

2.8.10 Zusatzboriersystem (JDH)

(Tab. 2.8.10/1; Abb. 2.8.10/1)

2.8.10.1 Aufgabenstellung

Das Zusatzboriersystem hat folgende Aufgaben:

- Bei Störfällen infolge „Einwirkungen von Außen“ ergänzt das Zusatzboriersystem Leckagen. Dabei wird im Reaktorkühlsystem ein Druck von ca. 150 bar gehalten. Diese Aufgabe wird mindestens 20 Stunden lang erfüllt, ohne daß äußere Eingriffe nötig wären.
- Bei Dampferzeuger-Heizrohrbruch wird mit Hilfe des Zusatzboriersystems die Leistung reduziert und die Druckabsenkung im Reaktorkühlsystem durch Sprühen in das Dampfpolster des Druckhalters unterstützt.
- Bei Erreichen des tiefsten Grenzwertes der Steuerelement-Einfahrbegrenzung wird durch Borieren des Kühlmittels eine ausreichende Abschaltreserve der Steuerelemente gesichert.
- Mit der Kombination Steuerelemente/Zusatzboriersystem wird der Reaktor abgeschaltet und dauerhaft in den Zustand kalt/unterkritisch/xenonfrei abgefahren, wenn das Volumenregelsystem oder die Borsäure- und Deionateinspeisung nicht verfügbar sind.
- Nach Betriebsstörungen ohne Reaktorschnellabschaltung (ATWS) kann der Reaktor durch Einspeisen von Borsäure langfristig in den unterkritischen Zustand gebracht und gehalten werden.
- Bei der Druckprobe des Reaktorkühlsystems wird der erforderliche Druck mit dem Zusatzboriersystem aufgebracht und gehalten sowie eine integrale Dichtheitsprüfung des Primärkreislaufs bei einem Primärkreisdruck von ca. 150 bar ermöglicht.

Das Zusatzboriersystem ist ein Teil des Sicherheitssystems.

2.8.10.2 Auslegung

Das Zusatzboriersystem, das zusammen mit dem Schnellabschaltsystem (s. Abschn. 2.8.9) die Anforderungen der RSK-LL 3.1.2 und bei unterstelltem Ausfall des Schnellabschaltsystems die Anforderungen der RSK-LL 20 erfüllt, ist gemäß KTA 3103 ausgelegt. Insbesondere ergeben sich die folgend genannten Auslegungsmerkmale.

Die Borkonzentration in den Borierbehältern (4 % H_3BO_3) ist größer als in den Flutbecken (1,26 % H_3BO_3); die in den Borierbehältern gelagerte Bormenge ist so ausgelegt, daß mit 2 der 4 Borierbehälter und 2 Flutbecken die zum Abfahren notwendige Reaktivitätsänderung und Ergänzung der Volumenkontraktion erreicht und der Reaktor langfristig im Zustand „kalt unterkritisch“ gehalten wird.

Der Förderstrom der Zusatzborierpumpe ist so festgelegt, daß zwei von vier Pumpen ausreichen, um die Anlage spätestens 10 Stunden nach einem unterstellten Erdbeben mit im Durchschnitt 50 K/h vom Zustand „heiß, unterkritisch“ (Reaktorschnellabschaltung) in den Zustand „kalt, unterkritisch“ abzufahren. Die Förderhöhe der Borierpumpe erlaubt ein Abdrücken des RKS bei Druckproben.

2.8.10.3 Systembeschreibung

(Abb. 2.8.10/1)

Das Zusatzboriersystem ist viersträngig aufgebaut und räumlich getrennt in den vier Quadranten des Ringraumes untergebracht. Jeder Strang ist einem Kühlkreis des RKS zugeordnet und besteht im wesentlichen aus:

- einer Borierpumpe
- dem Borierbehälter
- Rohrleitungen und zugehörige Armaturen

Die Borierpumpe ist saugseitig mit einem Borierbehälter und einem Flutbecken verbunden. Von der Druckleitung führt eine Überströmleitung zum Flutbecken zurück. Im Sicherheitsbehälter teilt sich die Druckleitung. Über ein Dreiwegeventil besteht jeweils eine Verbindung zu den Sprühköpfen im Druckhalter und über die Einspeiseleitung des Volumenregelsystems in das RKS. Zur Versorgung des Sy-

stems mit elektrischer Energie bei Störfällen infolge Einwirkung von außen ist jeder Strang des Zusatzboriersystems dem Notstromnetz 2 zugeordnet.

Angeschlossene Systeme

Neben den genannten Anschlüssen hat das Zusatzboriersystem noch Verbindung zu folgenden Systemen:

- Not- und Nachkühlsystem (Flutbecken) (JN)
- Volumenregelsystem (KBA)
- Borsäure- und Deionateinspeisungssystem (KBC)
- Anlagenentwässerungssystem, Reaktorgebäude (KTA)

2.8.10.4 Funktionsbeschreibung

Zum Einschalten des Zusatzboriersystems können die Komponenten

- von der Warte
- von den Begrenzungseinrichtungen
- vom Reaktorschutzsystem
- und die speziell bei Störfällen infolge Einwirkung von außen benötigten Armaturen und die Borierpumpe von der Notsteuerstelle

angesteuert werden. Die für den Handeingriff notwendigen Anzeigen der Druck-, Temperatur- und Füllstandsmeßstellen sind auf der Warte und der Notsteuerstelle vorhanden. Zusätzlich sind auf der Warte Durchflußanzeigen für den Probebetrieb. Die Funktionsweise des Zusatzboriersystems richtet sich nach verschiedenen Störfällen.

Abfahren bei Ausfall des Borsäure- und Deionateinspeise- oder des Volumenregelsystems

Steht das Borsäure- und Deionateinspeise- oder das Volumenregelsystem nicht zur Verfügung, wird der Reaktor mit den Steuerelementen in den Zustand „heiß unterkritisch“ gebracht. Um in den Zustand „kalt unterkritisch“ zu kommen und

um die notwendige Reaktivitätsänderung zu erreichen, saugen die Borierpumpen zuerst aus den Borierbehältern an und dann zur Ergänzung der Volumenkontraktion aus den Flutbecken. Der für die normale Abfahrgeschwindigkeit notwendige Borwasserstrom kann mit 2 Borierpumpen in das RKS gefördert werden. Die Überwachung der Einspeisung erfolgt von der Warte.

Beim Abfahren mit dem Zusatzboriersystem findet kein Kühlmittelaustausch statt. Die HD-Reduzierstation und die Armaturen nach der HD-Reduzierstation werden zugefahren.

Aufborieren des RKS bei Erreichen der Steuerelementeinfahrbegrenzung

Ist die Reaktivitätsänderung so groß, daß die Steuerelemente die unterste Einfahrbegrenzung erreichen, wird die Deionateinspeisung gesperrt und mit dem Zusatzboriersystem Borsäure aus den Borierbehältern eingespeist. Ein Einspeisen von Borsäure aus dem Zusatzboriersystem kann nur dann notwendig werden, wenn die betriebliche Borsäureeinspeisung gestört ist.

Beherrschung von Anforderungsfällen infolge Einwirkung von außen

Bei Erreichen des Grenzwertes „Druckhalterfüllstand kleiner min“ erfolgt der RKS-Abschluß, bei dem alle an das RKS angrenzenden Betriebssysteme durch Zufahren der RKS-Abschlußarmaturen geschlossen werden; dadurch wird verhindert, daß dem RKS Kühlmittel durch Leckagen in die Hilfssysteme verloren geht. Von diesem Signal wird gleichzeitig das Zusatzboriersystem angesteuert, indem seine Absperrarmaturen in der Einspeiseleitung aufgefahren und die Borierpumpen eingeschaltet werden. Diese saugen boriertes Wasser aus den Flutbecken an, speisen es in das RKS ein und füllen es auf. Der Druck im RKS soll über dem Siededruck des Kühlmittels, aber unter dem Ansprechdruck der Druckhaltersicherheitsventile liegen. Zur Erfüllung dieser Forderungen wird vom Überströmventil auf der Druckseite der Borierpumpen ein Überdruck von 150 bar eingehalten. Dadurch werden nach Auffüllen und Druckaufbau im RKS nur noch Leckagen ergänzt, die aus den Dichtungen der stehenden Kühlmittelpumpen und Armaturen ausfließen. Der Rest-Förderstrom strömt durch die Überströmventile in die Flutbecken zurück.

Betrieb beim Störfall Dampferzeuger-Heizrohrbruch

Bei Eintreten dieses Störfalles wird das Zusatzboriersystem angeregt.

Der Störfall wird in folgenden Schritten beherrscht:

- Einspeisen von Borsäure aus den Borierbehältern in das Reaktorkühlsystem, bis die Leistung auf ca. 20 % gesunken ist.
- Umschalten auf Sprühen in den Druckhalter mit Borsäure aus den Flutbecken, bis der Druck im Reaktorkühlkreislauf soweit abgesunken ist, daß die Sicherheitsventile auf der Frischdampfseite des defekten Dampferzeugers schließen.
- Umschalten auf Einspeisung von Borsäure aus den Borierbehältern in den Reaktorkühlkreislauf
- Umschalten auf Einspeisung von Borsäure aus den Flutbecken in den Reaktorkühlkreislauf.

Die Ansteuerung des Zusatzboriersystems erfolgt automatisch vom Begrenzungs-system (s. Abschn. 2.14.3.5).

Betriebsstörungen ohne Reaktorschnellabschaltung

Beim Auftreten eines hypothetischen ATWS-Störfalles wird aus den Begrenzungseinrichtungen das Zusatzboriersystem angesteuert (s. Abschn. 2.14.3.5).

Für diesen Fall steht im Zusatzboriersystem der Inhalt des Borierbehälters je Strang zur Verfügung.

Die Ansteuerung erfolgt so, daß auf der Saugseite der Borierpumpen die Armatur vom Flutbecken geschlossen und die Armatur vom Borierbehälter geöffnet wird. Auf der Druckseite der Borierpumpen wird die Absperrarmatur im Einspeisestrang geöffnet, die beiden Armaturen vor dem Überströmventil geschlossen sowie die Dreiwegearmatur in Richtung RKS gefahren.

Zum Abfahren nach diesem Störfall werden alle vier Stränge des Zusatzboriersystems als verfügbar angenommen. Nach dem Abfahren ist die Borkonzentration im Reaktorkühlkreislauf so hoch, daß bei jedem Abbrandzustand und Ausgangsborgehalt zu Borierbeginn der Reaktor langfristig in den unterkritischen Zustand gebracht und gehalten werden kann.

Abdrücken des RKS

Zum Abdrücken des RKS werden die beiden Zulaufleitungen zum Überströmventil geschlossen und das Sicherheitsventil von der Druckleitung zur Überströmleitung auf den höheren Druck eingestellt.

2.8.10.5 Prüfmöglichkeiten

Das Zusatzboriersystem wird regelmäßig strangweise geprüft.

Die Borierpumpe saugt aus den Flutbecken an und fördert durch das Überströmventil im Kreislaufbetrieb dorthin zurück. Die Druckleitung des Zusatzborierstranges wird dabei vor dem Dreiwegeventil durch eine Abschlußarmatur abgesperrt. Durchflußanzeigen für diesen Probebetrieb sind auf der Warte vorhanden.

Bei abgestellter Borierpumpe werden die Abschlußarmatur, das Dreiwegeventil und das Saugventil zum Borierbehälter verfahren. Das Saugventil zum Flutbecken und der Zulauf zum Überströmventil wird dabei geschlossen.

Die Borkonzentration in den Borierbehältern kann durch örtliche Probeentnahmestellen überprüft werden.

Tabelle 2.8.10/1ZusatzboriersystemSystemauslegung

Leckageergänzung bei Störfällen infolge

Einwirkung von außen

kleiner 0,5 kg/s

Einspeisestrom beim Abfahren und Sprühen

min/max 4/8 kg/s

PumpenBorierpumpen

Anzahl

4

Typ

Kolbenpumpe mit
Pulsationsdämpfer

Förderstrom

2 kg/s

Werkstoff (mediumberührt)

austenitischer Stahl

BehälterBorierbehälter

Anzahl

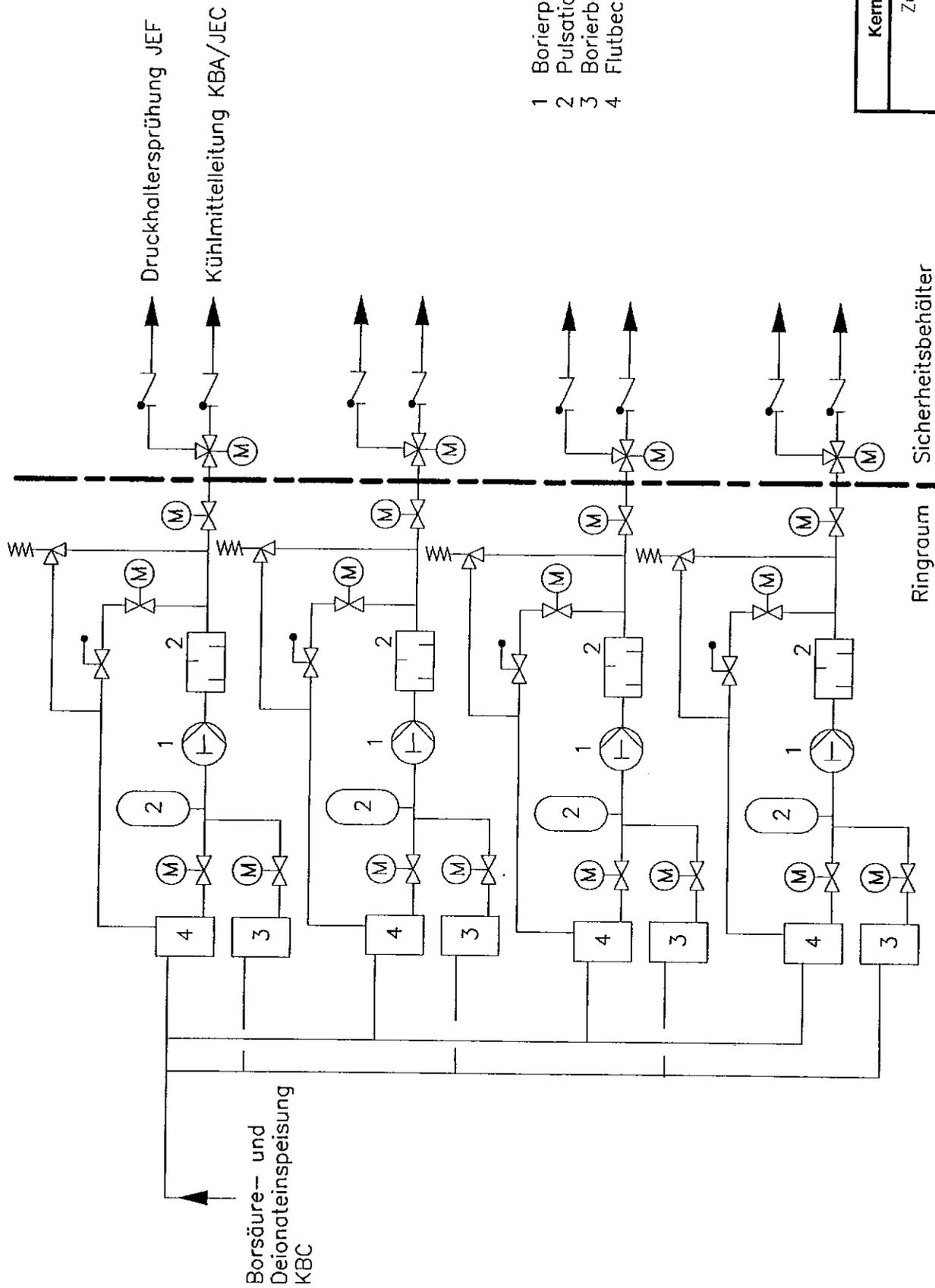
4

Volumen netto

17 m³

Werkstoff

austenitischer Stahl



- 1 Borierpumpe
- 2 Pulsationsdämpfer
- 3 Borierbehälter
- 4 Flutbecken (JNK)

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Zusatzboriersystem (JDH)	
Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.8.10/1	DWR 1300 08.90

2.8.11 Deionat- und Sperrwasserversorgung

2.8.11.1 Deionatversorgung (GHC)

Das System der Deionatversorgung hat folgende Aufgaben:

- Speicherung des von der Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage (s. Abschn. 2.12.5) aus Rohwasser produzierten Deionats.
- Bereitstellung des Verdünnungswassers für die Regeneration der DE-Abschlammmentsalzungsanlage (s. Abschn. 2.12.1).
- Füllen der Systeme im konventionellen und nuklearen Bereich.
- Nachspeisung in konventionelle und nukleare Systeme im Normalbetrieb.
- Speicherung eines gesicherten Deionat-inhalts zum sekundärseitigen Abfahren bei zu niedrigem Niveau im Speisewasserbehälter oder bei Notstrombetrieb bis zur Übernahme der Nachkühlung durch das Not- und Nachkühlsystem.
- Versorgung der Dichtungskühlung (Wärmesperre) der An- und Abfahrpumpen mit Deionat als Kühlmittel im Normal- und Notstrombetrieb.
- Bereitstellung von Deionat zu Dekontaminier- und Spülzwecken.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben ist folgendes System vorhanden:

Die beiden Deionatbehälter sind in der Nähe des Versorgungsanlagengebäudes im Freien aufgestellt. Sie sind mit Rohrleitungen verbunden und wirken wie kommunizierende Gefäße. Zur Erhaltung der Deionatqualität sind beide Behälter mit einem N₂-Polster versehen. Durch niveaugestaffelte Anordnung der jeweiligen Pumpenzulaufleitungen wird die benötigte Deionatmenge für das Abfahren und für die Sperrwasserversorgung entnommen.

Es sind vier Deionatpumpen vorhanden, die im Versorgungsanlagengebäude aufgestellt sind. Zwei Deionat-Betriebspumpen versorgen das Deionatbetriebsnetz,

und mit zwei Deionat-Nachfüllpumpen wird der Speisewasserbehälter nachgefüllt.

Eine Deionat-Betriebspumpe ist ständig in Betrieb und versorgt das Deionat-Betriebsnetz. Die Motoren sind an das Normalnetz angeschlossen.

Bei Eintritt des Notstromfalles oder bei zu niedrigem Niveau im Speisewasserbehälter wird mit beiden Deionat-Nachfüllpumpen Deionat in den Speisewasserbehälter nachgefüllt.

Angeschlossene Systeme

Neben der Verbindung an die Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage (GC) werden von der Deionatversorgung folgende Systeme versorgt:

- Abschlammmentsalzungsanlage (GD)
- Deionatversorgung im nukl. Bereich (KBA, KBC, KBD, KBE, KBF)
- Sperrwasserversorgung (GHW)
- An- und Abfahr-Pumpenanlage (LAJ)
- Notspeisesystem (LAR, LAS)
- Speisewasserbehälter (LAA)
- Sperr- und Kühlkondensatsystem (LCW)
- Kondensationsanlage (MAG)
- Generatoranlage-Flüssigkeitskühlung (MKF)
- Konventionelles Zwischenkühlsystem (PG)
- Gesichertes Zwischenkühlsystem (PJ)
- Hilfsdampferzeugung (QH)
- Kaltwasserzentrale (QKA)
- Luftbefeuchtungssystem (QM)
- Probeentnahmesystem konv. Bereich (QU)
- Heizungszentrale (SBA)
- Nebenkühlwassersystem gesicherter Bereich (PE)
- Nebenkühlwassersystem konventioneller Bereich (PC)
- Hydrazinversorgung und -verteilung (QCA)

2.8.11.2 Sperrwasserversorgung (GHW)

Das Sperrwassersystem hat die Aufgabe, Pumpen und Aggregate von Systemen mit Sperrwasser zu versorgen.

Als Sperrwasser wird Deionat verwendet, das in zwei Deionatbehältern gelagert wird. Es ist sichergestellt, daß ein Mindestinhalt für die Sperrwasserversorgung verfügbar bleibt.

Die 3 Sperrwasserpumpen sind im Versorgungsanlagegebäude aufgestellt und fördern aus den Deionatbehältern in das Sperrwassernetz. Bei einer Störung infolge Einwirkung von außen wird für die Auslegung unterstellt, daß die Deionatbehälter, die Sperrwasserpumpen oder die Pumpendruckleitung nicht verfügbar sind. Hierzu hat das Sperrwassersystem im Reaktorgebäude-Ringraum vier Pufferbehälter mit je 1 m³ Inhalt. Aus diesen Behältern werden die Pumpen des Not- und Nachkühlsystems versorgt. Im Normal- und Notstrombetrieb werden die Pufferbehälter niveauabhängig nachgespeist. Die Pufferbehälter haben bei Ansprechen des Signals „Nachspeisen“ noch einen Restinhalt, der die angeschlossenen Verbraucher über eine Zeit von ca. 65 Stunden mit Sperrwasser versorgt. Danach kann über einen Notanschluß nachgespeist werden. Die Pufferbehälter erhalten ein N₂-Gasdruckpolster, um bei Entnahme zur Versorgung der Verbraucher einen Sperrwassermindestdruck aufrecht zu erhalten.

Angeschlossene Systeme

Neben der Verbindung an die Deionatversorgung werden von der Sperrwasserversorgung folgende Systeme versorgt:

- Leckabsaugesystem (JMM)
- Not- und Nachkühlsystem, Nachkühlpumpe (JN)
- Not- und Nachkühlsystem, HD-Sicherheitseinspeisepumpe (JN)
- Volumenregelsystem, HD-Förderpumpe (KBA)
- Behandlung radioaktiver Abwässer (KPF)
- Lagerung radioaktiver Abwässer (KPK)
- Abgassystem (KPL)
- Kühlmittelreinigungssystem (KBE)

2.9 Lufttechnische Anlagen

Die lufttechnischen Anlagen des Kernkraftwerkes sind aufgeteilt in Nukleare Lüftungstechnische Anlagen (KL) und Konventionelle Lüftungstechnische Anlagen (SA).

2.9.1 Nukleare Lüftungstechnische Anlagen (KL)

(Tab. 2.9.1/1 und Abb. 2.9.1/1)

2.9.1.1 Aufgabenstellung und Auslegungsgrundlagen

Die Aufgaben der lufttechnischen Anlagen sind:

- Einhaltung gerichteter Luftströmungen, um Verschleppung von radioaktiven Bestandteilen zu vermeiden und deren unkontrollierte Abgabe an die Umgebung zu verhindern
- Abbau der Aktivitätskonzentration in der Raumluft entweder durch Umluftfiltration oder durch Luftaustausch
- Rückhaltung radioaktiver Bestandteile durch Luftfilterung vor Ableitung in den Fortluftkamin
- Bildung und Einhaltung bestimmter Raumluftzustände
- Abfuhr der durch Anlagenteile, Einrichtungen und Beleuchtung erzeugten Wärmemengen
- Überwachung der Druckführenden Umschließung auf Leckagen durch Messung des Kondensatanfalls an Umluftkühlern.

Die zur Beherrschung von Auslegungsstörfällen benötigten sowie betrieblich wichtige Ventilatoren und Abschlußarmaturen sind an die Notstromversorgung angeschlossen.

Soweit Ventilatoren redundant vorhanden sind, wird bei Ventilatorausfall automatisch auf den in Reserve stehenden Ventilator umgeschaltet.

Filtereinrichtungen, die sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei Störfällen benötigt werden, sind in mehrere Filterstränge unterteilt bzw. redundant aufgebaut, so daß Filterwechsel während des Anlagenbetriebs möglich sind und bei einem Störfall mindestens eine unverbrauchte Filterstrecke zur Verfügung steht.

Lüftungsanlagen, die eine Verbindung zum Sicherheitsbehälter im Reaktor- und Spülbetrieb haben, sind am Durchtritt durch die Stahlkugel jeweils mit einer innen- und außenliegenden Abschlußarmatur ausgerüstet. Zur Verhinderung von Aktivitätsfreisetzung bei einem Kühlmittelverluststörfall werden die im Reaktorbetrieb geöffneten Abschlußarmaturen nach Auslösung durch den Reaktorschutz automatisch geschlossen. Die beiden Abschlußarmaturen und das verbindende Stück der Lüftungsleitung sind dabei jeweils für die im Störfall auftretenden Belastungen ausgelegt. Die Abschlußarmaturen am Sicherheitsbehälter schließen gemäß KTA 3404 ferner selbsttätig bei einem Ausfall der Stromversorgung.

Lüftungsleitungen, die eine Verbindung zum Ringraum haben, sind am Durchtritt durch die Stahlbetonhülle (Sekundärabschirmung) jeweils mit einer innen- und außenliegenden Abschlußarmatur ausgerüstet. Bei einem Störfall mit Reaktorschutzauslösung werden die Abschlußarmaturen automatisch zugefahren.

Weiterhin sind die Lüftungsleitungen mit Brandschutzklappen entsprechend der brandschutztechnischen Einteilung ausgerüstet (s. Kapitel 2.12).

Die einzelnen Abluftsammelstränge (Fortluft im Kamin) werden auf luftgetragene Aktivität überwacht.

Die Auslegung der Anlagen erfolgt gemäß KTA 3601.

2.9.1.2 Systembeschreibung

Der Kontrollbereich ist lufttechnisch folgendermaßen gegliedert:

- Reaktorgebäude

- a) Sicherheitsbehälter mit den Raumgruppen
 - Betriebsräume (begehbar während des Reaktorbetriebes)
 - Kleine Anlagenräume (bedingt begehbar während des Reaktorbetriebes)
 - Große Anlagenräume (normalerweise nicht begehbar während des Reaktorbetriebes)

 - b) Ringraum zwischen Sicherheitsbehälter und Betonhülle
- Reaktorhilfsanlagengebäude
- belüftete Räume, die Komponenten der Reaktorhilfssysteme enthalten
 - teil-klimatisierte Räume (z. B. Sozialräume)
 - klimatisierte Räume (z. B. Laborräume)

Die genannten Räume oder Raumgruppen werden mit Zuluft über eine gemeinsame Außenluftanlage versorgt mit Ausnahme der Anlagenräume im Sicherheitsbehälter. Diese erhalten Zuluft durch Leckageluft aus den begehbaren Betriebsräumen.

Das Unterdruckgefälle (Druckstaffelung) zwischen den verschiedenen Raumgruppen im Sicherheitsbehälter wird über eine Unterdruckhalteanlage erzeugt, die geregelt aus den großen und kleinen Anlagenräumen absaugt. Das Niveau des Unterdrucks in den Betriebsräumen wird dabei durch Regelung des Zuluftvolumenstroms eingestellt.

Im Hilfsanlagengebäude und im Ringraum wird der Unterdruck durch Absaugung über eine gemeinsame Fortluftanlage erzeugt, wobei der Unterdruck ebenfalls durch Regelung des Zuluftvolumenstroms eingestellt wird.

Bei einem Kühlmittelverluststörfall im Sicherheitsbehälter und damit verbundenem Lüftungsabschluß des Sicherheitsbehälters und des Ringraumes wird über den Reaktorschutz automatisch die Ringraumabsauganlage eingeschaltet, die dafür sorgt, daß im Ringraum gegenüber der Atmosphäre ein Unterdruck aufrecht erhalten wird.

Soweit erforderlich sind zur Wärmeabfuhr und Klimatisierung sowie zum Abbau eventuell vorhandener Aktivitätskonzentrationen in der Raumluft in den verschiedenen Raumbereichen zusätzliche Umluftanlagen vorhanden.

Filteranlagen, die zum Abbau von Aktivitätskonzentrationen in der Raumluft und Fortluft eingebaut sind, bestehen aus Vorfilter, Schwebstofffilter Sonderstufe S, Aktivkohleschüttbettfilter und Schwebstofffilter Güteklasse R. Zur einwandfreien Funktion der Filter sind ihnen erforderlichenfalls Lufterhitzer vorgeschaltet.

Außenluftanlage

Die Außenluftanlage versorgt über jeweils einen getrennten Einspeisestrang die verschiedenen Raumbereiche - ausgenommen Anlagenräume im Sicherheitsbehälter - mit gefilterter und, je nach Außenluftzustand, erwärmter und befeuchteter oder gekühlter Außenluft.

Jalousieklappen regeln den Zuluftstrom in Abhängigkeit vom Unterdruck in den Referenzräumen.

Für die Zuluft des Sicherheitsbehälters ist am Durchtritt durch den Sicherheitsbehälter eine innen- und außenliegende Abschlußarmatur vorhanden. Die Armaturen können von der Warte durch Fernauslösung geschlossen bzw. über einen pneumatischen Stellantrieb geöffnet werden. Die Abschlußarmaturen schließen automatisch bei einem Störfall nach Auslösung durch den Reaktorschutz bzw. bei Ausfall der Stromversorgung.

Für die Zuluft des Ringraumes ist am Durchtritt durch die Betonhülle eine innen- und außenliegende Abschlußarmatur mit Motorantrieb zum Öffnen und Schließen vorhanden. Nach Auslösung durch den Reaktorschutz werden die Armaturen automatisch zugefahren.

Zur Spülung der großen Anlagenräume im Sicherheitsbehälter bei abgeschaltetem Reaktor ist neben dem betrieblichen Einspeisestrang ein zusätzlicher Spülstrang vorhanden. Beim Spülen wird der Zuluftstrom für den Ringraum und die Komponentenräume im Reaktorhilfsanlagengebäude reduziert. Der gewonnene Zuluftstrom wird dem Sicherheitsbehälter zusätzlich als Spülluft zugeführt. Der Gesamt-Zu- und Fortluftvolumenstrom des Kontrollbereichs bleibt dabei unverändert.

Die Abschlußarmaturen des Zuluft-Spülstranges sind im Reaktorbetrieb geschlossen.

Die Absperrklappen im Bereich der Außenluftansaugöffnung des Reaktorhilfsanlagegebäudes können bei einem Erdbebenstörfall zur Verhinderung von Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung bei Fernauslösung durch Motorantrieb zugefahren werden. Die Klappen schließen ferner selbsttätig bei Ausfall der Stromversorgung (Ruhestromprinzip).

Fortluftanlage

Die gemeinsame Fortluftanlage saugt Raumluft aus folgenden Bereichen an:

- Reaktorhilfsanlagegebäude
- Reaktorgebäude-Ringraum
- Sicherheitsbehälter bei Spülbetrieb

und gibt sie über den Fortluftkamin ab.

Die Raumluft aus dem Hilfsanlagegebäude wird im Reaktorbetrieb normalerweise direkt über die Fortluftanlage an den Kamin abgegeben.

Aus dem Ringraum wird der Luftstrom über ein Fortluftkanalnetz angesaugt und normalerweise ebenfalls direkt an den Kamin abgegeben. Am Durchtritt durch die Stahlbetonhülle ist analog wie bei der Zuluft eine innen- und aussenliegende Abschlußarmatur mit Motorantrieb vorhanden.

Die am Sicherheitsbehälter angeordneten Abschlußarmaturen der Spülluft-Fortluftleitung aus dem Sicherheitsbehälter sind im Reaktorbetrieb geschlossen. Bei Spülbetrieb werden sie geöffnet, damit ein erhöhter Luftvolumenstrom abgesaugt werden kann.

Bei Kraftwerksrevision kann die Fortluft aus dem Reaktorhilfsanlagegebäude (ohne die Fortluft aus den „kalten“ Sozialräumen) und aus dem Ringraum sowie über den separaten Spülluftstrang aus dem Sicherheitsbehälter über eine Bedarfsfilteranlage geleitet werden. Hierzu wird nach Klappenumschaltung die Luft mittels zusätz-

licher Druckerhöhungsventilatoren über die Fortluft-Bedarfsfilteranlage gesaugt und an die Fortluftanlage abgegeben.

Ferner wird auch im Reaktorbetrieb bei Feststellung von erhöhter Aktivitätskonzentration, z. B. bei einem Meßleitungsbruch im Ringraum (s. Abschn. 5.3.4) auf die Fortluft-Bedarfsfilteranlage umgeschaltet.

Unterdruckhalteanlage für den Sicherheitsbehälter

Die Anlage saugt die Fortluft aus den drei Raumgruppen im Sicherheitsbehälter an. Die Abluftsammelkanäle dieser Raumgruppen werden noch innerhalb des Sicherheitsbehälters zusammengefaßt.

In der Sammelfortluftleitung befindet sich ein Druckstoßventil, das die nachfolgende Filteranlage gegen einen plötzlich auftretenden Kühlmittelverluststörfall mit einem damit verbundenen Druckaufbau schützt.

Am Durchtritt durch den Sicherheitsbehälter sind jeweils eine innenliegende und eine außenliegende Abschlußarmatur angeordnet. Die abgesaugte Luft wird über Schwebstoff- und Jodsorptionsfilter geleitet.

Die Luft und Abgase aus aktivitätsführenden Komponenten des Hilfsanlagegebäudes, z. B. der Laborabzüge, Probeentnahmeboxen, Abfüllstation, „Schiebeluft“ aus Behältern und von den Arbeitsplatzabsaugungen in der „heißen“ Werkstatt, werden von einem von der Raumluft getrennten System erfaßt und über eine Filteranlage (Schwebstoff- und Jodsorptionsfilter) geführt.

Die Luft von den Arbeitsplatzabsaugungen aus der „heißen“ Werkstatt kann vor der Abgabe an die Systemluft über eine Filteranlage (Schwebstofffilter) gereinigt werden.

Die gefilterte Luft aus der Filteranlage für die Unterdruckhaltung des Sicherheitsbehälters und aus der Filteranlage für die Systemluft wird von den Fortluftventilatoren der Unterdruckhalteanlage angesaugt und zusammen mit der Luft aus der Fortluftanlage über den Fortluftkamin ins Freie abgegeben.

Anlage zur Ringraumabsaugung

Die Ringraumabsaugung stellt bei einem Kühlmittelverluststörfall innerhalb des Sicherheitsbehälters einen Unterdruck im Ringraum her. Die abgesaugte Luft wird über Schwebstoff- und Jodsorptionsfilter (Aktivkohle) gefiltert an den Kamin abgegeben. Durch die Unterdruckhaltung im Ringraum nach Kühlmittelverluststörfällen wird erreicht, daß Leckagen, die in den Ringraum gelangt sind, nicht ungefiltert durch die Betonhülle in die Umgebung gelangen.

Da die Anlage nicht für den bestimmungsgemäßen Betrieb vorgesehen ist, steht die Filteranlage ohne Vorbelastung für den Betrieb während eines Störfalles zur Verfügung. Eine Vorbelastung der Filteranlage wird vermieden, da die Ringraumabsaugung

- nur kurzzeitig für Prüfzwecke betrieben wird
- automatisch nach 5 min abgeschaltet wird, wenn kein Reaktorschutzsignal ansteht.

Die Abschlußklappen im Absaugestrang sind während des Reaktorbetriebes in Offenstellung verriegelt; eine Rückströmung bei nicht laufenden Ventilatoren wird durch Rückschlagklappen verhindert.

Umluftanlagen

Innerhalb des Kontrollbereiches sind für den Sicherheitsbehälter, für den Ringraum und das Reaktorhilfsanlagengebäude Umluftanlagen vorgesehen. Mit diesen Anlagen kann die Luft gekühlt bzw. erwärmt und gefiltert werden.

Umluftanlagen für die großen Anlagenräume im Sicherheitsbehälter

In den großen Anlagenräumen des Sicherheitsbehälters wird die an die Raumluft abgegebene Wärme durch die Umluftanlagen abgeführt. Die vier Umluftanlagen sind jeweils mit einem Luftkühler und Ventilator ausgerüstet. Die Umluft wird über ein Kanalnetz in die verschiedenen Räume verteilt.

Zur Absenkung von Jod- und Aerosol-Aktivität kann ein Teilstrom im Bypass über die Umluftfilteranlage gefiltert werden.

Das an den Umluftkühlern anfallende Kondensat wird zur Überwachung der Druckführenden Umschließung auf Leckagen kontinuierlich gemessen.

Umluftanlagen für die Betriebsräume und kleinen Anlagenräume im Sicherheitsbehälter

In denjenigen Räumen, in denen Wärme an die Raumluft abgegeben wird, sind Umluftkühlgeräte vorhanden, die je aus einem Kühler und einem Ventilator bestehen.

Umluftanlagen für den Ringraum

Zur Vermeidung von Kondenswasserbildung an der Sicherheitsbehälteraußenseite und an der Betonhülleninnenseite sowie zur Verteilung einer geringen Außenluftmenge im oberen Ringraum ist eine Umluftheizanlage vorhanden. Die Anlage ist ständig eingeschaltet, die Umlufttemperatur wird geregelt.

Zur Minimierung der Aktivitätsabgaben werden an Orten mit möglicher Aktivitätsfreisetzung erforderlichenfalls mobile Jodsorptionsfilteranlagen eingesetzt.

Umluftkühlgeräte bzw. Umluftkühlanlagen befinden sich in den Pumpenräumen des Nachkühlsystems und in den Kabelkanälen.

Umluftanlagen im Reaktorhilfsanlagengebäude

Im Reaktorhilfsanlagengebäude sind Umluftkühlgeräte installiert in den Räumen der

- Fortluftventilatoren
- Elektromagnetfilter.

2.9.1.3 Ansteuerung bei Störfällen und Anschlüsse an die Notstromversorgung

Bei einem Kühlmittelverluststörfall im Sicherheitsbehälter (s. Abschn. 2.1.5) werden nach Auslösung durch den Reaktorschutz (s. Abschn. 2.5.3)

- die Abschlußarmaturen (je eine innen und außen) in der Zuluft und Fortluft für den Sicherheitsbehälter und Ringraum automatisch geschlossen,
- die Anlage zur Ringraumabsaugung automatisch eingeschaltet.

Die Abschlußarmaturen für den Sicherheitsbehälter schließen ferner

- selbsttätig bei Stromausfall
- automatisch bei Aktivität und Druck $>$ max. im Sicherheitsbehälter.

Soweit Schließbefehle mit Vorrang nicht mehr anstehen, können die Klappen durch Ansteuerung von der Warte wieder geöffnet werden.

Die Abschlußarmaturen am Sicherheitsbehälter und Ringraum sowie die Anlage zur Ringraumabsaugung sind an das Notstromnetz 1 angeschlossen.

Ferner sind folgende zur Beherrschung von Auslegungstörfällen bzw. für den Reaktorbetrieb wichtige Anlagen an das Notstromnetz 1 angeschlossen:

- Fortluftanlage
- Unterdruckhalteanlage Sicherheitsbehälter
- Umluftanlagen Kabelkanäle Ringraum (1 Ventilator je Kabelkanal)
- Umluftanlagen große Anlagenräume Sicherheitsbehälter
- Gebläse zur Luftaktivitätsüberwachung

2.9.1.4 Aktivitätsüberwachung der Fortluft

Die Fortluft aus dem Kontrollbereich wird kontinuierlich auf Radioaktivität überwacht. Zu diesem Zweck werden Teilluftvolumenströme abgesaugt und durch Aktivitätsmeßstränge geführt. Die nach der Aktivitätsmessung in einer Sammelleitung zusammengefaßten Teilluftvolumenströme werden dem Fortluftkamin zugeführt (s. Abschn. 3.3).

2.9.1.5 Prüfmöglichkeit

Die Abschlußarmaturen am Sicherheitsbehälter werden in ihrer Schließfunktion über Prüfimpulse während des Betriebs geprüft. Die Dichtheit der Klappen wird bei wiederkehrenden Prüfungen nachgewiesen.

Die Funktion der Ventilatoren für die Ringraumabsaugung wird wiederkehrend geprüft.

Die Schwebstofffilter werden auf mehrfache Weise geprüft. Neben dem Nachweis des dichten Filterzellensitzes gegen das Gehäuse werden die Zellen vor dem Einbau auf Transportschäden überprüft. Durch den Einbau einer Differenzdruckanzeige an jedem Filterstrang wird die Filtersättigung festgestellt. Die Dichtheit des Filterzellensitzes kann jederzeit, auch bei Filterbetrieb, überprüft werden. Die einwandfreie Funktion der Schwebstofffilteranlage kann vor Ort geprüft werden.

An den Jodsorptionsfiltern wird mittels einer entnommenen Aktivkohleprobe der Abscheidegrad in regelmäßigen Abständen bestimmt.

Tabelle 2.9.1/1Außenluftanlage

Ventilatoren	2 x 100 %
Volumenstrom	ca. 162.000 m ³ /h
Stromversorgung	Normalnetz

Fortluftanlage

Ventilatoren	3 x 50 %
Volumenstrom	ca. 147.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz
Filterung im Bedarfsfall	3 x 50 %
Volumenstrom	ca. 131.000 m ³ /h
Filterabscheidegrade	Schwebstofffilter: Sonderstufe S (DIN 24184) Jodsorptionsfilter ¹

Unterdruckhalteanlage

Ventilatoren	3 x 50 %
Volumenstrom	15000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz
Filterung Unterdruckhaltung	2 x 50 %
Volumenstrom	5000 m ³ /h
Filterung Systemluft	2 x 100 %
Volumenstrom	10.000 m ³ /h
Filterabscheidegrade der Anlagen	Schwebstofffilter: Sonderstufe S (DIN 24184) Jodsorptionsfilter ¹

<p>1. Abscheidegrad der Jodsorptionsfilter: - bezogen auf Methyljodid 90 % Der angegebene Abscheidegrad ist ein Mindestwert, die Auslegung erfolgt gemäß BMI-Richtlinie für Jod-Sorptionsfilter</p>

Ringraumabsaugung

Ventilatoren	4 x 50 %
Volumenstrom	4000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz
Filterung	2 x 100 %
Filterabscheidegrade	Schwebstofffilter: Sonderstufe S (DIN 24184) Jodsorptionsfilter ¹

Umluftanlage große Anlagenträume

Ventilatoren	4 x 50 %
Volmenstrom	ca. 346.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz
Bypass mit Filterung	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 8000 m ³ /h
Filterabscheidegrade	Schwebstofffilter: Sonderstufe S (DIN 24184) Jodsorptionsfilter ²

1. Abscheidegrad der Jodsorptionsfilter:

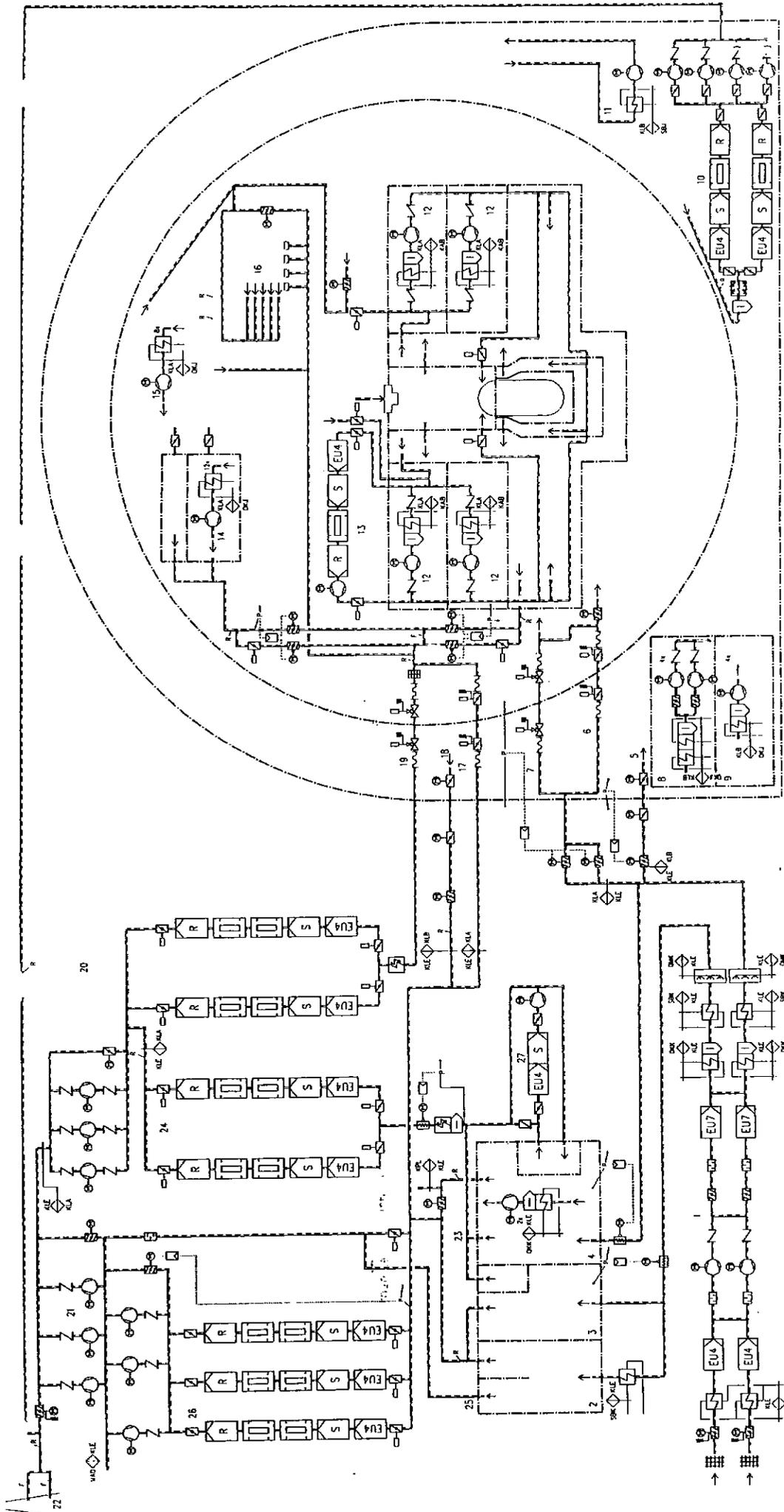
- bezogen auf Methyljodid 99 %
- bezogen auf elementares Jod 99,99 %

Die angegebenen Abscheidegrade sind Mindestwerte, die Auslegung erfolgt gemäß BMI-Richtlinie für Jod-Sorptionsfilter

2. Abscheidegrad der Jodsorptionsfilter:

- bezogen auf Methyljodid 90 %

Der angegebene Abscheidegrad ist ein Mindestwert, die Auslegung erfolgt gemäß BMI-Richtlinie für Jod-Sorptionsfilter



LEGENDE:

- 1 Gemeinsame Außenluftanlage
- 2 Sozialräume Reaktorflanzengengebäude
- 3 Laborräume Reaktorflanzengengebäude
- 4 Komponentenräume Reaktorflanzengengebäude
- 5 Zuluft Reaktorgebäude-Ringraum
- 6 Spielluft / Zuluft Reaktorgebäude-Innenraum
- 7 Zuluft Reaktorgebäude-Innenraum
- 8 Umföfanlage Kabokanal
- 9 Umföfanlage Nachschubpumpenraum
- 10 Ringraumabzugsanlage
- 11 Umföfanlage oberer Ringraum
- 12 Umföfanlage grosser Anlagenräume
- 13 Umföfanlage "netast" Werkstatt

- 14 Umföfanlage kleine Anlagenräume
- 15 Umföfanlage Betriebsräume
- 16 Betriebsräume
- 17 Schluft / Abluft Reaktorgebäude-Innenraum
- 18 Abluft Reaktorgebäude-Ringraum
- 19 Unterdruckabführung Reaktorgebäude-Innenraum
- 20 Unterdruckabführung Reaktorgebäude-Innenraum
- 21 Fortluftkamin
- 22 Fortluftkamin
- 23 Systemluft-Filteranlage
- 24 Systemluft-Sozialräume
- 25 Fortluft-Betriebsräume
- 26 Fortluft-Betriebsräume
- 27 Filteranlage "netast" Werkstatt

- KLA Lüftungstechnische Anlage Reaktorgebäude-Innenraum
- KLB Lüftungstechnische Anlage Reaktorgebäude-Ringraum
- KLE Lüftungstechnische Anlage Reaktorflanzengengebäude
- KMA Kompressorleistung
- KMB Betriebskomponentenluftsystem
- KPL Abgassystem
- MAD Entlüftung hinter Exklusierung Dampfrohranlage
- DKK Kältemediumsystem Reaktorflanzengengebäude
- DKK Kältemediumsystem Reaktorflanzengengebäude
- DKK Kältemediumsystem Reaktorflanzengengebäude
- SBU Hebungsanlage Reaktorflanzengengebäude
- SBK Hebungsanlage Reaktorflanzengengebäude

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Nukleare Lüftungstechnische Anlage (KL) Übersicht	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.9.1/1	DWR 1300 08.90

2.9.2 Konventionelle Lüftungstechnische Anlagen (SA)

(Tab. 2.9.2/1-4; Abb. 2.9.2/1)

Von den Anlagen, die nicht zum nuklearen Bereich (s. Abschn. 2.9.1) gehören, wird hier nur auf die Lüftung im Schaltanlagegebäude, Notspeisegebäude, Notstromerzeugergebäude, Maschinenhaus und Nebenkühlwasserpumpenbauwerk eingegangen. Für die restlichen Gebäude sind, soweit erforderlich, Lüftungsanlagen vorgesehen, die den Anforderungen der Arbeitsstättenrichtlinien gerecht werden.

2.9.2.1 Lüftungstechnische Anlagen im Schaltanlagegebäude (SAC)

(Tab. 2.9.2/1; Abb. 2.9.2/1)

Die Aufgaben sind:

- Versorgung mit Außenluft
- Einhaltung der spezifizierten Raumtemperatur und Luftfeuchte
- Abführung der Verlustwärme von Kabeln und elektrischen Komponenten
- Abführung von Gasen aus den Batterieräumen
- erforderlichenfalls Beschränkung der Aktivitätskonzentration in der Wartenluft

Die lufttechnischen Anlagen sind aufgeteilt in:

- Gemeinsame Außenluftanlage
- Klimaanlage für Warte und Rechnerraum
- 4 Umluftanlagen für die 4 redundanten Gebäudescheiben
- Gemeinsame Fortluftanlage
- Fortluftventilatoren für die Batterieräume
- Fortluftventilatoren für die WC- und Aufzugmaschinenräume

Gemeinsame Außenluftanlage

Die Außenluftanlage versorgt die Umluftanlagen der redundanten Gebäudescheiben, die Klimaanlage für Warte und Rechner und die Betriebsgänge anteilig mit gefilterter und je nach Außenluftzustand gekühlter oder erwärmter Außenluft.

Klimaanlage für Warte und Rechnerraum

Die Klimaanlage ist als Umluftanlage mit konstantem Außenluftanteil konzipiert. Die Umluft wird gekühlt, gefiltert und be- oder entfeuchtet. Der Teil für den Umluftventilator und -kühler ist 4-fach aufgebaut. Für einige Räume ist ein Nachluftherhitzer vorgesehen.

Umluftanlagen für die redundanten Gebäudescheiben

Die Lüftung für die 4 redundanten Gebäudescheiben ist jeweils als Umluftanlage mit konstantem Außenluftanteil konzipiert.

Jede Umluftanlage besteht aus Ventilator, Feinstfilter und Luftkühler. Durch Umluftschächte wird die Luft den einzelnen Geschossen zu- bzw. aus den Geschossen abgeführt.

Die Räume selbst können soweit notwendig mit Brandschutzklappen abgeschlossen werden.

Bei Ausfall einer Umluftanlage kann die Außenluftanlage zusammen mit der Fortluftanlage die Kühlung und Lüftung der betroffenen Gebäudescheibe übernehmen. Dafür werden die Klappen mit Motorantrieb in der Zu- und Fortluft der verbleibenden drei Umluftanlagen und des Wartebereiches geschlossen und bis auf eine Restluftmenge strömt die gesamte Außenluft über die Gebäudescheibe der ausgefallenen Umluftanlage strömt.

Gemeinsame Fortluftanlage

Aus dem Wartebereich, den Räumen der redundanten Gebäudescheiben und den Betriebsgängen wird die zugeführte Außenluft mittels Fortluftventilatoren wieder ins Freie abgegeben.

Die Fortluftventilatoren werden in einem Brandfall auch als Entrauchungsventilatoren verwendet. Zur Entrauchung eines Raumes wird der entsprechende Umluftventilator abgeschaltet und nahezu der gesamte Außenluftstrom der Gebäudescheibe zugeführt, indem sämtliche Außen- und Fortluftklappen der übrigen 3 Umluftanlagen und der Klimaanlage geschlossen werden. Dadurch wird eine Spülung des verqualmten Raumes mit Außenluft erreicht. Der Rauch des verqualmten Raumes wird in einem separaten Entrauchungsschacht bis in den ge-

meinsamen Fortluftkanal vor den Fortluftventilatoren mit der Fortluft aus den nicht verqualmten Räumen vermischt und ins Freie abgegeben.

Fortluft Batterieräume

In jeder Gebäudescheibe befindet sich ein Batterieraum, dessen Zuluft bei Bedarf vorgewärmt wird. Wegen der vorhandenen säurehaltigen Raumluft und zur Verhinderung einer H₂-Explosion wird der Raum auf Unterdruck mit entsprechendem Luftwechsel betrieben und die Fortluft über ein getrenntes Kanalnetz mit einem redundant aufgebauten Ventilator in explosionsgeschützter Ausführung ins Freie abgegeben. Die Luftkanäle und Komponenten sind in Kunststoff bzw. in säuregeschützter Ausführung ausgeführt.

Überdruckhaltung im Wartebereich bei Radioaktivität in der Außenluft

Bei Radioaktivität in der Außenluft wird die Außen- und Fortluftanlage abgeschaltet, die Klappen in der Außenluft geschlossen und die Umluftanlagen für die 4 Gebäudescheiben und den Wartebereich auf reinen Umluftbetrieb geschaltet. Um das Betriebspersonal im Wartebereich vor einem möglichen Aktivitätseintrag in diesem Fall zu schützen und mit „Frischluft“ zu versorgen, kann eine mobile Filteranlage (Schwebstoff- und Jodsorptionsfilter) an die Umluftanlage angeschlossen werden, die Luft aus einer benachbarten Gebäudescheibe entnimmt und dadurch einen geringen Überdruck im Wartebereich erzeugt (s. Abschn. 8.3.3.3).

2.9.2.2 Lüftungstechnische Anlagen im Notspeisegebäude (SAL)

(Tab. 2.9.2/2)

Jeder Gebäudescheibe ist eine eigene, gegenüber den anderen Gebäudescheiben unabhängige Umluftanlage zugeordnet. Die einfach vorhandene Notsteuerstelle wird redundant von vier Umluftanlagen aus den vier Gebäudescheiben versorgt. Eine Umluftanlage besteht aus den Ventilatoren für Normalbetrieb und Störfallbetrieb, die Kühler sind an das Kaltwassersystem und den Deionatvorrat angeschlossen. Die Fortluft von Batterieraum und Ölbehälterraum wird im Normalbetrieb von einem Fortluftventilator je Scheibe ins Freie gefördert. Die Außenluft- und Fortluftöffnungen sind gegen Druckstöße gesichert. Die Ventilatoren für den Störfallbetrieb sind an das Notstromnetz 2 angeschlossen.

Bei Radioaktivität in der Außenluft wird die Zuluft für die Notsteuerstelle zum Schutz für das Betriebspersonal über eine Filteranlage (Aerosol- und Jodfilter) gefiltert (s. Abschn. 8.1.3).

2.9.2.3 Lüftungstechnische Anlagen im Notstromerzeugergebäude mit Kaltwasserzentrale (SAD)

(Tab. 2.9.2/3)

Die im Notstromerzeugergebäude und in der Kaltwasserzentrale anfallenden Wärmemengen werden über Fortluftventilatoren an die Außenluft abgeführt.

Über Lufteintrittsvorrichtungen in den Gebäudeaußenwänden, bestehend aus Wetterschutzgitter, Schalldämpfer und Jalousieklappe wird die Außenluft angesaugt. Innerhalb des Gebäudes ist für den Notstromdiesel-Schaltanlagenraum eine eigene Umluftkühlanlage mit Luftfilter vorgesehen. Umluftheizgeräte mit Ventilatoren sorgen für die Einhaltung der Mindestraumtemperatur.

Die Ventilatoren für die Fortluft und die Umluft im Schaltanlagenraum sind am Notstrom angeschlossen.

2.9.2.4 Lüftungstechnische Anlagen im Nebenkühlwasserpumpenbauwerk (SAQ)

(Tab. 2.9.2/4)

In jeder Pumpenkammer ist zur Abfuhr der anfallenden Verlustwärme je eine Umluftanlage installiert.

Die Ventilatoren der Umluftanlagen für die gesicherten Nebenkühlwasserpumpen sind am Notstromnetz 1, die für die Notnebenkühlwasserpumpen am Notstromnetz 2 angeschlossen.

2.9.2.5 Lüftungstechnische Anlagen im Maschinenhaus (SAM)

Die Lüftungsanlage besteht aus mehreren Lufteintrittsvorrichtungen an den Außenwänden und Dachventilatoren. Ventilatoren befördern einen Teil der durch die Eintrittsöffnungen angesaugten Außenluft in das Maschinenhausuntergeschoß. Je nach Kühllast werden die Dachventilatoren in Gruppen zu- oder abgeschaltet.

Um im Winter bei einem möglichen Kraftwerksstillstand als auch -Betrieb Einfriererscheinungen zu verhindern, sind örtliche Umluftheizgeräte vorhanden, die in Abhängigkeit der Raumtemperatur zu- oder abgeschaltet werden.

Tabelle 2.9.2/1Hauptdaten der Lüftungstechnischen Anlagen im Schaltanlagegebäude (SAC)Außenluftanlage

Ventilatoren	2 x 100 %
Volumenstrom	ca. 68.000 m ³ /h
Stromversorgung	Normalstromnetz

Klimaanlage

Ventilatoren	4 x 50 %
Volumenstrom	ca. 58.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz

Umluftanlage je Gebäudescheibe

Ventilator	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 56.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz

Fortluftanlage

Ventilatoren	4 x 100 %
Volumenstrom	ca. 64.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz

Fortluft Batterieräume je Gebäudescheibe

Ventilatoren	2 x 100 %
Volumenstrom	ca. 1.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz

Mobile Filteranlage für Wartenbereich

Ventilator	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 1.000 m ³ /h
Stromversorgung	Normalstromnetz
Abscheidegrad Schwebstofffilter	gem. DIN 24 184, Klasse S
Abscheidegrad Jodfilter	90 % bezogen auf Methyljodid

Tabelle 2.9.2/2Hauptdaten der Lüftungstechnischen Anlagen im Notspeisegebäude (SAL)

Je Gebäudescheibe:

Umluftanlage

Ventilatoren	2 x 100 % Reaktorbetrieb 2 x 50% Störfallbetrieb
Volumenstrom	ca. 27.400 m ³ /h Reaktorbetrieb ca. 41.700 m ³ /h Störfallbetrieb
Stromversorgung	Notstromnetz II

Umluftanlage Dieselraum

Ventilator	1 x 100%
Volumenstrom	ca. 25.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz II

Fortluftanlage

Ventilator	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 1.800 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz II

Zuluftfilteranlage Notsteuerstelle

Ventilatoren	2 x 50 %
Volumenstrom	ca. 7.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz II
Abscheidegrad Schwebstofffilter	gem. DIN 24 184, Klasse S
Abscheidegrad Jodfilter	90 % bezogen auf Methyljodid

Tabelle 2.9.2/3Hauptdaten der Lüftungstechnischen Anlagen im Notstromerzeugergebäude mit Kaltwasserzentrale (SAD)

Je Gebäudescheibe:

Fortluftanlage Dieselraum

Ventilatoren	2 x 50%
Volumenstrom	ca. 153.00 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz I

Außenlufteintritt Dieselraum

Volumenstrom	ca. 189.00 m ³ /h
--------------	------------------------------

Umluftanlage Schaltanlagenraum

Ventilator	1 x 100%
Volumenstrom	ca. 1.900 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz I

Fortluftanlage Kältemaschinenraum

Ventilator	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 4.400 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz I

Tabelle 2.9.2/4Hauptdaten der Lüftungstechnischen Anlagen im Nebenkühlwasserpumpenbauwerk (SAQ)Umluftanlage Pumpenkammern

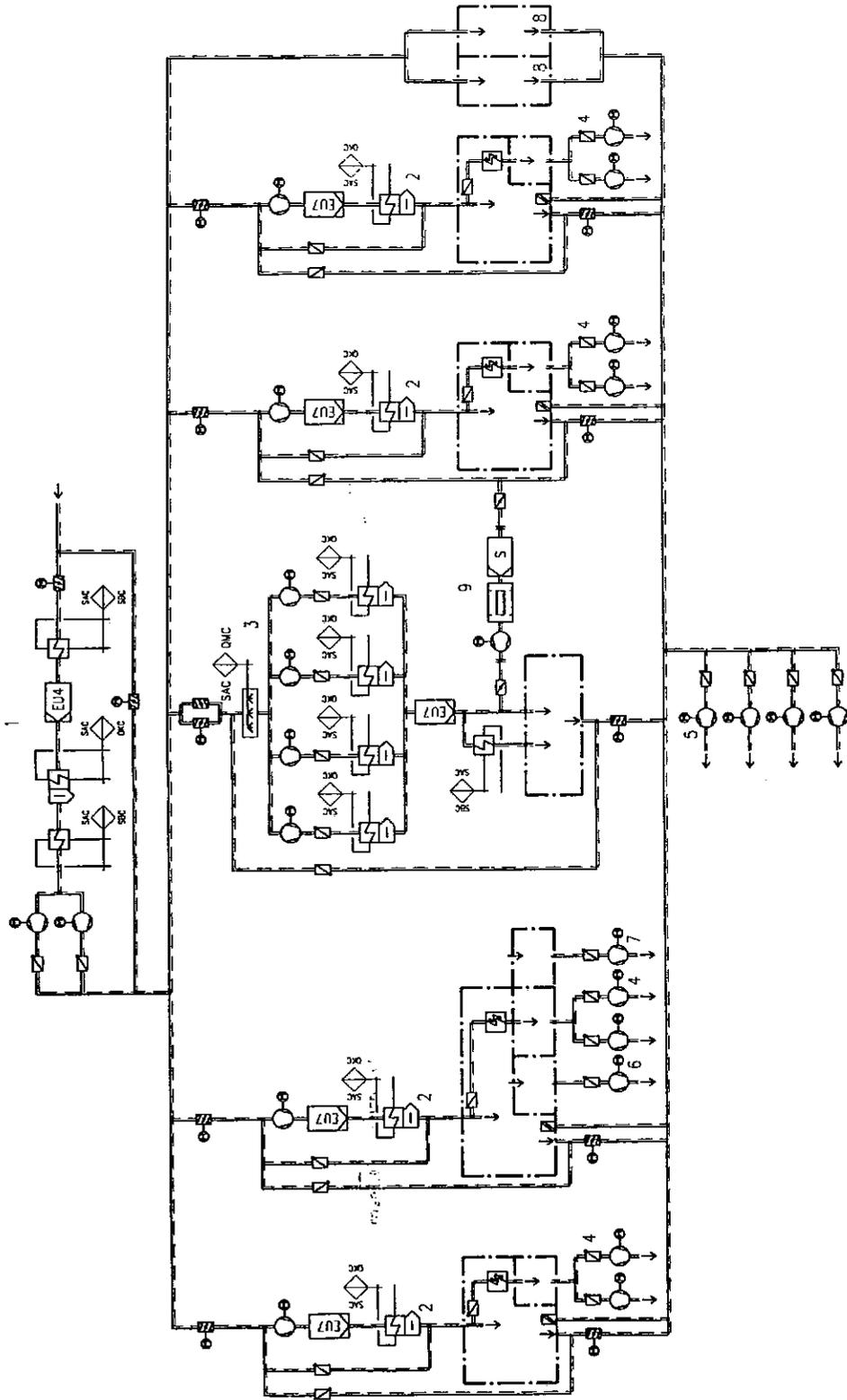
Ventilator je Pumpenkammer	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 5.400 m ³ /h
Stromversorgung	wie zu kühlende Pumpe

Fortluftanlage

Ventilator	1 x 100 %
Volumenstrom	ca. 1.000 m ³ /h
Stromversorgung	Normalstromnetz

Fortluftanlage

Ventilator	1 x 100 %
Umluftvolumenstrom	ca. 1.800 m ³ /h
Außenluftvolumenstrom	ca. 1.000 m ³ /h
Stromversorgung	Notstromnetz



- 1 Gemeinsame Aussenluftanlage
- 2 Umluftanlagen fuer Schiebe 1 bis 4
- 3 Klimaanlage fuer Werte und Rechneraum
- 4 Fortluft Batterieraum
- 5 Gemeinsame Fortluftanlage
- 6 Fortluft WC
- 7 Fortluft Aufzugsmaschinenraum
- 8 Betriebsgeuge
- 9 Ueberdruckhaltung im Wartebereich bei Radioaktivitaet in der Aussenluft

DKC Kuehlmediumsystem Schaltanlagengebäude
 DMC Luftbereitungsytstem Schaltanlagengebäude
 SSC Heizungsanlage Schaltanlagengebäude

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Luftungstechnische Anlagen (SAC) im Schaltanlagengebäude	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.9.2/1	DWR 1300 06.90

2.10 Dampfkraftanlage

2.10.1 Speisewasser-Dampf-Kreislauf

(Tab. 2.10.1/1 bis 2; Abb. 2.10.1/1 bis 6)

Die Dampfkraftanlage ist so geschaltet, daß bei einem möglichst einfachen und übersichtlichen Aufbau ein Maximum an Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit erreicht wird (siehe Abb. 2.10.1/1). Mit geringen Modifikationen ist auch eine Fernwärmeauskopplung möglich.

2.10.1.1 Frischdampfsystem (LBA)

Der Frischdampf (FD) wird von den Dampferzeugern in 4 Rohrleitungen über die Kompaktarmaturenblöcke in den FD- und Speisewasser-Armaturenkammern zu den kombinierten Schnellschluß-Stellventilen der Turbine geführt.

Frischdampfleitung im Reaktorgebäude

Der Verlauf der FD-Leitungen innerhalb des Reaktorgebäudes ist aus der Abb. 2.10.1/2 ersichtlich. Die Festpunkte befinden sich am DE-FD-Stutzen sowie in der Betonhülle.

Der Z-förmige Verlauf einer FD-Leitung berücksichtigt die Wärmedehnung einer FD-Leitung.

Der FD-Leitungsabschnitt vom DE zum Schutzzylinder ist als horizontal verlegtes gerades Rohr ausgebildet.

Das am Schutzzylinder verlegte und auf das Niveau der Durchführung durch die Sicherheitshülle führende FD-Leitungsstück wird durch eine Krümmerabstutzung gehalten. Von der Durchführung durch den Sicherheitsbehälter bis zum Kompaktarmaturenblock in der FD- und Speisewasserarmaturenkammer ist die FD-Leitung als Doppelrohr verlegt (Abb. 2.10.1/3).

Frischdampf-Armaturenstation

Jede Frischdampfleitung hat in der FD- und Speisewasser-Armaturenkammer (Abb. 2.10.1/4) eine Armaturenstation, die aus dem Kompaktarmaturenblock - bestehend aus FD-Abschlußarmatur, FD-Abblaseabsperrventil, FD-Absperrventil vor Sicherheitsventil und FD-Sicherheitsventil (Abb. 2.10.1/5) - sowie den Anwärmmarmaturen (Anwärmeschieber, Anwärmregelventil) und dem FD-Abblaseregelventil gebildet wird.

Die Aufgaben und Funktionen der Ventile bzw. Armaturen der Armaturenstation sind folgende:

- **FD-Abschlußarmatur**
Die FD-Abschlußarmatur hat die Aufgabe, bei Störfällen die FD-Leitung abzusperren.
- **FD-Abblaseabsperrventil**
Das FD-Abblaseabsperrventil ist dem FD-Abblaseregelventil vorgeschaltet und im Normalbetrieb geschlossen. Dadurch werden Dampfleckagen in die Atmosphäre bei Undichtigkeiten des Abblaseregelventils verhindert. Bei Störungen, die infolge Fehlverhaltens des Abblaseregelventils zu einem unzulässigen Abfall des FD-Druckes führen, wird durch Schließen des Abblaseabsperrventils ein weiterer Druckabfall im DE verhindert.
- **FD-Abblaseregelventil**
Das Abblaseregelventil ist dem FD-Abblaseabsperrventil nachgeschaltet und im Normalbetrieb geschlossen. Zur Beherrschung bestimmter Störfälle ist eine automatische Druckabsenkung des Speisewasser-Dampfkreislaufes notwendig. Diese Funktion wird vom Abblaseregelventil wahrgenommen.
- **FD-Absperrventil vor dem FD-Sicherheitsventil**
Die Aufgabe des Absperrventils vor dem FD-Sicherheitsventil (FD-SIV) ist es, nach dem Ansprechen des nachgeschalteten FD-SIV und nachfolgenden fehlerhaftem Offenbleiben des FD-SIV die vollständige Druckentlastung des zugehörigen DE zu verhindern und bei einem unterstellten Heizrohrbruch die Aktivitätsabgabe an die Umgebung zu begrenzen. Die Absperrarmatur ist im Normalbetrieb geöffnet und in Offenstellung verriegelt.

- FD-Sicherheitsventil
Das FD-SIV hat die Aufgabe, den FD-Druck im zugehörigen DE mit dem angeschlossenen FD-Leitungssystem zu begrenzen. Das FD-SIV ist im Normalbetrieb geschlossen.
- Anwärmschieber
Der Anwärmschieber wird nur im Stillstand und Anfahrbetrieb geöffnet und ist dem Anwärmegelventil als Absperrarmatur vorgeschaltet.
- Anwärmregelventil
Das Anwärmregelventil regelt nach Öffnen des Anwärmschiebers den Dampfstrom zur Anwärmung der Frischdampfleitung.

In Abb. 2.10.1/6 werden die Ventilstellungen bei verschiedenen Betriebsfällen gezeigt (siehe auch Abschn. 5.2.15).

Der Bereich des Festpunktes in der Betonhülle und des unmittelbar daran anschließenden außenliegenden Kompaktarmaturenblockes wird in Form von Schmiedestücken ausgeführt, die durch einfach auszuführende, gut prüfbare Rundnähte miteinander verschweißt sind.

Frischdampfleitung im Maschinenhaus

Die 4 FD-Leitungsstränge sind vor der Turbine im Maschinenhaus durch Ausgleichsleitungen miteinander verbunden (Abb. 2.10.1/1), die in eine Sammelleitung (FD-Sammler) münden. Damit wird ein Druckausgleich in allen Strängen vor den kombinierten Schnellschluß-Stellventilen der Turbine erreicht.

Um bei allen Betriebsfällen eine symmetrische Dampfabnahme aus allen Dampferzeugern sicherzustellen, werden die Rohrleitungen zu den Umleitventilen sowie die Stützbedampfung zum Speisewasserbehälter, zum HD-Vorwärmer und zum Hilfsdampfsammler von der Sammelleitung (FD-Sammler) abgezweigt.

Die FD-Heizleitungen zu den beiden Zwischenüberhitzern (ZÜ) zweigen zwischen den FD-Schnellschluß- und Stellventilen der Turbine ab. Dadurch wird bei Turbinen-Schnellschluß auch die Zwischenüberhitzung automatisch unterbrochen.

Nach der Entspannung im HD-Teil der Turbine wird der Dampf vor Eintritt in die ND-Teile zur Vermeidung unzulässig hoher Abdampfnässe und der damit verbundenen Erosionsgefahr entwässert und zwischenüberhitzt. Nach der Entspannung in den ND-Teilen der Turbine wird der Dampf in Kondensatoren niedergeschlagen. Jedem doppelflutigen Niederdruckteil ist ein Kondensator zugeordnet.

Um den während des Anfahrvorganges bzw. beim Turbinenschnellschluß erzeugten Frischdampf über die Umleitventile in die Kondensatoren abführen zu können, ist zur Temperaturabsenkung des Dampfes vor Eintritt in die Kondensatoren eine Kondensateinspritzung vorgesehen.

2.10.1.2 Hauptkondensatsystem und Niederdruck-Vorwärmanlage (LCA)

Das Hauptkondensat läuft von den Kondensatoren über die Kondensatsammelleitung den Hauptkondensatpumpen zu. Von den Hauptkondensatpumpen wird das Kondensat durch die Niederdruckvorwärmanlage und nachgeschalteten Filteranlagen zum Speisewasserbehälter gefördert.

Die Vorwärmanlage dient zum stufenweisen Vorwärmen des Speisewassers mit Anzapfdampf der Turbine.

Das Kondensat wird von den Hauptkondensatpumpen durch die hintereinandergeschalteten ND-Kondensatkühler und ND-Vorwärmer gefördert.

Die mehrsträngige ND-Vorwärmanlage entspricht der Anzahl der ND-Teile der Turbine. Jeder ND-Vorwärmerstrang ist für den entsprechenden Anteil der Gesamtleistung ausgelegt. Es ist eine gemeinsame Umführung der ND-Vorwärmanlage vorgesehen.

Den Niederdruck-Vorwärmern ist der Speisewasserbehälter als Mischvorwärmer mit Entgasungsanlage nachgeschaltet. Diese wird mit Dampf aus einer Anzapfung der Turbine versorgt. Beim An- und Abfahren sowie im Schwachlastbetrieb erfolgt eine Stützbedampfung aus der FD-Leitung.

2.10.1.3 Speisewassersystem und Hochdruckvorwärmanlage (LAB/LAD)

Über das Speisewasserleitungssystem (LAB) fördern die Speisewasserpumpen im Normalbetrieb sowie im Umleitbetrieb das Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter durch die Hochdruck-Vorwärmer zu den Dampferzeugern.

Die HD-Vorwärmer, HD-Kühler und ZÜ-Kühler werden 2strängig ausgeführt (LAD). Die hydraulische und thermische Leistung beträgt hierbei je Strang 50 % der Gesamtanlage. Jeder HD-Strang hat eine Umführung für 50 % der Gesamtleistung. Die Umführung erfolgt über entsprechende Signalanregung automatisch mit eigenmediumgesteuerten Armaturen.

In den Speisewasserleitungen sind nach den HD-Vorwärmern die erforderlichen Regelarmaturen, Rückschlagarmatur und Absperrschieber angeordnet (Abb. 2.10.1/1). Diese Speisewasserarmaturen, außer der Rückschlagarmatur, sind in der FD- und Speisewasserarmaturenkammer angeordnet und jederzeit zugänglich. Die Rückschlagarmatur befindet sich innerhalb des Sicherheitsbehälters im Bereich der Dampferzeuger.

An- und Abfahrssystem (LAH)

Das An- und Abfahrssystem ist für das An- und Abfahren während des bestimmungsgemäßen Betriebs sowie zur Abfuhr der Nachwärme bei Ausfall der Speisewasserpumpen (z. B. im Notstromfall) vorgesehen. Die An- und Abfahrpumpen speisen über das Schwachlastregelventil in die Speisewasserleitung ein. Sie fördern aus dem Speisewasserbehälter und sind so ausgelegt, daß der erforderliche Speisewasserstrom auch gegen den Ansprechdruck der Dampferzeuger-Sicherheitsventile gefördert werden kann.

Das An- und Abfahrssystem ist nach den Gesichtspunkten des bestimmungsgemäßen Betriebes ausgelegt, wobei zur Nachwärmeabfuhr bei konstanter Temperatur eine Pumpe ausreicht und beim Abkühlen beide Pumpen benötigt werden.

Während der An- und Abfahrvorgänge werden die Dampferzeuger mit den beiden notstromgesicherten An- und Abfahrpumpen gespeist. Sicherheitstechnische Forderungen werden durch das Notspeisesystem abgedeckt, das im Anforder-

ungsfall über eigene Anschlußstutzen in die Dampferzeuger einspeist (s. Abschn. 2.8.2.3).

2.10.1.4 Wasserchemie des Speisewasser-Dampf-Kreislaufs

An die Wasserchemie des Speisewasser-Dampf-Kreislaufs sind folgende Aufgaben gestellt:

- die Metallabgaben der Strukturwerkstoffe minimal zu halten
- dem Auftreten selektiver Korrosionsformen entgegenzuwirken
- die Ablagerung von Korrosionsprodukten auf Wärmeübergangsflächen weitgehend zu vermeiden
- der Bildung korrosionsfördernder Medien entgegenzuwirken.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben werden folgende wasserchemische Bedingungen eingestellt:

- chemische Konditionierung des Wasser-Dampf-Kreislaufes mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln (Hydrazin, Ammoniak)
- Begrenzung der Chloridkonzentration im Dampferzeugerwasser
- Sauerstofffreiheit durch eine Fahrweise mit Hydrazinüberschuß
- Minimierung des Korrosionsprodukteintrages in die Dampferzeuger durch Anhebung des pH-Wertes im gesamten Wasser-Dampf-Kreislauf auf $\text{pH} > 9,8$

Weiter werden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- kontinuierliche Abschlammung der Dampferzeuger zur Aufrechterhaltung einer den Spezifikationen entsprechenden Wasserqualität
- kontinuierliche Entgasung des Speisewassers
- hohe qualitätssichernde Maßnahmen zur Erzielung von dichten Turbinenkondensatoren und Einsatz von kupferfreien Werkstoffen

2.10.1.5 Sicherheitstechnische Auslegung des Speisewasser-Dampf-Kreislaufes

Schutzziele

Die systemtechnischen Einrichtungen in den Frischdampf-Speisewasser-Armaturenkammern (Abb. 2.10.1/4) dienen zur Sicherstellung

- der Dampferzeuger-Absperrung und
- der kontrollierten Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkühlsystem über die Dampferzeuger an die Atmosphäre bei Ausfall der Hauptwärmesenke

Daraus folgt, daß die Absperrfunktion der Frischdampf-Armaturenblöcke in den Armaturenkammern sowohl bei systemeigenen Störfällen als auch bei Einwirkungen von außen sichergestellt sein muß.

Die speisewasserseitige Absperrung des Dampferzeugers erfolgt durch die Rückschlagarmatur vor dem Dampferzeuger innerhalb des Sicherheitsbehälters. Um im Anforderungsfall die Bespeisung durch das Notspeisesystem sicherzustellen, muß der Rohrleitungsabschnitt zwischen Dampferzeuger und Rückschlagarmatur bei Einwirkungen von außen intakt bleiben.

Randbedingungen der Auslegung

Die in den Frischdampf- und Speisewasserleitungen zu unterstellenden Lecks bzw. Rundabrisse sowie die entsprechend zu berücksichtigenden Folgewirkungen sind in Abschnitt 2.2.3.5 beschrieben. Unzulässige Auswirkungen auf sicherheitstechnische Einrichtungen werden insbesondere durch folgende Maßnahmen verhindert:

- Führung der FD- und SpW-Leitungen vom Sicherheitsbehälter bis zu den Abschlußarmaturen in den Armaturenkammern in Doppelrohren, die zum Sicherheitsbehälter-Innenraum offen sind (Vermeidung Dampfeintrag in Reaktorgebäude-Ringraum)
- Führung der FD-Leitungen von den Abschlußarmaturen bis zum Austritt in den Armaturenkammern in Doppelrohren, die zur Atmosphäre hin offen sind

(Vermeidung von Temperaturanstieg und Strahlkräften im Bereich der übrigen Armaturen der zum betroffenen Strang gehörenden FD-Armaturenstation.

- Strangweise Unerbringung der FD- und SpW-Armaturenstationen in einzelnen Armaturenkammern (Vermeidung von Auswirkungen auf redundante Stränge)
- Trennung der FD- und der SpW-Armaturenstation durch eine Zwischendecke (Vermeidung einer Funktionsbeeinträchtigung eines FD-Armaturenblocks infolge unterstellter Lecks bzw. Rundabrisse in der zugeordneten SpW-Leitung.

Gegen Einwirkungen von außen ist das Reaktorgebäude so ausgelegt, daß die FD- und Speisewasser-Armaturenkammern den Belastungen aus direktem Flugzeugaufprall standhalten.

Für die Auslegung der Systeme gegen Flugzeugabsturz werden die Belastungen berücksichtigt, die sich aus dem Aufprall auf die FD- und Speisewasser-Armaturenkammern ergeben.

2.10.1.6 Fernwärmeauskopplung

Es besteht die Möglichkeit, die Blöcke C und D in die Fernwärmeversorgung vom Kernkraftwerk nach Stendal und Magdeburg einzubeziehen.

Die für die Blöcke A und B bis dahin errichteten Heißwassersysteme auf dem Gelände des KKW müßten dazu entsprechend erweitert werden. In den Versorgungsanlagengebäuden (UTA) der Blöcke C und D besteht die Möglichkeit, Heiznetzwasservorwärmanlagen nachzurüsten. Die vorgesehene 3-stufige Vorwärm säule kann mit Anzapfdampf aus dem 1300 MW-Turbosatz beheizt werden. Das Heizedampf kondensat wird dann über Pumpen in den Turbinenkreislauf zurückgefördert. Die Parameter im Heißwassersystem einerseits und im Dampf- und Kondensatsystem andererseits werden so eingerichtet, daß keine Aktivität in das Fernwärmenetz verschleppt werden kann.

Das Heißwassersystem kann durch Aktivitätsmeßgeräte überwacht werden.

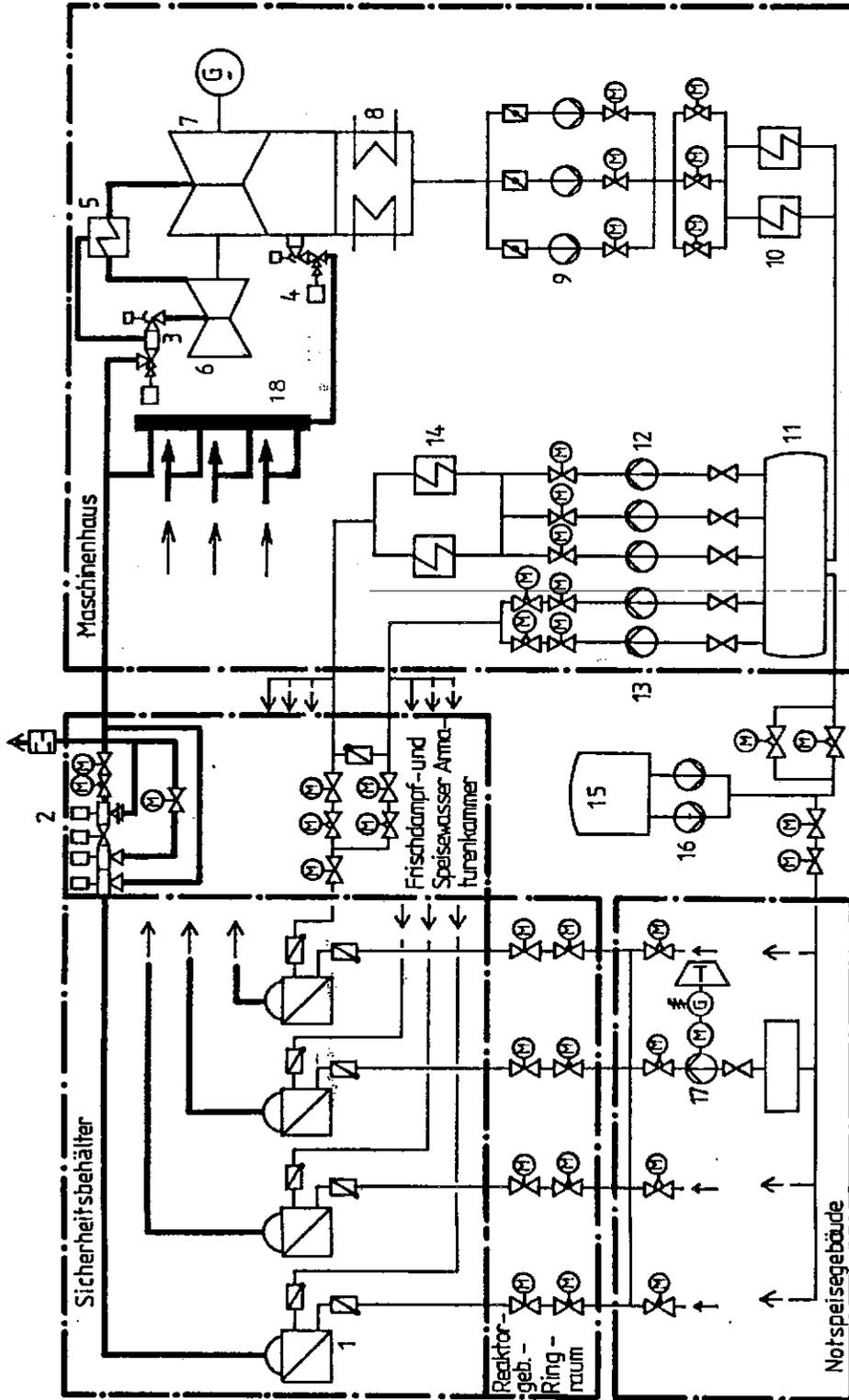
Tabelle 2.10.1/1Hauptdaten des Speisewasser-Dampf-Kreislaufes

Frischdampfmenge	ca.	2105	kg/s
Frischdampfdruck	pe	63,9	bar
Auslegung			
- Frischdampfleitung	pe	87,3	bar
- Speisewasserleitung			
• von Speisewasserpumpe bis Speisewasserregelkopf	pe	120	bar
• von Speisewasserregelkopf bis Dampferzeuger	pe	87,3	bar
- An- und Abfahrleitung	pe	120	bar
HD-Fluten Anzahl		2	
ND-Fluten Anzahl		6	
ND-Vorwärmer			
Anzahl der Stränge		3	
Anzahl der Vorwärmerstufen		4	
Speisewasserbehälter			
Anzahl		1	
HD-Vorwärmer			
Anzahl der Stränge		2	
Anzahl der Vorwärmerstufen		1	
<u>Speisewasserpumpen</u>			
Hauptspeisewasserpumpen			
Anzahl		3 x 55	%
Fördermenge	ca.	1131	kg/s
Förderdruck	ca.	75	bar
An- und Abfahrpumpen			
Anzahl		2 x 50	%
		(bezogen auf Nachzerfalls- und Speicherwärme)	
Fördermenge	ca.	42	kg/s
Förderdruck	ca.	95,5	bar
		(bei 141,5 °C Speisewassertemperatur)	

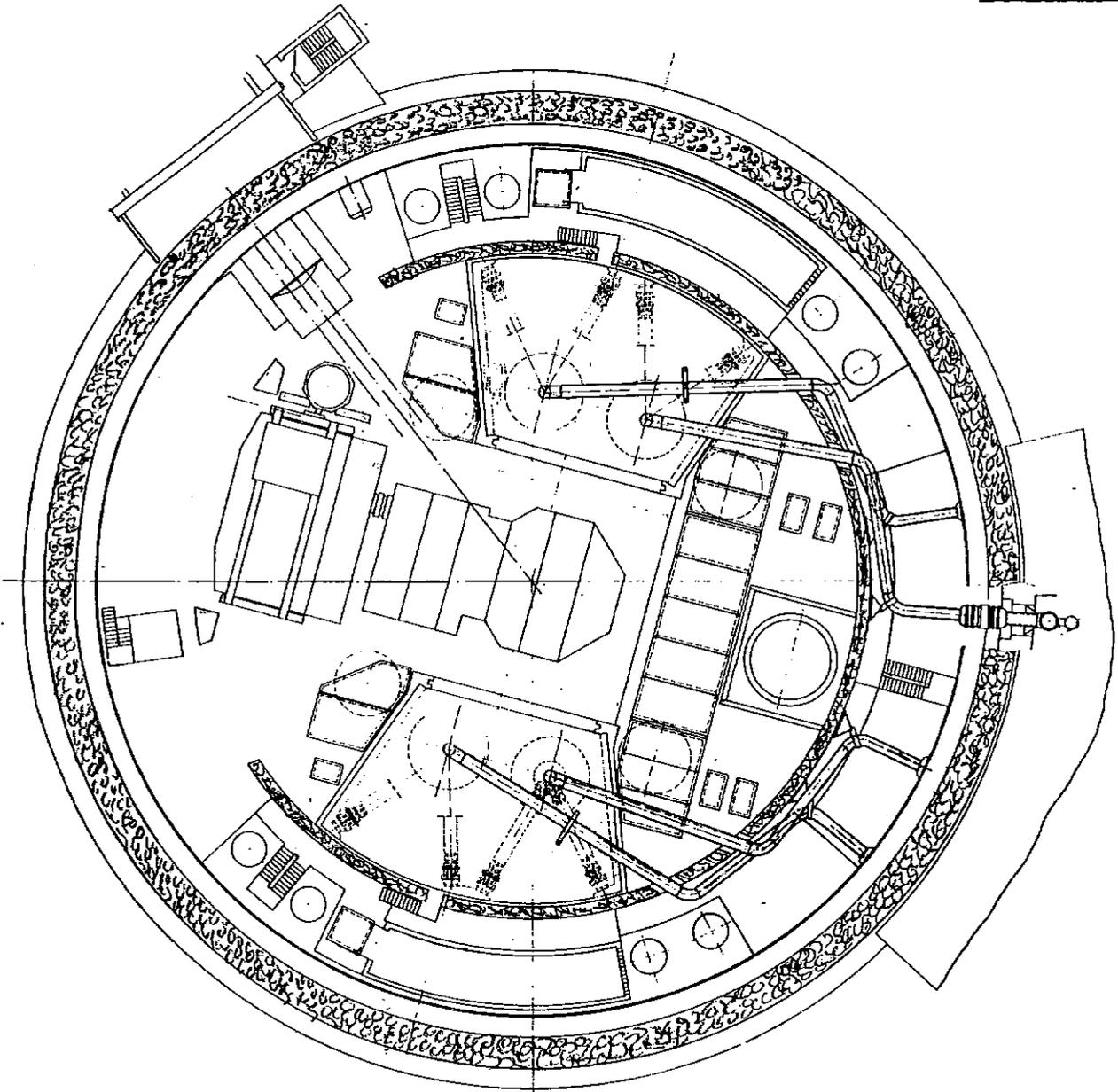
Tabelle 2.10.1/2Datenzusammenstellung der FrischdampfarmaturenKompaktarmaturenblock

Anzahl	4
FD-Abschlußarmaturen	
Nennweiten	
Eintritt	DN 700
Austritt	DN 700
Abzweig zu FD-AAV	DN 450
Sitzdurchmesser	DN 680
Auslegung	ca. 530 kg/s bei 63,9 bar im DE (Hauptleitung) ca. 530 kg/s bei 85 bar im DE (Abzweig zu FD-AAV)
FD-Abblaseabsperrentile	
Nennweiten	
Eintritt	DN 450
Austritt	DN 400
Abzweig zu FD-AVSIV	DN 450
Sitzdurchmesser	DN 370
Auslegung	ca. 530 kg/s bei 87,3 bar im DE (Abzweig zu FD-AVSIV) wie Abblaseregelventil (Aus- tritt)
FD-Absperrventile vor den SIV	
Nennweiten	
Eintritt	DN 450
Austritt	DN 450
Sitzdurchmesser	DN 400
Auslegung	ca. 530 kg/s bei 87,3 bar im DE (Absperrventil im Normal- betrieb immer offen)
FD-Sicherheitsventile	
Nennweiten	
Eintritt	DN 450
Austritt	DN 500
Sitzdurchmesser	DN 300
Ansprechüberdruck	87,3 bar im Dampferzeuger
Durchsatz im Ansprechdruck	ca. 530 kg/s
<u>FD-Abblaseregelventile</u>	
Anzahl	4
Nennweiten	
Eintritt	DN 400
Austritt	DN 500
Auslegung	ca. 530 kg/s bei 85 bar im DE ca. 34,7 kg/s bei 5 bar im DE ca. 23,4 kg/s bei 3 bar im DE

- 1 Dampferzeuger
- 2 Armaturenstationen
- 3 Schnellschluß- und Stellventile
- 4 Umleitstation
- 5 Zwischenüberhitzer
- 6 HD-Turbine
- 7 ND-Turbine
- 8 Kondensator
- 9 Hauptkondensatpumpen
- 10 ND-Vorwärmanlage
- 11 Speisewasserbehälter
- 12 Speisewasserpumpen
- 13 An- und Abfahrpumpen
- 14 HD-Vorwärmanlage
- 15 Deionatvorratsbehälter
- 16 Deionatpumpen
- 17 Notspeisepumpen
- 18 FD-Sammelleitung



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Frischdampfsystem und Dampferzeuger-Bespeisung Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.10.1/1	DWR 1300 08.90



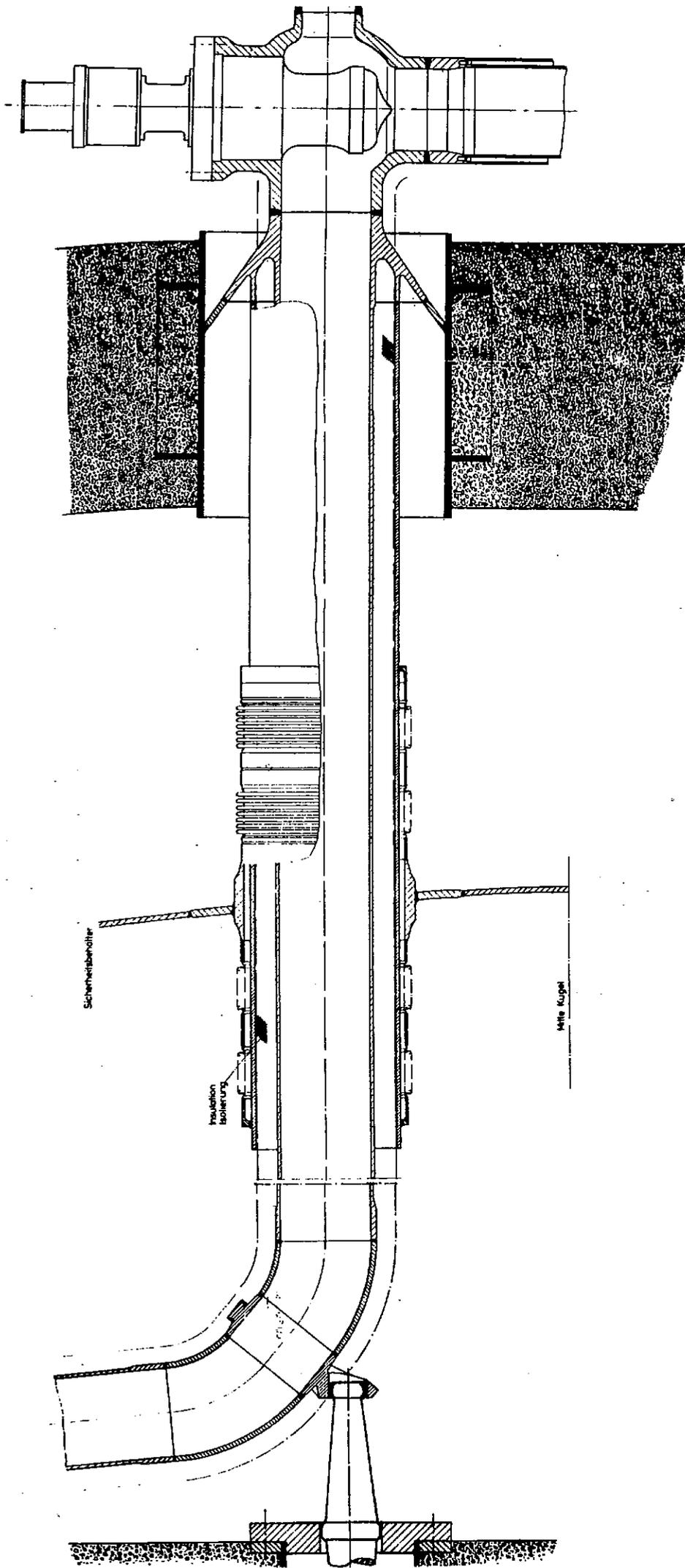
Kernkraftwerk Stendal C/D

Frischdampfleitung im Reaktorgebäude

SIEMENS Energieerzeugung KWU

Abb.: 2.10.1/2

DWR 1300 08.90'



Betonhülle

Sicherheitsbehälter

Übergangsbauart

Sicherheitskugel

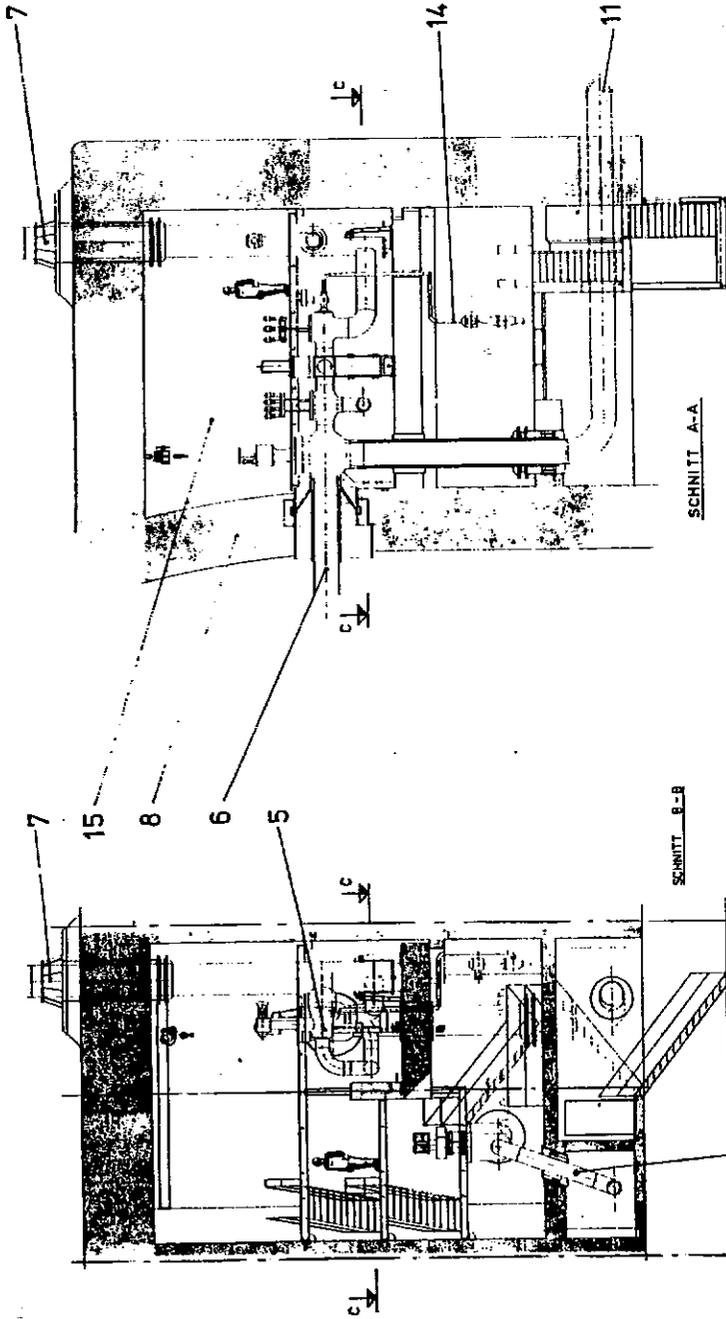
Kernkraftwerk Stendal C/D

Durchführung der Frischdampfleitung
durch
Sicherheitsbehälter und Betonhülle

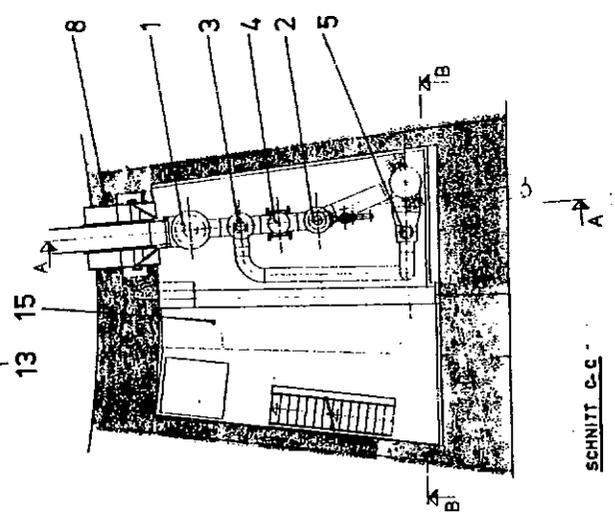
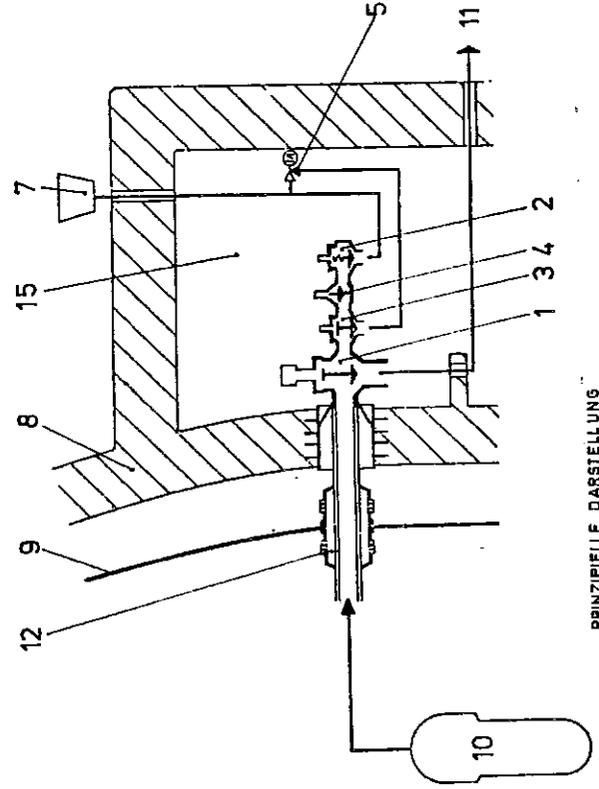
SIEMENS Energieerzeugung KWU

Abb.: 2.10.1/3

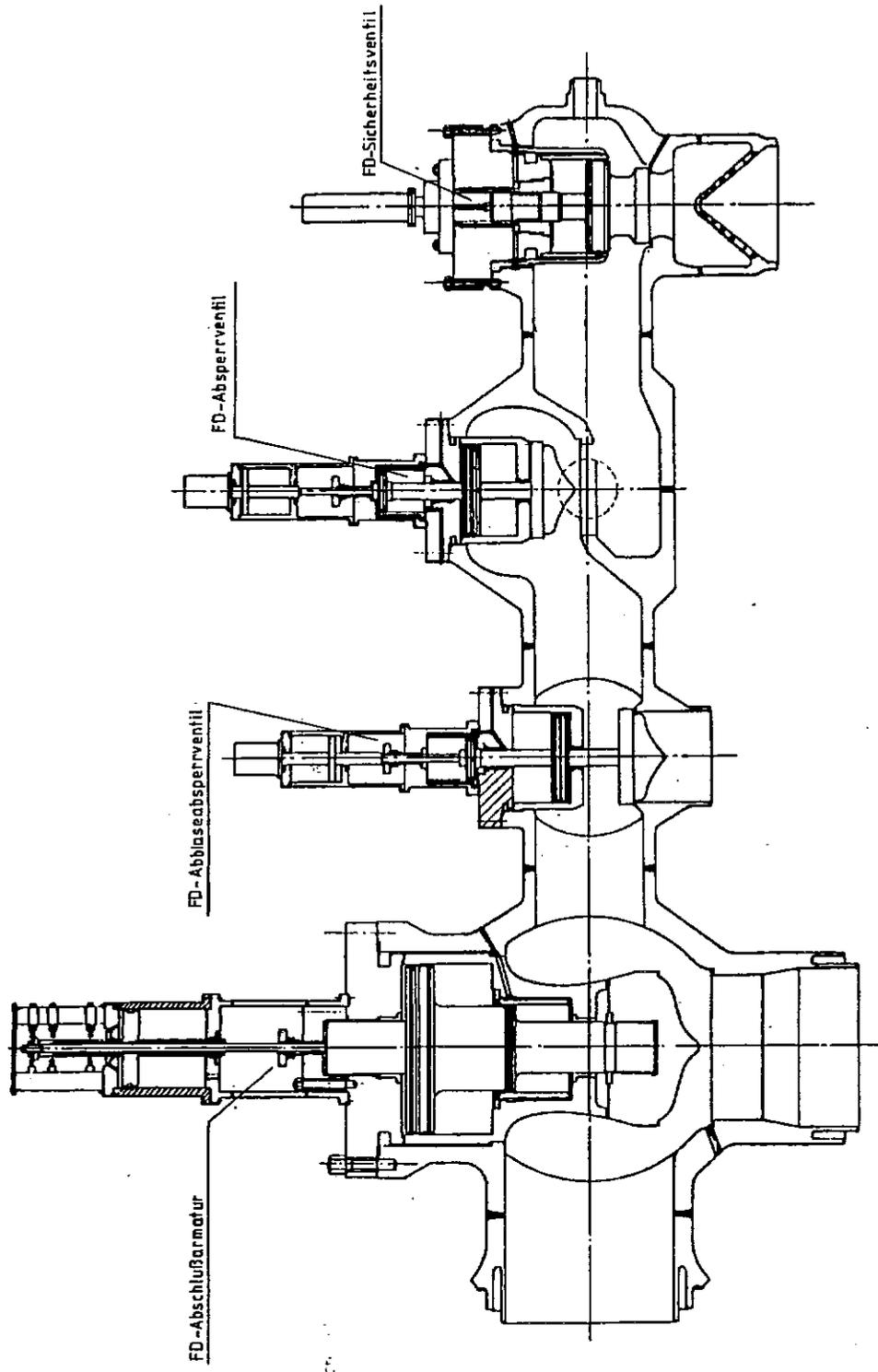
DWR 1300 08.90



- 1 FD-Abschlußarmatur
- 2 FD-Sicherheitsventil
- 3 Ablaseabsperrentil
- 4 Absperrventil
- 5 Abblaseregelventil
- 6 Frischdampfleitung
- 7 Ablasevorrichtung
- 8 Betonhülle
- 9 Sicherheitsbehälter
- 10 Dampferzeuger
- 11 zur Turbine
- 12 Sicherheitsbehälterdurchführung
- 13 Speisewasserleitung
- 14 Anwärmlleitung
- 15 Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammer (insgesamt 4x vorhanden)

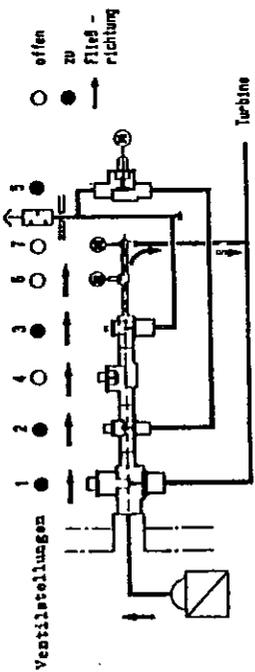


Kernkraftwerk Stendal C/D	
Frischdampf- und Speisewasserarmaturenkammer -- Schema --	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.10.1/4	DWR 1300 06.80

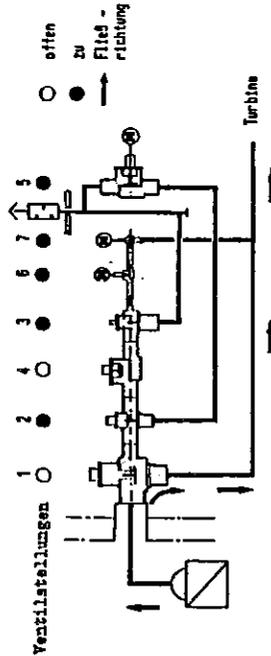


Kernkraftwerk Stendal C/D	
Kompaktarmaturenblock in der FD- und Speisewasserarmaturenkammer	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.10.1/5	DWR 1300 08.90

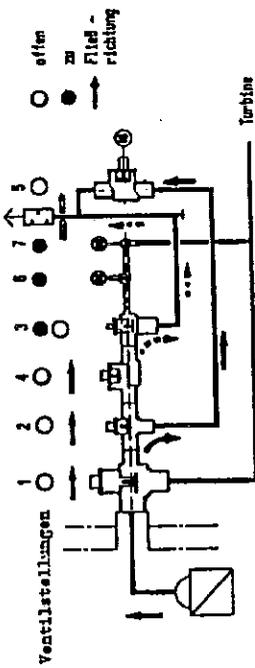
Stillstand und Anfahrbetrieb



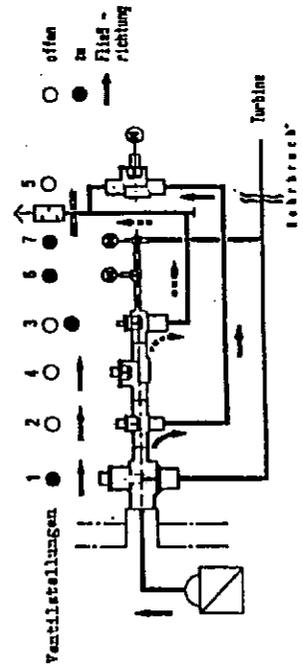
Normalbetrieb



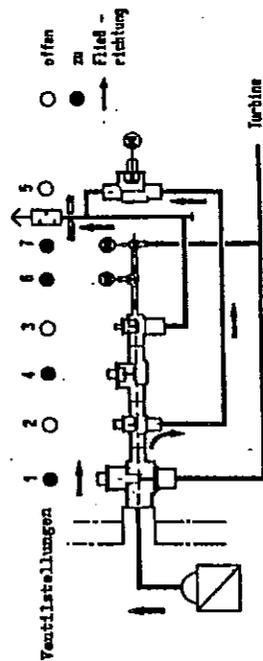
Abblasebetrieb bei: - Ausfall der Hauptwärmesenke
- zu höher Druck im Dampferzeuger



Abblasebetrieb bei: - Rohrbruch hinter FD-Abschlußarmatur



Abblasebetrieb bei: - Versagen Sicherheitsventil in Offenstellung



- 1 FD-Abschlußarmatur
- 2 FD-Abblase-Absperrventil
- 3 FD-Sicherheitsventil
- 4 FD-Absperrventil vor dem FD-Sicherheitsventil
- 5 FD-Abblase-Regelventil
- 6 FD-Absperrschieber für Anwärmlleitung
- 7 FD-Anwärm-Einstellventil

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Frischdampfleitungssystem Armaturenstation - Ventilstellungen bei versch. Betriebszustände	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.10.1/6	DWR 1300 08.90

2.10.2 Dampfturbinenanlage (MA/MK)

(Tab. 2.10.2/1)

2.10.2.1 Dampfturbine (MAA/MAC)

Die Turbine ist eine Einwellenturbine mit einer doppel­flutigen Hochdruck-Turbine und einer mehrflutigen Niederdruck-Turbine. Die Läufer der Teilturbinen und der Generatorläufer sind starr gekuppelt. Die Welle der Hochdruck-Turbine wird aus dem vollen Block geschmiedet, die Niederdruck-Teilturbinen haben Rad-scheibenwellen.

Hochdruck-Turbine (MAA)

Die doppel­flutige Hochdruck-Turbine hat ein axial geteiltes Außengehäuse und ein wärmebeweglich gelagertes Innengehäuse.

Wasserabscheider und Überhitzer

Um den Nässegehalt des Dampfes in den letzten Stufen der Niederdruck-Turbine auf einen zulässigen Wert zu begrenzen, sind außer Entwässerungen in der Turbine noch externe Wasserabscheider und Überhitzer in den Dampfweg zwischen Hochdruck- und Niederdruck-Turbine eingeschaltet. Je ein Wasserabscheider und Überhitzer sind zu einer Baueinheit zusammengefaßt. Der Überhitzer wird mit Frischdampf beheizt.

Niederdruck-Turbine (MAC)

Die Gehäuse der doppel­flutigen Niederdruck-Teilturbinen sind dreischalig konstruierte und axial geteilte Schweißkonstruktionen.

Lager und Kupplungen

Der Läufer der Hochdruck-Turbine wird von zwei Lagern getragen, einem Radiallager im vorderen Lagergehäuse und einem kombinierten Radial-Axial-Lager unmittelbar vor der Kupplung zum Läufer der ersten Niederdruck-Teilturbine. Dieser sowie die Läufer weiterer Niederdruck-Teilturbinen werden von je zwei Radiallagern gehalten. Da alle Teilturbinen doppelflutig sind, braucht das Axiallager nur minimale Restschübe aufzunehmen.

Die Kupplungshälfte der Welle der Hochdruck-Turbine ist angeschmiedet; die Kupplungshälften der Wellen der Niederdruck-Teilturbinen sind aufgeschumpft und zusätzlich durch Stifte formschlüssig mit den Wellen verbunden. Die Wellen werden gegeneinander mit Vor- und Rücksprüngen in den Kupplungshälften zentriert.

Aufbau und Funktion der Absperrarmaturen

Schnellschluß- und Stellventile

In jeder zur Turbine führenden FD-Leitung ist kurz vor dem Eintritt in die Turbine ein kombiniertes Schnellschluß- und -Stellventil eingebaut.

Die Gehäuse je eines Schnellschluß- und -Stellventiles sind zusammengeschweißt.

Die Spindeln beider Ventile sind rechtwinklig zueinander angeordnet. Schnellschluß- und Stellventile arbeiten unabhängig voneinander. Die Schnellschlußventile haben die Aufgabe, im Falle einer Schnellschlußauslösung die weitere Dampfeinströmung in die Turbine zu unterbinden.

Die Schnellschlußventile sind reine Auf-Zu-Ventile ohne Regelfunktion.

Die Stellventile steuern im Normalbetrieb den Dampfstrom zur Turbine entsprechend der geforderten Leistung. Im Falle eines Schnellschlusses werden die Stellventile ebenfalls geschlossen.

Alle Schnellschlußventile und Stellventile werden hydraulisch geöffnet und mit Federkraft geschlossen. Zum Schließen der Ventile wird nur die gespeicherte Energie der Federn benötigt. Diese Ventile haben kurze Schließzeiten (Schnellschlußventile ca. 150 ms; Stellventile ca. 200 ms).

Absperrarmaturen in den Anzapfleitungen

Die in den Anzapfleitungen eingebauten Anzapf-Rückschlagklappen haben die Aufgabe, das Rückströmen von Dampf aus den Leitungen und den Vorwärmern in die Turbine bei Lastabsenkungen zu verhindern.

In jeder Anzapfleitung (ausgen. die 2 untersten ND-Anzapfungen) ist der Einbau von zwei frei pendelnden Rückschlagklappen vorgesehen, von denen jeweils die erste Rückschlagklappe mit einem zusätzlichen Stellzylinder ausgerüstet ist. Bei Strömungsumkehr in der Anzapfleitung schließen beide Klappen selbsttätig. Dabei unterstützt der Stellzylinder die Schließbewegung der ersten Rückschlagklappe.

Absperrarmaturen in den Heizdampfleitungen

Der für die Zwischenüberhitzung benötigte Heizdampf wird aus dem Raum zwischen Schnellschlußventil und Stellventil entnommen.

In die vier Heizdampfleitungen ist je ein Radialschieber eingebaut, der bei Turbinenschnellschluß mit Federspeicherantrieb geschlossen wird.

Hierdurch wird die Verbindung von den Zwischenüberhitzern zur Hochdruck-Turbine geschlossen und eine Rückströmung in die Turbine verhindert.

2.10.2.2 Turbinenkondensator (MAG)

Die Kondensation des Abdampfes aus der Turbine erfolgt in unterhalb der ND-Gehäuse quer zur Maschinenachse angeordneten Oberflächenkondensatoren.

Die Kondensatoren sind mit den Niederdruckaußengehäusen verschweißt. Die Kastenkondensatoren werden kühlwasserseitig einwegig ausgeführt. Die Wasserkammern sind in Stahl ausgeführt und mit Kunststoff beschichtet.

Jeder Kondensator ist kühlwasserseitig geteilt, wodurch eine halbseitige Stillsetzung der Kühlfläche während des Betriebes ermöglicht wird. Die Kühlrohre sind in beiden Rohrböden dicht eingeschweißt bzw. eingewalzt und gegen Schwingungen durch Stützböden gesichert. Zur Aufrechterhaltung des Vakuums sind Vakuumpumpen vorgesehen.

2.10.2.3 Umleitstation (MAN)

Die Umleitstation hat die Aufgabe, den vom Dampferzeuger angebotenen und von der Turbine nicht abgenommenen Dampf in den Kondensator abzuführen.

Die Dampfabfuhr erfolgt über elektrohydraulische Umleit-Schnellschluß- und -Stellventile mit nachgeschalteten Drosseln und Kondensateinspritzung. Die Umleitstation ist für 45 % des Frischdampfes bei Nennzustand ausgelegt. Dieser Dampfstrom kann auch dann noch durchgesetzt werden, wenn eines der vorhandenen Umleitventile nicht öffnet.

Bei zu hohem Druck im Kondensator wird zunächst Turbinenschnellschluß ausgelöst; bei weiter ansteigendem Druck werden von einem höherem Grenzwert die Umleit-Schnellschluß- und -Stellventile geschlossen.

2.10.2.4 Generator (MKA)

Der Generator hat die Aufgabe, die Rotationsenergie des Turbosatzes in elektrische Energie umzuwandeln.

Die Läuferwicklung, Ständerwicklung, Schaltleitungen und Stromdurchführungen werden direkt mit Wasser gekühlt. Die Verluste in den übrigen Generatorbauteilen wie Eisenverluste, Reibungsverluste und Zusatzverluste werden durch Wasserstoff abgeführt.

Der Generator wird im Hinblick auf seine Wasserstofffüllung mit einem druckfesten und gasdichten Gehäuse ausgeführt, das an beiden Enden mit einem Gehäuseendteil abschließt.

Die wesentlichen Teile des Generators sind:

- Ständer
 - Ständergehäuse
 - Blechpaket
 - Ständerwicklung
 - Wasserstoffkühler

- Läufer
 - Läuferwelle
 - Läuferwicklung
 - Wasserführende Bauteile
 - Läuferkappen
 - Erregerstromzuführung

- Lagerung

- Wellendichtung

2.10.2.5 Aufbau und Funktion der Turbinensicherheits- und Schutz-einrichtungen

Aufgabenstellung

Der Turbosatz ist mit konventionellen Überwachungs-, Sicherheits- und Schutz-einrichtungen ausgerüstet, die nach den VDEW-Richtlinien ausgeführt sind.

Die Überwachungseinrichtungen dienen zur Kontrolle des Betriebszustandes. Durch Anzeige der Betriebswerte (z. B. Drehzahl, Druck, Temperatur, Schwingung) und Meldung von Grenzwertüberschreitungen (z. B. "Warnungen") sollen anomale Betriebszustände vom Betriebspersonal rechtzeitig erkannt und möglichst vor dem Ansprechen von Sicherheits- und Schutz-einrichtungen beseitigt werden können.

Die Schutz-einrichtungen bestehen aus Wächtern, Auslöse- und Schaltgeräten. Bei unzulässigen Betriebszuständen, die von den Sicherheitseinrichtungen nicht mehr in den zulässigen Grenzen gehalten werden, setzen die Schutz-einrichtungen den Turbosatz über die Turbinen-Schnellschluß-Auslösung durch Schließen der Absperrarmaturen außer Betrieb.

Für die Sicherheit des Turbosatzes sind besonders die Überdrehzahl-Sicherheits- und -Schutzsysteme von Bedeutung.

Überdrehzahl-Sicherheits- und -Schutzsysteme am Turbosatz

Von Bedeutung hinsichtlich der Begrenzung eines Drehzahlanstieges der Turbine bei Lastabschaltung sind die Turbinenregelung mit den zugehörigen Stellorganen, die Überdrehzahlreduzierungsmaßnahmen und der Überdrehzahlschutz.

Die vom Generator abgegebene elektrische Leistung wird mittels eines Leistungssprungrelais überwacht. Wenn die Leistungsänderung bezogen auf die Zeit einen bestimmten Wert überschreitet, z. B. bei Lastabschaltung, werden durch ein dem hydraulischen Drehzahlregler überlagertes Steuersignal die Stellventile der Turbine geschlossen. Zusätzlich wird das Schließen der Stellventile nahezu gleichzeitig über den elektrischen Turbinenregler eingeleitet, wodurch die Abschaltsicherheit des Turbosatzes erhöht wird. Durch die Expansion des in der Turbine eingeschlos-

senen Dampfes und des während des Schließvorganges der Stellventile noch in die Turbine einströmenden Dampfes tritt eine kurzzeitige Drehzahlerhöhung des Turbosatzes ein. Um diese Drehzahlerhöhung zu begrenzen, werden zusätzliche Überdrehzahlreduzierungsmaßnahmen vorgesehen. Abhängig von den thermodynamischen Verhältnissen (z. B. Kondensatordruck) und dem vorhandenen Schwungmoment des Wellenstranges werden unterschiedliche Einrichtungen eingesetzt (z. B. Abfang-Schnellschluß-Stellklappen oder ND-Bypaßventile).

Eine besondere sicherheitstechnische Bedeutung für den Turbosatz hat der Überdrehzahlschutz, der den Turbinen-Schnellschluß auslöst. Dieser Schutz hat die Aufgabe, den nicht am Netz angekoppelten Turbosatz abzustellen, falls die Turbinen-Drehzahlregelung oder die zugehörigen Stellorgane versagen sollten. Die Überdrehzahl-Schutzeinrichtung arbeitet „fail safe“, d. h. die Turbinen-schnellschlußventile werden durch ein hydraulisches System nur so lange in der Auf-Stellung gehalten, wie der Steuerflüssigkeitsdruck zur Verfügung steht.

Die Schnellschlußauslösung wird durch zwei in die Turbinenwelle eingebaute Drehzahlwächter eingeleitet, wenn die Drehzahl den eingestellten Grenzwert überschreitet.

Zusätzlich ist ein weiterer Überdrehzahlschutz (Drehzahlwächterauswahlschaltung) vorhanden, der vor den Drehzahlwächtern den Turbinen-Schnellschluß auslösen kann.

Die Grenzwerte werden so eingestellt, daß die Schleuderdrehzahl bei der der Turbosatzläufer geprüft wurde, nicht erreicht wird.

Der Überdrehzahlschutz der Turbine ist redundant aufgebaut. Die Schutzeinrichtungen und die hiervon angesteuerten Armaturen werden mittels einer Prüfautomatik regelmäßig im Normalbetrieb geprüft. Wenn die mechanische Auslösevorrichtung geprüft wird, ist ein unabhängiges, elektrisches Reserveauslösesystem in Betrieb.

Tabelle 2.10.2/1Hauptdaten der DampfturbinenanlageDampfturbine

Bauform	1 HD-Gehäuse 3 ND-Gehäuse		doppelflutig doppelflutig
Drehzahl		25	s ⁻¹
Nennleistung	ca.	1400	MW
Nennfrischdampfmenge	ca.	2105	kg/s
FD-Druck vor Turbine	p _e	63,9	bar
theoretische Endnässe am Austritt ND-Teil	ca.	10	%
Zahl der Anzapfungen		6	
Vorwärmerendtemperatur		218	°C

Kondensationsanlage

Oberflächenkondensator in Kastenbauart			
Kühlfläche	ca.	3 x 32000	m ²
niederzuschlagender Dampfstrom	ca.	1140	kg/s
Kühlwasserstrom	ca.	60000	kg/s
Druck im Kondensator	ca.	0,057	bar
Kühlwassereintrittstemperatur	ca.	21	°C
Kühlwasseraustrittstemperatur	ca.	31	°C

Generator

Scheinleistung	ca.	1645	MVA
Wirkleistung	ca.	1400	MW
Leistungsfaktor	ca.	0,84	
Frequenz		50	Hz
Klemmenspannung		27	KV
Kühlung von Läufer und Ständerwicklung		H ₂ O	

2.11 Kühlwassersysteme (Abb. 2.11.1/1)

2.11.1 Übersicht

Der Kühlwasser-Übersichtsschaltplan Abb. 2.11.1/1 zeigt die Zusammenschaltung der Haupt-, Neben- und Zwischenkühlwassersysteme einschließlich Kühlturmzusatzwasseraufbereitung.

Die gesamte in den Kraftwerksblöcken anfallende Verlust- und Nachwärmeleistung wird grundsätzlich über Kühltürme an die Atmosphäre abgeführt. Nur bei sehr seltenen Einwirkungen von außen wird zur Blockabkühlung Wärme über Kühlketten an die Elbe abgegeben.

Außer dem Hauptkühlwassersystem (PA), das die Verlustwärme der Turbinen über den Hauptkühlturm (URA) abführt, gibt es Nebenkühlwassersysteme für Konventionelle (PC) und Gesicherte (PE) Anlagen.

Das Konventionelle Nebenkühlwassersystem ist dem Konventionellen Zwischenkühlsystem (PG) nachgeschaltet und führt die im konventionellen Kraftwerksbereich anfallende Verlustwärme über den Hauptkühlturm (URA) ab.

Das Nebenkühlwasser für Gesicherte Anlage ist den Nuklearen (KA) und Gesicherten (PJ) Zwischenkühlsystemen nachgeschaltet. Die in diesen Systemen übertragene Wärmeleistung wird durch das Nebenkühlwasser für Gesicherte Anlage über die Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerke (URB) an die Atmosphäre oder, bei sehr seltenen Einwirkungen von außen, an die Elbe abgegeben.

Neben dem Hauptkühlwassersystem sind auch das Konventionelle Zwischenkühlsystem und das Konventionelle Nebenkühlwassersystem nicht zur Beherrschung von Auslegungstörfällen erforderlich.

Alle zur Nachwärmeabfuhr nach Störfällen erforderlichen Einrichtungen sind redundant ausgeführt. Dazu gehören die Nachkühlketten bestehend aus Not- und Nachkühlsystem, Nuklearem Zwischenkühlsystem und Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage.

Das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage kühlt außerdem über das Gesicherte Zwischenkühlsystem

- die 4strängige Notstrom-Dieselanlage für das Notstromnetz 1 und
- das Kaltwassersystem.

Die Nachwärmeabfuhrsysteme erfüllen hinsichtlich Redundanz, räumlicher Trennung, Entmaschung und Einhaltung des Einzelfehlerkriteriums die Anforderungen der KTA 3301.

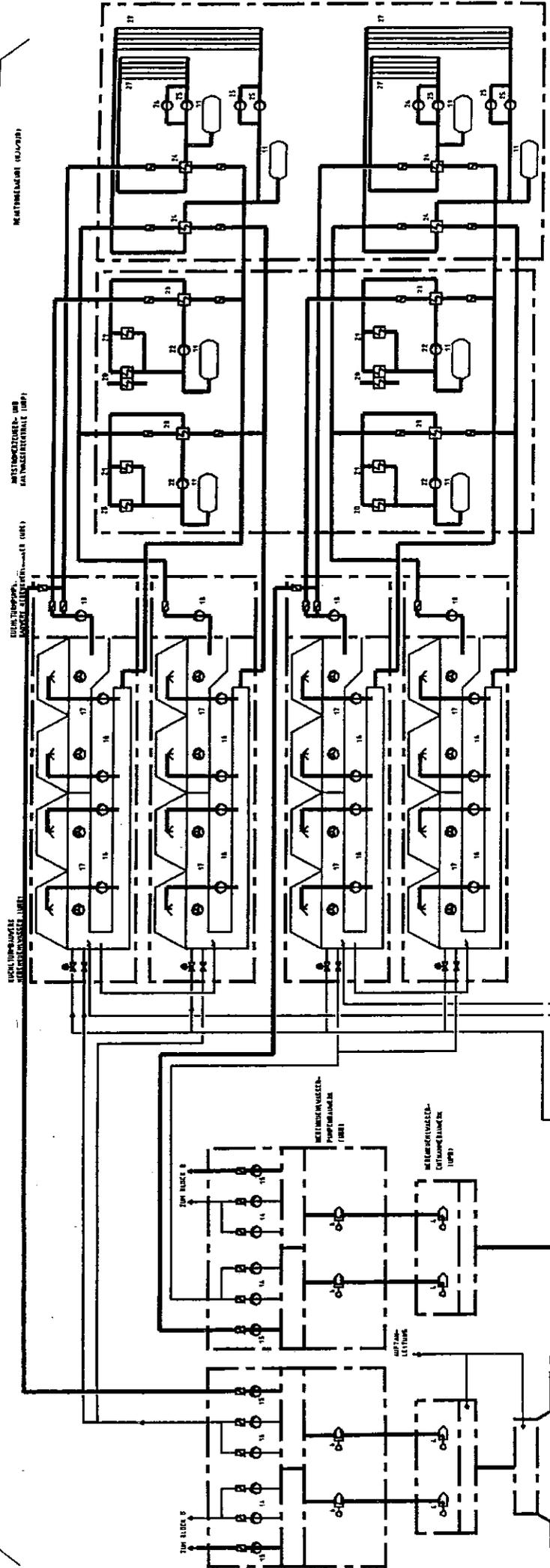
Zur Kühlung der Brennelemente im geöffneten Reaktordruckbehälter (BE-Wechsel) und im Brennelementbecken dienen bei einem Anforderungsfall infolge Einwirkungen von außen die Notnachkühlketten, die vom Notstromnetz 2 (Notspeisediesellaggregate) elektrisch versorgt werden. Die Notnachkühlketten sind in die beiden Abfahrkreise der Nachkühlketten integriert und mit 2 Notzwischenkühlpumpen und 2 Notnebenkühlwasserpumpen zweifach redundant (2 x 100 % bezogen auf die abzuführende Wärmeleistung) ausgeführt und gegen Einwirkungen von außen geschützt.

Durch die Anwendung von 2 Materialbarrieren (Nachwärmekühler und Nuklearer Zwischenkühler) wird verhindert, daß Aktivität in das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage übertritt. Ein Aktivitätsübertritt in das Nukleare Zwischenkühlsystem wird durch Aktivitätsüberwachung erkannt.

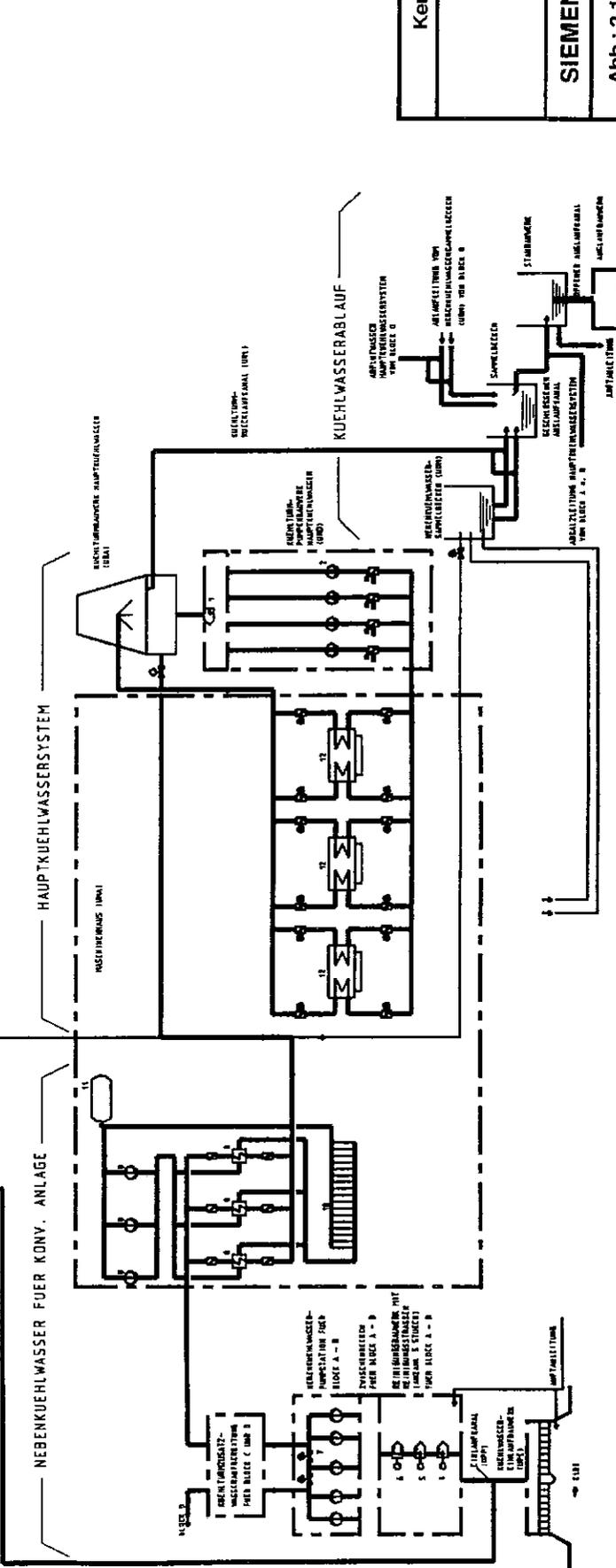
Das Kühlwasser wird an zwei räumlich getrennten Stellen der Elbe entnommen. An der nördlichen Entnahmestelle wird das Nebenkühlwasser für Konventionelle Anlage, das Notnebenkühlwasser für eine Redundanz pro Block und das Notzusatzwasser für jeweils zwei Redundanzen pro Block entnommen. An der südlichen Entnahmestelle wird das Notnebenkühlwasser für eine Redundanz pro Block und das Notzusatzwasser für die zwei übrigen Redundanzen pro Block entnommen.

Das Abflutwasser aus Hauptkühlwassersystem und Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage sowie die aufbereiteten Abwässer aus dem Kontrollbereich werden über Sammelbecken und Auslaufkanäle in die Elbe eingeleitet.

NEBENKUEHLWASSERSYSTEM FUER GESICHERTE ANLAGE



- 1 FANLÖTTER
- 2 HAUPTKUEHLWASSERPUMPE
- 3
- 4 GRUBBTREIBANLAGE
- 5 MITTELREIBANLAGE
- 6 STIEBANLAGE
- 7 ZENV. VERBUNDWASSERPUMPE (PE)
- 8 ZENV. ZWISCHENSTUPE (PE)
- 9 ZENV. ZWISCHENSTUPE (PE)
- 10 AUSSTELLER DER KONV. ZWISCHENSTUPE (PE)
- 11 AUSSTELLER
- 12 SONNENSTRAHLTHERMOSTAT (PM)
- 13
- 14 MOTORSCHWELLENPUMPE (PE)
- 15 KUEHLWASSERPUMPE (PE)
- 16 KUEHLWASSERPUMPE
- 17 GESICHERTE NEBENKUEHLWASSERPUMPE (PE)
- 18
- 19 KONTAKTLOSER KONTAKTSCHLUSSEL (KA)
- 20 KONTAKTLOSER KONTAKTSCHLUSSEL (KA)
- 21 KONTAKTLOSER KONTAKTSCHLUSSEL (KA)
- 22 GESICHERTE ZWISCHENSTUPE (PE)
- 23 GESICHERTE ZWISCHENSTUPE (PE)
- 24 WECHSELN ZWISCHENSTUPE (KA)
- 25 WECHSELN ZWISCHENSTUPE (KA)
- 26 WECHSELN ZWISCHENSTUPE (KA)
- 27 AUSSTELLER DER GESICHERTEN ZWISCHENSTUPE (PE)



Kernkraftwerk Stendal C/D

Kühlwassersysteme

Übersicht

SIEMENS Energieerzeugung KWU

Abb.: 2.11.1/1

DWR 1300 08.90

2.11.2 Hauptkühlwassersystem (PA)

Das Hauptkühlwassersystem dient zur Abfuhr der Kondensationswärme der Turbine. Das System gibt die in den Kondensatoren vom Kühlwasser aufgenommene Wärme über einen Naturzug-Naßkühlturm an die Atmosphäre ab.

Die Umlaufförderung des Kühlwassers erfolgt durch 4 Hauptkühlwasserpumpen (PAC). Die Hauptkühlwasserpumpen sind im Kühlturmpumpenbauwerk Hauptkühlwasser (URD) angeordnet.

Das Hauptkühlwasser läuft aus der Kühlturmtasse den Hauptkühlwasserpumpen zu. Diese fördern das Wasser über die Turbinenkondensatoren in das Kühlturmverteilungssystem. Von dort regnet es wieder in die Kühlturmtasse und gibt dabei die in den Turbinenkondensatoren aufgenommene Wärme an die aufwärtsströmende Luft ab.

Jeder Kondensator hat zwei voneinander getrennte Wasserwege. Dadurch kann jede Kondensatorhälfte kühlwasserseitig getrennt abgesperrt werden.

Um die durch Verdunstung entstehende Eindickung des Kühlwassers in Grenzen zu halten, wird ein Teilstrom des umlaufenden Kühlwassers abgeflutet. Die Abflutung wird am Kühlturmbecken vorgenommen. Das Abflutwasser wird über den geschlossenen Auslaufkanal in die Elbe zurückgegeben.

Die Verdunstungs- und Abflutverluste werden über die Kühlturmzusatzwasseraufbereitung ergänzt. Die Kühlturmzusatzwasseraufbereitung wird durch das Nebenkühlwasser für Konventionelle Anlage mit Wasser versorgt.

Der Ausfall des Hauptkühlwassersystems wird durch

- Abschaltung der Anlage und
- Wärmeabfuhr über die Frischdampfabblassstation (Dampfabgabe an die Atmosphäre)

beherrscht.

2.11.3 Zwischenkühlsysteme

2.11.3.1 Nukleares Zwischenkühlsystem (KA)

(Tab. 2.11.3.1/1; Abb. 2.11.3.1/1)

2.11.3.1.1 Aufgabenstellung und Auslegungsgrundlage

Das Nukleare Zwischenkühlsystem ist ein Sicherheits- und Betriebssystem und hat die Aufgabe, die an Kühlstellen im Kontrollbereich anfallende Wärme aufzunehmen und an das Gesicherte Nebenkühlwasser abzuführen. Es besteht aus dem Sicherheitskomponentenkühlsystem (KAA) und dem Betriebskomponentenkühlsystem (KAB).

Neben der Versorgung von Kühlstellen der Reaktorhilfsanlagen mit Kühlwasser dient es gleichzeitig als Barriere gegen die Abgabe von Radioaktivität an das Nebenkühlwasser.

In folgenden Fällen wird das Nukleare Zwischenkühlwassersystem benötigt:

- im Leistungsbetrieb des Reaktors mit und ohne Brennelementbeckenkühlung
- beim Anfahren des Reaktors
- beim betriebsmäßigen Abkühlen des Reaktors über Nachwärmekühler des Not- und Nachkühlsystems
- bei der Brennelementbeckenkühlung
- bei der Kernnotkühlung nach einem Kühlmittelverluststörfall
- zur Abfuhr der Nachwärmeleistung bei einem Anforderungsfall infolge Einwirkung von außen (Notnachkühlkette)

Die Auslegung des Nuklearen Zwischenkühlsystems berücksichtigt den Leistungsbetrieb der Anlage, das normale Abfahren über die Nachkühlkette sowie die Nachkühlung nach Störfällen. Für die Störfallbeherrschung wird die höchstmögliche Temperatur des Nebenkühlwassers zugrunde gelegt. Die Höhe der Zwischenkühlwasser-Vorlauftemperatur wird bei Normalbetrieb insbesondere durch die Erfordernisse der Lüftungsanlage und der Hauptkühlmittelpumpen begrenzt.

Der Druck auf der Mantelseite des Nuklearen Zwischenkühlers liegt höher als derjenige auf der Rohrseite. Damit können bei einem Leck in einem Zwischenkühler keine Chloride aus dem Nebenkühlwasser in das Zwischenkühlwasser gelangen und dort austenitische Werkstoffe gefährden.

Das Sicherheitskomponentenkühlsystem besteht aus vier Teilsystemen mit einer Kapazität von jeweils 50 %. Damit werden auch beim Auftreten eines Einzelfehlers und gleichzeitiger Reparatur die Aufgaben innerhalb der Nachkühlkette erfüllt. Sie übernehmen im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Auslegungsfällen die Wärmeleistung, die beim Abfahren der Anlage vom Not- und Nachkühlsystem aufgenommen wird.

Darüber hinaus dienen zwei der Teilsysteme zur Brennelementbeckenkühlung und zum Abfahren der Anlage nach seltenen Einwirkungen von außen. Diese werden als Abfahrkühlkreise bezeichnet.

Die beiden anderen Teilsysteme übernehmen während des Anlagenbetriebes auch Abwärme von betrieblichen Kühlstellen im Kontrollbereich. Diese werden als Betriebskühlkreise bezeichnet.

Das Sicherheitskomponentenkühlsystem ist für Belastungen aus Erdbeben ausgelegt. Die beiden Abfahrkühlkreise sind darüber hinaus auch für Belastungen aus Flugzeugabsturz und Druckwelle aus chemischen Reaktionen ausgelegt.

Das Sicherheitskomponentenkühlsystem ist im wesentlichen für 14 bar Überdruck und 80 °C ausgelegt. Der Auslegungsdruck ist damit größer als der maximale Pumpendruck der Zwischenkühl- und Notzwischenkühlpumpen.

Die betrieblichen Kühlstellen im Reaktorhilfsanlagengebäude und innerhalb des Reaktorsicherheitsbehälters werden bei einem Anforderungsfall über die Gebäudeabschlußarmaturen durch den Reaktorschutz vom Sicherheitskomponentenkühlsystem abgetrennt. Dadurch wird die Nachwärmeabfuhr, z. B. nach Kühlmittelverluststörfall, gesichert. Bei einem Leck innerhalb des KAB-Systems, z. B. durch EVA, werden die Schnellschlußklappen geschlossen, so daß die Betriebskühlkreise für sicherheitstechnische Aufgaben bereitstehen. Eine Gefährdung von sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen im Reaktorsicherheitsbehälter durch Überflutung und

fliegende Teile bei Brüchen im Betriebskomponentenkühlsystem ist ausgeschlossen.

2.11.3.1.2 Systembeschreibung und Funktion

Das nukleare Zwischenkühlsystem ist im Reaktorsicherheitsbehälter, Reaktorhilfsanlagengebäude und Reaktorgebäude-Ringraum untergebracht.

Die vier Stränge des Sicherheitskomponentenkühlsystems sind im Reaktorgebäude-Ringraum entsprechend der Zuordnung zu den Strängen des Not- und Nachkühlsystems angeordnet.

Die wesentlichen Komponenten und Kühlstellen des Sicherheitskomponentenkühlsystems sind:

in jedem der Betriebskühlkreise

- 2 Zwischenkühlpumpen mit zugehörigen Kühlstellen
- 1 Zwischenkühler, der rohrseitig vom Nebenkühlwasser durchströmt wird
- 1 Nachwärmekühler des Not- und Nachkühlsystems
- Kühlstellen einer Nachkühlpumpe
- Kühlstellen einer Sicherheitseinspeisepumpe
- 1 Mechanisches Filter
- 1 Aktivitätsmeßstelle

in jedem der Abfahrkühlkreise

- 1 Zwischenkühlpumpe mit zugehörigen Kühlstellen
- 1 Notzwischenkühlpumpe mit zugehörigen Kühlstellen
- 1 Zwischenkühler, der rohrseitig vom Nebenkühlwasser durchströmt wird
- 1 Nachwärmekühler des Not- und Nachkühlsystems
- Kühlstellen einer Nachkühlpumpe
- Kühlstellen einer Sicherheitseinspeisepumpe
- Kühlstellen einer Beckenkühlpumpe
- Kühlstellen eines Leckabsaugesystems
- 1 Mechanisches Filter
- 1 Aktivitätsmeßstelle

Die Zwischenkühlpumpen und Notzwischenkühlpumpen stehen im äußeren Ringraum. Die Nachwärmekühler und die Zwischenkühler sind räumlich getrennt von den Zwischen- und Notzwischenkühlpumpen angeordnet. Die Systemzuordnung ermöglicht eine kurze Leitungsführung.

Die Kühlstellen des Betriebskomponentenkühlsystems befinden sich im Reaktorsicherheitsbehälter, im Reaktorgebäude-Ringraum und im Reaktorhilfsanlagengebäude.

Im wesentlichen werden versorgt:

Reaktorsicherheitsbehälter

- Kühlstellen der Kühlmittelpumpen
- die Kühler der Umluftanlagen für die Anlagenräume
- die Hochdruckkühler des Volumenregelsystems
- der Leckagekühler des Anlagenentwässerungssystems
- die Probeentnahmekühler für das Reaktorkühlmittel
- der Abblasebehälterkühler

Reaktorhilfsanlagengebäude

- die Kondensatoren, Destillatkühler und Gaskühler des Systems zur Behandlung radioaktiver Abwässer
- Kondensator und Gaskühler des Kühlmittelentgasungssystems
- der Kondensator, der Rücklaufkondensator, die Gaskühler und der Nachkühler des Systems zur Kühlmittelaufbereitung
- die Hilfsdampf-Kondensatkühler des Hilfsdampf-Kondensat-Sammel- und Rückführsystems

Reaktorgebäude-Ringraum

- Kühlstellen der Hochdruckförderpumpen des Volumenregelsystems
- Beckenkühler und Kühlstellen der zugehörigen Beckenkühlpumpe.

In Vor- und Rücklaufleitung zu den Kühlstellen im Sicherheitsbehälter sind je zwei hintereinandergeschaltete Gebäudeabsperrearmaturen eingebaut.

Um einen Aktivitätseinbruch in das Nukleare Zwischenkühlsystem an undichten Kühlern zu erkennen, ist in jedem Kühlkreis zwischen Vor- und Rücklauf des Kühl-

wassers eine kontinuierlich arbeitende Aktivitätsmeßstelle eingebaut. Außerdem ist hinter jedem HD-Kühler des Volumenregelsystems eine Aktivitätsmeßstelle angeordnet, die sofort einen Aktivitätsübertritt in diesen Kühlern anzeigt und die primärseitige Absperrung des defekten HD-Kühlers bewirkt.

Das Nukleare Zwischenkühlssystem wird mit annähernd konstanter Kühlwasservorlaufemperatur gefahren.

Die Regelung der Vorlaufemperatur in den Betriebskühlkreisen und in den Abfahrkühlkreisen wird z. B. bei Änderung der Nebenkühlwassertemperatur durch die selbsttätigen Drosselarmaturen vor den Nuklearen Zwischenkühlern ermöglicht. Als Stellglieder dienen die Drosselklappen in den Bypassleitungen um die entsprechenden Nuklearen Zwischenkühler.

An jedem Kühlkreis ist ein Ausgleichsbehälter angeschlossen, der Volumenschwankungen ausgleicht und für einen ausreichend hohen Saugdruck an den Zwischenkühlpumpen sorgt. Beim Absinken des Wasserstandes im Ausgleichsbehälter wird aus dem Deionatnetz automatisch sauerstofffreies Deionat nachgespeist.

Für die Reinigung des Zwischenkühlwassers ist ein mechanisches Filter vorgesehen, das kontinuierlich von einem Teilstrom durchflossen wird.

Bei Normalbetrieb übernimmt wahlweise einer der beiden Betriebskühlkreise über eine Sammelschiene die Kühlwasserversorgung der betrieblichen Kühlstellen.

Die Störumschaltung der beiden innerhalb eines Betriebskühlkreises parallel angeordneten Zwischenkühlpumpen erfolgt automatisch. Um undefinierte Strömungsverhältnisse zu vermeiden werden die Kühlkreise unvermascht gefahren.

Ein zweiter Kühlkreis (Abfahrkühlkreis) wird betrieben, wenn aus dem Brennelementbecken die Nachwärme abgebrannter Brennelemente abgeführt werden muß. Die übrigen Kühlkreise werden sonst nur zum Abfahren der Anlage, zur Beherrschung von Störfällen oder zum kurzzeitigen Testbetrieb zusätzlich gestartet.

Bei der Nachwärmeabfuhr über das Not- und Nachkühlsystem sind alle vier Kühlkreise in Funktion. Bei Ausfall eines Kühlkreises ergeben sich keine sicherheitstechnischen Auswirkungen, da sich lediglich die Abkühlzeit verlängert.

Bei Eintritt des Notkühlfalles werden die Sammelleitungen, die zu den betrieblichen Kühlstellen in Sicherheitsbehälter und Reaktorhilfsanlagegebäude führen, automatisch abgetrennt, so daß für die Notkühlung vier völlig getrennte Kühlkreise zur Ergänzung der Nachkühlketten (Not- und Nachkühlsystem - Nukleares Zwischenkühlsystem - Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage) zur Verfügung stehen.

Da hier der gesamte betriebliche Teil innerhalb des Sicherheitsbehälters abgetrennt wird, ist eine Beeinträchtigung des sicherheitstechnischen Teils durch Folgeschäden ausgeschlossen.

Von jedem Zwischenkühlkreis sind eine Zwischenkühlpumpe und die sicherheitstechnisch wichtigen Stellantriebe an das Notstromnetz 1 (Notstromdiesel) angeschlossen. Die zweite Zwischenkühlpumpe in den Betriebskühlkreisen bezieht ihre elektrische Versorgung nur aus dem Normalnetz, da sie nur für betriebliche Zwecke benötigt wird und keine sicherheitstechnische Funktion zu erfüllen hat. Im Notkühlfall werden die ans Notstromnetz 1 angeschlossenen Zwischenkühlpumpen gestartet (soweit sie nicht schon im Betrieb sind), obwohl nur zwei Kühlkreise mit je einer Zwischenkühlpumpe zur Wärmeabfuhr benötigt werden. Wenn eine der notstromgesicherten Zwischenkühlpumpen in den Betriebskühlkreisen nicht funktionsfähig ist, wird automatisch auf die betriebliche Zwischenkühlpumpe umgeschaltet.

In den Abfahrkühlkreisen ist die zweite Pumpe (leistungskleinere Notzwischenkühlpumpe) an das Notstromnetz 2 (Notspeisediesel) angeschlossen. Diese Pumpe ist eine aktive Komponente der Notnachkühlkette, die bei Ausfall der normalen Nachkühlkette nach Anforderungen infolge Einwirkung von außen zur Abfuhr der Nachwärme zur Verfügung steht.

Das nukleare Zwischenkühlsystem ist ständig mit Druck beaufschlagt. Um Undichtigkeiten an den mit Reaktorkühlmittel beaufschlagten Kühlern zu erkennen, enthält jedes der vier Teilsysteme eine Aktivitätsmeßstelle.

Tabelle 2.11.3.1/1Hauptdaten des Nuklearen ZwischenkühlsystemsZwischenkühlpumpe

Anzahl	6
Typ	Kreiselpumpe
Förderstrom bei Normalbetrieb	ca. 500 kg/s
Förderhöhe	ca. 45 m
Antriebsleistung	ca. 300 kW
Auslegung (Druck, Temperatur)	14/80 bar/°C
Material Gehäuse	C-Stahl

Notzwischenkühlpumpe

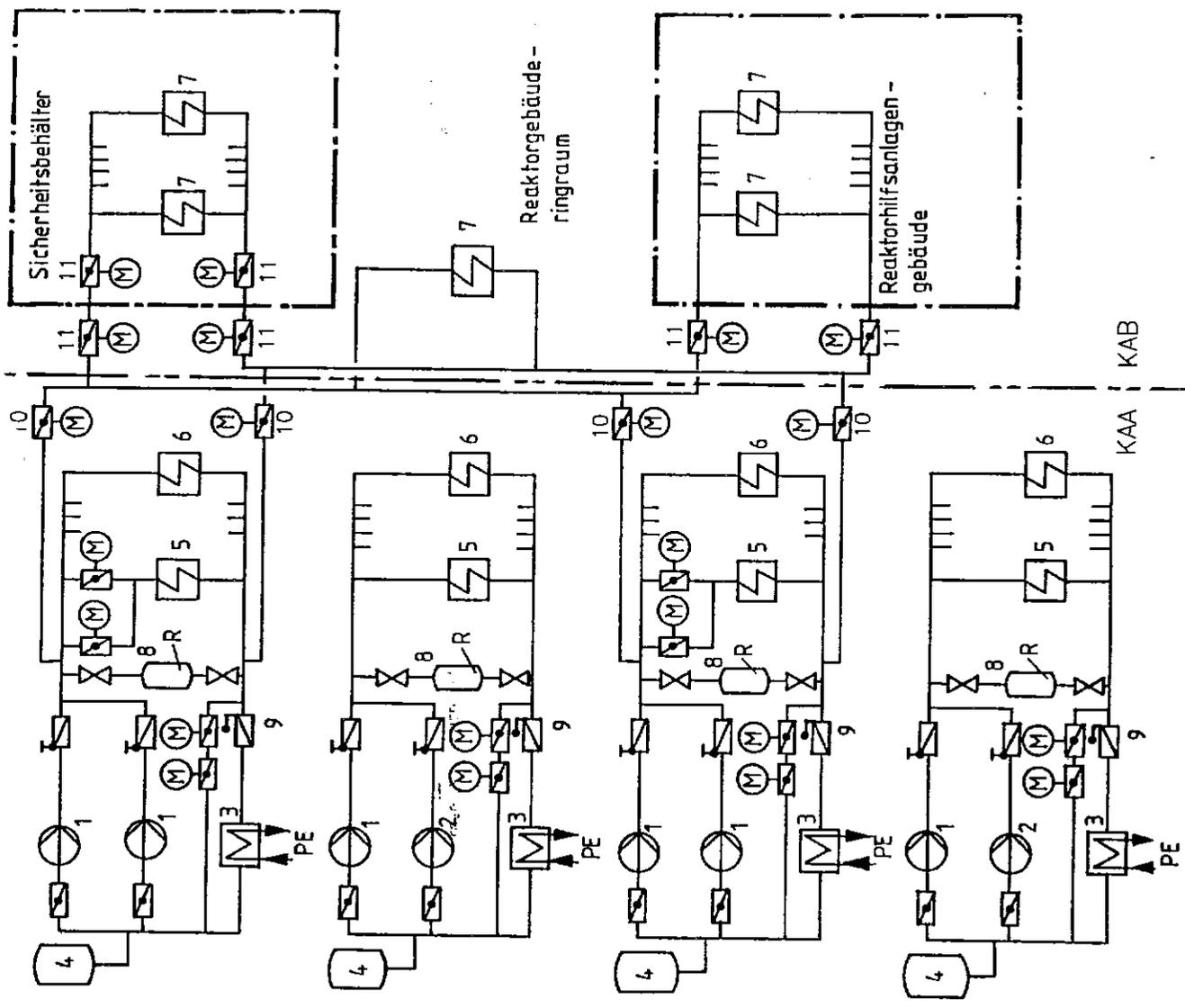
Anzahl	2
Typ	Kreiselpumpe
Förderstrom	ca. 400 kg/s
Förderhöhe	ca. 30 m
Antriebsleistung	ca. 160 kW
Auslegung (Druck, Temperatur)	14/80 bar/°C
Material Gehäuse	C-Stahl

Nuklearer Zwischenkühler

Anzahl	4
Typ	Geradrohrbündelwärmetauscher
Wärmeleistung	ca. 49 MW (bei Übernahme Sumpfbetrieb)
Durchsatz Rohrseite	ca. 835 kg/s
Durchsatz Mantelseite	ca. 485 kg/s
Auslegung Rohrseite (Druck/Temperatur)	+ 6/-1 bar/80 °C
Auslegung Mantelseite (Druck/Temperatur)	14/80 bar/°C
Aufwärmspanne Rohrseite	ca. 14 °C
Aufwärmspanne Mantelseite	ca. 24 °C
Material Wärmetauscherrohre	Titan
Material des Mantels	C-Stahl

- 1 Zwischenkühlpumpe
- 2 Notzwischenkühlpumpe
- 3 Nuklearer Zwischenkühler
- 4 Ausgleichsbehälter
- 5 Nachwärmekühler
- 6 Sicherheitstechnische Kühlstellen (Not- u. Nachkühlsystem)
- 7 Betriebliche Kühlstellen
- 8 Aktivitätsmessstelle
- 9 Selbsttätige Drosselarmatur
- 10 Schnellschlußklappen
- 11 Gebäudeabschlußarmaturen

- KAA Sicherheitskomponentenkühlsystem
- KAB Betriebskomponentenkühlsystem
- PE Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlage



Kernkraftwerk Stendal C/D	
Nukleares Zwischenkühlsystem (KA)	
Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.11.3.1/1	DWR 1300 08.90

2.11.3.2 Gesichertes Zwischenkühlsystem (PJ)

(Tab. 2.11.3.2/1; Abb. 2.11.3.2/1)

2.11.3.2.1 Aufgabenstellung und Auslegungsgrundlage

Das Gesicherte Zwischenkühlsystem führt die in den Kühlern und Kühlstellen der Komponenten

- Notstromdiesel
- Kältemaschinen

abgegebene Verlustwärme bei allen Betriebszuständen und bei Störfällen über Gesicherte Zwischenkühler an das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage ab.

Es zählt als Versorgungssystem der Diesel der Notstromanlage 1 zu den sicherheitstechnisch wichtigen Wärmeabfuhrsystemen. Das Gesicherte Zwischenkühlsystem ist ein in sich geschlossenes System, das aus 4 voneinander unabhängigen Zwischenkühlkreisen besteht. Als Zwischenkühlwasser für dieses System wird sauerstofffreies Deionat verwendet.

Die im System anfallenden betrieblichen Leckagen werden durch automatisches Nachspeisen aus dem Deionatsystem ergänzt. Je Teilsystem ist zum Ausgleich der thermisch bedingten Volumenänderung ein Ausgleichsbehälter vorgesehen, der gleichzeitig bei Ausfall der Deionatversorgung (z. B. infolge EVA) die Kühlwasserverluste bis zur Einrichtung einer provisorischen Deionatergänzung kompensieren kann.

Das Gesicherte Zwischenkühlsystem ist entsprechend den Anforderungen an die Funktionen der Notstromanlage 1 und dem Kaltwassersystem gegen Belastungen aus Erdbeben ausgelegt.

2.11.3.2.2 Systembeschreibung und Funktion

Die wesentlichen Komponenten und Kühlstellen des Gesicherten Zwischenkühlsystems sind

in jedem Gesicherten Zwischenkühlkreislauf

- 1 Zwischenkühlpumpe
- 1 Zwischenkühler
- 1 Kondensator für Kältemaschine
- 2 Ladeluftkühler für Notstromanlage 1
- 1 Wasserkühler für Notstromanlage 1

Von den 4 Kältemaschinen erhalten zwei eine doppelte Kühlwasserberohrung, so daß beide kühlwasserseitig sowohl vom Gesicherten Zwischenkühlsystem als auch vom Konventionellen Zwischenkühlsystem alternativ versorgt werden können.

Im Normalbetrieb werden die zwei doppelt berohrten Kältemaschinen vom Konventionellen Zwischenkühlsystem gekühlt. Die verbleibenden zwei Kältemaschinen werden bei Bedarf über das Gesicherte Zwischenkühlsystem gekühlt.

Im Notstromfall übernehmen die vier Gesicherten Nebenkühlwasserpumpen die Kühlwasserversorgung der vier Gesicherten Zwischenkühler.

Die im Notstromerzeugergebäude zur jeweiligen Kältemaschine und zum jeweiligen Notstromerzeuger zugeordneten redundanten Stränge des Gesicherten Zwischenkühlsystems sind räumlich getrennt untergebracht.

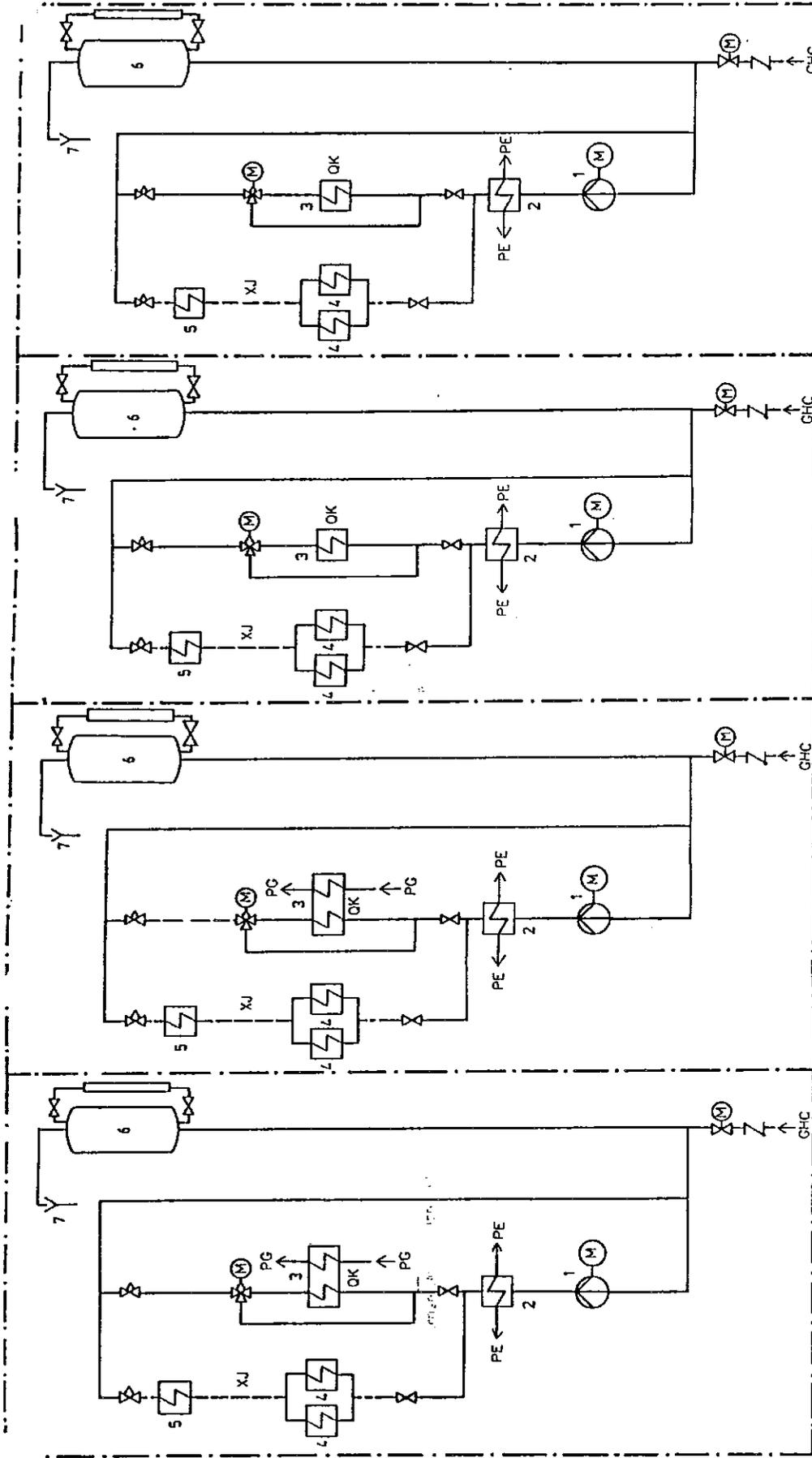
Beim Ausfall der Eigenbedarfsanlage werden die elektrischen Verbraucher des Gesicherten Zwischenkühlsystems von der zugeordneten Notstromanlage 1 versorgt.

Tabelle 2.11.3.2/1Hauptdaten des Gesicherten ZwischenkühlsystemsZwischenkühlpumpe

Anzahl	4
Typ	Kreiselpumpe
Förderstrom bei Normalbetrieb	130 kg/s
Förderhöhe	26,5 m
Antriebsleistung	55 kW
Auslegung (Druck, Temperatur)	10/60 bar/°C
Material Gehäuse	C-Stahl

Gesicherte Zwischenkühler

Anzahl	4
Typ	Geradrohrwärmetauscher
Wärmeleistung	6800 kW
Durchsatz Rohrseite	165 kg/s
Durchsatz Mantelseite	130 kg/s
Auslegung Rohrseite (Druck/Temperatur)	10/60 bar/°C
Auslegung Mantelseite (Druck/Temperatur)	10/60 bar/°C
Aufwärmspanne Rohrseite	ca. 10 °C
Aufwärmspanne Mantelseite	ca. 12,5 °C
Material Wärmetauscherrohre	Titan
Material des Mantels	C-Stahl



- 1 Gesicherte Zwischenkühlpumpe
- 2 Gesicherter Zwischenkühler
- 3 Kondensator/Kältemaschine OK
- 4 Ladeluftkühler/Notstromdieselanlage Xj
- 5 Wasserkühler/Notstromdieselanlage Xj
- 6 Ausgleichsbehälter
- 7 zum Abwassersammelsystem im Gebäude GM

- GHC Deionatversorgung
- PE Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlage
- PG Konventionelle Zwischenkühlanlage

Kernkraftwerk Stendal C/D	
Gesichertes Zwischenkühlsystem (PJ) Prinzipdarstellung	
SIEMENS Energieerzeugung KWU	
Abb.: 2.11.3.2/1	DWR 1300 08.90

2.11.3.3 Konventionelles Zwischenkühlsystem

Das Konventionelle Zwischenkühlsystem hat die Aufgabe, die Verlustwärme von Kühlwasserverbrauchern im Maschinenhaus, Notstromerzeugergebäude und Versorgungsanlagegebäude an das Konventionelle Nebenkühlwasser abzuführen.

Wärmetauscher und Pumpen sind aus Gründen der betrieblichen Verfügbarkeit mit 3 x 50 % Kapazität ausgelegt. Die an das Konventionelle Zwischenkühlsystem angeschlossenen Verbraucher haben keine sicherheitstechnische Funktion und liegen außerhalb des Kontrollbereichs. Diese Verbraucher benötigen bei Störungen in der elektrischen Eigenbedarfsversorgung keine Kühlung mehr. Daher sind die Konventionellen Zwischenkühlpumpen nur an das normale elektrische Eigenbedarfsnetz angeschlossen.

Das System ist geschlossen und besitzt einen Ausgleichsbehälter für den notwendigen Volumenausgleich.

Die im System auftretenden Leckagen werden durch eine Nachspeisung aus der Deionatversorgung ergänzt.

Als Zwischenkühlwasser wird sauerstofffreies Deionat verwendet.

Zum Schutz der Notstromanlage 1 gegen Überflutung ist das Konventionelle Zwischenkühlsystem im Bereich des Notstromerzeugergebäudes bezüglich der Integrität gegen Belastungen aus Erdbeben ausgelegt.

2.11.4 Nebenkühlwassersysteme

2.11.4.1 Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage (PE)

(Tab. 2.11.4.1/1; Abb. 2.11.4/1)

2.11.4.1.1 Aufgabenstellung und Auslegungsgrundlage

Das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage ist ein Teil der Nachkühlkette und dient der Wärmeabfuhr aus dem Nuklearen und dem Gesicherten Zwischenkühlsystem während des Normalbetriebs und bei der Beherrschung von Störfällen. Es ist viersträngig aufgebaut. An jeden Strang ist ein Nuklearer und ein Gesicherter Zwischenkühler angeschlossen.

Das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage führt letztendlich

- die Nachzerfallswärme
- die Verlustwärme aus den betrieblichen Kühlstellen im Kontrollbereich
- die Verlustwärme der zur Nachwärmeabfuhr benötigten Systeme

über jeweils ein dem Strang zugeordnetes Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerk (URB) an die Atmosphäre ab. Nur bei sehr seltenen Einwirkungen von außen, bei denen ein Ausfall des Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerks unterstellt wird, führt das Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage die Nach- und Verlustwärme an die Elbe ab.

Die Verdunstungs- und Abschlammverluste der Nebenkühlwasser-Kühltürme werden im Normalbetrieb durch die Kühlturmzusatzwasseraufbereitung ergänzt. Bei Ausfall übernehmen diese Funktion 4 Notzusatzwasserpumpen, die paarweise in den zwei Nebenkühlwasserpumpenbauwerken (UQB) angeordnet sind. Das in den Kühlturmtassen gespeicherte Wasser reicht aus, um nach Auslegungstörfällen die Verdunstungsverluste für 10 Stunden abzudecken.

Die Notzusatzwasserpumpen und die gesicherten Nebenkühlwasserpumpen in den Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerken werden vom Notstromnetz 1 elektrisch versorgt.

Bei den wegen ihres geringen Risikos nicht den Auslegungstörfällen zugeordneten EVA Explosionsdruckwelle und Flugzeugabsturz wird ein Versagen von Systemteilen des Nebenkühlwassers für Gesicherte Anlage unterstellt.

Bei Explosionsdruckwelle wird der Ausfall aller Nebenkühlwasser-Kühltürme unterstellt. Deshalb ist jedem Nebenkühlwasserpumpenbauwerk eine Notnebenkühlwasserpumpe pro Block zugeordnet, die über eine separate, gesicherte Kühlung mit jeweils 100 % Auslegung die Gesicherte Nebenkühlwasserversorgung eines Blockes übernimmt.

Die Nebenkühlwasserpumpenbauwerke sind im sicherheitstechnisch wichtigen Bereich gegen Belastungen aus Explosionsdruckwelle ausgelegt.

Beim Flugzeugabsturz wird entweder der Ausfall jeweils eines Nebenkühlwasserpumpenbauwerks oder, nach Zerstörung des Notstromerzeugergebäudes oder Schaltanlagegebäudes, der Ausfall aller gesicherten Nebenkühlwasserpumpen unterstellt. Dieses Ereignis wird wegen der Auslegung 2 x 100 % des Notnebenkühlwassersystems und der elektrischen Versorgung durch das Notstromnetz 2 beherrscht.

2.11.4.1.2 Systembeschreibung und Funktion

Das Nebenkühlwasser für Gesicherte Anlage pro Block besteht im wesentlichen aus

- 2 Notzusatzwasserpumpen je Nebenkühlwasserpumpenbauwerk
- 1 Notnebenkühlwasserpumpe je Nebenkühlwasserpumpenbauwerk
- 4 Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerke mit jeweils einer gesicherten Nebenkühlwasserpumpe und einem Speicherbecken mit einem Notzusatzwasservorrat für 10 Stunden
- 4 Zellen mit je einer Pumpe und einem Ventilator in jedem Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerk
- erdverlegten Notzusatzwasserleitungen
- erdverlegten Notnebenkühlwasserleitungen
- erdverlegten Gesicherten Nebenkühlwasserleitungen zu den Kühlstellen im Reaktorgebäude und in der Notstromerzeuger- und Kaltwasserzentrale
- einem redundanten Rücklaufleitungssystem.

In der Regel wird die im Nebenkühlwassersystem für Gesicherte Anlage aufgenommene Wärme über die Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerke an die Atmosphäre abgegeben.

Dabei wird das benötigte Nebenkühlwasser von der Gesicherten Nebenkühlwasserpumpe aus dem Speicherbecken entnommen und fließt nach Durchströmen der entsprechenden Kühlstellen wieder in das Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerk. Von den Kühlturmpumpen wird das Nebenkühlwasser in den Kühlturmbauwerken hochgepumpt und beim Durchströmen der Rieseleinbauten abgekühlt. Über die Ablaufrinne gelangt das Nebenkühlwasser dann wieder in das Speicherbecken. Jede einzelne Zelle kann entsprechend den Erfordernissen zu- bzw. abgeschaltet werden.

Die Abflut- und Verdunstungsverluste werden aus der Kühlturmzusatzwasseraufbereitung bzw. bei deren Ausfall durch die Notzusatzwasserpumpen ausgeglichen.

Beim Ausfall der Kühlung über die Nebenkühlwasser-Kühlturmbauwerke wird die Wärmeabfuhr über die Notnebenkühlwasserpumpen sichergestellt.

Im Leistungsbetrieb sind je nach Kühlbedarf für Brennelementlagerbecken und Kältemaschinen 1 bis 3 Nebenkühlwasserstränge zugeschaltet.

Beim normalen Abfahren bzw. Nachkühlen sind in der Regel alle vier Gesicherten Nebenkühlwasserpumpen, alle vier Nuklearen Zwischenkühlkreise und alle vier Gesicherten Zwischenkühlkreise in Betrieb.

Beim Ausfall der Eigenbedarfsversorgung und bei Kühlmittelverluststörfällen werden alle 4 Stränge gestartet, obwohl zur sicheren Wärmeabfuhr zwei Stränge ausreichen.

Die Anregung der Gesicherten Nebenkühlwasserpumpen erfolgt durch den Reaktorschutz über die Nachkühlkriterien bzw. über das Notstromsignal.

Bei Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle erfolgt die Einschaltung der Notnebenkühlwasserpumpen im Notspeisegebäude von Hand über die Notstromanlage 2.

Die Absperrarmaturen im Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlage sind in Offen-Stellung verriegelt.

2.11.4.2 Nebenkühlwassersystem für Konventionelle Anlage (PC)

Die Wärmeabfuhr aus den Konventionellen Zwischenkühlern erfolgt durch das Nebenkühlwassersystem für Konventionelle Anlage.

Das Nebenkühlwasser wird von den Konventionellen Nebenkühlwasserpumpen aus dem Nebenkühlwasserpumpenbauwerk über eine Sammelleitung zur Kühlturmzusatzwasseraufbereitung und von dort in das Maschinenhaus zu den Konventionellen Zwischenkühlern gefördert. Nach dem Durchströmen der konventionellen Zwischenkühler wird das aufgewärmte Nebenkühlwasser als Kühlturmzusatzwasser und als Zusatzwasser für die Nebenkühlwasser-Kühltürme verwendet.

Überschüssiges Nebenkühlwasser wird zum Nebenkühlwasser-Sammelbecken geführt.

Das Nebenkühlwassersystem für Konventionelle Anlage wird zur Beherrschung von Auslegungstörfällen nicht benötigt und ist an das normale elektrische Eigenbedarfsnetz angeschlossen.

Tabelle 2.11.4.1/1Hauptdaten des Nebenkühlwassers für Gesicherte AnlageErforderliche Kühlwassermassenströme bei den einzelnen Betriebsfällen

	Anzahl	Durchsatz
Normalbetrieb	1 - 3	1000 - 3000 kg/s
Nachkühlbetrieb	2	2000 kg/s
Nachkühlbetrieb nach Auslegungsstör- fällen (Notstromfall, KMVS)	2	2000 kg/s
Nachkühlbetrieb nach FLAB bzw. Explosionsdruckwelle	1	560 kg/s

Gesicherte Nebenkühlwasserpumpe

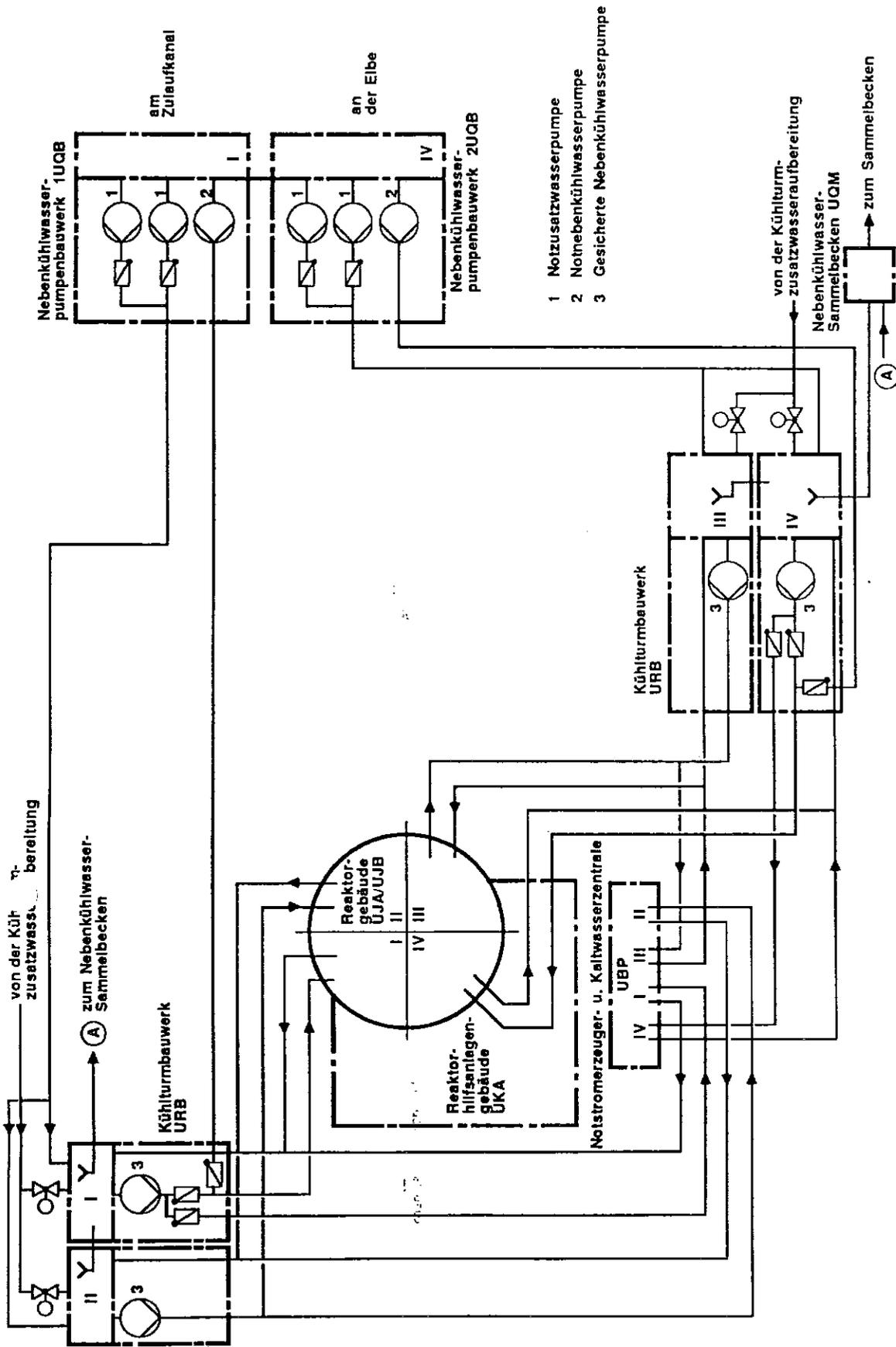
Anzahl		4
Typ		Kreiselpumpe
Förderstrom		1000 kg/s
Antriebsleistung	ca.	290 kW
Auslegung (Druck/Temperatur)		10/60 bar/°C
Material Gehäuse		C-Stahl

Notzusatzwasserpumpe

Anzahl		4
Typ		Kreiselpumpe
Förderstrom	ca.	25 kg/s
Antriebsleistung	ca.	8 kW
Auslegung (Druck/Temperatur)		10/60 bar/°C
Material Gehäuse		C-Stahl

Notnebenkühlwasserpumpe

Anzahl		2
Typ		Kreiselpumpe
Förderstrom		560 kg/s
Antriebsleistung	ca.	160 kW
Auslegung (Druck/Temperatur)		10/60 bar/°C
Material Gehäuse		C-Stahl



Kernkraftwerk Stendal C/D

Nebenkühlwassersystem
für gesicherte Anlage
(PE)

Prinzipdarstellung

Kraftwerks- und Anlagenbau AG

Abb.: 2.11.4/1 DWR 1300 08.90