagegebäude.

2.4.1.2 Gründung, Schutz gegen Grundwasser, Dachaufbau, Höhenangaben der höchsten Kraftwerksgebäude

Die Kraftwerksplanie liegt im Mittel bei + 37,30 m H.N. Für die Gebäude ist $\pm 0,0 \text{ m} \hat{=} + 37,30 \text{ m H.N.}$

Die Kraftwerksgebäude erhalten Flachgründung mit biegesteifen Sohlplatten und sind, soweit sie aneinander angeordnet werden, durch Fugen getrennt.

Zum Schutz gegen eventuelles Eindringen von Grundwasser erhalten die nachstehenden Bauwerke eine äußere Bauwerksabdichtung:

- Notstromerzeugergebäude und Kaltwasserzentrale (UBP)
- Kabelkanäle vom Schaltanlagegebäude zum Maschinenhaus (1 bis 4 UBZ)
- Kabel- und Rohrkanäle vom Schaltanlagegebäude zum Notstromerzeugergebäude (5 bis 8 UBZ)

- Reaktorgebäude (UJ)
- Reaktorhilfsanlagengebäude (UKA)
- Notspeisegebäude (ULB)
- Rohr- und Kabelkanäle vom Notspeisegebäude zum Reaktorgebäude-Ringraum (1 bis 4 ULZ)
- Maschinenhaus (UMA)
- Rohrkanal vom Maschinenhaus zum Reaktorhilfsanlagengebäude (1 UMZ)
- Rohrkanal vom Maschinenhaus zum Notstromerzeugergebäude (2 UMZ)

Reaktorgebäude und das Reaktorhilfsanlagengebäude stehen dabei in einer gemeinsamen Abdichtungswanne.

Die druckwasserhaltende Abdichtung wird unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten aus Grundwasserstand, Baugrund und Belastung bemessen. Die jeweilige Wanne wird bis ca. 15 cm unter Geländeoberkante hochgeführt und der Anschluß der Abdichtung an die aufgehende Konstruktion wasserundurchlässig ausgebildet.

Bei allen anderen Gebäudeteilen und Gebäuden werden zum Schutz gegen Grundwasser die Sohlplatten und die Außenwände bis OK Gelände in wasserundurchlässigem Beton ausgeführt.

Alle Einbindungen (z. B. Rohrleitungen, Kabeldurchführungen) in die Gebäude im Bereich der Grundwasserabdichtung oder des wasserundurchlässigen Betons werden druckwasserdicht ausgeführt.

Außer dem Reaktorgebäude erhalten alle Kraftwerksgebäude Flachdächer. Diese werden, ausgenommen das Notspeisegebäude, als Warmdach mit der erforderlichen Wärmedämmung und Abdichtung auf Bitumenbasis ausgeführt.

Die darüber hinaus bei der Auslegung bestimmter Bauwerke zu berücksichtigenden Lasten aus Einwirkungen von außen sind in Abschnitt 2.2.2 und Tabelle 2.2.2/1 erläutert.

2.4.1.3 Abgrenzung Kontrollbereich mit Personen- und Materialführung

Der Kontrollbereich ist laut § 50 Strahlenschutzverordnung der Bereich, in dem bei 40 Stunden Aufenthalt pro Woche die Möglichkeit besteht, daß Personen durch Bestrahlung von außen oder durch Inkorporation radioaktiver Stoffe im Kalenderjahr eine höhere Körperdosis als die Grenzwerte der Anlage X, Tabelle X1, Spalte 3 erhalten können. Dieser Bereich ist besonders gekennzeichnet und gesichert.

Zum Kontrollbereich gehören von den Kraftwerksgebäuden nur das Reaktorgebäude und der überwiegende Teil des Reaktorhilfsanlagegebäudes.

Der einzige betriebsmäßige Zugang für Personen zum Kontrollbereich liegt im Reaktorhilfsanlagegebäude auf + 16,50 m.

Im Kontrollbereich des Reaktorhilfsanlagegebäudes stehen drei Treppenträume, ein Aufzug und verschiedene Treppen für den Personenverkehr zur Verfügung.

Der Sicherheitsbehälter ist begehbar über die + 12,00 m-Ebene im Kontrollbereichsteil des Reaktorhilfsanlagegebäudes und die Personenschleuse. In dem Sicherheitsbehälter stehen zur Begehung der einzelnen Bühnen bis + 12,00 m vier innerhalb des Schutzzylinders liegende Treppenträume zur Verfügung. Weitere 2 Treppen und ein Treppenraum, welcher bei der zweiten Notschleuse auf + 12,00 m beginnt, erschließen außerhalb des Trümmerschutzzylinders die Bühnen oberhalb + 12,00 m.

Der Reaktorgebäude-Ringraum wird erreicht über untere Ebenen des Reaktorhilfsanlagegebäudes.

Materialien gelangen in das Reaktorhilfsanlagegebäude durch eine Einfahrt. Von dort aus werden Transporte durch Montageöffnungen mit Hebezeugen und dem Lastenaufzug durchgeführt.

Materialtransporte zum Ringraum können nur über das Reaktorhilfsanlagengebäude und von dort durch eine Schleuse geführt werden. Zur Verteilung in diesem Gebäudeteil auf die einzelnen Ebenen stehen ein Transportgang, Montageöffnungen und Hebezeuge zur Verfügung.

Materialtransporte in den Sicherheitsbehälter werden über die Materialschleuse oder für Kleinmaterialien/Werkzeuge über das Reaktorhilfsanlagengebäude und die Personenschleuse geführt.

2.4.1.4 Rettungswege

In der Anlage werden gemäß KTA 2102 ausreichend bemessene Rettungswege mit Sicherheitskennzeichnung sowie Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen.

Es stehen grundsätzlich 2 voneinander unabhängige Rettungswege zur Verfügung.

Die Rettungswege sind so ausgebildet, daß von jeder Stelle eines Raumbereiches mit ständigen Arbeitsplätzen ein gesicherter Bereich in max. 35 m und aus anderen Bereichen in max. 50 m Entfernung erreichbar ist.

2.4.1.4.1 Reaktorgebäude

Reaktorgebäude-Innenraum

Als Ausgänge aus dem Sicherheitsbehälter dienen:

- die Personenschleuse auf + 12,00 m, die über einen Schleusenvorraum mit einem Treppenraum innerhalb des Schutzzylinders verbunden ist,
- die Notschleuse auf + 21,50 m, die mit einem Schleusenvorraum versehen ist und über den Treppenraum am Hubgerüst direkt ins Freie führt.
- die der Personenschleuse gegenüberliegende zweite Notschleuse auf + 12,00 m, die ebenfalls über einen Schleusenvorraum mit einem Treppenraum innerhalb des Schutzzylinders verbunden ist.

Reaktorgebäude-Ringraum

Für den Ringraum sind folgende Rettungswege mit Ausgängen ins Freie bzw. in das Reaktorhilfsanlagengebäude vorgesehen:

- Über die Schleuse auf - 6,00 m in das Reaktorhilfsanlagengebäude
- von zwei Treppenträumen über Schleusen direkt ins Freie
- von einem dritten Treppenraum über eine Schleuse in das Reaktorhilfsanlagengebäude
- auf der Ebene + 21,50 m führt neben der Maerialschleuse ein Ausgang über die angrenzende außenliegende Treppe ins Freie.

Sämtliche Ausgänge ins Freie sind gesichert.

Innerhalb der Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammern führt jeweils eine Treppe zum gemeinsamen Betriebsgang und von hier aus ein Übergang auf Höhe des Maschinenflures zum Maschinenhaus. Ein weiterer Rettungsweg ist über eine Außenleiter vorhanden.

2.4.1.4.2 Reaktorhilfsanlagengebäude

Als gesicherte Rettungswege ins Freie dienen die beiden an der dem Reaktorgebäude abgewandten Seite vorgelagerten Treppenträume sowie der Treppenraum an der dem Schaltanlagengebäude zugewandten Seite. Sämtliche Ausgänge ins Freie sind gesichert.

2.4.1.4.3 Schaltanlagengebäude

Als gesicherte Rettungswege dienen die beiden vorgelagerten Treppenträume mit direktem Ausgang ins Freie.

Alle Räume, in denen sich elektrische Anlagenteile befinden, sind verschlossen. Im Notfall kann von Personen, die sich zu Kontrollzwecken in diesen Räumen aufhalten, jede Tür von innen mit den vorhandenen Panikverschlüssen geöffnet werden.

2.4.1.4.4 Maschinenhaus

Als gesicherte Rettungswege dienen die vier außen am Gebäude angeordneten Treppenträume mit direktem Ausgang ins Freie.

2.4.1.4.5 Notspeisegebäude

Sämtliche Rettungswege führen über die Verbindungsflure auf - 4,80 m und + 3,10 m zu den beiden Treppenträumen bzw. über die Gebäudeausgänge auf Höhe + 3,10 m direkt ins Freie. Aus den Rohr- und Kabelkanälen der Redundanzscheiben besteht die Möglichkeit, am Reaktorgebäude in den jeweils benachbarten Kabelkanal zu fliehen oder über Steigleitern und Rettungsluken auf - 4,80 zu gelangen. Von hier führen die Rettungswege in den einzelnen Redundanzscheiben über den Verbindungsflur zu den beiden auf Ebene + 3,10 m führenden Treppenträumen.

Durch Treppenzugänge bzw. Steigleitern können die Räume des Zwischengeschosses auf - 2,10 m über die Ebene - 4,80 m verlassen werden. Die Redundanzscheiben auf + 3,10 m und - 4,80 m können entweder direkt über die Verbindungsflure oder auf der entgegengesetzten Seite über Steigleitern durch das jeweils andere Geschoß verlassen werden.

2.4.1.4.6 Notstromerzeugergebäude und Kaltwasserzentrale

Aus jedem der vier Bauwerkabschnitte führen ebenerdig zwei Außentüren, jeweils an den Stirnseiten, direkt ins Freie. Von - 5,10 m führt ein Rettungsweg über eine Massivtreppe in das Erdgeschoß und von dort ins Freie.

2.4.1.4.7 Nebenkühlwasser-Entnahme- und Pumpenbauwerke

Aus jedem Bauwerk führt eine gesicherte Tür ins Freie.

2.4.1.4.8 Sonstige Gebäude und Kanäle

Die Kanäle vom Notspeisegebäude zum Reaktorgebäude besitzen zwei doppelwandige, beiderseits glatte Stahltüren jeweils in der Trennwand zwischen äußerem und innerem Kanal, die die Rettungsmöglichkeiten in die Kanäle untereinander gewährleisten. Der Rettungsweg aus den einzelnen Strängen erfolgt über die entsprechenden Redundanzabschnitte des Notspeisegebäudes.

Rettungswege aus den Kabel- und Rohrkanälen zwischen Schaltanlagegebäude und Notstromerzeugergebäude/Kaltwasserzentrale führen über das Notstromerzeugergebäude und über die Kabeleinstiege vor dem Schaltanlagegebäude.

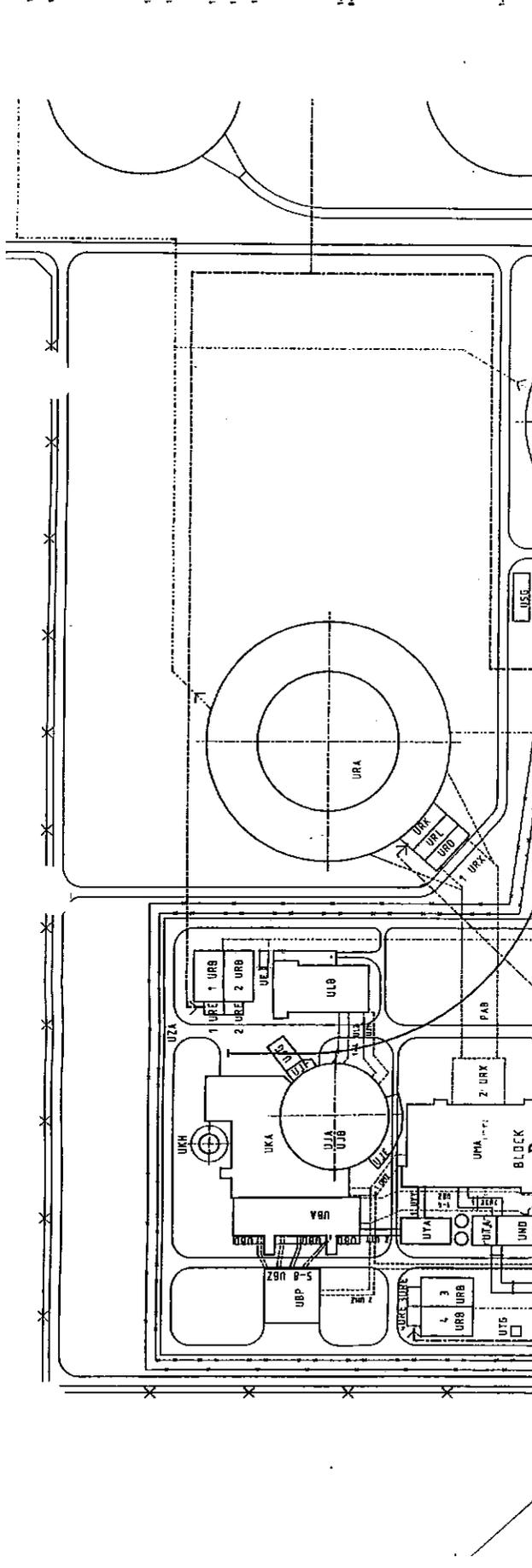
Alle anderen Kraftwerksgebäude und die begehbaren Rohr- und Kabelkanäle besitzen geeignete Rettungswege und Ausgänge ins Freie.

Tabelle 2.4.1/1Maximale Gebäudehöhen

Die höchsten Bauwerke erreichen etwa folgende Höhen über Geländenniveau (OK Attika):

Reaktorgebäude	55,0	m
Reaktorhilfsanlagengebäude	24,0 bzw. 29,1 u. 30,6	m
Fortluftkamin	160	m
Schaltanlagengebäude	25,5 bzw. 28,1	m
Maschinenhaus		
Haupttrakt	36,2	m
Nebentrakt	27,7	m
Kühlturm	165,0	m

- 1-2 URA
- 1-2 URB
- 1-4 URD
- 1-4 URE
- 1-4 URF
- 1-4 URG
- 1-4 URH
- 1-4 URI
- 1-4 URJ
- 1-4 URK
- 1-4 URL
- 1-4 URM
- 1-4 URN
- 1-4 URO
- 1-4 URP
- 1-4 URS
- 1-4 URT
- 1-4 URU
- 1-4 URV
- 1-4 URW
- 1-4 URX
- 1-4 URY
- 1-4 URZ
- 1-4 UUA
- 1-4 UUB
- 1-4 UUC
- 1-4 UUD
- 1-4 UUE
- 1-4 UUF
- 1-4 UUG
- 1-4 UUH
- 1-4 UUI
- 1-4 UUJ
- 1-4 UUK
- 1-4 UUL
- 1-4 UUM
- 1-4 UUN
- 1-4 UUR
- 1-4 UUS
- 1-4 UUT
- 1-4 UUV
- 1-4 UUY
- 1-4 UUZ
- 1-4 UUA
- 1-4 UUB
- 1-4 UUC
- 1-4 UUD
- 1-4 UUE
- 1-4 UUF
- 1-4 UUG
- 1-4 UUH
- 1-4 UUI
- 1-4 UUJ
- 1-4 UUK
- 1-4 UUL
- 1-4 UUM
- 1-4 UUN
- 1-4 UUR
- 1-4 UUS
- 1-4 UUT
- 1-4 UUV
- 1-4 UUY
- 1-4 UUZ



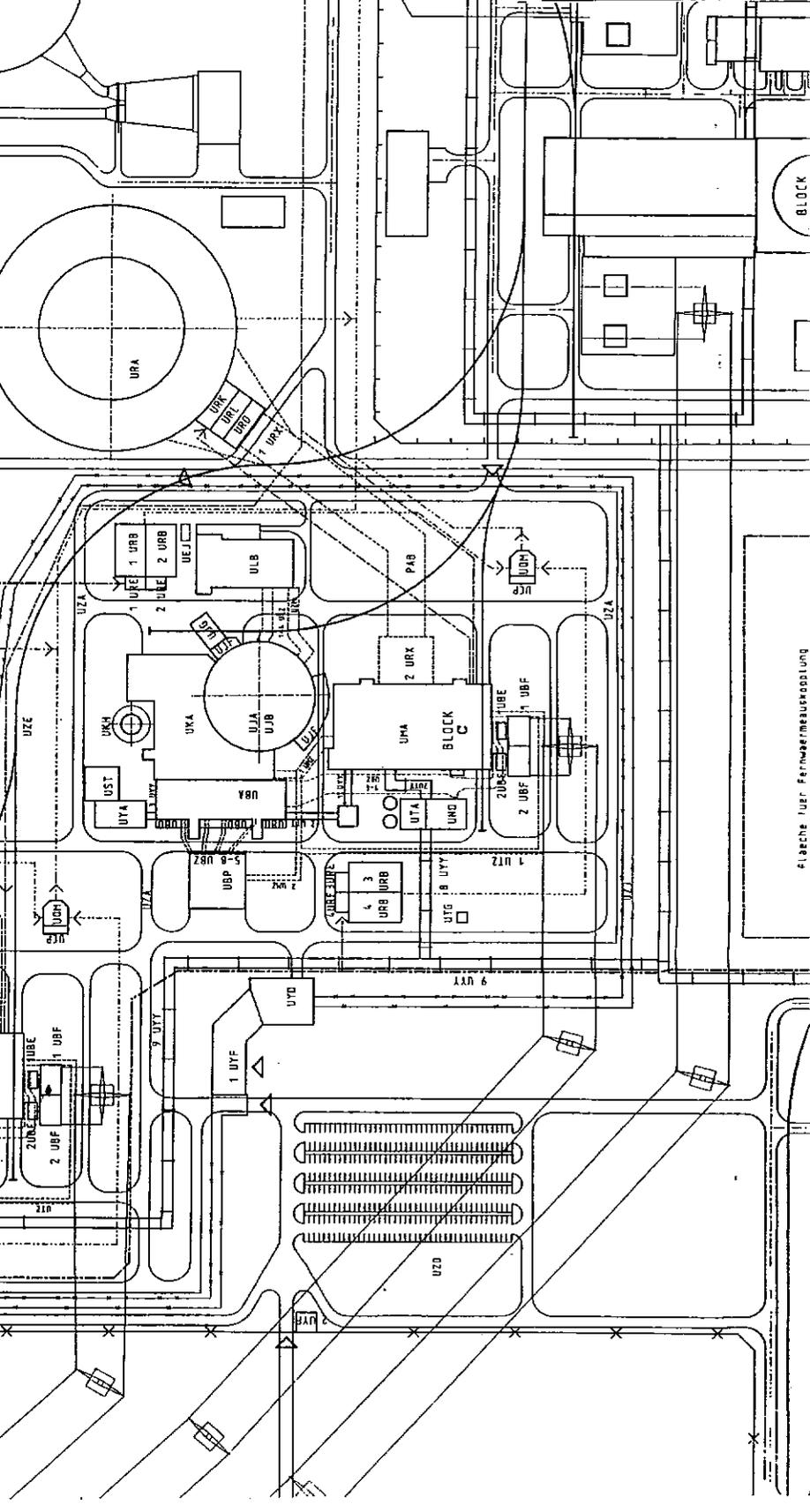
Kernkraftwerk Stendal C/D

Lageplan-Ausschnitt

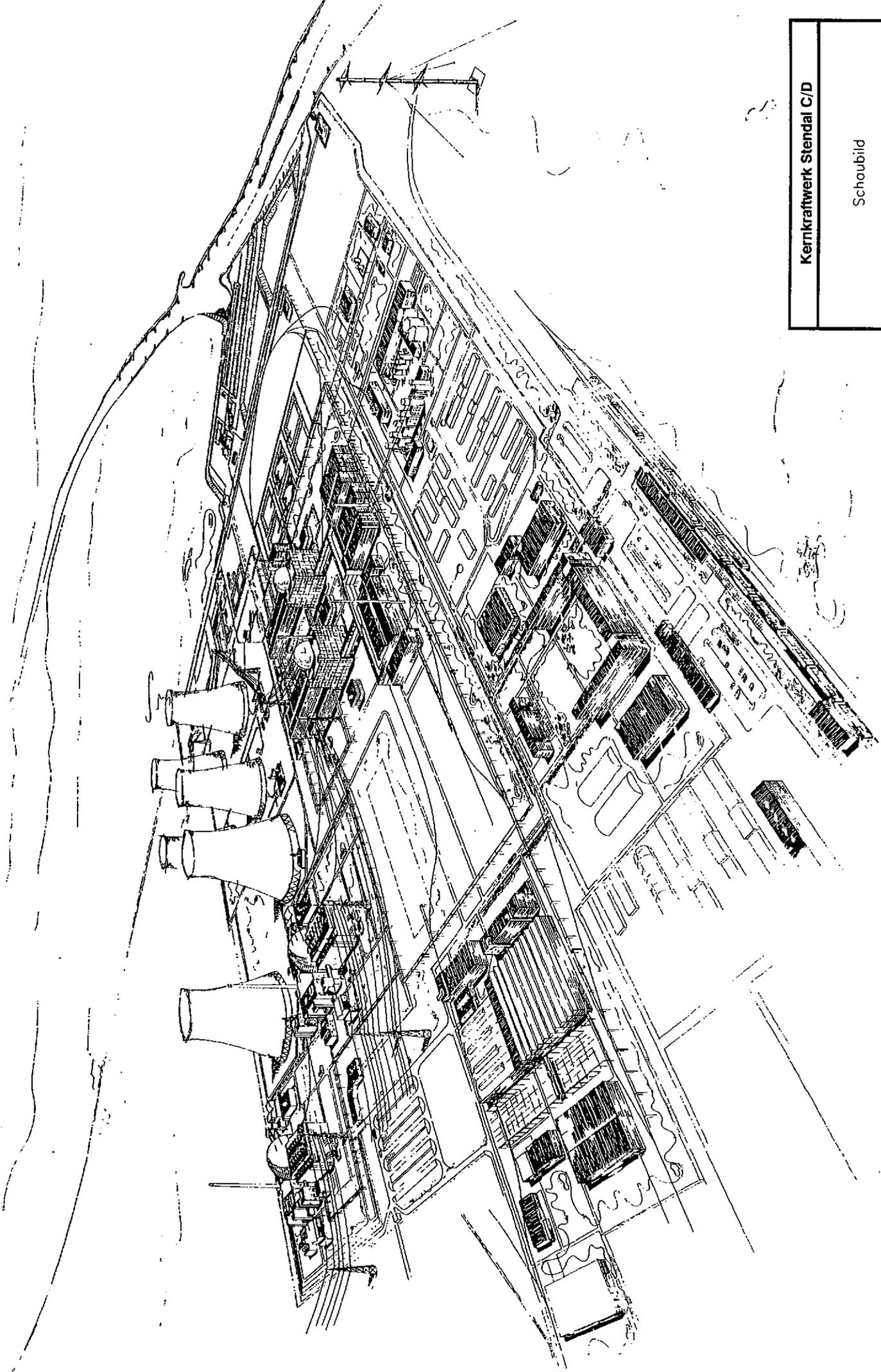
Kraftwerks- und Anlagenbau AG

Abb.: 2.4.1/1

DWR 1300 08.90



FLÄCHE IUFER FERTEILIGKEITSAUSSTELLUNG



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Schaubild	
Kraftwerks- und Anlagenbau AG	
Abb.: 2.4.1/2	DWR 1300 08.90

2.4.2 Reaktorgebäude (UJ)

(Abb. 2.4.2/1 bis 7)

2.4.2.1 Aufgaben, Raumaufteilung und Anlagenanordnung

Das Reaktorgebäude enthält das Reaktorkühlsystem und sicherheitstechnische Einrichtungen.

Das Gebäude umschließt den Sicherheitsbehälter mit dem Reaktorgebäude-Innenraum (UJA). Zwischen Sicherheitsbehälter und Betonhülle befindet sich der Reaktorgebäude-Ringraum (UJB).

Die Festlegung des Gebäudekonzeptes erfolgt unter Gesichtspunkten, für die Anordnung der Komponenten (Behälter, Pumpen, Antriebe usw.) und Rohrleitungen die erforderliche Abschirmung gegen Strahlung und Störfallauswirkungen sicherzustellen. Außerdem wird angestrebt, alle der Funktion nach zusammengehörenden Anlagengruppen unter Beachtung der jeweiligen Redundanzzugehörigkeit so anzuordnen, daß Rohr- und Kabelwege möglichst kurz bleiben.

Im Sicherheitsbehälter sind die gesamte druckführende Umschließung des Kühlmittels sowie Teile von unmittelbar daran anschließenden Nuklearen Hilfsanlagen untergebracht. Der Reaktordruckbehälter und der Reaktorschild aus Stahlbeton befinden sich im unteren Gebäudeteil.

Im Sicherheitsbehälter unterscheidet man:

- Große Anlagenräume - nicht begehbar) während
- Kleine Anlagenräume - bedingt begehbar) des
- Betriebsräume - begehbar) Reaktorbetriebes

Diese drei Raumgruppen sind lufttechnisch voneinander getrennt.

Im Gegensatz zu den großen Anlagenräumen sind die kleinen Anlagenräume kurzfristig mit Umluft spülbar, so daß sie auch während des Reaktorbetriebes für kurze Zeit betreten werden können, wenn es die örtlichen Dosisleistungen zulassen.

Die großen Anlagenräume, die zusammenhängend innerhalb des Schutzzyinders aus Stahlbeton liegen, enthalten insbesondere folgende Komponenten:

- Reaktordruckbehälter
- Hauptkühlmittelleitungen
- Dampferzeuger
- Hauptkühlmittelpumpen
- Druckhaltesystem mit Abblasebehälter und Armaturen.

Die kleinen Anlagenräume enthalten

- druckführende Wärmetauscher und Armaturen des Volumenregelsystems
- Meßumformer
- Meßtisch des Kugelmeßsystems
- Armaturen der Anlagenentwässerung.

Die Betriebsräume innerhalb des Schutzzyinders enthalten:

- Brennelementbecken
- Lademaschine
- separates Transportbehälterbecken
- Kugelmeßsystem
- Anlagenentlüftung
- Treppenträume.

Die Betriebsräume zwischen Schutzzyinder und Sicherheitsbehälter umfassen:

- Druckspeicher des Not- und Nachkühlsystems
- Umluftanlage der Betriebsräume
- Armaturen und Meßumformer
- Lager für neue Brennelemente
- Rohrkanal
- Ringbühnen
- Treppen.

Für die Montage der Komponenten innerhalb des Schutzzyinders sowie zum Anheben der Betonriegel und des Reaktordruckbehälterdeckels beim Brennele-

mentwechsel ist der Reaktorgebäudekran, für Montagen außerhalb des Schutzzyllinders ein Konsolrundlaufkran, eingebaut.

Im Ringraum sind die nächstehend aufgeführten weiteren Hilfsanlagen untergebracht:

- Not- und Nachkühlsystem ohne Druckspeicher mit Beckenkühlsystem
- Leckabsaugesystem
- Kühler und Umwälzpumpen für das Nukleare Zwischenkühlsystem
- HD-Förderpumpen des Volumenregelsystems
- Ringraumabsaugung
- Borierpumpen
- Flutbecken

Weiterhin befinden sich im Ringraum die Kabelverteilung zu den einzelnen Redundanzbereichen des Sicherheitsbehälters sowie Armaturenräume für Sicherheitsbehälterabschlußarmaturen.

2.4.2.2 Zugänge und Treppen

Der betriebsmäßige Personenzugang zum Sicherheitsbehälter/Reaktorgebäude-Innenraum (UJB) erfolgt nur durch die Personenschleuse (JMF) vom Kontrollbereichseingang im Reaktorhilfsanlagengebäude (UKA).

Alle für den Betrieb bzw. bei Revisionen erforderlichen Transporte größerer Komponenten einschließlich der Brennelemente werden durch die Materialschleuse (JME) vorgenommen, die unmittelbar nach außen zu einem vor der äußeren Stahlbetonhülle angeordneten Halbportalgerüst (UJG) mit Krananlage führt.

Innerhalb der Betriebsräume des Sicherheitsbehälters verbinden drei durchgehende Treppen die Geschosse von + 12,0 m bis + 31,9 m bzw. + 37,8 m miteinander. Unerhalb + 12,00 m stehen vier Treppen zur Verfügung. Diese durchgehenden Treppen sind beiderseits des Brennelementbeckens sowie auf der gegenüberliegenden Seite von + 0,20 m bzw. + 1,50 m bis + 12,0 m angeordnet.

Der Zugang von Personen sowie der Transport von Material und Komponenten zum Ringraum erfolgt auf dessen unterstem Flur durch eine Schleuse vom Reaktorhilfsanlagengebäude.

Innerhalb des Ringraumes sind drei durchgehende Treppenräume vorhanden, die feuerbeständig ausgeführt sind. Auf + 0,83 m ist ein Treppenraum des Ringraumes bei ca. 300° an das Reaktorhilfsanlagengebäude angeschlossen.

Innerhalb der Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammern (UJE) sind die vier Armaturenkammern über getrennte Treppen zu erreichen; ein Quergang auf der untersten Ebene verbindet die Treppen untereinander, von dort führt auch ein Übergang zum Maschinenhaus. Materialtransporte erfolgen mit Hebezeugen vom Kraftwerksgebäude unterhalb der Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammern über Montageöffnungen direkt in die einzelnen Armaturenkammern.

2.4.2.3 Nutzung der Räume

Während des Leistungsbetriebes halten sich nur wenige Personen vorübergehend im Reaktorgebäude zu Kontrollzwecken sowie zum Einschleusen neuer und zum Abtransport abgebrannter Brennelemente auf. Sämtliche während des Betriebes zugänglichen Räume dienen lediglich zur Wartung der Anlage und zu Reparaturzwecken. Es sind keine Räume vorgesehen, in denen sich ständig Personen aufhalten.

2.4.2.4 Baubeschreibung

Der äußere Durchmesser des Reaktorgebäudes beträgt ca. 66,80 m, der des stählernen Sicherheitsbehälters 56,00 m. Die lichte Weite zwischen Betonhülle und Sicherheitsbehälter beträgt ca. 3,60 m bei + 21,50 m und ca. 1,60 m im Pol.

Das Reaktorgebäude erhält eine Flachgründung mit biegesteifer Sohlplatte.

Reaktor- und Reaktorhilfsanlagengebäude sind im Berührungsbereich durch eine Fuge voneinander getrennt, um unterschiedliche Setzungen zwängungsfrei ausgleichen zu können.

Das Reaktorgebäude ist in seiner gesamten Grundfläche gleichmäßig bis - 6,00 m unterkellert.

Die Abmessungen der Wände und Decken des Gebäudes werden den Erfordernissen des Strahlenschutzes angepaßt, auch wenn aus statischen Gründen dünnere Wand- und Deckendicken ausreichend sind.

Die Dicke der Stahlbetonhülle erübrigt zusätzliche Schall- und Wärmeschutzmaßnahmen.

Die Ringraumeinbauten - Wände und Decken - sind von der Stahlbetonhülle (Sekundärabschirmung) zur Vermeidung von Kraftübertragungen bei Einwirkungen von außen durch Bewegungsfugen getrennt.

Die Außenkontur des Reaktorgebäudes wird im zylindrischen Bereich von zwei Anbauten unterbrochen:

- der Stahlbetonumbauung des aus dem Sicherheitsbehälter hervortretenden Teiles der Materialschleuse (UJF), die gleichzeitig als gebäudeseitiges Auflager für das Halbportalgerüst dient, dessen Portalstützen auf einem vom Reaktorgebäude getrennt errichteten Portalgerüstfundament gegründet werden,
- den Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammern (UJE).

Alle Decken und Wände des Ringraumes bestehen aus Stahlbeton. Der Sicherheitsbehälter wird mit seinen unteren Zonen in eine Stahlbetonkalotte eingebettet, die ihrerseits auf der durchgehenden Stahlbetonfundamentplatte abgestützt wird. Damit ein vollflächiges sattes Auflager des Sicherheitsbehälters auf der Stahlbetonkalotte gewährleistet ist, wird der konstruktiv bedingte Zwischenraum mit Zementmörtel ausgefüllt.

Die Lasten der Stahlbetoneinbauten des Sicherheitsbehälters werden über die Stahlbetonkalotte in die Fundamentplatte abgetragen. Dabei sind die Einbauten unmittelbar auf das Stahlblech des Sicherheitsbehälters aufgesetzt.

Im Inneren des Sicherheitsbehälters umgibt ein stehender Schutzzyylinder aus Stahlbeton alle Räume, in denen die unter Druck stehenden Anlagenteile und das

Brennelementbecken sowie das BE-Transportbehälterbecken untergebracht sind. Er bildet gleichzeitig einen Schutz für den Sicherheitsbehälter gegen Bruchstücke. Der Zylinderinnenraum wird nach oben durch den Beckenflur und die als Stahlkonstruktion ausgeführten Decken über den Dampferzeugerräumen begrenzt. Der über die Dampferzeugerräume hochgeführte Schutzzylinder trägt die Kranbahn für den Reaktorgebäudekran.

Die Reaktorgrube befindet sich im unteren Teil des Schutzzylinders. Der Reaktorschild, als äußere Begrenzung der Reaktorgrube, ist unterteilt in den Tragschild und den durch einen Ringspalt getrennten Innenschild. Der Ringspalt zwischen Trag- und Innenschild wird zur Wärmeabfuhr genutzt. Die Zuluft wird oberhalb der Innenschildsohle zugeführt. Die auf der Sohle und den inneren Wandflächen des Innenschildes angebrachte Wärmedämmung begrenzt die Temperaturbelastung für den Beton durch den Reaktordruckbehälter. Der Reaktorraum, der Abstellraum für das Kerngerüst, das davor angeordnete Brennelementbecken und das Behälterbecken sind mit austenitischem Stahlblech ausgekleidet.

Die Dimensionierung der Stahlbetonbauteile innerhalb des Sicherheitsbehälters wird im wesentlichen aus den Anforderungen des Betriebes sowie inneren Störfällen und Einwirkungen von außen bestimmt. Überströmtüren und Überströmöffnungen sorgen beim Bruch einer Rohrleitung für den notwendigen Druckausgleich zwischen Anlagen- und Betriebsräumen.

Verschiedene Abschirmwände und Wandöffnungen sind als Setzsteinwände mit vorgefertigten Abschirmsteinen aus Beton gemauert oder trocken versetzt hochgeführt bzw. als Betonfertigteileplatten ausgeführt, erforderliche Haltevorrichtungen zur Aufnahme von Horizontalkräften bestehen aus Stahl.

2.4.2.5 Baustoffe

Vom Sicherheitsbehälter und einzelnen Stahlbühnen abgesehen, wird die gesamte Gebäudekonstruktion in Stahlbeton erstellt.

Das Trennschütz zwischen der Abstellposition für das Kerngerüst und dem Brennelementbecken wird in Schwerstbeton erstellt.

Das Trennschütz zwischen Brennelementbecken und Brennelementbehälterbecken wird aus Stahlbeton erstellt.

Die Oberfläche der Böden ist zur Aufnahme einer dekontaminierbaren Beschichtung geeignet.

Stahlbühnen und Laufstege werden in geschweißter oder geschraubter Konstruktion ausgeführt und mit Gitterrosten oder Flurplatten abgedeckt.

2.4.2.6 Innenausbau

Die Fußboden- und Treppenflächen des Kontrollbereiches werden mit dekontaminierbarem Anstrich versehen. Räume mit Behältern für radioaktive Flüssigkeiten sowie der Sicherheitsbehältersumpf werden als Wannen ausgebildet. Die Innenflächen der Räume erhalten einen dekontaminierbaren Anstrich in dem erforderlichen Umfang.

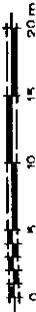
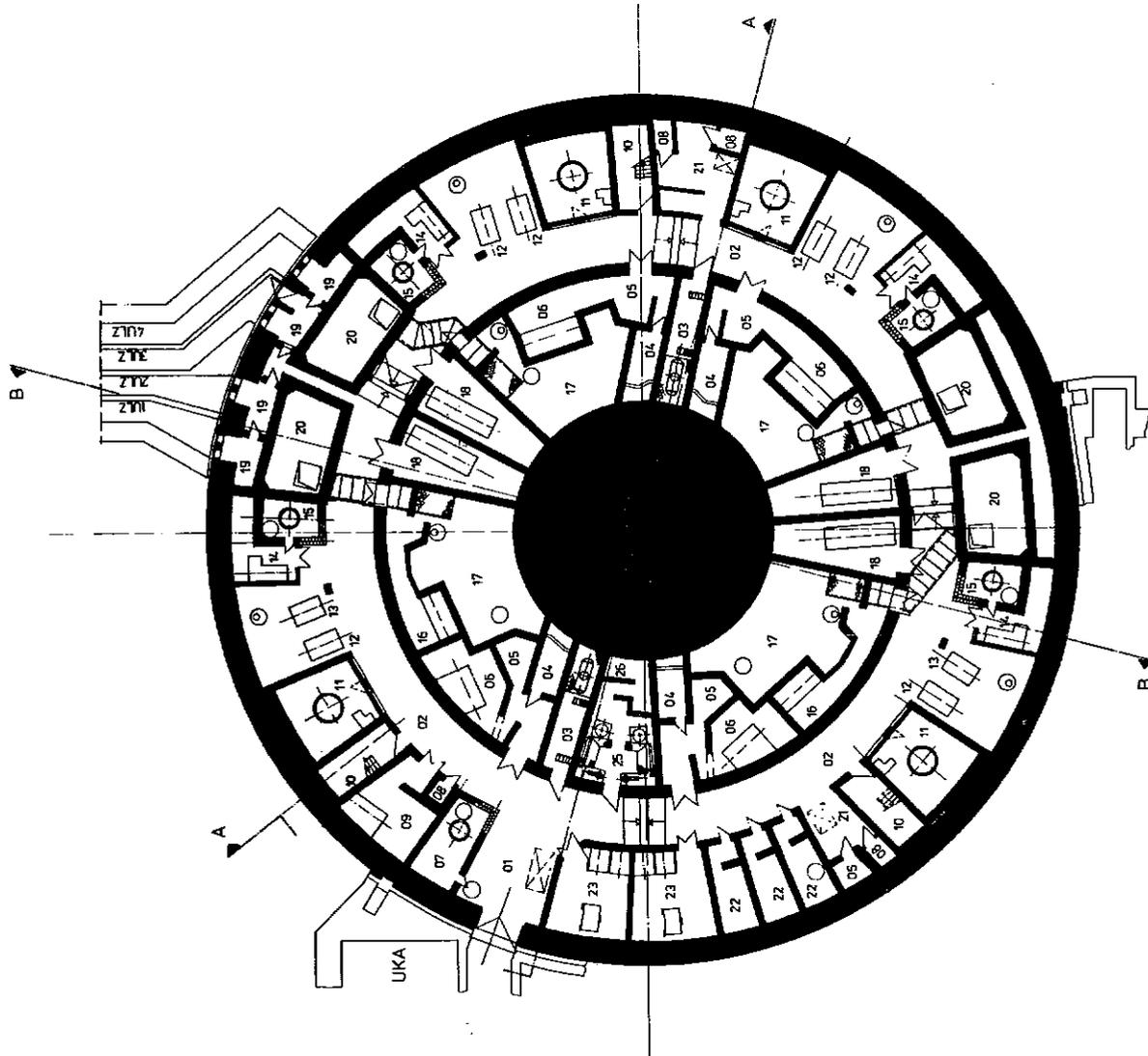
Auch die Oberflächen von Stahlkonstruktionen und Stahlblechteilen erhalten einen dekontaminierbaren Anstrich.

Fugen werden - soweit erforderlich - durch dauerelastisches Kunststoffmaterial dekontaminierbar geschlossen.

Die Innenwandflächen der Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammern und der Materialschleusenumbauung werden mit einem abriebfesten Anstrich versehen.

- UJB 01 Zugang vom Reaktorhilfsanbau, -stube
- 02 Verbindungsgang
- 03 Anlagentwässerung
- 04 Meßumformer
- 05 Armaturenraum
- 06 Nachkühlpumpe
- 07 Beckenkühler
- 08 Raum für Aktivitätsmeßstelle
- 09 Beckenkühlpumpe
- 10 Treppenraum
- 11 Nuklearer Zwischenkühler
- 12 Zwischenkühlpumpe
- 13 Notzwischenkühlpumpe
- 14 Beckenpumpe
- 15 Nachwärmerkühler
- 16 Beckenkühlpumpe
- 17 Nukleares Nachkühlsystem
- 18 Sicherheitsenspeisepumpe
- 19 Absperrschacht
- 20 Flutbecken
- 21 Bereich Montageöffnung
- 22 HD - Förderpumpe
- 23 Ringraumabzugaug
- 25 Leckabsaugesystem
- 26 Rohrleitungsdurchführung

UKA Reaktorhilfsanbauengebäude
1-4 ULZ Rohr- und Kabelkanäle

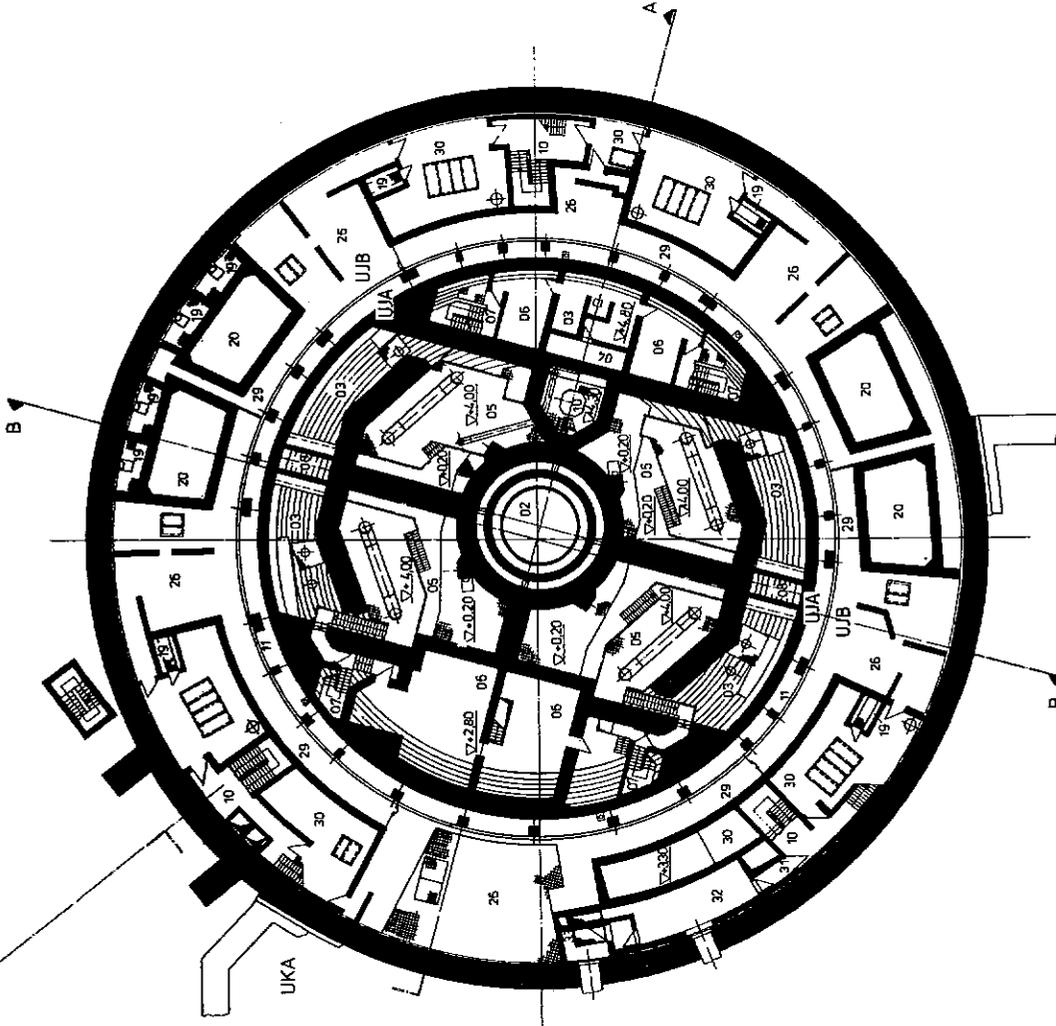


Kernkraftwerk Stendal C/D	
Reaktorgebäude (UJ) Grundriß - 6,00 m	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.4.2/1	DWR 1300 08.90

- UJA 02 Reaktordruckbehälter
- 03 Armaturenraum
- 04 Rohrkanal
- 05 Unterer Dampferzeugerraum
- 06 Meßumformer
- 07 Treppenraum
- 08 Zuluftkanal
- 10 Druckhalter
- 11 Sicherheitsbehälter
- UJB 10 Treppenraum
- 19 Kabelschacht
- 20 Flutbecken
- 25 Rohrleitungsdurchführung
- 29 Ringspalt
- 30 Montageaum
- 31 Schleuse
- 32 Abluftkammer
- 33 Zuluftkammer

- UKA Reaktorhilfslagergebäude
- UJG Halbpantalgerüst

UJA Reaktorgebäude - Innenraum
 UJB Reaktorgebäude - Ringraum

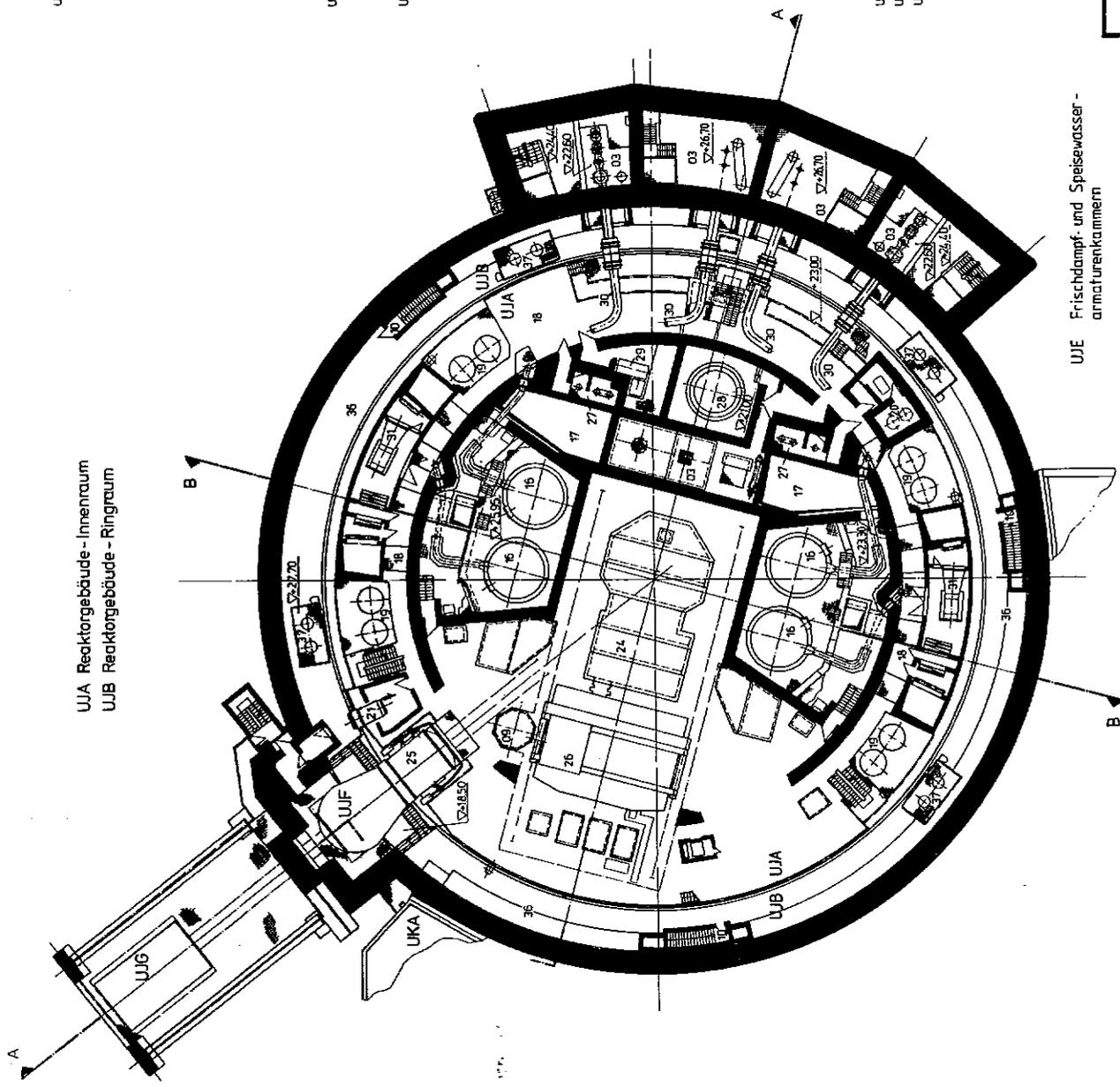


Kernkraftwerk Stendal C/D	
Reaktorgebäude (UJ) Grundriß +6,00 m	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.4.2/3	DWR 1300 08.90

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Reaktorgebäude (UJ) Grundriß +21,50 m	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	DWR 1300 08.90
Abb.: 2.4.2/5	

- UJA 03 Armaturenraum
- 09 BE - Transportbehälterbecken
- 16 Dampferzeuger
- 17 Hauptkühlmittelpumpe
- 18 Ringbühne
- 19 Druckspeicher
- 20 Deionhsystem
- 21 Notschleuse
- 24 Beckenflur
- 25 Materialschleuse
- 26 Lademaschine
- 27 HD-Kühler und Rekuperativwärmelauscher
- 28 Abstellplatz für Reaktordeckelbehälterdeckel
- 29 Entlüftungsbehälter und Evakuierungspumpe
- 30 Frischdampfleitung
- 31 Umluftanlage
- UJB 10 Treppenraum
- 36 Ringbühne
- 37 Ausgleichsbehälter für nukl. Zwischenkühlkreise
- UJE 03 Frischdampfarmaturenkammer

- UKA Reaktorhilfsanlagengebäude
- UJG Halbportalgerüst
- UJF Materialschleusenumbauung

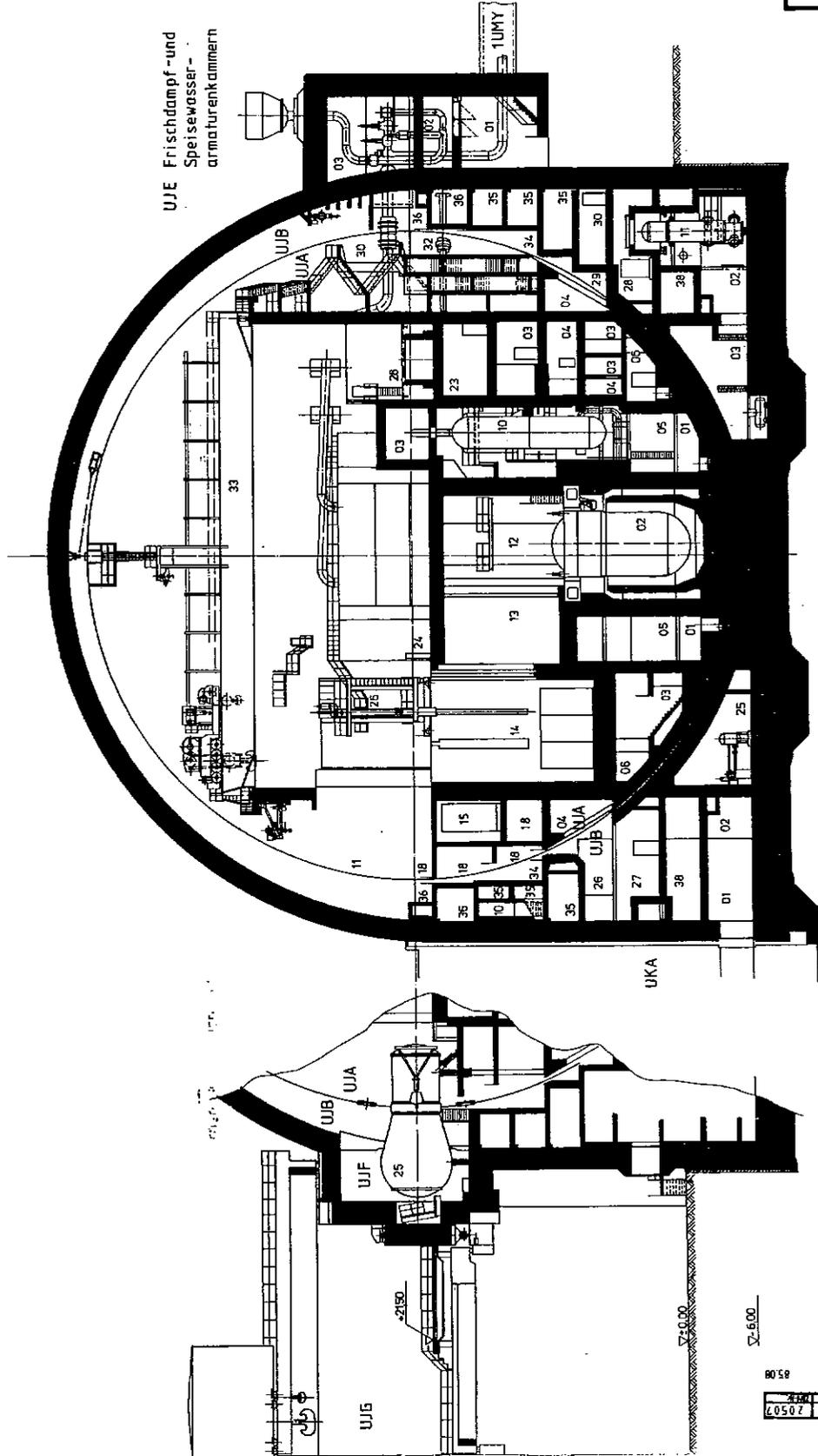


UJA Reaktorgebäude - Innenraum
 UJB Reaktorgebäude - Ringraum

UJE Frischdampf- und Speisewasser-
 armaturenkammer



UJA Reaktorgebäude - Innenraum
 UJB Reaktorgebäude - Ringraum



- UJA
- 01 Pumpensumpf
 - 02 Reaktordruckbehälter
 - 03 Armaturenraum
 - 04 Rohrkanal
 - 05 Unterer Dampferzeugerraum
 - 06 Melumtammer
 - 10 Druckteller
 - 11 Sicherheitsbehälter
 - 12 Reaktorraum
 - 13 Abstellposition für Kerninbauten
 - 14 Brennelementbecken
 - 15 Lager für neue Brennelemente
 - 18 Ringbühne
 - 23 Meltschraum
 - 24 Beckenfüß
 - 25 Materialschleuse
 - 26 Lademaschine
 - 28 Abstellplatz für Reaktordruckbehälterdeckel
 - 30 Frischdampfleitung
 - 32 Speisewasserleitung
 - 33 Reaktorgebäudekran

- UJB
- 01 Zugang vom Reaktorhilfsanlagegebäude
 - 02 Verbindungsgang
 - 03 Anlagenentwässerung
 - 10 Treppenraum
 - 11 Nuklearer Zwischenkühler
 - 25 Leckabsaugung
 - 26 Rohrleitungsdurchführung
 - 27 Rohrleitungsverteilung
 - 28 Barrierbehälter
 - 29 Ringspalt
 - 30 Montageraum
 - 34 Kabeldurchführung
 - 35 Kabelkanal
 - 36 Ringbühne
 - 38 Rohrkanal

- UJE
- 01 Verbindungsgang
 - 02 Speisewasserarmaturen
 - 03 Frischdampfarmaturen
- UJ6
- Halbportaltreppst
- UJF
- Materialschleusenumbauung
- UKA
- Reaktorhilfsanlagegebäude
- UJY
- Übergang Maschinenhaus (FD- und Speisewasser-armaturenraum)

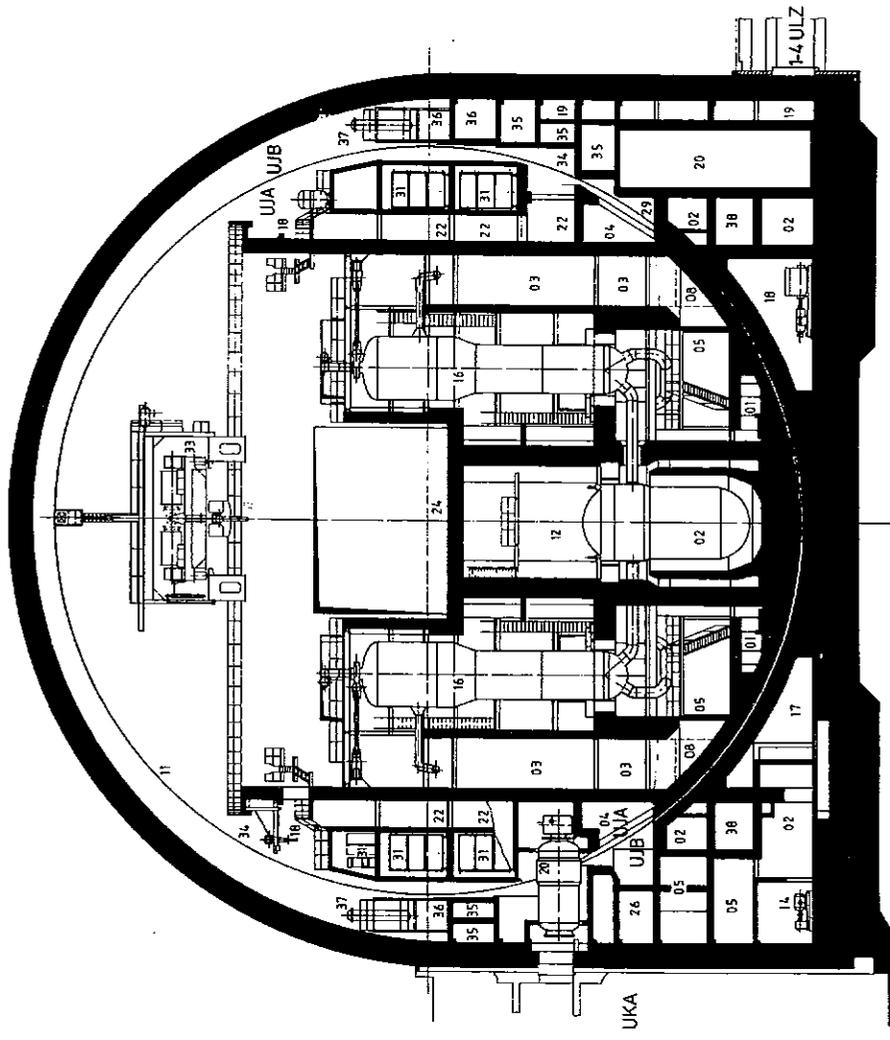
Kernkraftwerk Stendal C/D	
Reaktorgebäude (UJ)	
Schnitt A - A	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.4.2/6	DWR 1300 08.90

UJA Reaktorgebäude - Innenraum
 UJB Reaktorgebäude - Ringraum

- UJA
- 01 Pumpsumpf
 - 02 Reaktorrückbehälter
 - 03 Armaturenraum
 - 04 Rohrkanal
 - 05 Unterer Dampferzeugerraum
 - 08 Zulufkanal
 - 11 Sicherheitsbehälter
 - 12 Reaktorraum
 - 16 Dampferzeuger
 - 18 Ringbühne
 - 20 Personenschleuse
 - 22 Verbindungsgang
 - 24 Beckenflur
 - 31 Umkleanlage
 - 33 Reaktorgebäudekran
 - 34 Konsolkran

- UJB
- 02 Verbindungsgang
 - 05 Armaturenraum
 - 14 Barierpumpe
 - 17 Nukleares Nachkühlsystem
 - 18 Sicherheitsseinspeisepumpe
 - 19 Kabelschacht
 - 20 Flutbecken
 - 26 Rohrleitungsdurchführung
 - 29 Ringspalt
 - 34 Kabeldurchführung
 - 35 Kabelkanal
 - 36 Ringbühne
 - 37 Ausgleichsbehälter für nukl. Zwischenkühlkreise
 - 38 Rohrkanal

1-4 ULZ Rohr- und Kabelkanäle
 UKA Reaktorfußlagengebäude



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Reaktorgebäude (UJ) Schnitt B - B	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	DWR 1300 08.90
Abb.: 2.4.2/7	