

2.8.3 Einrichtungen zur Handhabung und Lagerung von Brennelementen und Reaktordruckbehältereinbauten

2.8.3.1 Lager für neue Brennelemente (FAA)

Das Lager für neue Brennelemente (siehe Abb. 2.8.3.2/1 u. 2) befindet sich im Reaktorgebäude hinter dem Brennelementbecken. Das Lager ist in zwei Räume aufgeteilt:

- Auspackraum mit Auspack- und Inspektionsstation
- Lagergrube mit den Lagergestellen

Die zwei Räume sind mit mehrfach geteilten Blechabdeckungen nach oben hin verschlossen und in die Stahlbetonkonstruktion des Reaktorgebäudes eingebunden. Der Transport der Brennelementtransportbehälter in den Auspackraum erfolgt mit dem Konsolkran des Schutzzyinders, der Transport der Brennelemente von der Auspackstation in die Lagergrube oder direkt in das Brennelementlagerbecken erfolgt mit dem Hilfshubwerk der Lademaschine.

Es werden im Lager für neue Brennelemente Lagergestelle mit Neutronenabsorbern ähnlich den im Brennelementlagerbecken (für abgebrannte BE) verwendeten Gestellen eingesetzt. In den Lagergestellen stehen die Brennelemente auf ihren Füßen. Die Lagerkapazität beträgt 80 bzw. 120 neue BE, je nach Einrichtung des Lagers.

Die Kritikalitätssicherheit wird entsprechend KTA 3602 nachgewiesen.

Im Auspackraum wird die Unterkritikalität durch Handhabung von maximal 2 BE zur gleichen Zeit und unabhängig davon durch Einhaltung eines Mindestabstands sichergestellt, in der Lagergrube durch die Lagergestelle mit Absorberschächten.

Im bestimmungsgemäßen Betrieb liegt für BE mit einem Spaltstoffgehalt entsprechend einer U 235-Anreicherung von 4 % bzw. 3,8 w/o Pu_{fiss} in Natururan der effektive Neutronenmultiplikationsfaktor weit unter 0,9. Wird im Auspackraum ein Handhabungsfehler oder Störfall unterstellt, z. B. eine Unterschreitung des

Mindestabstands oder ein Dampf- und Wassereinbruch, bleibt der effektive Neutronenmultiplikationsfaktor noch unter 0,9.

Die Kritikalitätssicherheit in der Lagergrube ist durch den Nachweis für das Lagerbecken abgedeckt, da der Abstand der Absorberschächte im Trockenlager größer ist als im Lagerbecken.

2.8.3.2 Brennelementlagerbecken, Reaktorraum, Abstellbecken, Brennelementtransportbehälterbecken

(Abb. 2.8.3.2/1 bis 3)

2.8.3.2.1 Brennelementlagerbecken (FAB)

Das Brennelementlagerbecken befindet sich im Sicherheitsbehälter. Es ist so zum Reaktorraum angeordnet, daß das Brennelementlagerbecken und der Reaktorraum von der Lademaschine überfahren und bedient werden können.

Die mechanische Auslegung des Lagerbeckens entspricht den Anforderungen von KTA 2502.

Wände und Boden sind aus Stahlbeton. In den Beton ist eine Unterkonstruktion aus austenitischen Stahlprofilen eingebracht. Diese Stahlprofile sind gitterförmig angeordnet und unterteilen Wände und Boden in rechteckige Felder. Auf dieses Gitterwerk sind austenitische Stahlbleche als wasserdichte Auskleidung aufgeschweißt. Auf das Bodengitterwerk sind außerdem die Auflagebolzen der Lagergestelle aufgeschweißt.

Die Auskleidungsbleche werden nach der Herstellung einer Oberflächenrißprüfung unterzogen. Nach den Schweißnahtprüfungen wird noch eine Füllstandsprüfung durchgeführt.

Eine eventuelle Leckage wird durch das System zur Feststellung von Leckagen (siehe Abschn. 2.8.3.5) abgeführt und durch Wasser aus dem System zur Borsäure- und Deionateinspeisung nachgespeist. Die Schadstelle kann unter Wasser geortet und mittels eines unter Wasser durchführbaren Reparaturverfahrens abgedichtet werden. Die Dichtheit der reparierten Leckstelle wird durch das System zur Feststellung von Leckagen überprüft.

An den Wänden des Brennelementlagerbeckens befinden sich Vorrichtungen für das Abhängen von z. B. Instrumentierungslanzen, Steuerelementführungseinsätzen, Steuerelementen und Bestrahlungsproben; ferner enthält das Brennelementlagerbecken außer den BE-Lagergestellen eine Sippingstation, eine Übergabestation für neue Brennelemente, eine Reparaturreinrichtung mit Schwenkstation für die Brennelemente und ein Gestell für Steuerelementantriebsstangen.

Das vollentsalzte, borierte Wasser im Brennelementlagerbecken dient zur Abschirmung der radioaktiven Strahlung der bestrahlten Brennelemente und kontaminierter Konstruktionsteile und zur Kühlung der Brennelemente. Die Höhe der überdeckenden Wasserschicht ist so gewählt, daß sich beim Transport von Brennelementen Personen am Beckenrand aufhalten können. Um Arbeiten unter Wasser bei guter Sicht durchführen zu können, sind Unterwasserscheinwerfer installiert.

Das Brennelementlagerbecken ist mit dem Reaktorraum/Abstellbecken und dem BE-Transportbehälterbecken durch Schützschächte verbunden. Der Schacht zum Reaktorraum wird während des Reaktorbetriebes mit einem Schütz abgedichtet. Der Schacht zum BE-Transportbehälterbecken kann bei Bedarf mit einem Schütz verschlossen werden.

Im Lagerbecken werden Gestelle mit einer Kapazität von 768 Positionen eingebaut. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Zusatzgestelle mit 24 BE-Positionen einzubauen, so daß die maximal mögliche Lagerkapazität 792 BE-Positionen beträgt.

2.8.3.2.2 Lagergestelle im BE-Lagerbecken (FAB)

(s. Abb. 2.8.3.2/3)

Die Lagergestelle bestehen aus einer Stahlkonstruktion, in der die Brennelemente in quadratischen Absorberschächten dicht beieinander stehen. Zur Einhaltung der Unterkritikalität bestehen diese Absorberschächte aus Neutronen absorbierendem Material.

Aus Gründen der Korrosionsbeständigkeit und Verträglichkeit mit den Beckenkomponenten sind alle Baugruppen und Bauteile der Lagergestelle aus nichtrostenden Stählen hergestellt.

Die Zusatz-Lagergestelle für max. 24 BE-Positionen können auch zur gekapselten Lagerung von Brennelementen benutzt werden. Sie entsprechen im wesentlichen den Lagergestellen für Brennelemente mit dem Unterschied, daß die Absorberschächte als Kapseln ausgebildet sind.

2.8.3.2.2.1 Bemessung der Lagergestelle

Auslegung gegen statische und dynamische Belastung

Die Lagergestelle sind für statische und dynamische Betriebs- und Störfalllasten entsprechend KTA 2502 ausgelegt.

Die statische Belastung der Lagergestelle entsteht durch ihr Eigengewicht und das Gewicht der eingesetzten Brennelemente.

Für die dynamischen Berechnungen der Lagergestelle werden insbesondere durch Einwirkungen von außen in das Reaktorgebäude induzierte Schwingungen zugrunde gelegt, die über die Auflagebolzen des Beckenbodens und die Gestellfüße in die Lagergestelle übertragen werden. Dabei werden die Bewegungen in vertikaler, horizontaler und tangentialer Richtung der Höhenkote des Brennelementlagerbeckenbodens berücksichtigt. Die Kippsicherheit der Lagergestelle wird sowohl leer als auch beladen nachgewiesen.

Sicherstellung der Unterkritikalität

Die Kritikalitätssicherheit wird entsprechend KTA 3602 nachgewiesen.

Die erforderliche Unterkritikalität wird im bestimmungsgemäßen Betrieb allein durch die Absorberschächte, bei unterstellten Störfällen unter Berücksichtigung der Borierung des BE-Lagerbeckenwassers sichergestellt.

Unter Lagerbeckenbedingungen sind Uran-BE mit einer U 235-Anreicherung von 4 % reaktiver als abbrandäquivalente MOX-BE mit 3,8 w/o Pu_{fiss} in Natururan. Unter konservativen Rechenannahmen ergibt sich für eine Belegung des Lagerbeckens mit den genannten Uran-BE und bestimmungsgemäßen Betrieb ein Rechenwert von 0,948 als obere Grenze für den maximalen Neutronenmultiplikationsfaktor.

Bei den nach KTA 3602 zu unterstellenden Störfällen, insbesondere

- fehlerhaftes Abstellen eines BE außen an einem vollbesetzten Lagergestell oder
- Veränderung der BE-Abstände in den Gestellen infolge Erschütterungen durch Einwirkungen von außen,

bleibt der Neutronenmultiplikationsfaktor bei Berücksichtigung der Borierung des Lagerbeckenwassers deutlich unter 0,9, selbst wenn im übrigen konservative Rechenannahmen getroffen werden.

Bei den Zusatzeinrichtungen im Lagerbecken (BE-Übergabe-, Sipping-, Schwenk- und Reparaturstationen) ist analog für bestimmungsgemäßen Betrieb und zu unterstellende Störfälle Kritikalitätssicherheit gegeben.

2.8.3.2.2.2 Korrosionsverhalten der bestrahlten Brennelemente

Bei der Lagerung bestrahlter Brennelemente in vollentsalztem, boriertem Wasser bei einer Betriebstemperatur von ca. 40 °C sind folgende Punkte zu beachten:

- mechanische Festigkeit der Hüllrohre
- Korrosion der Hüllrohre und Strukturmaterialien
- Aufnahme von Wasserstoff in den Hüllrohren

Die durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen zeigen folgende Ergebnisse:

Für hochbelastete Brennelemente wird unter konservativen Annahmen am Ende der Einsatzzeit und bei einer Lagertemperatur von 40 °C nur eine mechanische Beanspruchung der Hüllrohre von ca. 10 % der zulässigen Beanspruchung erreicht. Eine Beeinträchtigung der mechanischen Integrität der Brennstäbe bei einer längerfristigen Lagerung durch die Innendruckbelastung ist also ausgeschlossen.

Die Korrosionsraten der Zircaloy-Hüllrohre bei der Lagerung im Brennelementlagerbecken bei 40 °C sind so niedrig, daß sie selbst bei mehr als 10jähriger Lagerzeit vernachlässigt werden können.

Der Korrosionsabtrag der Stahlstrukturteile der Brennelemente ist bei der Wasserqualität im Brennelementlagerbecken vernachlässigbar.

Die bei der Handhabung von bestrahlten Brennelementen auftretenden Belastungen sind auch unter Berücksichtigung der durch Wasserstoffaufnahme gealterten Hüllrohrwerkstoffe problemlos. Eine Versprödung der Hüllrohre durch Umlagerung des in den Hüllrohren vorhandenen Wasserstoffes infolge Thermodiffusion kann aufgrund der niedrigen Temperaturen nicht auftreten.

2.8.3.2.3 Reaktorraum (FAE), Abstellbecken (FAF)

Der Reaktorraum und das Abstellbecken für die Aufnahme des Kerngerüsts sind mit austenitischem Stahlblech ausgekleidet.

Das Abstellbecken für das Kerngerüst bildet eine Erweiterung des Reaktorraumes. In der Betonwand zwischen beiden Becken ist ein Schützschtach vorhanden. Bei Einschub des Schützes kann der Wasserspiegel im Reaktorraum gesenkt werden, während das abgestellte Kerngerüst geflutet und abgeschirmt bleibt.

Um die Arbeiten unter Wasser bei guter Sicht durchführen zu können, sind in den Becken Unterwasserscheinwerfer installiert.

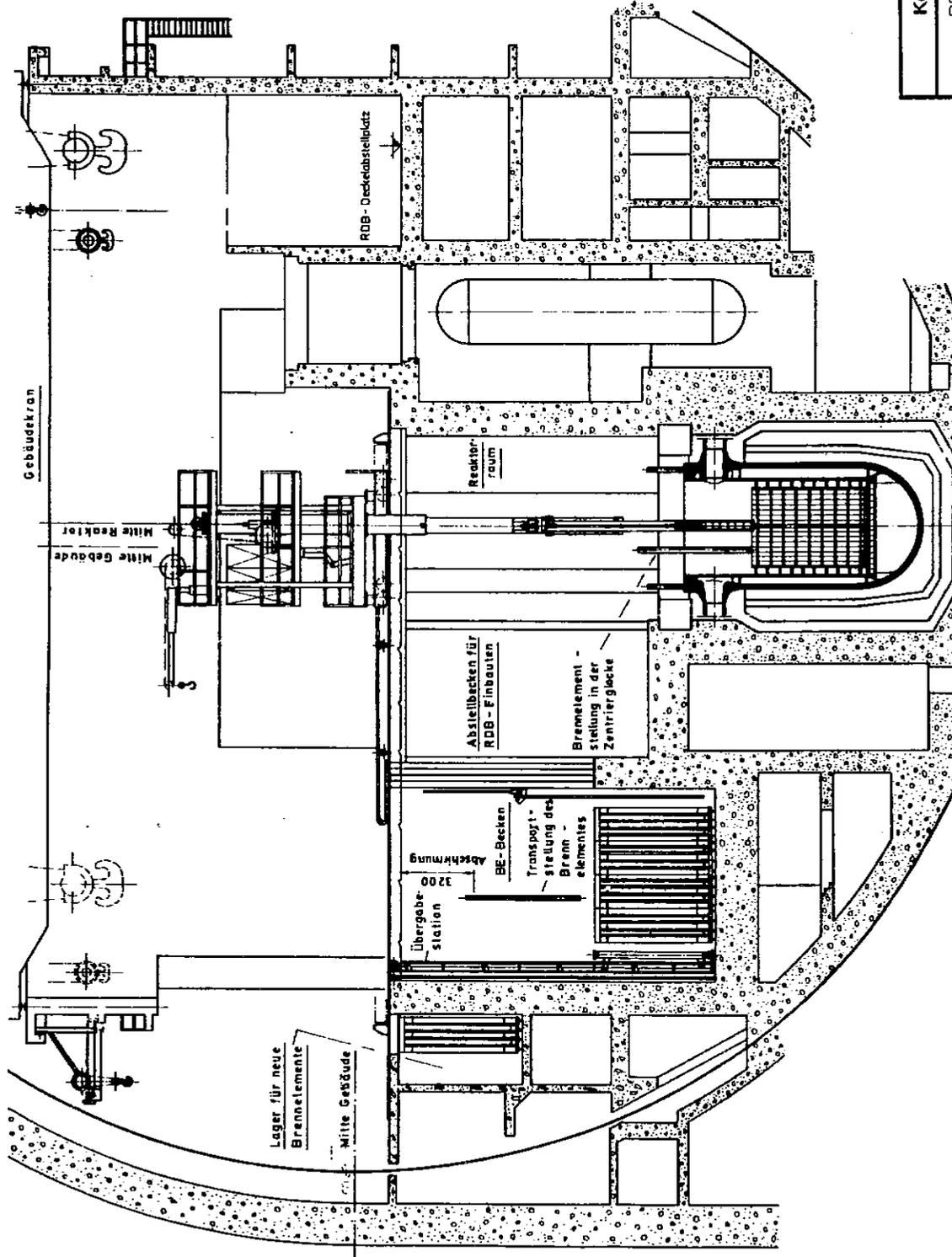
2.8.3.2.4 BE-Transportbehälterbecken (FAB)

Das BE-Transportbehälterbecken dient zur Aufnahme des Transportbehälters für bestrahlte Brennelemente. Es befindet sich auf der Materialschleusenseite unmittelbar neben dem BE-Becken. Durch diese Anordnung wird eine Gefährdung des BE-Beckens sowie dessen Einbauten samt den darin gelagerten Brennelementen bei der Handhabung des BE-Transportbehälters verhindert.

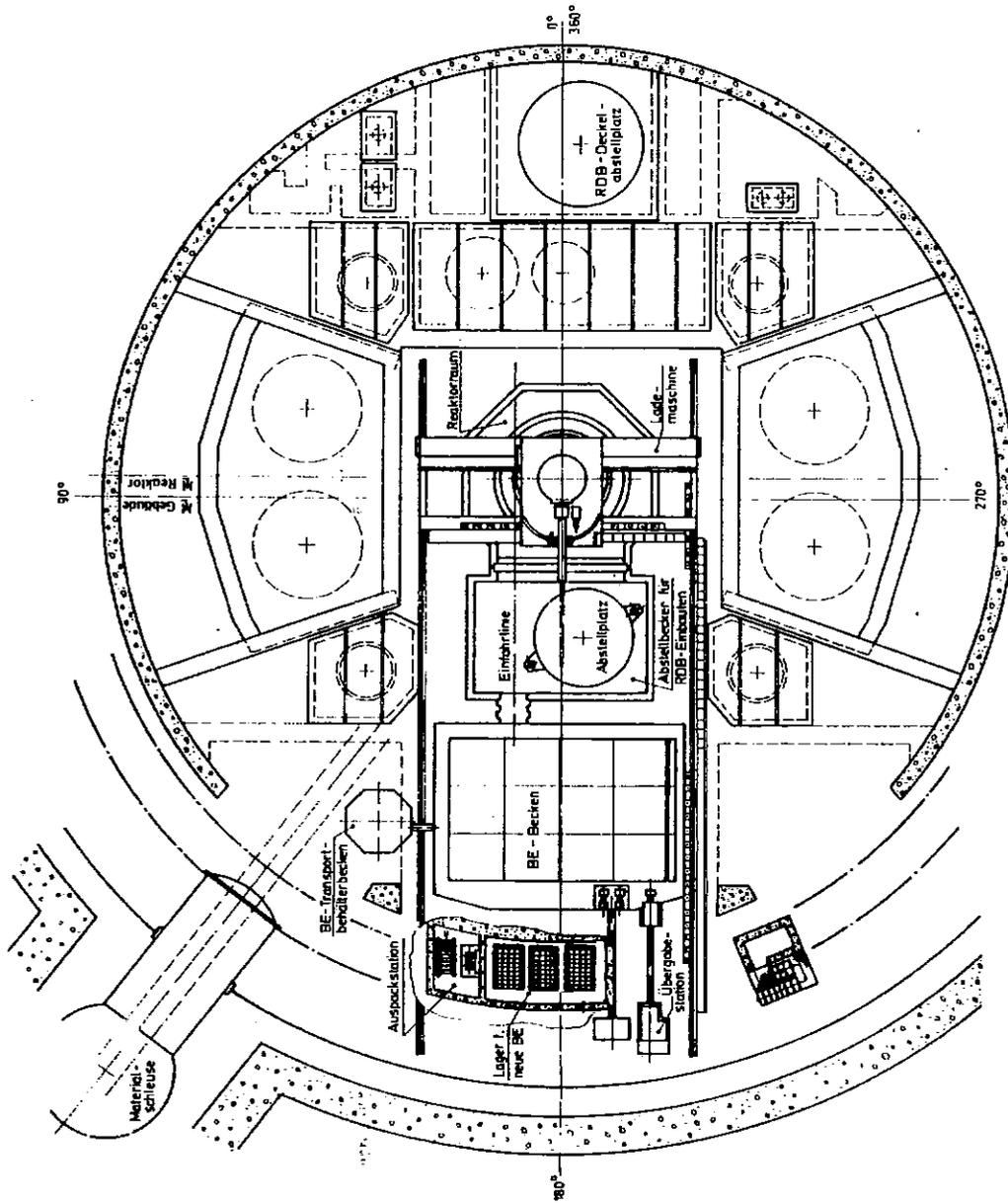
Der Grundriß des BE-Transportbehälterbeckens ist der Transportbehälterform angepaßt. Beckenwände und Boden sind aus Stahlbeton und mit austenitischem Stahlblech ausgekleidet.

Die gewählte Beckengröße verhindert ein Umfallen des abgesetzten BE-Transportbehälters. Konsolen an der Beckenwand dienen zum Abhängen des BE-Transportbehälterhubgeschirrs.

BE-Transportbehälterbecken und BE-Becken sind durch einen Schützschaft verbunden, durch den die Brennelemente unter Wasser transportiert werden. Bei Bedarf kann der Schützschaft mit dem Schütz verschlossen werden.

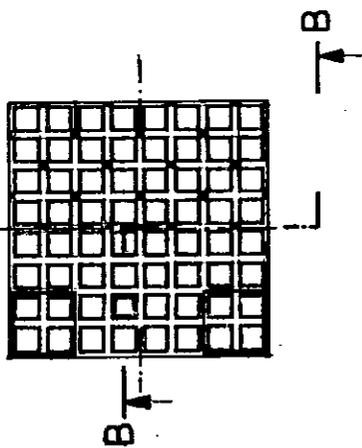


Kernkraftwerk Stendal C/D	
BE-Lager und BE-Becken Seitenansicht Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.3.2/1	DWR 1300 08.90

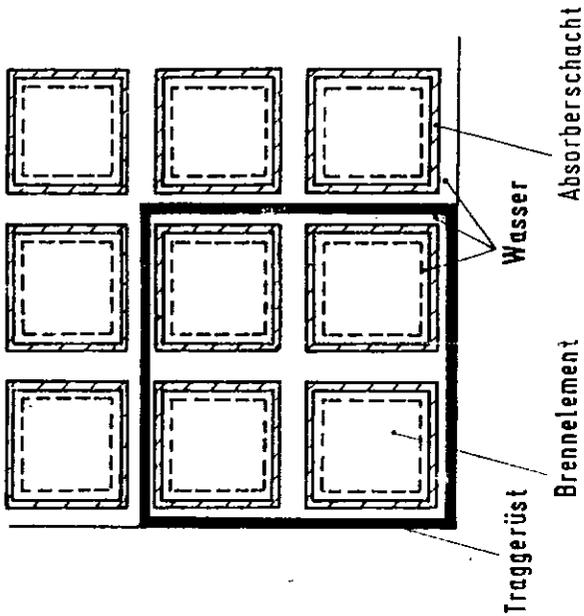


Kernkraftwerk Stendal C/D	
BE-Lager und BE-Becken Draufsicht Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.3.2/2	DWR 1300 08.90

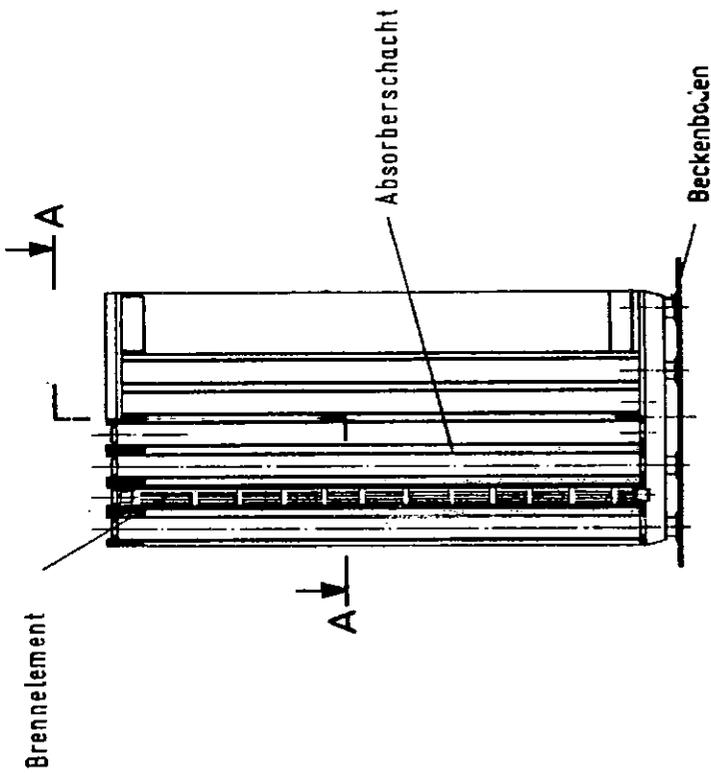
Schnitt A-A



Ausschnittsvergrößerung



Schnitt B-B



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Lagergestell für Brennelemente Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.3.2/3	DWR 1300 08.90

2.8.3.3 Einrichtungen zur Handhabung von Brennelementen (FB/FC)

Die Einrichtungen zur Handhabung der Brennelemente sowie sonstige Einrichtungen und Werkzeuge, die zur Durchführung eines Brennelementwechsels erforderlich sind, umfassen:

- Lademaschine mit Doppelgreifer
- Übergabestation
- Hilfsbrücke
- Kupplungswerkzeug
- Einfachgreifer
- Lanzengreifer mit Einführtrichtern
- Antriebsstangengreifer
- Schleuswagen
- Reaktorgebäudekran
- Sippinganlage

Werden bei Überprüfung der wieder in den Reaktorkern einzusetzenden BE in der Sippinganlage Schäden festgestellt, kann das betroffene BE mit Hilfe einer Schwenk- und Reparaturstation repariert werden.

2.8.3.3.1 Lademaschine (siehe Abb. 2.8.3.3/1)

Die Lademaschine dient zum Transport der Brennelemente, Steuerelemente (SE), Drosselkörper und Neutronenquellen zwischen Reaktorraum und Brennelementbecken, zum Transport neuer Brennelemente vom Lager für neue BE zur Übergabestation im BE-Becken mit anschließendem Einsetzen in die BE-Lagergestelle und zum Transport abgebrannter Brennelemente von den BE-Lagergestellen in den Transportbehälter für abgebrannte BE.

Durch die Ausrüstung der Lademaschine mit einem Doppelgreifer ist es möglich, sowohl Brennelemente mit beliebigem Einsatz als auch diese Einsätze (Steuerelemente, Drosselkörper oder Neutronenquellen) einzeln zu transportieren bzw. umzusetzen.

Die Hauptbestandteile der Lademaschine sind:

- Laufbrücke mit Laufsteg
- Laufkatze mit Bedienungs-, Zwischen- und Geräteplattform
- Führungsmast (in der Laufkatze gelagert)
- Haupthubwerk für Doppelgreifer
- Doppelgreifer
- Hilfshubwerk
- Positionierungssystem
- Elektrotechnische Ausrüstung

Von dem auf der Bedienungsplattform der Lademaschine befindlichen Steuerpult aus werden alle Antriebe geschaltet sowie die Greiferbetätigung vorgenommen.

Auf dem Steuerpult werden sämtliche Betriebs- und Störmeldungen, Hubweg und Hubkraft des Haupthubwerks und der Zustand der Druckluftsteuerung angezeigt.

Durch eine Sichtöffnung in der Bedienungsplattform kann die Stellung der Zentrierglocke zu den Positionen im Reaktor und den Lagergestellen direkt beobachtet werden.

Das Positionierungssystem besteht aus Markierungsschildern an einem Brückträger sowie am Beckenrand und mitfahrenden Anzeigern, deren Stellung über optische Einrichtungen zum Steuerpult übertragen wird.

Die Zwischenplattform dient zur Aufnahme des Haupthubwerks, der Schalt- und Steuerschränke.

Auf der Geräteplattform befinden sich das Hilfshubwerk mit einer Leitungszuführung, der Ausleger für das Hilfshubwerk und die komplette Druckluftsteuerung für den Doppelgreifer.

Der Führungsmast, durch den über Rollen die Zentrierglocke des Doppelgreifers geführt wird, ist in der Bedienungsplattform in einem Kugeldrehkranz gelagert und ragt nach unten bis ca. 0,8 m an die Lagergestelle heran.

Der Doppelgreifer ist über zwei Seile und einen Waagebalken mit dem Haupthubwerk verbunden. Er besteht aus den drei Hauptbaugruppen

- Zentrierglocke
- SE-Führungseinsatz mit Brennelementgreifkopf
- Steuerelementgreifer

Diese drei Hauptbaugruppen bilden eine teleskopierbare Einheit, wobei die Zentrierglocke über Rollen im Führungsmast, der SE-Führungseinsatz mit dem Brennelementgreifkopf über Rollen in der Zentrierglocke und der Steuerelementgreifer durch den SE-Führungseinsatz geführt werden.

Die Betätigung des BE- und SE-Greifers erfolgt über je einen Druckluftzylinder, wobei das Öffnen durch Druckluft und das Schließen durch Druckfedern vorgenommen wird.

An den BE- und SE-Greifern sind Unterwasserendschalter angebracht, die zu verschiedenen Stellungsmeldungen und Verriegelungen benutzt werden.

Beide Greifer sind auf doppelte, voneinander unabhängige Weise, d. h. lastabhängig mechanisch und wegabhängig elektrisch, gegen Fehlbetätigung verriegelt.

Zum Greifen eines Brennelementes wird nach dem Positionieren zunächst die Zentrierglocke abgesenkt. Im BE-Becken setzt die Zentrierglocke auf das Lagergestell auf, wobei sich die acht Zentrierstifte an entsprechenden Zentrierungen des Gestells positionieren. Im Reaktor setzt die Zentrierglocke nach entsprechend größerem Hub auf einem Festanschlag im Führungsmast auf, wobei sich die acht Zentrierstifte in je zwei Bohrungen der vier benachbarten Brennelementköpfe zentrieren.

Anschließend fährt der SE-Führungseinsatz mit dem Brennelementgreifkopf innerhalb der Zentrierglocke abwärts, bis er ca. 10 mm vor dem Brennelementkopf stehen bleibt. Dabei erfolgt eine Feinzentrierung des Greifers mit dem Brennelement und der Greifer wird geschlossen, wobei vier Greifklinken unter den BE-Kopfrahmen greifen. Das Brennelement wird anschließend vollständig in die Zentrierglocke und diese in den Führungsmast eingezogen.

Beim Greifen eines Steuerelementes wird nach dem Aufsetzen des BE-Greifers auf dem Brennelement weiter abwärts gefahren, wobei der Steuerelement-Greifer innerhalb des Führungseinsatzes abwärts fährt und auf dem Kopfteil des Steuerelementes aufsetzt. Dabei fahren die beiden Greifklinken in eine entsprechende Bohrung ein, in der sie durch Einrasten in Nuten zum Einklinken gebracht werden. Das Steuerelement wird dann vollständig in den SE-Führungseinsatz gezogen und die Zentrierglocke wird mit angehoben, bis sie ihre vorgesehene obere Endstellung erreicht hat.

Das auf der Zwischenplattform der Lademaschine angeordnete Hilfshubwerk dient in Verbindung mit dem Einfachgreifer zum Transport der neuen Brennelemente vom Lager für neue BE zur Übergabestation im BE-Lagerbecken.

Die Lademaschine wird entsprechend KTA 3902 ausgelegt und geprüft, das Haupthubwerk mit Doppelgreifer nach Abschnitt 4.4, das Hilfshubwerk nach Abschnitt 4.3.

Einige der Sicherheitsmerkmale und Verriegelungen der Lademaschine sind:

- Die Fahrbereiche von Brücke und Katze sind durch Endschalter und Puffer begrenzt
- Das Brennelement wird, geschützt durch Zentrierglocke und Führungsmast, transportiert
- Verriegelungen verhindern Fehlbedienungen und überwachen die mechanischen Funktionen
- Die am Brennelement wirkenden Reibkräfte beim Einsetzen und Herausziehen im Bereich des Reaktors oder Lagergestelles werden überwacht; bei Unter- oder Überschreitung vorgegebener Werte erfolgt automatisch Hubabschaltung.

2.8.3.3.2 Weitere Handhabungseinrichtungen

Übergabestation für neue Brennelemente

Die Übergabestation dient zum Umsetzen der neuen Brennelemente vom Lager für neue Brennelemente zum Brennelementbecken.

Die Übergabestation besteht im wesentlichen aus einem Schlitten zur Aufnahme der neuen Brennelemente, der an Führungsschienen an der BE-Beckenwand mittels einer elektrisch betriebenen Winde auf- und abbewegt wird. Der mechanische und elektrische Teil der Übergabestation ist nach KTA 3902, Abschnitt 4.2, ausgelegt und geprüft.

Hilfsbrücke

Die von Hand auf den Laufschielen der Lademaschinen-Brücke verfahrbare Hilfsbrücke dient als Arbeitsplattform, z. B. für folgende Arbeiten:

- im Reaktorraum zum An- und Abkuppeln der Steuerelementantriebsstangen mit dem Kupplungswerkzeug, welches dabei auf einem Geländer der Hilfsbrücke aufgestellt ist. Zur Bedienung der Werkzeuge, welche beim Ziehen und Einsetzen der Kerninstrumentierungsanzüge benutzt werden (Lanzengreif und Einsetztrichter), wird sie ebenso verwendet wie als Arbeitsbühne bei der Handhabung des Kerngerüsts und der Steuerelementantriebsstangen,
- nach Abbau des zweiten Brückenträgers zur Aufnahme der Wiederholungsprüfplattform mit den Geräten zur Ultraschallprüfung des Reaktordruckbehälters;
- im Brennelementbecken zur Aufnahme verschiedener Werkzeuge und Durchführung von Arbeiten zur Brennelementreparatur.

Kupplungswerkzeug

Mit diesem Werkzeug werden beim Brennelementwechsel vor dem Herausheben des oberen Kerngerüsts die Steuerelementantriebsstangen von den Steuerelementen abgekuppelt und nach dem Wiedereinsetzen des oberen Kerngerüsts wieder angekuppelt.

Das Kupplungswerkzeug ist nach KTA 3902, Abschnitt 3 ausgelegt.

Einfachgreifer

Der Einfachgreifer dient in erster Linie zum Transport neuer Brennelemente vom Lager für neue BE zur Übergabestation, wobei als Huborgan das Hilfshubwerk der Lademaschine dient.

Daneben kann der Einfachgreifer auch zum Transport bestrahlter Brennelemente im BE-Becken, zum Beladen des Transportbehälters oder, für Sonderfälle, auch im Reaktorbereich verwendet werden. Entsprechende Verlängerungen sind vorhanden. Als Huborgan dient dabei das Sonderhubwerk des Reaktorgebäudekranes.

Der Einfachgreifer ist entsprechend KTA 3902, Abschnitt 4.2, ausgelegt.

Lanzengreifer mit Trichter

Die Werkzeuge zur Handhabung der Kerninstrumentierungslanzen bestehen aus dem Lanzengreifer und einer je nach Ausführung der Kerninstrumentierungslanzen unterschiedlichen Anzahl von mobilen Einführtrichtern für die einzelnen Lanzenfinger.

Der Ausbau der Lanzen erfolgt vor dem Ausbau des oberen Kerngerüsts, der Wiedereinbau nach Einsetzen des oberen Kerngerüsts.

Der Lanzengreifer ist nach KTA 3902, Abschnitt 4.2, ausgelegt.

Antriebsstangengreifer

Sollen im oberen Kerngerüst befindliche, von den Steuerelementen abgekuppelte Antriebsstangen herausgezogen, inspiziert und in das Lagergestell im BE-Becken gestellt werden, so wird dazu der Antriebsstangengreifer benutzt.

Dieser wird am Reaktorgebäudekran hängend von der Lademaschine oder der Hilfsbrücke aus bedient.

Der Antriebsstangengreifer ist entsprechend KTA 3902, Abschnitt 4.2, ausgelegt.

Schleuswagen

Dieser Wagen dient für den Transport des Brennelement-Transportbehälters zwischen dem Halbportalgerüst und dem Reaktorgebäude-Innenraum. Zusätzlich kann der Wagen zum Transport anderer schwerer Güter verwendet werden.

Reaktorgebäudekran

Mit dem Reaktorgebäudekran (s. Abschn. 2.12.2) wird neben den oben beschriebenen Aufgaben jeweils ein leerer BE-Transportbehälter für abgebrannte BE vom Schleuswagen in das BE-Transportbehälterbecken gehoben bzw. jeweils ein voller vom Becken auf den Schleuswagen. Um ein ungewolltes Überfahren des BE-Beckens mit dem BE-Transportbehälter zu verhindern, ist das Lagerbecken in diesem Fall durch Kranverriegelungen aus dem Fahrbereich des Kranes ausgespart.

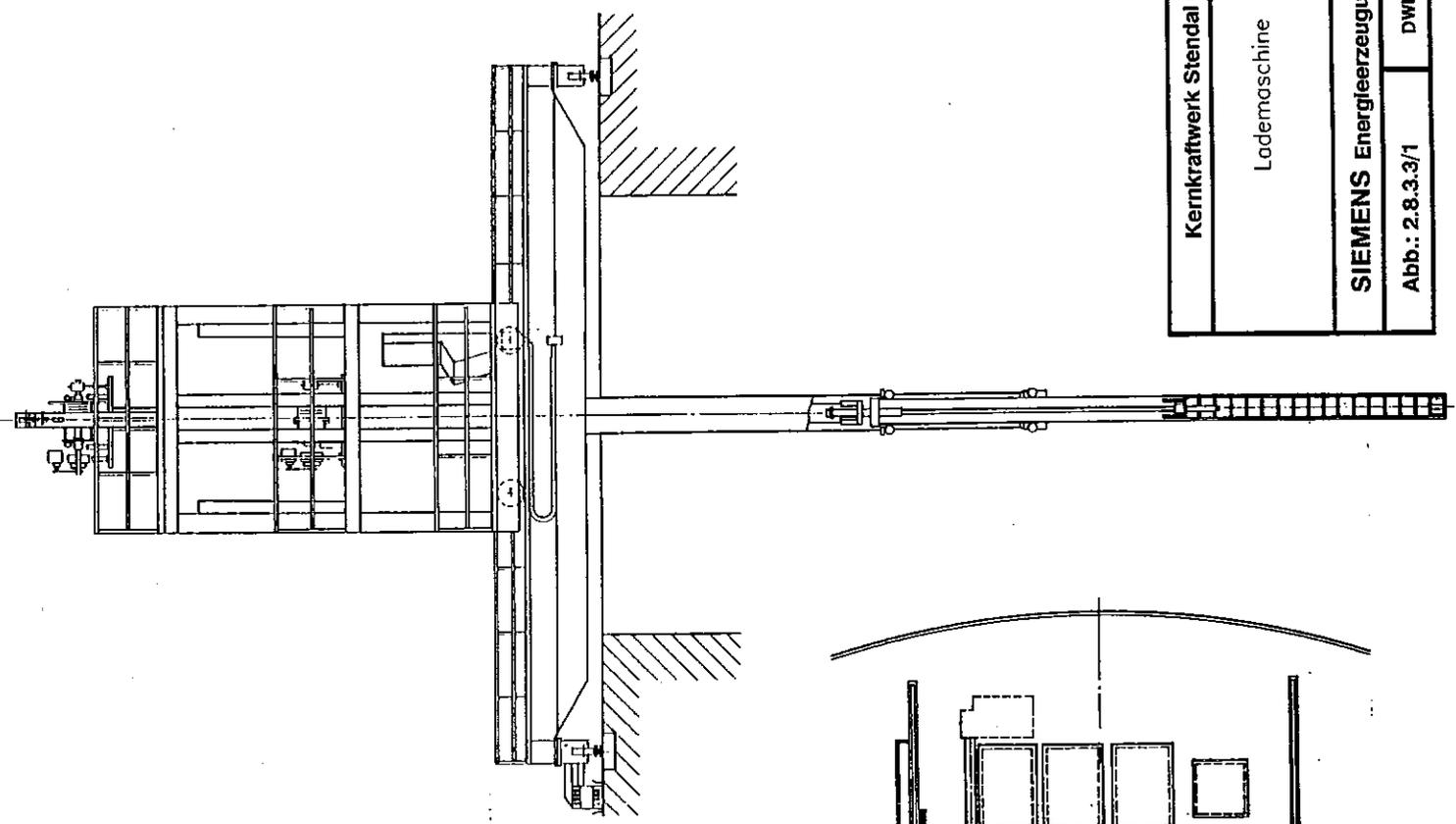
Sippinganlage

Die Sippinganlage besteht im wesentlichen aus einem wärmeisolierten Prüfbehälter, aus dem nach Aufheizung Wasserproben gezogen werden können, die bei Vorliegen von Brennstabdefekten eine erhöhte Aktivität aufweisen (s. Abschn. 4.3.2.1).

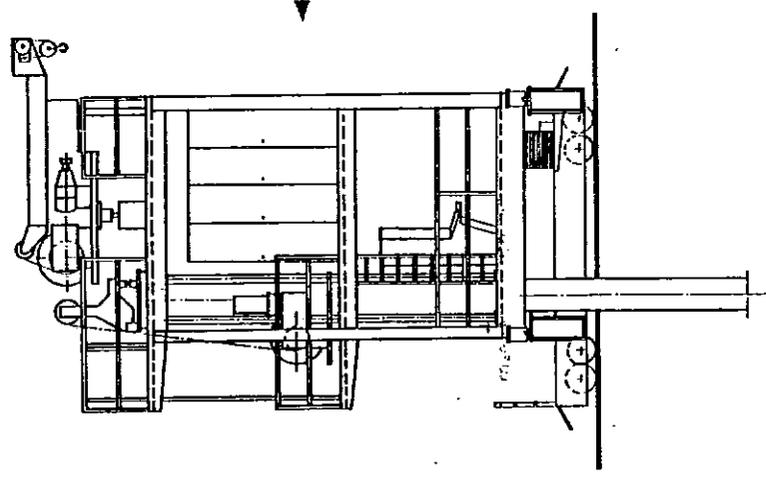
Schwenk- und Reparaturstation

BE mit Defektindikation in der Sippinganlage können in der Schwenk- und Reparaturstation um eine horizontale Achse geschwenkt werden. Nach dem Schwenken kann der verschraubte BE-Fuß zum Ziehen und ggf. Austausch defekter Brennstäbe fernbedient gelöst und anschließend wieder befestigt werden.

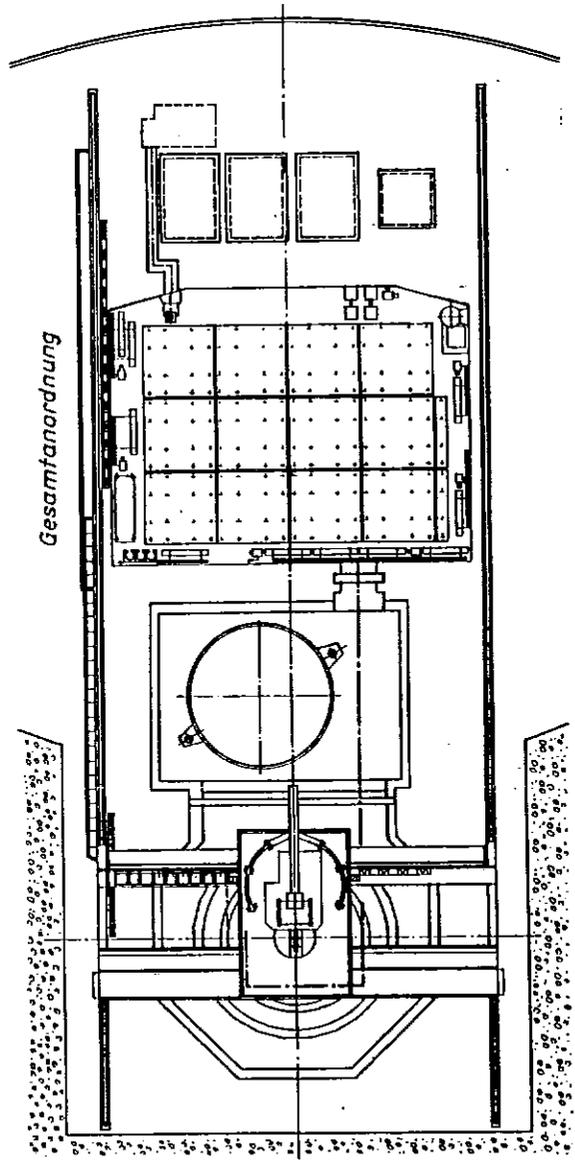
Vorderansicht



Seitenansicht



Vorderansicht



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Lademaschine	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.3.3/1	DWR 1300 08.90

2.8.3.4 Einrichtungen zur Handhabung und zum Abstellen von Reaktordruckbehältereinbauten (SMJ)

Zum Ein- und Ausbau des Kerngerüsts mit den entsprechenden Transportvorgängen im Reaktorgebäude dienen:

- Eine Kombihebevorrichtung zum Transport sowohl des oberen als auch des unteren und des gesamten Kerngerüsts
- Abstellring zum Abstellen des Kerngerüsts und der Hebevorrichtung

Die Kombihebevorrichtung hat hydraulisch betätigte Zangen und Bolzen und wird von einem Steuerpult mit elektrischen Stellungsanzeigen gesteuert. Die Führung über dem Reaktor bzw. dem Abstellplatz erfolgt über Führungsstangen und entsprechende Führungsbuchsen an der Hebevorrichtung.

Eine dreiarmige Transporttraverse für Reaktordruckbehälterdeckel wird benutzt zum Transport

- des Reaktordruckbehälter (RDB)-Deckels,
- der hydraulischen Schraubenspannvorrichtung und
- der beweglichen Isolierhaube mit Montagebühne

Eine weitere Traverse dient zum Transport für Betonabschirmriegel.

Alle o. g. Lastaufnahmeeinrichtungen werden gemäß KTA 3902, Abschnitt 4.3, ausgelegt und geprüft.

2.8.3.5 System zur Feststellung von Leckagen am Brennelementbecken

Das Leckagefeststellsystem hat die Aufgabe, Wasser aus einem Leck an der Auskleidung bzw. aus dem Schützrahmen des Brennelementbeckens zu erfassen, abzuführen und eine Ortung des Lecks zu ermöglichen.

Wände und Boden des Brennelementbeckens sind durch einbetonierte Stahlprofile in rechteckige Gitterfelder aufgeteilt (siehe auch Abschnitt 2.8.3.2). Die darunterliegenden Flächen sind wasserabweisend ausgebildet.

Eine Leckage an der Wand des Brennelementbeckens verläuft zwischen Beton und Auskleidung längs einer vertikalen Wandfeldreihe nach unten. Bohrungen durch die horizontalen Stahlprofile ermöglichen den Durchfluß von einem Wandfeld in das jeweils darunter liegende. Im Anschlußbereich der im Boden des Brennelementbeckens verlaufenden Stahlprofile ist eine Leckagesammelrinne horizontal verlegt. Je Wandfeldreihe ist an dieser Sammelrinne ein Leckagerohr zur Abführung der Leckage angeschlossen.

Die Stahlprofile im Boden des Brennelementbeckens sind mit Gefälle verlegt. Die Anordnung ist beckenseitig als Leckagerinne ausgebildet. Am tiefsten Punkt der Rinne ist je Bodenfeldreihe ein Leckagerohr angeschlossen.

Zur Erkennung von Leckagen an den Schweißnähten im Schützrahmen ist zwischen der Dichtleiste für das Schütz und dem einbetonierten Rahmen ein Leckagerohr angebracht.

Die Leckagerohre von Wand- und Bodenfeldreihen sowie Schützrahmen werden zu einer Leckagesammeleinrichtung geführt. Hier sind die absperrbaren Leckagerohre entsprechend dem Verlegungsplan gekennzeichnet. Damit ist eine Zuordnung der Leckagen zu den Wand- bzw. Bodenfeldreihen, aus denen sie stammen, möglich. Die Leckagen werden in Meßbechern gesammelt, welche unter dem Ende der Leckagerohre angeordnet sind. Der Füllstand der Meßbecher wird bei Kontrollgängen zur Leckagesammeleinrichtung überwacht.

2.8.4 Brennelementbeckenkühl- und -reinigungssystem (FAK/FAL)

2.8.4.1 Brennelementbeckenkühlsystem (FAK)

Das Brennelementbecken muß unabhängig vom Reaktorbetrieb solange gekühlt werden, wie Nachwärme von abgebrannten Brennelementen aus dem Becken abgeführt werden muß (s. Abschn. 2.8.2.2).

Das Brennelementbecken ist mit boriertem Deionat gefüllt, das die für BE-Wechsel vorgesehene Konzentration von 2200 ppm Bor hat. Die BE-Anordnung kann aber auch ohne Borzusatz nicht kritisch werden.

Die Brennelemente sind so hoch mit Wasser überdeckt, daß die Strahlenbelastung am Rand des BE-Beckens unter den zulässigen Werten bleibt. Der Wasserstand wird in der Warte angezeigt.

Zur Brennelementbeckenkühlung stehen insgesamt drei Beckenkühlstränge zur Verfügung (siehe Abb. 2.8.2.2/1). Zwei Stränge sind mit dem Not- und Nachkühlsystem verknüpft.

Die Brennelementbeckenkühlung mit diesen beiden Strängen wird über Brennelementbecken, Beckenkühlpumpe und Nachkühlsystem ein geschlossener Kreislauf geschaltet.

Der dritte, separate Beckenkühlstrang - bestehend aus einer Beckenkühlpumpe, dem Beckenkühler und den zugehörigen Rohrleitungen - ist für die Brennelementbeckenkühlung nach Kühlmittelverluststörfällen vorgesehen. Die anfallenden Nachwärme wird an das Nukleare Zwischenkühlsystem und weiter an das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage abgeführt.

Die Rohrleitungsanschlüsse am BE-Becken sind so angeordnet, daß bei einem Leck im Rohrleitungssystem noch eine Mindestüberdeckung der Brennelemente erhalten bleibt. Wasserverlust durch Verdunstung wird durch Deionatzuspeisung ergänzt.

Die Randbedingungen für die Auslegung der Beckenkühlpumpen und der Nachwärmekühler sind in Abschn. 2.8.2.1 beschrieben.

Nachzerfallsleistung

Die Nachzerfallsleistungsleistung wird gemäß KTA 3303 nach DIN 25 463 für reale Bestrahlungszeit ermittelt.

Für die Auslegung des BE-Becken-Kühlsystems zur Abfuhr der Nachwärme wurden folgende Annahmen getroffen (s. Tab. 2.8.2.2/1, Kühlfälle):

- die Ausladung eines kompletten Kerns vom Reaktordruckbehälter in das BE-Becken ist vom Zeitpunkt der Reaktorabschaltung nach 90 h abgeschlossen.
- 230 h nach der Reaktorabschaltung zum BE-Wechsel ist der Reaktor wieder beladen.

Beckenwassertemperatur

Bei Leistungsbetrieb der Anlage erfolgt die Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken - bei ausreichender Kühlkapazität über den separaten - ansonsten über einen verknüpften Beckenkühlkreis.

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf einen verknüpften Beckenkühlkreis.

Bei dem in diesem Betriebsfall zulässigen Wert von 45 °C (nach KTA 3303) für die mittlere Beckenwassertemperatur kann eine Nachzerfallsleistung von ca. 8 MW aus dem BE-Becken abgeführt werden. Dabei ist eine Nebenkühlwasser Vorlauf-temperatur von 28 °C zugrunde gelegt. Auch bei der dabei maximal möglichen Belegung des BE-Beckens (599 Brennelemente) und ungünstigsten Annahmen (u.a. hohe Entlademengen) liegt die anfallende Nachzerfallsleistung unter dem oben angegebenen Wert von 8 MW, so daß die zulässige BE-Beckenwassertemperatur nicht erreicht wird.

Bei Reaktorstillstand und komplett entladem Kern (599 + 193 = 792 Brennelemente) wird der zweite verknüpfte Beckenkühlkreis mit in Betrieb genommen. Bei der für diesen Betriebsfall zugelassenen mittleren Beckenwassertemperatur von 45 °C (nach KTA 3303) kann bei Betrieb der Nachkühlpumpen eine Leistung von ca. 20 MW aus dem BE-Becken abgeführt werden. Die maximale Nachzerfallsleistung beträgt in diesem Fall ca. 17 MW, so daß die mittlere Beckenwassertemperatur deutlich unter 45 °C liegt.

Steht aufgrund einer Störung nur ein Beckenkühlstrang zur Verfügung, so ist der zugelassene Wert für die mittlere Beckenwassertemperatur nach KTA 3303 60°C. Die abführbare Leistung liegt dann bei ca. 19 MW, wobei hier vom Betrieb der Nachkühlpumpe zur Beckenkühlung ausgegangen wird.

2.8.4.2 Brennelement-Beckenreinigungssystem (FAL)

(Tab. 2.8.4.2/1; Abb. 2.8.4.2/1)

Das Brennelementbeckenreinigungssystem hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Entfernen von Spalt- und Aktivierungsprodukten aus dem Beckenwasser
- Einhaltung der Dosisgrenzwerte nach § 54 der Strahlenschutzverordnung
- Gewährleistung ausreichender Sichtverhältnisse im Beckenwasser während des Entladevorganges

Bei der kontinuierlichen Beckenreinigung darf die für den BE-Wechsel vorgesehene Borkonzentration im Beckenwasser nicht verringert werden.

Das BE-Beckenreinigungssystem hat keine Sicherheitsfunktion zu erfüllen. Es wird im Bypass zum Brennelementbeckenkühlsystem betrieben.

Das Brennelement-Beckenreinigungssystem besteht aus:

- 1 Beckenreinigungspumpe,
- 1 Mischbettionentauscher,
- 2 Harzfänger.

Das Wasser aus dem Brennelementbecken kann wahlweise über Anschlüsse aus dem Brennelementbecken (Normalbetrieb) oder bei Brennelementwechsel aus dem Abstellbecken und aus dem Reaktorraum durch die Beckenreinigungspumpe angesaugt werden. Es werden ca. 20 dm³/s aus dem Becken entnommen. Die Pumpe ist so ausgelegt, daß der Beckeninhalt einmal pro Tag das Beckenreinigungssystem durchströmt.

Parallel zu der Beckenreinigungspumpe ist die Beckenkühlpumpe installiert, die die Funktion der Beckenreinigungspumpe (größerer Förderstrom) übernehmen kann.

Das Beckenwasser wird über Mischbettfilter und Harzfänger wieder in den Sicherheitsbehälter zu den Becken zurückgefördert.

Im Reaktorraum und Abstellbecken sind zur Befeuchtung und zum Abspülen der Beckenwände Rieselleitungen montiert, damit das Antrocknen radioaktiver Substanzen an den Beckenwänden und die Aerosolbildung verhindert werden.

In die 4 Ecken des BE-Beckens wird gereinigtes Beckenwasser durch Düsen gespeist, um das Ansammeln von Verunreinigungen zu vermeiden.

Das BE-Transportbehälterbecken hat separate Reinigungsleitungen sowie eine Transportbehältersprühvorrichtung.

Die Beckenreinigungspumpe ist im Ringraum angeordnet. Das restliche BE-Beckenreinigungssystem ist im Reaktorhilfsanlagengebäude untergebracht. Saugseitig bindet das BE-Beckenreinigungssystem an dem dritten Strang des BE-Beckenkühlsystems an. Druckseitig führt eine separate Leitung durch die Sicherheitshülle zu den einzelnen Becken.

Anfall von radioaktiven Stoffen im Brennelementbecken

Betriebserfahrungen mit Brennelementbecken in Kernkraftwerken zeigen, daß die Hauptbelastung des Beckenwassers durch radioaktive Stoffe während des Brennelementwechsels auftritt.

Bei Reaktorbetrieb und stiller Lagerung der ausgeladenen Brennelemente im Lagerbecken (d. h. ohne Handhabungsvorgänge) treten teilweise derart niedrige Aktivitätskonzentrationen auf, daß die Beckenreinigungsanlage über längere Zeit außer Betrieb genommen werden kann. Auslegungsbestimmend für die Größe der Beckenreinigungsanlage ist deshalb die Aktivitätsfreisetzung in das Beckenwasser während des Brennelementwechsels. Mit dem Brennelementbeckenreinigungssystem kann bei Einlagerung von 599 Brennelementen aus Entladechargen und einem komplett ausgeladenen Kern die Aktivitätskonzentration im Brennelementbeckenwasser ausreichend niedrig gehalten werden.

Angeschlossene Systeme

Sowohl saug- als auch druckseitig ist das BE-Beckenreinigungssystem an das BE-Becken angeschlossen. Ferner hat das System Anschlüsse an:

- Kühlmittelreinigungssystem (KBE)
- Borwasserlagerung (JNK)
- Deionatversorgung (GHC)
- Lagerung radioaktiver Abwässer (KPK)
- BE-Beckenkühlsystem (FAK)
- Nukleartechnische Probeentnahmesysteme (KU)
- Zentrale Gasversorgung/N₂ (QJB)
- Gebäudeentwässerungssystem, Reaktorgebäude (KTF/KTG)
- Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssystem, Reaktorhilfsanlagegebäude (KTC)

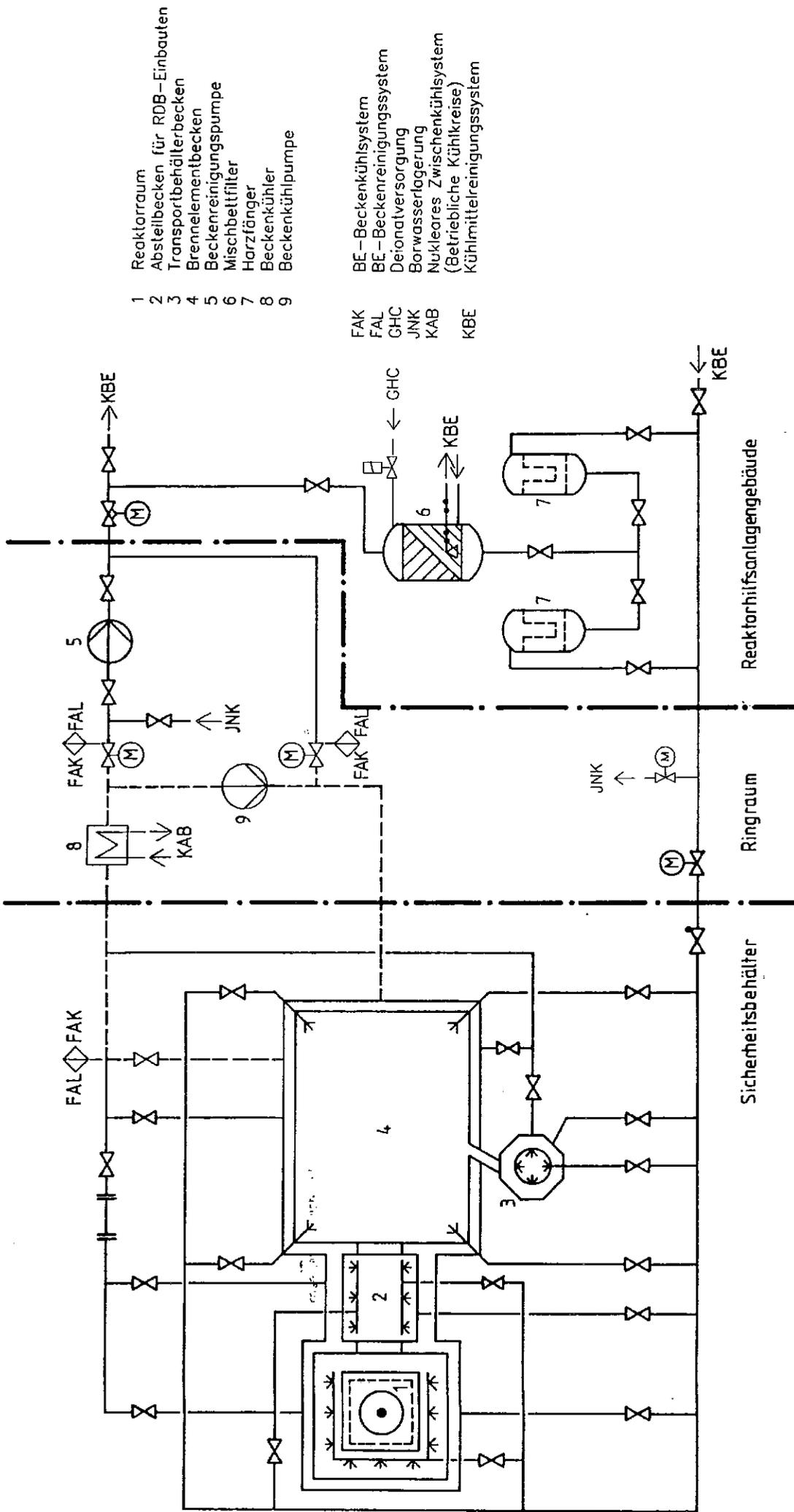
Prüfmöglichkeit während des Kraftwerk-Betriebes

Als reines Betriebssystem wird das BE-Beckenreinigungssystem nicht gesondert funktionsgeprüft, lediglich die Gebäudeabschlußarmaturen werden einer regelmäßigen Prüfung unterzogen.

Tabelle 2.8.4.2/1Wasserqualität im Brennelementbecken

Wasserqualität

Borsäure	≥	2200	mg B/kg
Chlorid	<	0,2	mg Cl/kg
pH-Wert bei 25 °C		4,5 bis 6,0	
Leitfähigkeit bei 25 °C		30	µS/cm
Sauerstoff		0 ₂ -gesättigt	
Lithium-7-hydroxid	<	2	mg Li7/kg



Kernkraftwerk Stendal C/D	
BE – Beckenreinigungssystem (FAL)	
Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.4.2/1	DWR 1300 08.90

2.8.5 Nukleartechnische Probeentnahmesysteme (KU)

Die Nukleartechnischen Probeentnahmesysteme dienen zur Überwachung der Wasserqualität des Kühlmittels im RKS und der damit in Verbindung stehenden Systeme, ferner können Gase aus verschiedenen Behältern und Kreisläufen zur chemischen und radiochemischen Untersuchung entnommen werden.

2.8.5.1 Zentrale Probeentnahme

Die wichtigsten Wasserproben werden zentral im Laborbereich über eine bleigeschützte Probenbox entnommen.

In die zentrale Probenbox werden Proben geleitet aus:

- Hauptkühlmitteleitungen des RKS (JEC)
- Not- und Nachkühlsystem (JN)
- Druckhaltesystem (JEF)
- Volumenregelsystem (KBA).

Automatisch gemessen und registriert werden der Borsäuregehalt im RKS oder im Not- und Nachkühlsystem und der Sauerstoffgehalt im Volumenregelsystem bzw. im Druckhalter.

Zur Messung des Gasgehaltes im Kühlmittel können durch ein Entgasungssystem die im Kühlmittel gelösten Gase entnommen und in einem Gaschromatographen diskontinuierlich und im Handbetrieb ausgewertet werden.

2.8.5.2 Örtliche Probeentnahmen

Zusätzlich zur zentralen Probeentnahme sind örtliche Probeentnahmestellen vorgesehen, an denen Proben aus mehreren Hilfssystemen entnommen werden können.

Es sind örtliche Boxen im Reaktorhilfsanlagengebäude zur Probeentnahme aus den nachstehenden Systemen installiert:

- Borsäure- und Deionateinspeisung (KBC)
- Kühlmittelreinigung und -entgasung (KBE/KBG)
- Kühlmittelaufbereitung (KBF)
- BE-Beckenreinigungssystem (FAL)
- Behandlung radioaktiver Abwässer (KPF)
- Lagerung radioaktiver Abwässer (KPK).

Alle Boxen bestehen aus einem dichten Edelstahlgehäuse mit einem Anschluß an die lufttechnischen Anlagen des Kontrollbereichs.

2.8.5.3 Gasprobenentnahme

Die Gasräume bestimmter, an das Abgassystem angeschlossener Behälter und die Verzögerungsbetten werden überwacht.

Folgende Probeentnahmestellen sind vorgesehen:

Unterdruckprobeentnahmen

- hinter Kühlmittelbehälter
- aus Entwässerungsbehältern des Anlagenentwässerungssystems

Überdruckprobeentnahmen

- aus Anlagenentlüftungssystem Reaktorgebäude
- aus Volumenausgleichsbehälter
- hinter 1. Verzögerungsbett im Abgassystem
- hinter 6. Verzögerungsbett im Abgassystem
- hinter Gasfilter im Abgassystem

Zur Gasentnahme sind Gasmäuse vorgesehen.

2.8.6 Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle (KP)

2.8.6.1 Abgassystem (KPL)

(Abb. 2.8.6.1/1)

Aufgabenstellung

Das Abgassystem hat im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage die Aufgaben:

- die im Abgas enthaltenen radioaktiven Gase (Xenon, Krypton) vor der Abgabe an die Abluft so lange zurückzuhalten, bis sie weitgehend abgeklungen sind,
- den Wasserstoffgehalt im System und den angeschlossenen Komponenten auf unter 4 Vol.-% und den Sauerstoffgehalt auf unter 0,1 Vol.-% zu begrenzen, um sowohl die Bildung eines zündfähigen Gemisches als auch eine Begasung des Hauptkühlmittels mit Sauerstoff und damit eine Korrosion im Reaktor-kreislauf zu verhindern,
- ein Austreten radioaktiver Gase aus den angeschlossenen Komponenten in die Gebäudeluft durch weitgehende Unterdruckhaltung zu verhindern.

Das Abgassystem erfüllt die Anforderungen von KTA 3605.

Systembeschreibung

Das Abgassystem besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- 1 Gastrockner
- 1 Rekombinator
- 1 Gaskühler
- 2 Abgaskompressoren
- 1 Vortrockner
- 1 Gel-Gastrocknungseinrichtung
- 1 Verzögerungsstrecke

Die an das Abgassystem angeschlossenen Komponenten werden durch einen Stickstoff-Spülgaskreislauf gespült. In den zu spülenden Komponenten gasen H_2 , O_2 sowie radioaktive Gase (Xe, Kr) aus, die durch den Stickstoff-Spülgasstrom erfaßt werden. Das Spülgas wird von einem Abgaskompressor über Gastrockner, Rekombinator und Gaskühler abgesaugt (Unterdruckteil).

Vor dem Rekombinator wird die H_2 - und O_2 -Konzentration gemessen und je nach Bedarf H_2 bzw. O_2 auf ein stöchiometrisches Verhältnis zudosiert. Das H_2 und O_2 verbindet sich im Rekombinator an einem Katalysator zu Wasserdampf, der im nachfolgenden Gaskühler auskondensiert wird. Der Spülgasstrom (N_2) wird so gewählt, daß die H_2 -Konzentration unter 4 Vol. % bleibt.

Im Abgaskompressor wird das Spülgas auf den von den nachfolgenden Reduzierstationen vorgegebenen Druck von 8 bar verdichtet (Überdruckteil) und im Vortrockner getrocknet.

Nach dem Vortrockner wird der Hauptstrom über Reduzierstationen in den Unterdruckteil zurückgeführt.

Der verbleibende Gasstrom wird durch die Gel-Gastrocknungseinrichtung und die Verzögerungsstrecke geführt. Die Verzögerung der radioaktiven Gase (Xe, Kr) gegenüber dem Trägergas N_2 erfolgt in der Verzögerungsstrecke durch Adsorption an Aktivkohle (mindestens 60 d für Xe, größer 110 h für Kr bei einem Auslegungsdurchsatz von 0,0035 kg/s).

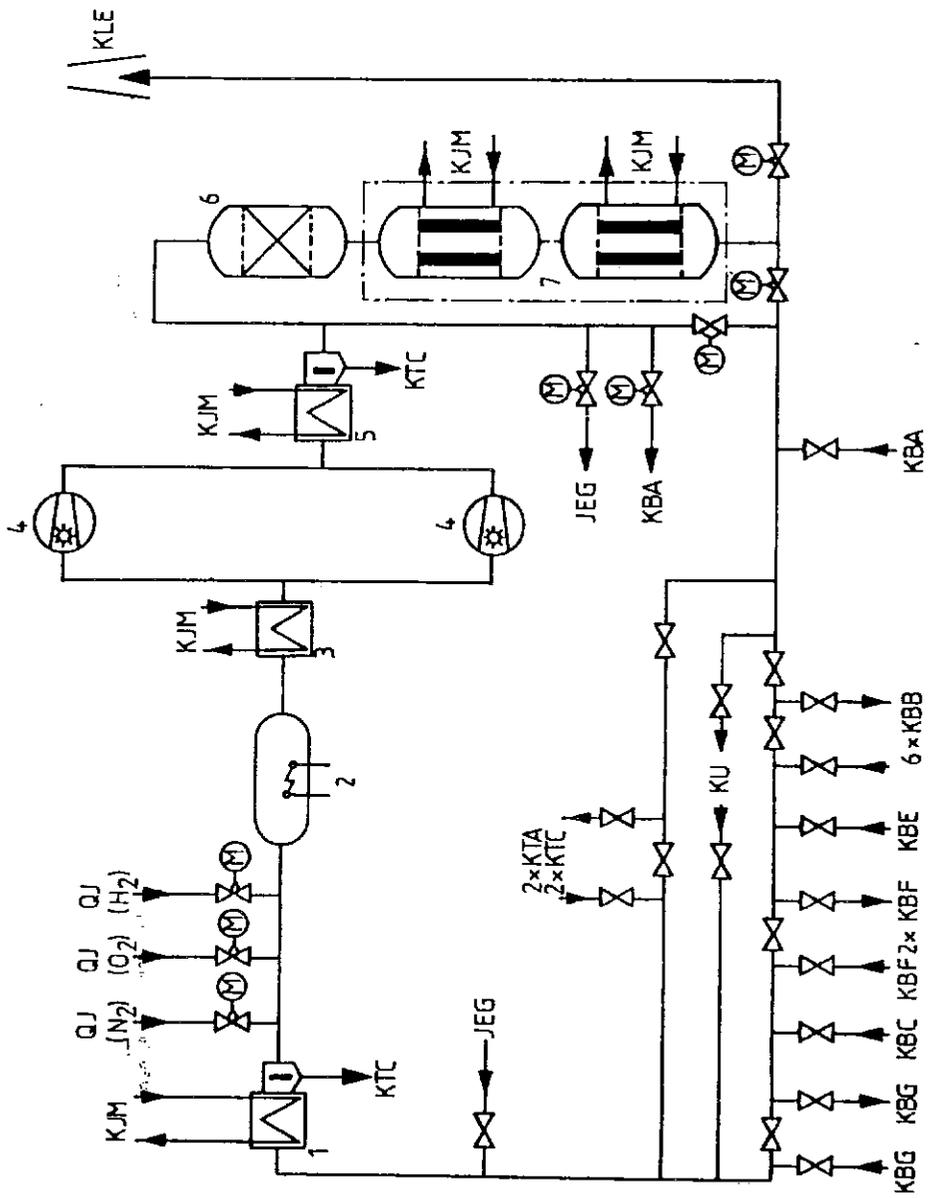
Nach dem Durchgang durch die Verzögerungsstrecke ist die Radioaktivität der Gase weitgehend abgeklungen, so daß dieser Gasstrom über eine Reduzierstation kontrolliert mittels der Fortluft an die Atmosphäre abgegeben bzw. über eine weitere Reduzierstation dem Unterdruckteil des Abgassystems wieder zugeführt werden kann.

Angeschlossene Systeme

An das Abgassystem sind folgende Systeme angeschlossen:

- Kühlmittelabblasesystem (JEG)
- Volumenregelsystem (KBA)
- Kühlmittelagerung (KBB)
- Borsäure- und Deionateinspeisungssystem (KBC)
- Kühlmittelreinigungssystem (KBE)
- Kühlmittelaufbereitung (KBF)
- Kühlmittelentgasungssystem (KBG)
- Kaltwasserversorgung für Abgassystem (KJM)
- Lüftungstechnische Anlagen im Reaktorhilfsanlagegebäude (KLE)
- Anlagenentwässerungs- und Entlüftungssystem, Reaktorhilfsanlagegebäude (KTC)
- Anlagenentwässerungssystem, Reaktorgebäude (KTA)
- Nukleartechnische Probeentnahmesysteme (KU)
- Zentrale Gasversorgung (QJ)

- 1 Gastrockner
 - 2 Rekombinator
 - 3 Gaskühler
 - 4 Abgaskompressor
 - 5 Vortrockner
 - 6 Gel-Gastrockeneinrichtung
 - 7 Verzögerungsstrecke
-
- JEG Kühlmittelabblasesystem
 - KBA Volumenregelsystem
 - KBB Kühlmittelagerung
 - KBC Borsäure- und Deionateinspeisungssystem
 - KBE Kühlmittelreinigungssystem
 - KBF Kühlmittelaufbereitung
 - KBG Kühlmittelentgasungssystem
 - KJM Kaltwasserversorgung für Abgassystem
 - KLE Lüftungstechnische Anlagen im Reaktorhilfsanlagengebäude
 - KTA Anlagenentwässerungssystem, Reaktorgebäude
 - KTC Anlagenentwässerungs- u. Entlüftungssystem, Reaktorhilfsanlagengebäude
 - KU Nukleartechnisches Probenentnahmesystem
 - QJ Zentrale Gasversorgung



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Abgassystem (KPL)	
Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.6.1/1	DWR 1300 08.90

2.8.6.2 Abwassersystem (KPF/KPK)

(Tab. 2.8.6.2/1 und 2, Abb. 2.8.6.2/1)

Das System zur Lagerung und Behandlung radioaktiver Abwässer sammelt die im Kontrollbereich des Kernkraftwerkes anfallenden radioaktiven Abwässer und bereitet sie auf.

Die aufbereiteten Abwässer werden aus den jeweiligen Kontrollbehältern erst nach Freigabe abgepumpt, wenn durch gamma-Aktivitäts-Vergleichsmessung an Proben festgestellt worden ist, daß die Radionuklidkonzentration des Wassers im Kontrollbehälter nicht größer als $18,5 \cdot \text{Bq/cm}^3$ Cs-137-Äquivalent ist.

Das Abwassersystem erfüllt die Anforderungen von KTA 3603.

Lagerung radioaktiver Abwässer (KPK)

Die anfallenden Abwässer werden hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit und der enthaltenen Aktivitäten wie folgt getrennt aufgefangen:

I Aktive Abwässer

- Sumpfwasser aus den Anlagenräumen
- Abwasser des heißen Labors
- Abwasser aus dem Dekontaminationsraum
- Wasser aus dem Brennelementbecken
- Dekantat aus den Konzentratbehältern des Abwassersystems
- Abwasser aus den Verdampfern des Abwassersystems
- Abwasser aus der Konzentratbehandlung

II Schwachaktive bis inaktive Abwässer

- Sumpfwasser aus den Betriebsräumen
- Abwasser aus der Wäscherei
- Abwasser aus Dusch- und Waschräumen
- Destillat aus der Kühlmittelaufbereitung

Normalerweise inaktiv sind die aus den folgenden Systemen zugeführten Wässer:

- Regenerat und Spülwasser aus der DE-Abschlammmentsalzungsanlage
- Spülwasser vom Elektro-Magnetfilter der DE-Abschlammmentsalzungsanlage

Im Normalbetrieb ist für die Abwässer der Gruppe I eine Aktivitätskonzentration von $3,7 \text{ Bq/cm}^3$ bis $3,7 \cdot 10^3 \text{ Bq/cm}^3$ zu erwarten, während bei der Gruppe II mit einer Aktivitätskonzentration kleiner $3,7 \text{ Bq/cm}^3$ gerechnet werden kann. Die Aktivitätskonzentration ist abhängig von der Herkunft der Abwässer und dem Anteil an Spalt- und Korrosionsprodukten.

Abwassersammelbehälter

Entsprechend den beiden Gruppen werden die Abwässer getrennt in Abwassersammelbehältern aufgefangen. Für die Gruppe I sind 2 und für die Gruppe II sind 3 Behälter vorgesehen. Zur Bestimmung der Aktivität und der chemischen Zusammensetzung wird der Behälterinhalt durchmischt und anschließend eine Probe entnommen.

Bevor das Abwasser einer der Aufbereitungsanlagen zugeführt wird, kann der pH-Wert durch Zugabe von Säure bzw. Lauge eingestellt werden.

Kontrollbehälter (Übergabebehälter)

Die dekontaminierten und gereinigten Abwässer werden in den Kontrollbehältern (Übergabebehälter) gesammelt. Zur Probeentnahme können sie mit der Umwälzpumpe durchmischt werden. Aufgrund des Analyseergebnisses und unter Berücksichtigung der zulässigen Einleitungsbedingung wird die zulässige Abgabemenge ermittelt. Ist die Aktivität größer als der zulässige Grenzwert, so besteht die Möglichkeit, das Wasser in die Abwassersammelbehälter zur nochmaligen Aufbereitung zurückzupumpen. Wenn der zulässige Aktivitätsgrenzwert nicht überschritten ist, wird das Wasser abgegeben. Während der Abgabe werden Aktivität, pH-Wert und Volumenstrom über eine Meßstelle in der Abgabeleitung registriert.

Konzentratbehälter

In 3 Konzentratbehältern wird das in den Verdampfern anfallende Konzentrat gesammelt und zwischengelagert. Ein weiterer Behälter ist für den in den Abwassersammelbehältern abgesetzten Schlamm vorgesehen. In diesen Behältern kann auch der Inhalt des Schlammbehälters der Zentrifugenanlage abgelassen werden.

Das Konzentrat wird zur Weiterbehandlung vorbereitet und abgegeben. Dabei wird der Inhalt der Konzentratbehälter mit einem Motorrührwerk in Suspension gehalten.

Behandlung radioaktiver Abwässer (KPF)

Es sind folgende Abwasser-Aufbereitungsverfahren vorgesehen:

- chemische Fällung
- Aufbereitung durch Zentrifugenanlage
- Aufbereitung durch Verdampfung

Chemische Fällung

Die chemische Fällung kann in den Abwassersammelbehältern durchgeführt werden. Dabei setzt sich der Fällschlamm im Konus des Behälters ab. Das darüberstehende geklärte Wasser kann durch Verdampfung oder Zentrifugieren weiter aufbereitet werden. Der abgesetzte Fällschlamm kann direkt in den vorgesehenen Konzentratbehälter gepumpt werden.

Aufbereitung durch Zentrifugenanlage

Die Zentrifugenanlage hat die Aufgabe, radioaktive Abwässer mit überwiegend ungelösten Aktivitätsträgern der Abwassergruppe II zu dekontaminieren. In Abhängigkeit von Aktivitätskonzentration und Feststoffgehalt der Abwässer kann die Zentrifugenanlage auch zur Vorreinigung vor der Verdampfung betrieben werden.

Der diskontinuierlich anfallende Dünnschlamm aus der einen Zentrifuge (Separator) wird in einen Schlammbehälter ausgetragen und mittels Dekanterspeisepumpe dem Zentrifugenspeisewasser zudosiert.

Der kontinuierlich anfallende trockene Feststoff-Rückstand der anderen Zentrifuge (Dekanter) wird direkt in ein bereitstehendes Abfallfaß ausgetragen. Das Destillat fließt kontinuierlich in einen vorgewählten Kontrollbehälter (Übergabebehälter).

Aufbereitung durch Verdampfung

Das Abwasser wird nach der Analyse und wenn nötig nach einer entsprechenden Behandlung mit Chemikalien aus den Abwassersammelbehältern mit einer Verdampferspeisepumpe dem Brüdengefaß eines Verdampfers zugespeist.

Das Verdampferkonzentrat wird diskontinuierlich in die Konzentratbehälter abgelassen. Das anfallende Konzentrat hat im allgemeinen einen Feststoffanteil von ca. 15 bis 25 Gew. %.

Mit der Abwasser-Verdampfung wird gegenüber anderen Aufbereitungsverfahren der beste Dekontaminationsfaktor erzielt. Der erzielbare Dekontaminationsfaktor liegt im Bereich von 10^3 bis 10^5 , je nach Aktivität und chemischer Zusammensetzung des Abwassers.

Tabelle 2.8.6.2/1AbwassersystemBehandlung und Lagerung radioaktiver AbwässerSystemauslegung

Durchschnittlich anfallende Abwassermengen pro Woche

Gruppe I	ca.	100	m ³ /W
Gruppe II (gesamt)	ca.	300	m ³ /W
davon			
Regenerat aus DE-Abschlammung	ca.	65	m ³ /W
Tritiumausgleich (Kühlmittelaufbereitung)	ca.	42	m ³ /W

Aufbereitungskapazität

Verdampfer 2 Stück je 1,1 kg/s		2,2	kg/s
Zentrifugenanlage		1,4	kg/s

Speicherkapazität

Abwassersammelbehälter	5 x 70 m ³ =	350	m ³
Kontrollbehälter	3 x 70 m ³ =	210	m ³
Konzentratbehälter	4 x 34 m ³ =	136	m ³

Tabelle 2.8.6.2/2

Herkunft des radioaktiven Abwassers

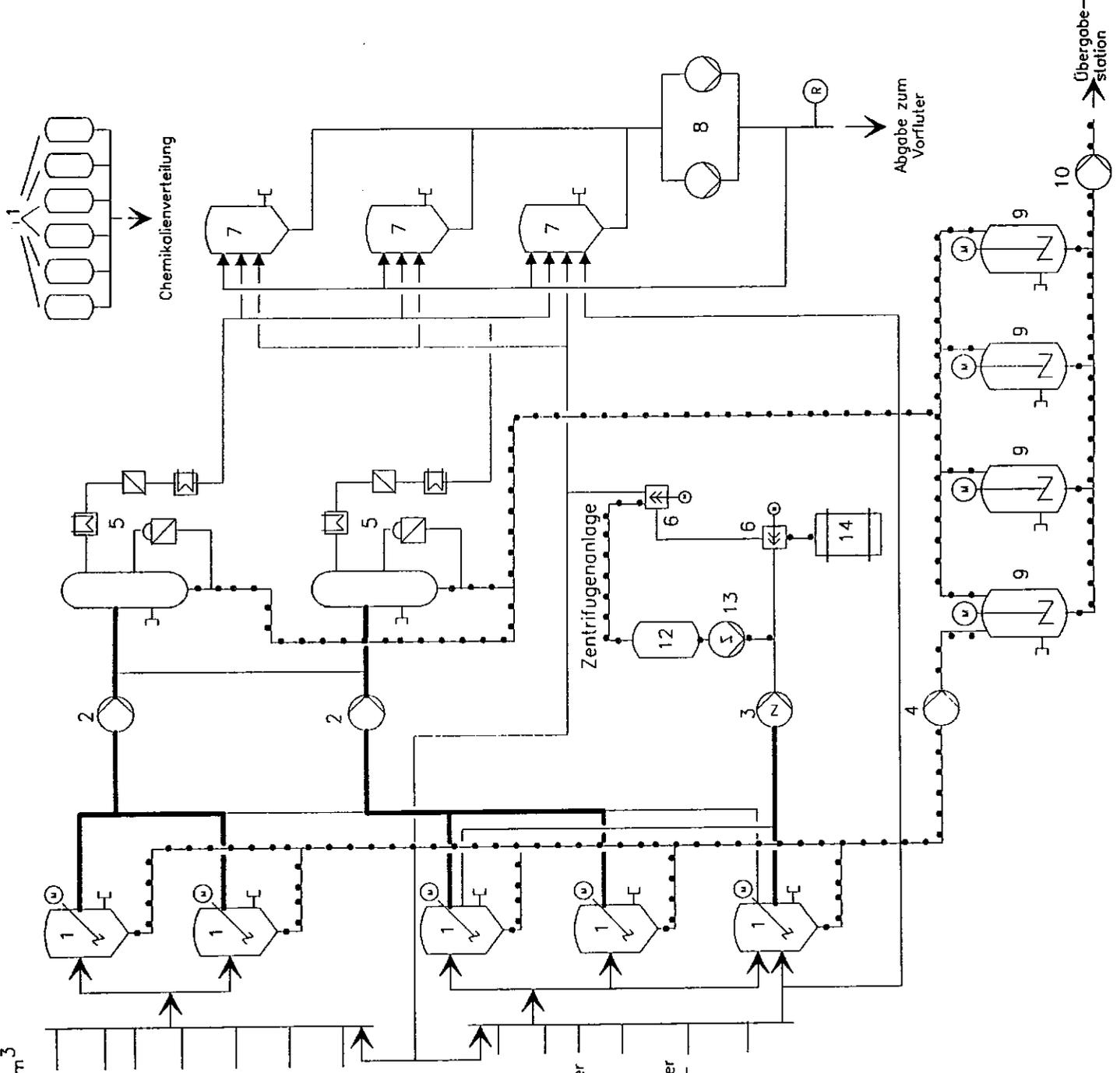
Ort	Wasseranfall	Anfall bei:	Aktivitätskonzentration (ohne Tritium) Bq/cm ³
Gebäudesümpfe in Räumen mit Komponenten, die radioaktive Nuklide enthalten	2 m ³ /d, max. 50 m ³ /d	Normalbetrieb, Störungen und Reparaturen	3,7x10 ⁰ bis 3,7x10 ⁴
Laborwasser	1 - 3 m ³ /d	Normalbetrieb	3,7x10 ⁻¹ bis 3,7x10 ²
Dekontaminationsabwasser	2 - 5 m ³ /d	Normalbetrieb	3,7x10 ⁰ bis 3,7x10 ²
Destillat der Kühlmittelaufbereitung	6 m ³ /d	Kühlmittelaustausch bei Normalbetrieb	3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ⁰
Gebäudesümpfe aus Betriebsräumen und Bedienungsräumen	5 m ³ /d, max. 50 m ³ /d	Normalbetrieb, Störungen und Reparaturen	3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ¹
Wäschereiwasser	5 - 15 m ³ /d	Normalbetrieb	3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ¹
Abwasser aus den Dusch- und Waschräumen	8 m ³ /d, max. 20 m ³ /d	Normalbetrieb, Reparaturen und BE-Wechsel	3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ⁰
Regenerat und Spülwasser Abschlammensalzung	65 m ³ /d ca. 1 x pro Woche	Normalbetrieb DE-Leck	inaktiv 3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ²
Rückspülwasser vom Elektromagnetfilter	1,5 m ³ /d	Normalbetrieb DE-Leck	inaktiv 3,7x10 ⁻² bis 3,7x10 ²

Gruppe I
 $3,7 - 3,7 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^3$

- Sumpfwasser aus den Anlagenträumen
- Laborabwasser
- Dekontabwasser
- Wasser aus Brennelementbecken
- Dekontakt aus den Konzentratbehältern
- Abwasser aus den Verdampfern
- Abwasser aus Konzentratbehandlung

Gruppe II
 $< 3,7 \text{ Bq/cm}^3$

- Sumpfwasser aus den Betriebsräumen
- Wöschereiabwasser
- Dusch- und Waschwasser
- Destilat aus der Kühlmittelauflaufbereitung
- Regenerat und Spülwasser aus der DE-Abschlämmentzugsanlage
- Rückspülwasser vom Elektromagnetfilter



- 1 Abwassersammelbehälter
- 2 Verdampferspeisepumpen
- 3 Zentrifugenspeisepumpe
- 4 Schlammpumpe
- 5 Verdampferanlage
- 6 Zentrifugen
- 7 Kontrollbehälter (Übergabebehälter)
- 8 Abgabepumpen
- 9 Konzentratbehälter
- 10 Konzentratpumpe
- 11 Chemikalienbehälter
- 12 Schlammbehälter
- 13 Dekanterspeisepumpe
- 14 Abfallfoß

- ⌋ Probenahme
- ⊙ (R) Aktivitätsmeßstelle
- ⚡ Rührwerk

Kernkraftwerk Stendal C/D
Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer (KPF/KPK)
Prinzipdarstellung
SIEMENS Energieerzeugung KWU
Abb.: 2.8.6.2/1
DWR 1300 08.90

2.8.6.3 Behandlung und Lagerung radioaktiver Konzentrate bzw. fester radioaktiver Abfälle

(Abb. 2.8.6.3/1)

2.8.6.3.1 Behandlung radioaktiver Konzentrate (KPC)

Die im Kernkraftwerk anfallenden radioaktiven Konzentrate werden zur Herstellung von end- bzw. vorkonditionierten Produkten vorbehandelt.

Die zu verarbeitenden Konzentrate sind:

- Verdampferkonzentrat
- verbrauchte Ionentauscherharze (Kugelharze)

Übergabestation

Die in den Konzentratbehältern der Abwasseraufbereitung gelagerten Konzentrate können mit der Konzentratpumpe zur Übergabestation gefördert werden. Die in den Harzabfallbehältern der Kühlmittelreinigung lagernden verbrauchten Ionentauscherharze können mit der Harzspülpumpe der Übergabestation zugeleitet werden.

Zur Übergabe der Konzentrate oder Harze können mobile Anlagen mit Schlauchleitungen an die Übergabestation angeschlossen werden.

Mobile Aufbereitungsanlagen

Die mobilen Aufbereitungsanlagen werden von Dienstleistungsunternehmen betrieben. Sie sind nicht Bestandteil des Kernkraftwerkes.

Als mobile Aufbereitungsanlagen sind nach dem derzeitigen Stand im Einsatz:

- a) für endkonditionierte Produkte z. B.
 - mobile Zementieranlage

- mobile Kunststoffeindeckungsanlage

b) für vorkonditionierte Produkte z. B.

- mobile Borateindeckungsanlage (Borverfestigung)
- mobile Trocknungsanlage

Vorkonditionierte Produkte sind zwecks Volumenreduktion getrocknete bzw. eingedickte Konzentrate, die zu einem späteren Zeitpunkt mit Bindemittel verfestigt werden.

Festinstallierte Aufbereitungsanlagen

Für den Standort ist ein Gebäude für Abfallbehandlungsanlagen (ABAL) vorgesehen. In den fest installierten Abfallbehandlungsanlagen können alle beim Betrieb des KKW Stendal Block A - D anfallenden radioaktiven Betriebsabfälle erfaßt und in eine für die Endlagerung zugelassene Form überführt werden. Das ABAL-Gebäude ist Bestandteil des KKW Stendal I.

Nach dem derzeitigen Stand sind folgende stationäre Anlagen vorgesehen:

- Zementieranlage
- Rotationsdünnenschichtverdampferanlage
- Harzentwässerungsanlage

Die stationären Aufbereitungsanlagen können alternativ zu den mobilen Anlagen eingesetzt werden.

2.8.6.3.2 Behandlung fester radioaktiver Abfälle

Die im Kernkraftwerk anfallenden festen radioaktiven Abfälle werden in einen Zustand gebracht, der eine Lagerung bzw. Handhabung ermöglicht. Die anfallenden Abfälle werden erforderlichenfalls sortiert nach brennbaren, preßbaren sowie nicht brennbaren, nicht preßbaren Abfällen.

Die festen radioaktiven Abfälle werden in entsprechenden Gebinden, z. B. Rollreifenfässern, im Lager für feste radioaktive Abfälle des Kernkraftwerkes zwischengelagert.

Zu den festen radioaktiven Abfällen gehören:

- verfestigte Konzentrate und Harze
- weiterverarbeitbare Zwischenprodukte (vorkonditionierte Produkte)
- verbrauchte Filtereinsätze und Verschleißteile aus den Nukleartechnischen Anlagen
- Dekanterrückstände
- Rückstände aus den Dekontaminierungssystemen
- verbrauchte Filter aus den lufttechnischen Anlagen des Kontrollbereichs
- verbrauchte Betriebsmittel, Bekleidung, Laborabfälle usw.

Für Behandlung und Lagerung fester radioaktiver Abfälle sind folgende Einrichtungen vorgesehen:

- Filterwechselmaschine
- Filterkerzenbetonieranlage
- mobile Betonmischanlage
- Lagerräume für schwach- und mittelaktive Gebinde
- Stauraum für Bauteile und Komponenten

Filterwechselmaschine

Mit der Filterwechselmaschine (Abb. 2.8.6.3/1) werden die verbrauchten Filtereinsätze aus der Sperrwasserversorgung, der Kühlmittelreinigung, dem Anlagenentwässerungssystem, dem Beckenreinigungssystem und dem Dekontsystem abgeschirmt gegen neue ausgetauscht.

Filterkerzenbetonieranlage

Mit der Filterkerzenbetonieranlage können die verbrauchten Filtereinsätze, nachdem sie mit der Filterwechselmaschine in ein Faß eingebracht wurden, mit Beton übergossen werden.

Mobile Betonmischanlage

Der Beton zum Einbinden der Filtereinsätze in Fässer bzw. zum Einbetonieren der Fässer in „Verlorene Betonabschirmungen“ (VBA) wird mit der mobilen Betonmischanlage hergestellt.

Die Behandlung fester radioaktiver Abfälle erfolgt im Reaktorhilfsanlagengebäude (UKA).

Unabhängig davon ist es am Standort möglich, feste radioaktive Abfälle im ABAL-Gebäude zu endlagerfähigen Abfallbinden zu verarbeiten. Der Transport der verpackten Abfälle von der Einfahrt des Reaktorhilfsanlagengebäudes zum ABAL-Gebäude erfolgt mit einem entsprechenden Straßenfahrzeug.

2.8.6.3.3 Lagerung

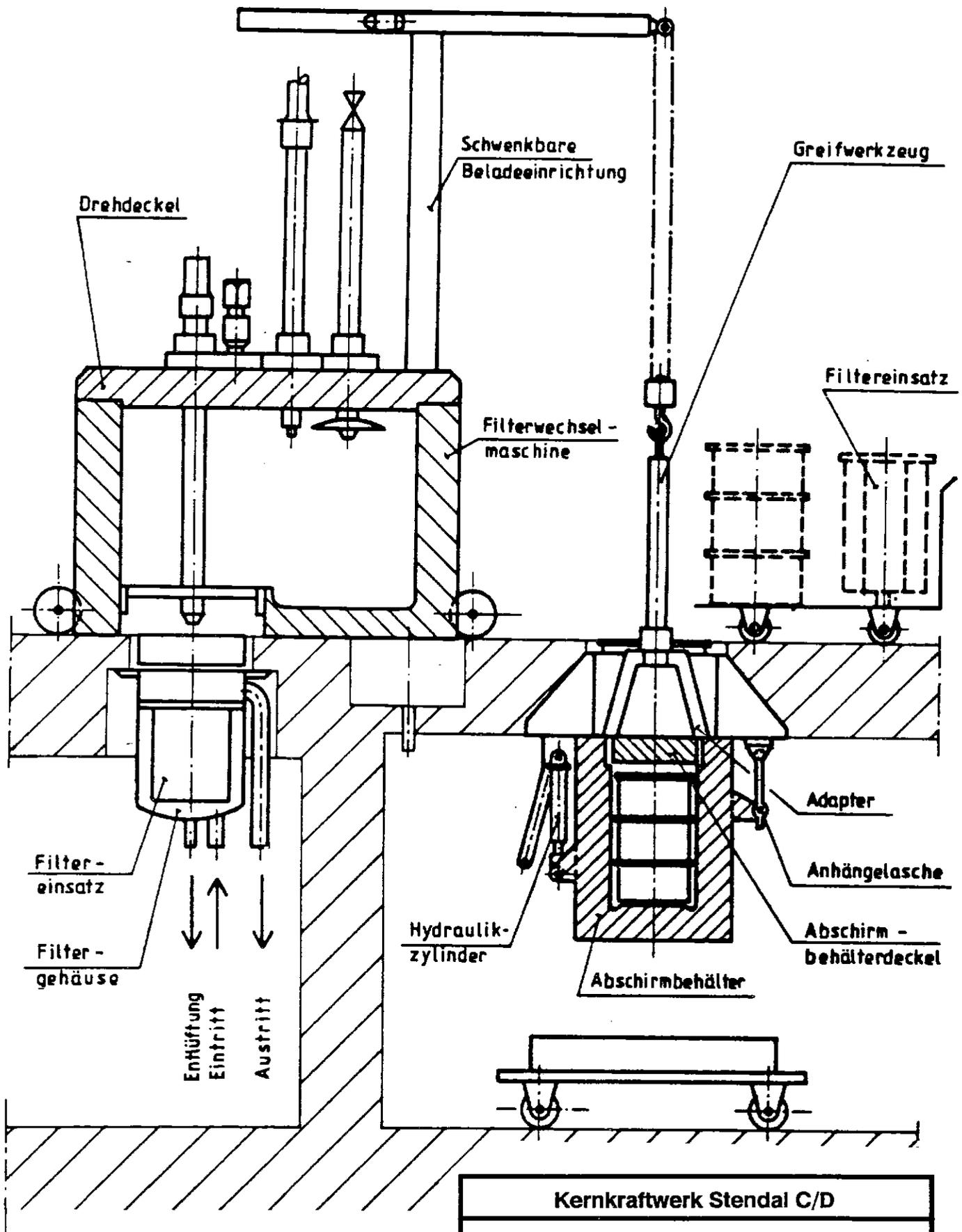
Das Lager für feste radioaktive Abfälle befindet sich im Reaktorhilfsanlagengebäude und ist in einen Lagerraum für schwachaktive und mittelaktive Abfälle unterteilt. Beide Lagerteile werden durch eine gemeinsame fernsteuerbare Krananlage bedient.

- Lagerung der mittelaktiven Gebinde
Zur besseren Abschirmung werden die Gebinde im Lager für mittelaktive Abfälle in einer Abschirmung zwischengelagert. Mit einer Dosisleistungsmeßstation im Faßlager wird ggf. festgelegt, welche Verpackung für die Filterkerzenfässer erforderlich ist.
- Lagerung der schwachaktiven Gebinde
Schwachaktive Abfälle können je nach Art des Gebindes (z. B. 200-l-Faß) und je nach Art des Lastanschlags (z. B. Öse, Winkelring) mit dem Faßlagerkran oder anderen geeigneten Hebezeugen ein- bzw. ausgelagert werden.
- Stauraum für Bauteile und Komponenten
Radioaktive Bauteile und Komponenten werden hier bis zur Weiterverarbeitung bzw. Wiederverwendung zwischengelagert.

2.8.6.3.4 Auslagerung

Vor der Auslagerung werden die Gebinde auf Dosisleistung und Oberflächenkontamination entsprechend den Transport- bzw. Handhabungsvorschriften überprüft.

Der Abtransport der ausgelagerten Gebinde wird von der Haupteinfahrt des Reaktorhilfsanlagegebäudes aus durch ein behördlich zugelassenes Transportunternehmen vorgenommen.



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Filterwechselanlage (KPD)	
Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.6.3/1	DWR 1300 08.90

2.8.6.4 Dekontaminationseinrichtungen

Im Dekontraum des Reaktorhilfsanlagengebäudes werden kontaminierte kleinere Maschinenteile, Armaturen, Werkzeuge, Gummihandschuhe usw. mit Hilfe von Säuren, Lauge, warmem oder kaltem Wasser (Deionat) dekontaminiert. Dafür stehen entsprechende Waschwannen zur Verfügung. Für größere zu dekontaminierende Teile wird eine Dekontbox errichtet, in der die Teile mit Wasser, Naßdampf oder Säure bearbeitet werden können. Teile, bei denen eine geringe Oberflächenabtragung statthaft ist, können mit einer Druckstrahläppanlage gereinigt werden. Die Dekonteinrichtungen sind mit Luftabsaugungen ausgerüstet.

Desweiteren ist für den Anschluß eines Dekontsystems für Apparate und Behälter im Reaktorhilfsanlagengebäude Vorsorge getroffen. Es hat die Aufgabe, aktivitätsbehaftete Behälter und Apparate unterschiedlicher Größe im Ringraum und im Reaktorhilfsanlagengebäude, z. B. vor wiederkehrenden Prüfungen oder Reparaturen, zu dekontaminieren, um die Dosisbelastung des Personals möglichst gering zu halten.

Außerdem ist für den Anschluß eines Dekontsystems im Sicherheitsbehälter Vorsorge getroffen. Dieses Dekontsystem wird eingesetzt, wenn in Stillstandszeiten der Anlage die Läufer der Kühlmittelpumpen dekontaminiert werden müssen.

2.8.7 Anlagenentwässerungssystem

(Abb. 2.8.7/1)

Das Anlagenentwässerungssystem ist im Reaktor- und Reaktorhilfsanlagengebäude wie folgt unterteilt:

- Anlagenentwässerungssystem, Reaktorgebäude (KTA)
- Anlagenentlüftungssystem, Reaktorgebäude (KTB)
- Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssystem, Reaktorhilfsanlagengebäude (KTC)

2.8.7.1 Aufgabenstellung

Das Anlagenentwässerungssystem hat folgende Aufgaben:

- Aufnahme von kalten und heißen Leckagen, wie
 - a) Sperrwasserleckagen der ND-Dichtung der Hauptkühlmittelpumpen
 - b) eventuelle Leckagen der Reaktordruckbehälterdeckeldichtung
 - c) eventuelle Leckagen aus Stopfbuchsen von HD-Armaturen
- Entwässern von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen im Reparatur- und Betriebsfall
- Entlüften von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen beim Wiederauffüllen mit Kühlmittel
- Evakuieren des RKS zur besseren Entlüftung vor dem Auffüllen des RKS mit Kühlmittel beim Anfahren aus dem kalten unterkritischen Zustand
- Absaugen der radioaktiven Edelgase und Durchspülen des RKS mit Stickstoff als Spülgas bei abgeschaltetem Reaktor und abgesenktem Kühlmittelniveau bis Mitte Kühlmittelstutzen vor dem Öffnen des RKS.

2.8.7.2 Auslegung

Das Anlagenentwässerungssystem kann durch feste und demontierbare Anschlüsse mit den Kühlmittel führenden Systemen verbunden werden. Feste Ver-

bindungen zu Systemen mit höheren Auslegungswerten sind mit Drosselblenden und Sicherheitsventilen abgesichert, die die Aufgabe haben, den höheren Druck auf den im Anlagenentwässerungssystem zulässigen Druck abzubauen. Die möglicherweise auftretenden heißen Leckagen der Stopfbuchsarmaturen und der RDB-Deckeldichtung werden in einem Leckagekühler abgekühlt.

Bei Evakuierung des RKS wird bei Unterschreiten des zulässigen Unterdruckes, der durch den Zulaufdruck der Nachkühlpumpen bestimmt wird, die Evakuierungspumpe automatisch abgeschaltet und das RKS durch Belüftungsventile belüftet.

2.8.7.3 Funktionsbeschreibung

Anlagenentwässerungssystem, Reaktorgebäude

Das Anlagenentwässerungssystem im Reaktorgebäude übernimmt

- Betriebsleckagen der Stopfbuchszwischenabsaugung von HD-Armaturen
- Sperrwasserleckagen von den ND-Dichtungen der Hauptkühlmittelpumpen
- Detektierung möglicher Leckagen der Reaktordruckbehälterdeckeldichtung
- Kühlmittel, das bei der Entwässerung von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen im Sicherheitsbehälter und im Ringraum anfällt.

Das im Sicherheitsbehälter anfallende Kühlmittel fließt einer Sammelleitung zu: 2 Durchführungen durch die Sicherheitshülle mit jeweils 2 Absperrarmaturen verbinden die Sammelleitung mit der Ringleitung, die in 2 ebenfalls im Ringraum installierte Entwässerungsbehälter einbindet.

Kühlmittel, das den Entwässerungsbehältern zufließt, wird mit den Entwässerungspumpen zur Kühlmittellagerung gefördert.

Die Armaturen zu den Entwässerungen von RKS-Komponenten werden über verlängerte Spindeln hinter Betonabschirmungen bedient.

Während des Betriebes der Hauptkühlmittelpumpen fallen ständig an der Niederdruckseite der Gleitringdichtung Sperrwasserleckagen an. Diese werden durch eine Wasserschleife zusammen mit den unregelmäßig abgegebenen Kühlmittel-

strömen aus dem Abblasesystem und Entlüftungsbehälter an die Sammelleitung abgegeben.

Möglicherweise auftretende heiße Leckagen aus Stopfbuchsen der HD-Armaturen und der Reaktordruckbehälterdeckeldichtung fließen durch festeingebundene Leckageleitungen in den Leckagekühler, bevor sie der Sammelleitung zufließen.

Die RDB-Deckeldichtung wird durch Meßeinrichtungen auf evtl. Leckagen überwacht.

Für die Entwässerung von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen, die sich im Sicherheitsbehälter befinden, sind im Sicherheitsbehälter zusätzlich in einigen Räumen Entwässerungsanschlüsse mit Rohr-Verschraubung und Armatur vorgesehen. Durch Schlauchverbindungen können örtliche Entwässerungen vorgenommen werden.

Im Ringraum sind ebenfalls feste Anschlüsse und Schlauchverbindungen vorgesehen. Das Kühlmittel fließt durch die Ringleitung in die Entwässerungsbehälter.

Anlagenentlüftungssystem, Reaktorgebäude

Das Anlagenentlüftungssystem, Reaktorgebäude dient zum

- Belüften von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen bei der Entwässerung und beim Absenken des Kühlmittelniveaus im RKS
- Entlüftung von Kühlmittel führenden Komponenten und Rohrleitungen beim Wiederauffüllen mit Kühlmittel
- Absaugen des Spülgases und der radioaktiven Edelgase aus dem RKS bei abgesenktem Kühlmittelniveau bis Mitte Kühlmittelstutzen vor dem Öffnen des RKS und Abgabe der abgesaugten Gase an Abgassystem (KPL) oder Nukleare Lüftungstechnische Anlagen (KL)
- Evakuieren des Gasraumes im RKS bei abgesenktem Kühlmittelniveau zum besseren Entlüften des RKS

Die Entlüftung der RKS-Komponenten erfolgt über einen Entlüftungsbehälter. Er dient als Puffer und Wasserabscheider.

Der Be- und Entlüftungsvorgang erfolgt, wie die Entwässerung ,durch demontierbare Schlauchverbindungen.

Für das Ausspülen der Edelgase wird das RKS mit Stickstoff versorgt. Beim Absenken des Kühlmittelniveaus wird das Gas in das RKS gedrückt. Die Evakuierungspumpe saugt durch den Entlüftungsanschluß am Reaktordruckbehälter das Gemisch aus radioaktiven Edelgasen und Stickstoff ab. Die abgesaugten Gase werden je nach Aktivität zum Abgassystem oder zum Lüftungssystem geleitet.

Zum besseren Entlüften des RKS, besonders der Dampferzeuger, wird das RKS bis zu einem vom Zulaufdruck der Nachkühlpumpe abhängigen Absolutdruck evakuiert, nachdem der RDB-Deckel montiert ist. Die abgesaugte Luft wird an die Nuklearen Lüftungstechnischen Anlagen (KL) abgegeben.

Der Druckverlauf im RKS beim Absaugen bzw. Evakuieren wird durch Druckmeßstellen

- im Anlagenentlüftungssystem, Reaktorgebäude und
- in den Strängen des Not- und Nachkühlsystems

überwacht. Beim Unterschreiten des zulässigen Unterdruckes im RKS wird die Evakuierungspumpe abgeschaltet und das RKS sofort belüftet.

Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssystem Reaktorhilfsanlagengebäude

Das Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssystem wird zur Entwässerung und Entlüftung Kühlmittel führender Komponenten und Rohrleitungen im Reaktorhilfsanlagengebäude herangezogen. Um ein Kreuzen der mit Gefälle verlegten Leitungen mit Bedienungsgängen zu vermeiden, sind zwei Entwässerungsbehälter installiert.

Alle Entwässerungs- bzw. Entlüftungsanschlüsse sind mit Armaturen versehen. Die Komponentenentwässerung bzw. -entlüftung erfolgt über Schlauchverbindungen oder feste Anschlüsse.

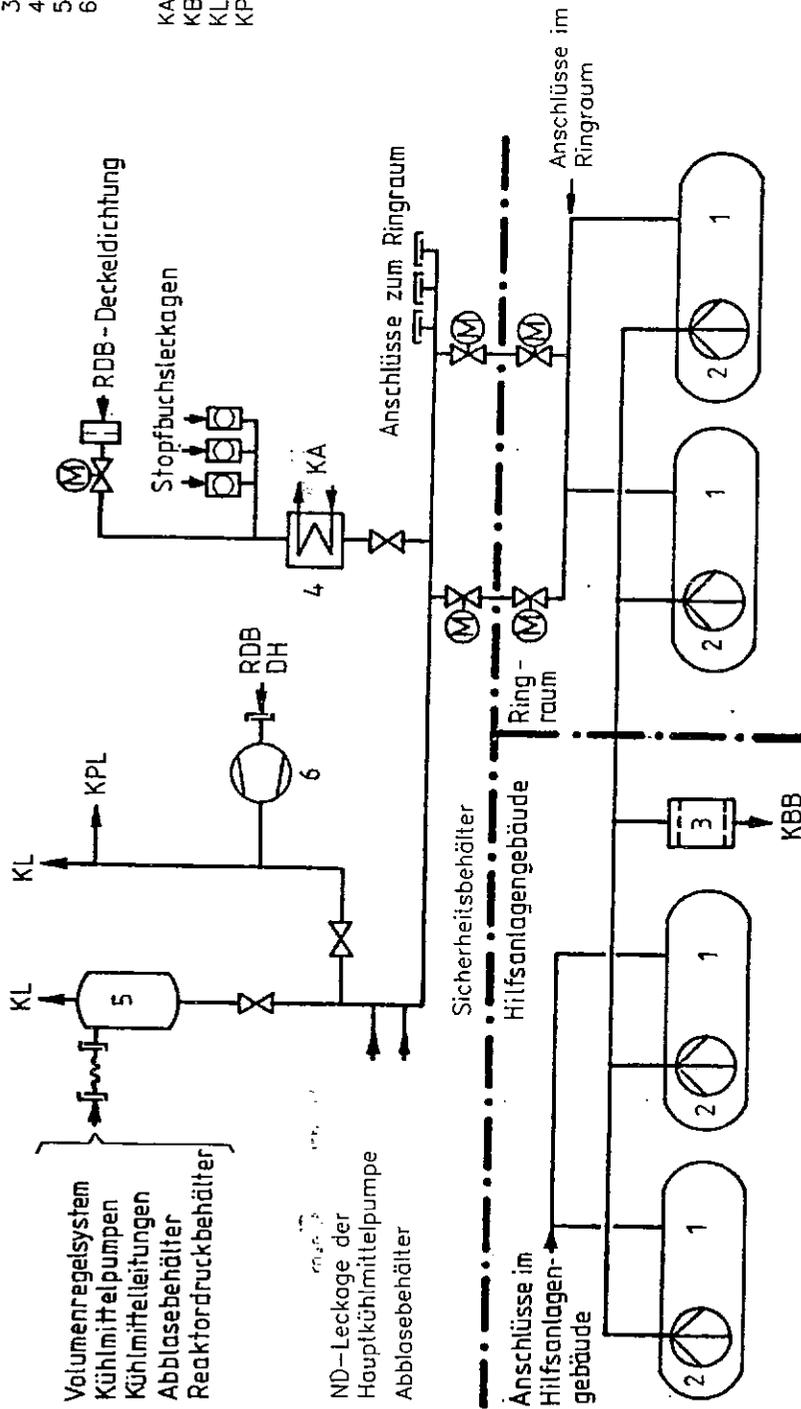
Das in den Entwässerungsbehältern anfallende Kühlmittel wird von den Entwässerungspumpen dem Feinfilter zugeführt, der sich im Reaktorhilfsanlagegebäude befindet. Diesem Filter werden auch die Kühlmittelströme aus den Entwässerungsbehältern im Ringraum zugeleitet. Das gefilterte Kühlmittel wird an das System Kühlmittellagerung (KBB) abgegeben.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Entwässerungsbehälter
 Entwässerungspumpe
 Filter
 Leckgekühler
 Entlüftungsbehälter
 Evakuierungspumpe

- KA
- KBB
- KL
- KPL

Nukleares Zwischenkühlsystem
 Kühlmittelagerung
 Nukleare Lüftungstechnische Anlagen
 Abgassystem



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Nukleartechnisches Anlagen- wässerungs- und -entlüftungssystem (KTA, KTB, KTC) Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.6.7/1	DWR 1300 06.9r

2.8.8 Gebäudeentwässerungssystem

Das Nukleare Gebäudeentwässerungssystem entwässert die Gebäude des Kontrollbereichs

- das Reaktorgebäude (Sicherheitsbehälter und Ringraum) (KTF, KTG)
- das Reaktorhilfsanlagegebäude (KTH)

Aufgabenstellung

Das Gebäudeentwässerungssystem hat die Aufgabe, im Kontrollbereich anfallende Abwässer wie Leckagen, Entleerungen, Entwässerungen und Reinigungswasser, getrennt nach

- radioaktiven Abwässern und
- schwachradioaktiven bis inaktiven Abwässern

zu sammeln und dem System Behandlung radioaktiver Abwässer (KPF) zuzuführen.

Es hat keine sicherheitstechnischen Aufgaben.

Systembeschreibung

Entsprechend der Aufgabenstellung werden die anfallenden Abwässer aus den einzelnen Räumen durch Bodenabläufe in zwei getrennten Sammelleitungssystemen den Gebäudeentwässerungssümpfen in den jeweiligen Bauabschnitten zugeleitet.

Die Zulaufleitungen von den Bodenabläufen zu den Gebäudeentwässerungssümpfen sind mit Gefälle verlegt. Um die lufttechnische Trennung der Räume mit unterschiedlichen Unterdruckverhältnissen zu ermöglichen, sind die Bodenabläufe dieser Räume mit ständig gefüllten Wasserschleifen versehen. Die in den Räumen anfallenden Abwässer laufen in den Gebäudeentwässerungssümpfen zusammen. Diese sind in den untersten Geschossen der Bauwerke als zylindrische

Behälter in der Bauwerksohle angeordnet. Die Tiefe der Gebäudeentwässerungssümpfe richtet sich nach der Stärke der Bauwerksohle. Man unterscheidet

- Zwischensümpfe ohne Gebäudeentwässerungspumpen und
- Pumpensümpfe

Das Abwasser aus den Zwischensümpfen fließt an der tiefsten Stelle über mit Gefälle verlegte Rohrleitungen in die Pumpensümpfe.

Aus den Pumpensümpfen, die den Rohrleitungsnetzen zugeordnet sind, werden die Abwässer dem System Behandlung radioaktiver Abwässer (KPF) zugeführt (s. Abschn. 2.8.6.2). Für stärker radioaktive Abwässer, z. B. aus den Anlagenräumen, sind zwei, für schwachradioaktive bis inaktive Abwässer, z. B. aus den Betriebsräumen, drei Abwassersammelbehälter vorgesehen.

Die Pumpensümpfe sind mit Gebäudeentwässerungspumpen versehen.

Nicht begehbare Räume, in denen kein Wasseranfall während des Betriebes erwartet wird, haben einen im Gebäudeentwässerungssumpf blindgeflanschten Ablauf.

Die Druckleitungen der Gebäudeentwässerungspumpen sind entsprechend der Aufgabenstellung zu zwei Sammelleitungen zusammengefaßt.

Die zwei Durchführungen durch den Sicherheitsbehälter sind mit jeweils 2 Gebäudeabschlußarmaturen versehen.

Betrieb

Das Gebäudeentwässerungssystem ist so dimensioniert, daß das im Betrieb anfallende Abwasser gesammelt und abgeführt werden kann.

Jede Druckleitung hat zusätzlich einen blindgeflanschten Stutzen, über den, bei abgeschalteter Gebäudeentwässerungspumpe, eine transportable Pumpe zur Abführung der Abwässer aus dem Pumpensumpf angeschlossen wird.

Rückschlagarmaturen in den Druckleitungen verhindern das Zurücklaufen der Abwässer in den Pumpensumpf bei abgeschalteter Gebäudeentwässerungspumpe bzw. bei Betrieb der transportablen Pumpe.

Bei einem Kühlmittelverluststörfall werden die Gebäudeabschlußarmaturen automatisch geschlossen, um das Leerpumpen des Sicherheitsbehältersumpfes mit den Gebäudeentwässerungspumpen zu verhindern.

2.8.9 Schnellabschalteinrichtungen (JDE)

Die Reaktorschnellabschaltung (RESA) ist eine der Reaktorschutzaktionen, die vom Reaktorschutzsystem bei Erreichen bestimmter Grenzwerte eingeleitet werden (s. Abschn. 2.15).

Durch die Reaktorschnellabschaltung wird der Reaktor aus allen Betriebszuständen und bei Störfällen schnell abgeschaltet. Bei Reaktorschnellabschaltung fallen alle Steuerelemente in den Kern ein und bewirken durch Neutronenabsorption eine schnelle Reaktivitätsabnahme.

Die Steuerelement-Einfahrbegrenzung (s. Abschn. 2.14.3.5) sorgt dafür, daß bei Reaktorbetrieb die Steuerelementgesamtbank insgesamt nicht zu tief in den Kern eingefahren wird. Dadurch wird erreicht, daß die Steuerelemente ständig das erforderliche Reaktivitätsäquivalent (s. Abschn. 2.6.4) bereithalten, das auch ausreichend ist, wenn das wirksame Steuerelement nicht einfällt.

Das Schnellabschaltsystem, das zusammen mit dem Zusatzboriersystem den Forderungen der RSK-LL 3.1.2 genügt, erfüllt die Anforderungen von KTA 3103.

Abschaltsicherheit

Die für die Abschaltung notwendigen beweglichen Teile befinden sich im allseitigen Druckgleichgewicht, so daß Schnellabschaltung allein durch Schwerkraft ohne Mitwirkung eines Energiespeichers erfolgt.

Die Abschaltfähigkeit ist in allen Funktionszuständen des Antriebs gegeben, da der Steuerelementantrieb beim Auslösen der Schnellabschaltung lediglich stromlos gemacht werden muß. Damit ist das vom Reaktorschutzsystem ausgelöste Einfallen aller Steuerelemente, allen Steuerelementantriebsbefehlen übergeordnet. Bei Stromausfall eines Steuerantriebes fällt das betroffene Steuerelement in den Reaktorkern ein.

Die Funktion der Schnellabschalteinrichtung wird nach jedem Schließen des Reaktordruckbehälterdeckels durch Ziehen der Steuerelemente und Auslösung des Steuerelementeinwurfes im unterkritischen Zustand überprüft. Bei jeder Schnell-

abschaltung werden die Fallzeiten aller Steuerelemente automatisch überwacht (s. Abschn. 5.2.10).

Eine ständige Funktionsüberwachung der Beweglichkeit der Steuerelemente während des Betriebes erfolgt dadurch, daß zur Regelung die Steuerelemente bewegt werden und Störungen der Beweglichkeit durch die Abweichung der digitalen von der analogen Stellungsanzeige gemeldet werden.