

## **2.12 Kraftwerkshilfsanlagen**

### **2.12.1 Abschlammwasseraufbereitungsanlage (LCQ/GD)**

(Abb. 2.12.1/1)

#### **2.12.1.1 Dampferzeuger-Abschlammssystem (LCQ)**

Das Wasser des Speisewasser-Dampfkreislaufes wird durch Abschlammern aus den Dampferzeugern auf dem erforderlichen Reinheitsgrad gehalten.

Die Abschlammleitungen von den 4 Dampferzeugern werden zu einer Sammelleitung zusammengefaßt, die durch den Sicherheitsbehälter auf den Abschlamm-entspanner im Hilfsanlagegebäude geführt wird. Im Abschlamm-entspanner wird das Abschlammwasser auf das Druckniveau des Entspanners entspannt. Der entstehende Entspannungsdampf wird in den Speisewasserbehälter geleitet, das verbleibende Wasser gelangt über zwei Abschlammkühler in die Abschlamm-entsalzungsanlage. Über die Abschlammkühler wird die Wärme an das Hauptkondensat abgegeben. Die Kühlung ist erforderlich, da die Anionenharze der Abschlamm-entsalzungsanlage nur bis zu einer max. Temperatur von 70 °C eingesetzt werden können.

Zur Überwachung der Wasserqualität und zur Lokalisierung von Dampferzeugerleckagen sind an den einzelnen Dampferzeugern Probeentnahmen vorgesehen.

Pro Dampferzeuger ist eine Aktivitätsmeßstelle vorgesehen. Dazu wird von jeder DE-Abschlammleitung eine Meßleitung mit innerer und äußerer Gebäudeabsperrrarmatur zur Meßstelle im Reaktorhilfsanlagegebäude geführt. Das zu untersuchende Abschlammwasser wird gekühlt, druckreduziert und in einem Behälter gesammelt. Mit der Rückförderpumpe wird es wieder in eine Abschlammleitung gefördert.

Für den Fall, daß in einem Dampferzeuger Aktivität auftritt, kann dieser Dampferzeuger mit erhöhter Abschlammmenge im Vergleich zu den drei anderen Dampferzeugern abgeschlammert werden.

Die Probeentnahme und Aktivitätsmessung ist diskontinuierlich möglich.

### 2.12.1.2 Abschlammmentsalzungsanlage (GD)

Die Abschlammmentsalzungsanlage besteht aus einem Elektromagnetfilter und einem Mischbettfilter.

Das Elektromagnetfilter dient zur Aufnahme ferromagnetischer Verunreinigungen. Nach Erschöpfung des Elektromagnetfilters - erkennbar am erhöhten Druckverlust - wird das Filter auf elektrischem Wege entmagnetisiert, und durch einen Spülvorgang werden die zurückgehaltenen Verunreinigungen entfernt und dem System „Behandlung radioaktiver Abwässer“ zugeführt.

Die Regeneration der Mischbettfilter erfolgt mit Schwefelsäure und Natronlauge aus den Vorratsbehältern der Vollentsalzungsanlage. Die Regenerationsabwässer der Mischbettfilter werden ebenfalls in das System „Behandlung radioaktiver Abwässer“ eingeleitet. Zur Verringerung der Abwassermenge wird das letzte Spülwasser im Kreislauf über die Mischbettfilter geleitet.

Der Betrieb der Anlage erfolgt fernbedient von der Blockwarte. Die Regeneration der Mischbettfilter und das Spülen der Elektromagnetfilter werden von Hand eingeleitet und laufen automatisch ab.

- 1 Dampferzeuger
- 2 Abschlämmspinner
- 3 Abschlämmkühler
- 4 Speisewasserbehälter
- 5 zum Kondensator - Standrohr
- 6 Probenkühler
- 7 Probensammelbehälter
- 8 Probenrückführpumpe
- 9 Elektromagnetfilter
- 10 Mischbettfilter
- 11 Kreislaufwaschpumpe
- 12 Säurepumpe
- 13 Laugpumpe
- 14 Verdünnung
- 15 Chemiekalbenbehälter

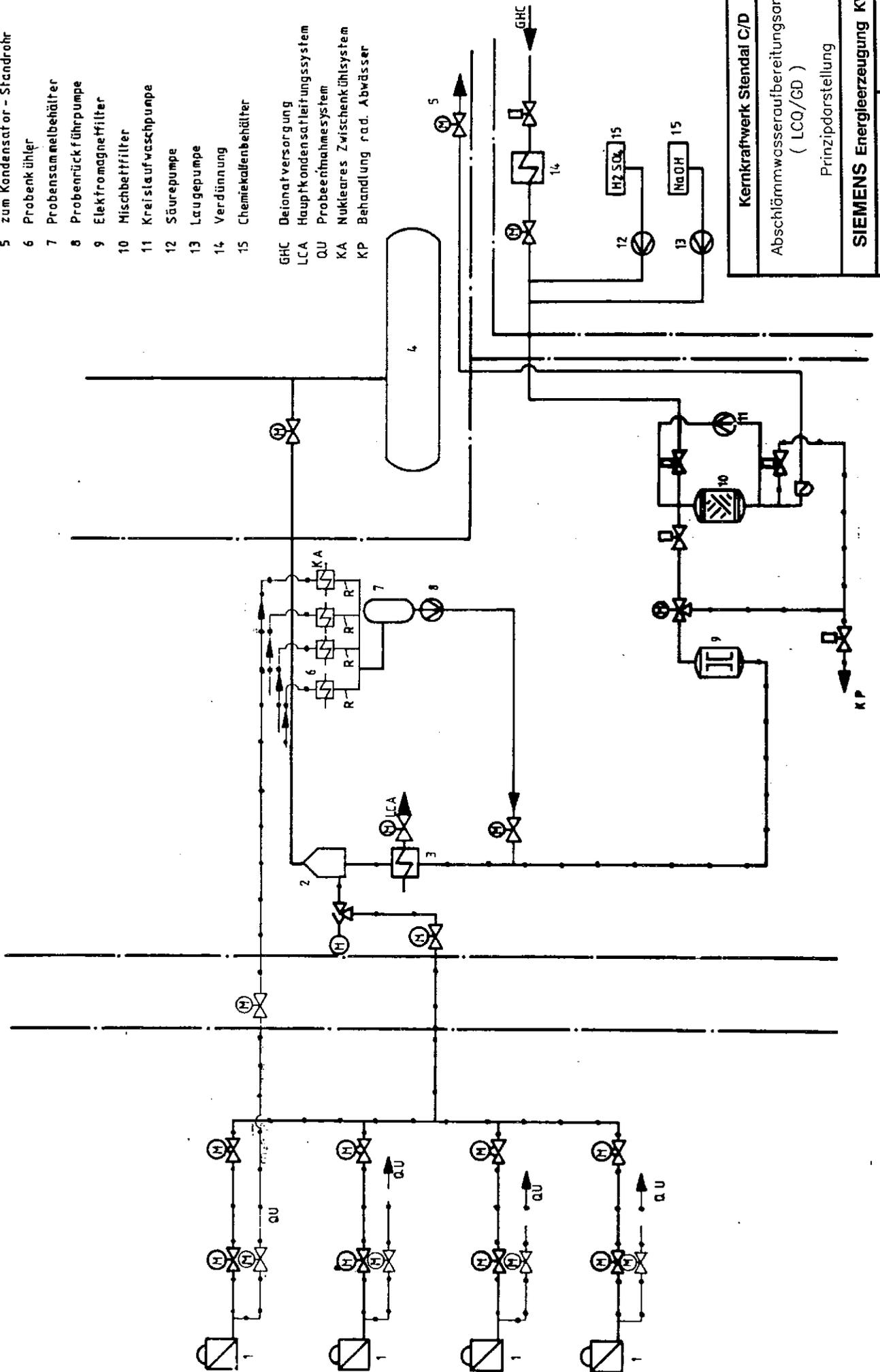
- GHC Deionatversorgung  
 LCA Hauptkondensatleitungssystem  
 QU Probenentnahmesystem  
 KA Nukleares Zwischenkühlsystem  
 KP Behandlung rad. Abwässer

Maschinengebäude

Hilfsanlagegebäude

Reaktorgebäude -  
Ringraum

Sicherheitsbehälter



|  |                |
|--|----------------|
| <b>Kernkraftwerk Stendal C/D</b>               |                |
| Abschlämmsweraufbereitungsanlage<br>( LCQ/GD ) |                |
| Prinzipdarstellung                             |                |
| <b>SIEMENS Energieerzeugung KWU</b>            |                |
| Abb.: 2.12.1/1                                 | DWR 1300 08.90 |

## 2.12.2 Hebezeuge und Aufzüge

### 2.12.2.1 Hebezeuge

Alle im Kernkraftwerk befindlichen fest installierten Hebezeuge (Krane, Schienenlaufkatzen, Lastaufnahmeeinrichtungen) werden gemäß der Regel KTA 3902 ausgelegt. Die Anforderungen an Prüfung und Betrieb sind in der Regel KTA 3903 festgelegt.

Folgende Kräne dienen dem Transport von Kernbrennstoffen, sonstigen radioaktiven Stoffen, radioaktiven Anlagenteilen oder sonstigen schweren Lasten:

- Reaktorgebäudekran

Der Brückenlaufkran, auf einer Kreisbahn fahrend, ist in geschweißter Kasten-trägerbauweise ausgeführt. Außer dem Haupthub- und Hilfshubwerk besitzt er ein Sonderhubwerk, um kleinere Lasten während der Montage und Revision schneller heben zu können (Auslegung nach KTA 3902, Absatz 4.3)

Die Kranantriebe sind stufenlos regelbar.

- Halbportalgerüst mit Laufkatze, Zwischenbühne und Schienen.

Die Laufkatze auf der Halbportalbrücke ist mit Haupt- und Hilfshubwerk ausgerüstet (Auslegung nach KTA 3902, Absatz 4.3)

Die Steuerung der Kranantriebe erfolgt aus einem wettergeschützten Führerhaus. Die Kranantriebe sind stufenlos regelbar.

- Konsolkran im Sicherheitsbehälter

Kran im Faßlager

Kran in der Einfahrt Reaktorhilfsanlagengebäude

Kran im Abbinderaum

Diese Krane sind ausgelegt nach KTA 3902, Absatz 4.2

Auf die Einrichtungen zur Brennelementhandhabung wird im Abschnitt 2.8.3.3 und auf die Einrichtungen zur Handhabung von Reaktordruckbehältereinbauten und Betonabschirmriegeln im Abschnitt 2.8.3.4 eingegangen.

### 2.12.2.2 Aufzüge

Die Aufzüge im Kernkraftwerk werden nach KTA 3902 ausgelegt, der im Sicherheitsbehälter vorhandene Aufzug von 12 m auf 21,5 m nach Absatz 4.1, alle anderen Aufzüge nach Absatz 3.

In folgenden Gebäuden sind Aufzüge für die Personen- und Lastenförderung vorhanden

- Reaktorgebäude
- Reaktorhilfsanlagengebäude
- Maschinenhaus
- Schaltanlagengebäude
- Werkstatt- und Lagergebäude
- Büro- und Sozialgebäude.

### **2.12.3 Zentrale Druckluftversorgungsanlage (SC)**

Die Druckluftanlage hat die Aufgabe, das Werkdruckluftnetz und die lufttechnischen Anlagen des Kontrollbereiches mit Druckluft zu versorgen. An dieses Druckluftnetz sind keine sicherheitstechnischen Steuerluftverbraucher angeschlossen.

Die Kompressorenanlage befindet sich südlich des Blockes A in einem separaten Gebäude und versorgt den gesamten Standort mit Druckluft.

### **2.12.4 Dosiereinrichtungen (QC)**

Die Dosiereinrichtung QC hat die Aufgabe, das zur Einhaltung der Speisewasserchemie (siehe Abschn. 2.10.1.4) erforderliche Hydrazin in die verschiedenen Kraftwerkssysteme zu dosieren.

Zur Lagerung des handelsüblichen Hydrazinhydrats sind im Maschinenhaus ein Vorratsbehälter und zwei Dosierpumpen vorgesehen. Im Normalbetrieb wird kontinuierlich Hydrazin in das Hauptkondensatsystem zugegeben. Weiterhin besteht die Möglichkeit, diskontinuierlich verschiedene Hilfssysteme mit Hydrazin zu versorgen.

### **2.12.5 Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage (GC)**

Das Reaktorkühlsystem, die Zwischenkühlsysteme und der Speisewasser-Dampfkreislauf werden mit vollentsalztem Wasser betrieben. Das zum Füllen dieser Systeme und zur Deckung der laufenden Betriebsverluste erforderliche Wasser wird von der Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage geliefert.

In der Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage wird das Rohwasser aus der Havel zu sauerstofffreiem Deionat aufbereitet und in die Deionatvorratsbehälter geleitet. Über das System „Deionatverteilung“ wird das Wasser zu den Verbrauchern gefördert. Bestimmend für die Auslegung der Anlage ist die Rohwasseranalyse.

Die Zusatzspeisewasseraufbereitungsanlage hat keine sicherheitstechnische Bedeutung, weil ausreichende Vorräte vorhanden sind.

### **2.12.6 Hilfsdampfsystem (LBG/LCN)**

Das Hilfsdampfsystem versorgt über einen 6 bar-Dampfverteiler die Hilfsdampfverbraucher des Kernkraftwerkes bei allen Betriebszuständen. Im wesentlichen besteht Dampfbedarf für die Reaktorhilfsanlagen, für die Heizungsanlage, für die Aufheizung des Speisewasserbehälters, für das Sperrdampfsystem der Turbine und für den Dampfumformer im Dampfversorgungssystem für Luftbefeuchtung der Lüftungsanlage.

Bei Betrieb des Kraftwerkes wird der erforderliche Dampf aus einer Anzapfdampfleitung entnommen; bei Teillastbetrieb der Turbine wird der Dampfdruck aus der Frischdampfleitung gestützt.

Die im Reaktorhilfsanlagengebäude anfallenden Hilfsdampfkondensate werden zusammengefaßt, gekühlt und in den Hilfsdampfkondensatsammelbehälter geleitet. Die Hilfsdampfkondensatrückförderpumpen fördern das Kondensat ins Rückspeise-Kondensatsystem, von wo es wieder dem Speisewasser-Dampfkreislauf zugeführt wird.

Der Hilfsdampfkondensatrücklauf wird auf Aktivität überwacht. Bei erhöhter Aktivität im Hilfsdampfkondensat wird der Rückfluß abgesperrt und das Kondensat in das System „Lagerung radioaktiver Abwässer“ geleitet.

Während des Stillstandes der Block-Anlagen übernimmt ein Dampfumformer, der vom Zentralen Dampfnetz beheizt wird, die Hilfsdampfversorgung. Die Hilfsdampfkondensatpumpen speisen bei diesem Betriebsfall direkt auf die Entgaser des Dampfumformerspeisewasserbehälters.

Das Zentrale Dampfnetz wird aus Turbinenanzapfungen oder Frischdampfproduzierungen der Blöcke A und B oder aus dem Zentralen Reserveheizhaus mit Dampf versorgt. Das Dampfumformerkondensat wird in das Zentrale Kondensatnetz zurückgegeben.

### 2.12.7 Heizungsanlage (SB)

Die Aufgabe der Heizungsanlage besteht in der Wärmeversorgung der Gebäude des Kernkraftwerkes sowie der Brauchwasseraufheizung.

Die Blöcke C und D werden an das zentrale Dampfnetz des KKW Stendal angeschlossen.

Während der Bauphase sowie bei Stillstand und beim An- und Abfahren werden die Blöcke aus dem Netz mit Dampf versorgt.

Bei Normalbetrieb ist die Dampf- und Heizungsversorgung eines Blockes autark. Sie erfolgt aus Anzapfdampf oder reduziertem Frischdampf des eigenen Blockes.

Die wesentlichen Verbraucher sind:

- Heizplatten und Radiatoren
- Warmwasserboiler
- Wärmetauscher der lufttechnischen Anlagen.

Die Heizungsanlage steht mit aktivitätsführenden Komponenten nicht in Berührung und hat keine sicherheitstechnische Bedeutung.

## 2.12.8 Kaltwassersystem (QK)

Das Kaltwassersystem hat die Aufgabe, die Kühlstellen der Lufttechnischen Anlagen (KL, SA) und die Kühlstellen im Abgassystem (KPL) zu kühlen.

Zur Kühlung der redundanten Kühlstellen der Lüftungsanlage

- im Schaltanlagegebäude
- im Ringraum
- im Dieselleitstand des Notstromerzeugergebäudes

ist das Kaltwassersystem viersträngig aufgebaut. Die 4 Stränge sind durch ein Sammelbecken miteinander verbunden, aus dem die Kühlstellen mit Kaltwasser versorgt werden.

Bei einer Leckage eines Beckens (Einzel- oder Sammelbecken) wird durch Umschalten auf Einzelbeckenbetrieb der Ausfall des gesamten Kaltwassersystems verhindert, indem das System strangweise getrennt wird. Die nichtredundanten Kühlstellen sind dann abgetrennt.

Die redundanten Kühlstellen und die Kühlstellen im Abgassystem werden auch im Notstromfall mit Kaltwasser versorgt.

Als Betriebsmittel wird im Kaltwassersystem sauerstofffreies Deionat verwendet. Der im Sammelbecken gespeicherte Kaltwasservorrat ist so bemessen, daß bei kurzzeitigem Ausfall oder bei Umschaltungen der Kältemaschinen die Kühlstellen ohne Unterbrechung mit Kaltwasser weiter versorgt werden können.

Die bei den Kältemaschinen anfallende Wärme wird an das Konventionelle Zwischenkühlsystem (PG) bzw. an das Gesicherte Zwischenkühlsystem (PJ) abgegeben. Im Notstromfall werden alle Kältemaschinen vom Gesicherten Zwischenkühlsystem gekühlt.

## 2.12.9 Zentrale Gasversorgung (QJ)

Das System Zentrale Gasversorgung dient zur Versorgung verschiedener Systeme mit Wasserstoff ( $H_2$ ), Stickstoff ( $N_2$ ), Methan ( $CH_4$ ), Argon-Methan und Sauerstoff ( $O_2$ ). Es wird benötigt:

### Wasserstoff ( $H_2$ )

- zum Begasen des Kühlmittels
- zur Bindung des im Abgassystem infolge Leckagen vorhandenen Sauerstoffs durch Verbrennung im Rekombinator
- zur Füllung und Ergänzung der Verluste des Wasserstoffkreislaufes am Generator

### Stickstoff ( $N_2$ )

- zum Spülen knallgasgefährdeter Komponenten
- zum Aufwirbeln von Ionenaustauscherharzen in verschiedenen Ionentauschern
- zur Druckhaltung in verschiedenen Behältern
- zur Druckregelung des Volumenausgleichsbehälters
- als Spül- und Trägergas im Abgassystem
- als Schutzgas in den Kaltwasserbecken und Deionatbehältern
- zum Spülen der Probenahmebehälter und Probensammelbehälter des nukl. Probeentnahmesystems
- zum Begasen des Abblasebehälters
- für das Kugelmeßsystem
- zum Ausspülen von Wasserstoff aus den Rohrleitungen des Turbogenerators, um explosive Reaktionen des Wasserstoffs mit eindringendem Sauerstoff im Turbogenerator zu verhindern.

### Sauerstoff ( $O_2$ )

- um im Abgassystem mitgeführten Wasserstoff, der bei Kühlmittelaustausch aus dem Reaktorkühlsystem in das Abgassystem gelangt, im Rekombinator zu verbrennen.

### Methangas ( $CH_4$ ) als Zählgas

- für die Tritiummonitore am Generator (Lecküberwachung)

**Argon-Methan**

- Zählgas in Personenmonitoren
- im Labor des Reaktorhilfsanlagengebäudes

Die Gasversorgung erfolgt aus Gasflaschenbündel oder Druckspeicher-Behältern, deren Anzahl und Größe so bemessen ist, daß eine ausreichende Reserve zur Verfügung steht. Die Gasflaschenbündel befinden sich in Gasversorgungszentralen abseits der übrigen Kraftwerksgebäude. Die Druckspeicher-Behälter werden im Freigelände aufgestellt. Die verschiedenen Gasarten werden über getrennte Leitungen den einzelnen Verbrauchern zugeführt.

### **2.12.10 Kühlturmzusatzwasser-Aufbereitungsanlage (PB)**

Im Hauptkühlwassersystem ist zur Vermeidung von Ablagerungen eine spezifizierte Wasserqualität erforderlich. Zu deren Einhaltung wird das Kühlturmzusatzwasser aufbereitet und ein Teil des umlaufenden Kühlwassers in den Fluß abgeschlämmt. Dieses Abschlämmwasser sowie die Verdunstungsverluste des Kühlturms werden durch Zusatzwasser ergänzt.

Durch Zusätze wird eine gleichzeitige Entkarbonisierung und Klärung des Wassers erreicht.

Nach der Reinigung des Kühlturmzusatzwassers von Schwebstoffen wird das Klarwasser in die Anlage zurückgegeben.

Der Feststoffanteil wird einer Deponie zugeführt.

### **2.12.11 Dieselmkraftstoffversorgung (XJN)**

Der Kraftstoff für die Notstromerzeugungs- und Notspeiseanlagen wird von einem Großtanklager bereitgestellt, das sich südlich des Blockes A befindet.

Das Großtanklager ist an eine Kesselwagenentladung angeschlossen und besteht neben den Versorgungspumpen aus 2 x 1000 m<sup>3</sup> Tanks.

Bei Kraftstoffbedarf werden die Dieselmkraftstoff-Vorratsbehälter über ein Rohrleitungssystem vom Großtanklager nachgespeist.

An den Dieselmkraftstoff-Vorratsbehältern sind Einfüllstutzen, über die ggf. von einem Tankwagen nachgespeist werden kann.

### 2.12.12 Einrichtungen zur Ammoniakrückführung

Die Einrichtungen zur Ammoniakrückführung ermöglichen eine bestimmungsgemäße Weiterverwendung des  $\text{NH}_3$  als Alkalisierungsmittel im Wasser-Dampf-Kreislauf.

So hat beispielsweise das Abwasseraufbereitungssystem im Maschinenhaus (GNF) die Aufgabe, das ammoniakhaltige Überschußwasser der Kondensatorevakuierungspumpen (Elmopumpen) über Anionenfilter aufzubereiten.

Das aufzubereitende Abwasser enthält im wesentlichen zwei Inhaltsstoffe:

- Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )
- Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ )

In den Anionenfiltern wird dem Wasser Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) nach dem Ionenaustauschverfahren entzogen, wobei der Ammoniak im Wasser verbleibt. Das ammoniakhaltige Wasser wird in den Kreislauf zurückgeführt, wodurch eine Ammoniakabgabe an den Vorfluter vermieden wird.

Die störende Kohlensäure gelangt durch Luftleckagen an der Kondensatorevakuierung in den Kreislauf. Da die Kohlensäure als Ammoniumkarbonat vorliegt, kann diese auch bei dem relativ hohen Ammoniakgehalt und dem daraus resultierenden hohen pH-Wert von  $> 10$  durch Ionenaustausch mit einem stark basischen Austauscher entfernt werden.

Nach Erschöpfung der Anionenharze eines Filters wird das in Reserve stehende zugeschaltet und das beladene mit Natronlauge regeneriert. Hierfür ist eine Regenerierstation vorgesehen.

Je nach  $\text{CO}_2$ -Gehalt des Wassers, der abhängig von der Luft-Leckagemenge im Kondensator ist, beträgt die Standzeit eines Anionenfilters mehrere Wochen.

## 2.13 Elektrotechnische Anlagen

### 2.13.1 Übersicht

(Abb. 2.13.1/1)

Bei Leistungsbetrieb der Anlage speist der Generator über zwei Maschinentransformatoren (BAT) in das 380 kV- und das 220 kV-Netz ein.

Der Eigenbedarf der Anlage wird über mehrere, je nach sicherheitstechnischer Bedeutung der angeschlossenen Verbraucher gestaffelte Versorgungsmöglichkeiten gedeckt, wobei für die Versorgung der sicherheitstechnischen Einrichtungen die Anforderungen von KTA 3701.2 erfüllt werden.

Im Generatorbetrieb wird der Eigenbedarf über zwei Eigenbedarfstransformatoren (BBT) gedeckt, die ebenfalls an die Generatorableitung angeschlossen sind. Ohne Generatorbetrieb werden die Eigenbedarfstransformatoren über die Maschinentransformatoren aus dem 380 kV- bzw. dem 220 kV-Netz versorgt. Die gesamte für das An- und Abfahren der Anlage benötigte Leistung kann auf diesem Wege bezogen werden.

Die je zwei Unterspannungswicklungen der beiden Eigenbedarfstransformatoren speisen in vier getrennte 10 kV-Schienenabschnitte (Hauptverteilungen BBA - BBD). Hieran sind die großen Eigenbedarfsverbraucher und die Transformatoren (BHT/BFT) für die Niederspannungs-Verteilungen angeschlossen, wobei auf eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der gleichartigen Aggregate geachtet wird. Jeweils pro Stromversorgungsscheibe werden die 660 V- und 380 V-Haupt- und Allgemeinverteilungen von je einem Dreiwicklungstransformator versorgt.

Die vier Schienenabschnitte der 10-kV-Eigenbedarfsanlagen und der Niederspannungsschaltanlagen sind dem strangweisen Aufbau der maschinentechnischen Anlagen angepaßt.

Bei einem Ausfall der Versorgung über einen der beiden Eigenbedarfstransformatoren werden die betroffenen 10 kV-Hauptverteilungen über einen Reserve-netztransformator (BCT) aus einem separaten 110 kV-Netzanschluß versorgt. Bei Ausfall beider Eigenbedarfstransformatoren kann durch Zuschaltung des Reserve-netztransformators auf alle vier 10 kV-Hauptverteilungen der Eigenbedarfs so-

weit gedeckt werden, daß die Anlage unter Erhaltung der Hauptwärmesenke sicher abgefahren werden kann. Der Reservenetztransformator wird jeweils automatisch zugeschaltet

Bei (völligem) Ausfall der Eigenbedarfsversorgung müssen zum Abfahren der Reaktoranlage Verbraucher in Betrieb bleiben bzw. in Betrieb gehen und sind daher mit Notstrom zu versorgen. Dabei sind hinsichtlich der Versorgungsansprüche zwei Gruppen zu unterscheiden:

- Verbraucher, die eine spannungslose Pause während der Diesel-Hochlaufzeit zulassen. Diese werden an die 10-kV-bzw. 660-V- und 380-V-Notstromverteilungen (Notstromnetz 1 und 2) angeschlossen.
- Verbraucher, die bei Ausfall der normalen Eigenbedarfsspannung unterbrechungslos in Betrieb bleiben bzw. die sofort eingeschaltet werden. Diese Verbraucher werden entweder unmittelbar an das 220- bzw. 48/24-V-Gleichstromnetz oder über Gleichstrom-Drehstrom-Umformer an die Umformer-Verteilungen (Netz ohne Unterbrechung) angeschlossen.

Die Notstromerzeugungsanlagen (Notstromanlage 1 und 2) sind entsprechend den übrigen (4fach-redundanten) Sicherheitseinrichtungen auf vier getrennte Scheiben aufgeteilt. Im Normalbetrieb speisen die 10 kV-Eigenbedarfsverteilungen des Normalnetzes (BBA - BBD) auf fest zugeordnete 10 kV-Notstromschienen der Notstromanlage 1 (BDA - BDD) und die 380 V-Notstromverteilungen der Notstromanlage 1 (BME - BMH) auf fest zugeordnete Notstromschienen der Notstromanlage 2 (BNA - BND). Bei Eigenbedarfsausfall werden die 10 kV-Notstromverteilungen jeder Scheibe von einem schnellstartenden Dieselaggregat (XJA/XKA 10 - 40) der Notstromanlage 1 versorgt. Weiterhin besteht die Möglichkeit, in die 10 kV-Notstromverteilungen über einen separaten Notstrom-Netzanschluß einzuspeisen.

Jedem 10-kV-Notstromabschnitt (Notstromanlage 1) ist ein Dreiwicklungstransformator 10 kV/660 V/380 V (BMT 10 - 40) und damit eine 660-V- und eine 380/220-V-Verteilung (BMA - BMD bzw. BME - BMH) fest zugeordnet.

Die Notstromerzeugungsanlage (XJA/XKA 50 - 80) der Notstromanlage 2 besteht ebenfalls aus schnellstartenden Dieselaggregaten und wird nur gestartet, wenn

ein Dieselaggregat der Notstromanlage 1 nicht verfügbar ist bzw. die Anforderung der Notspeisepumpen vorliegt.

Von der Notstromanlage 1 oder 2 werden auch die Stellantriebe von spannungsgeregelten 380-V-Verteilungen (BMJ - BMM) versorgt. Die Regeltransformatoren (BMT 11 - 41) werden an die scheinenzugehörigen 380-V-Notstromverteilungen angeschlossen. Mit den Regeltransformatoren werden Spannungsschwankungen auf ein für Stellantriebe zulässiges Maß ausgeregelt.

Die 220-V-Gleichstromanlagen (BVA - BVD) sind vierfach vorgesehen und werden je Scheibe von den 660-V-Notstromverteilungen (Notstromanlage 1) versorgt. Jede 220-V-Teilanlage besitzt eine Batterie und zwei Gleichrichter. Im Normalbetrieb decken die Ladegeräte den Gleichstrombedarf, einschließlich des Ladestromes zur Ladungserhaltung der Batterien. Die Batterien stehen mit voller Kapazität im Ladeerhaltungsbetrieb. Für die Steuerelementantriebe des Reaktors wird eine getrennte Gleichstromversorgung (BUB/BUC) aufgebaut, die mit der 380-V-Hauptverteilung des Normalnetzes verbunden ist.

Eine 48/24 V-Gleichstromversorgung ist in der Notstromanlage 2 vorgesehen. Sie ist auf vier Scheiben aufgeteilt, in die die Batterien und Ladegeräte speisen. Die Ladegeräte werden von den zugehörigen 380-V-Notstromverteilungen (Notstromanlage 1 und 2) versorgt.

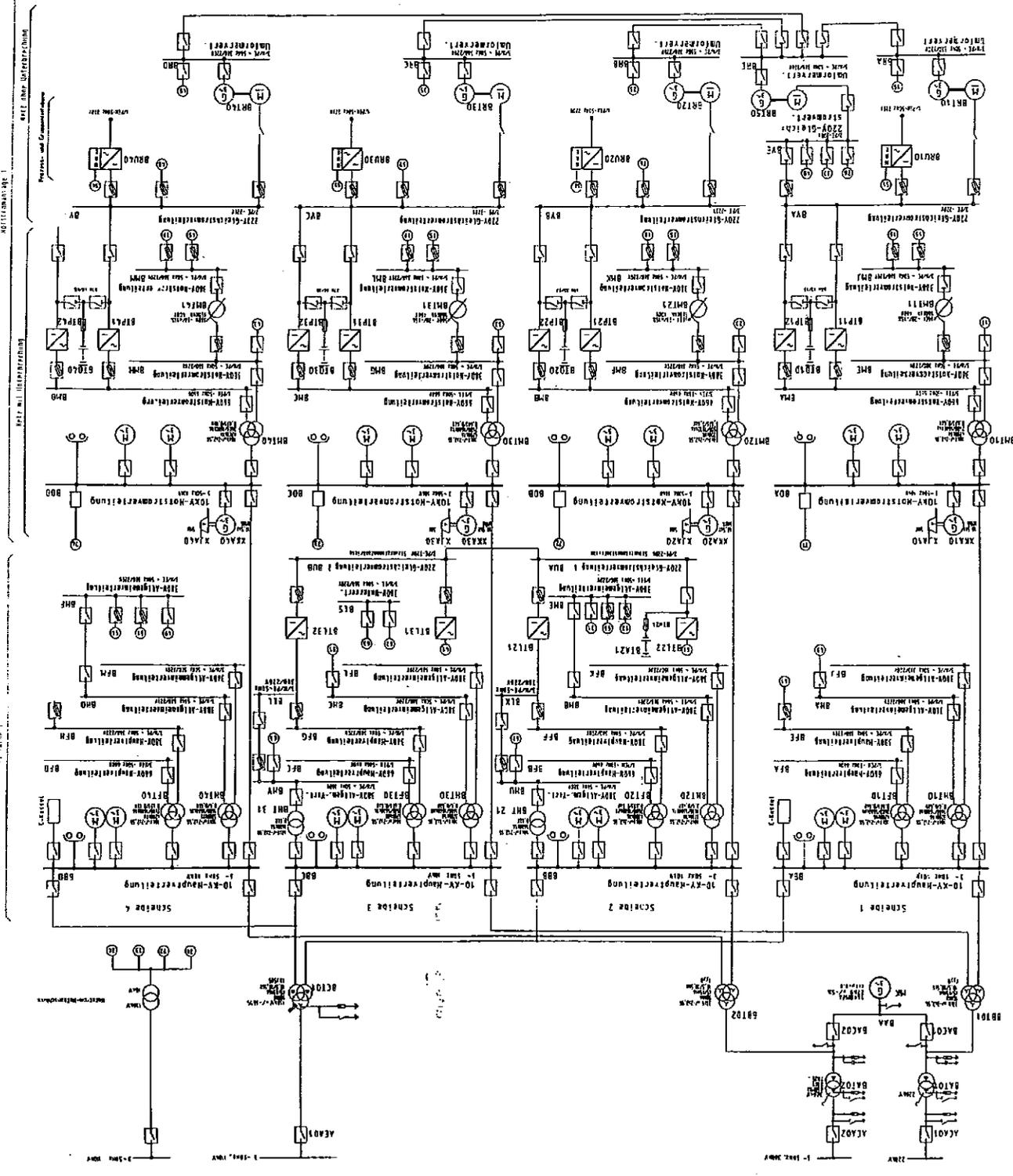
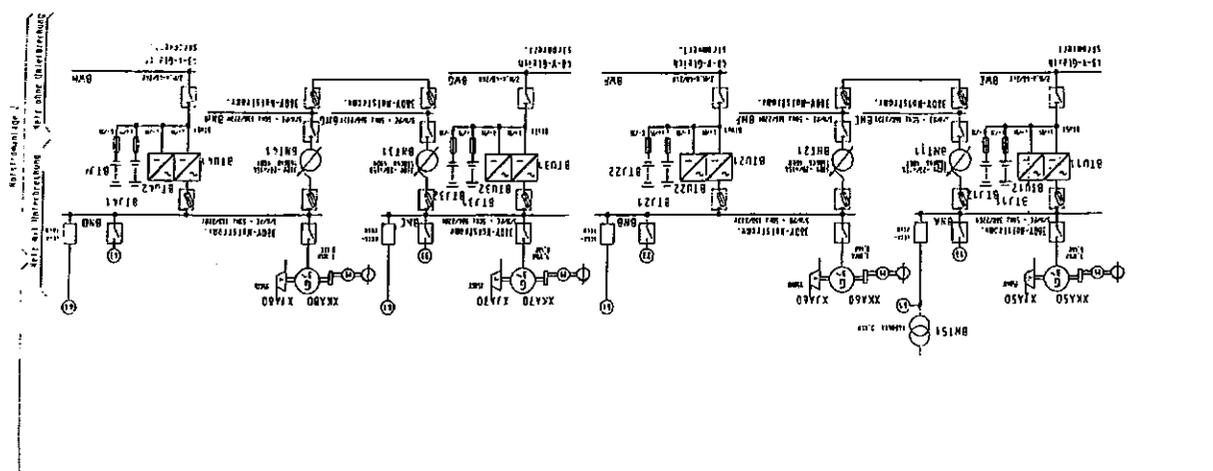
Bei Ausfall der Eigenbedarfsanlage wird in der Notstromanlage 1 durch Gleichstrom-Drehstrom-Umformer eine unterbrechungslose Weiterversorgung von Wechselstrom- und Drehstromverbrauchern sichergestellt. Folgende Umformer sind hierfür vorgesehen:

- vier Umformer (BRT 10 - 40) für Gebäudeabschlußarmaturen der 4 Sektoren des Reaktorgebäudes und für gleichmäßig aufgeteilte Verbraucher von Beleuchtung, Messung und Regelung
- ein Umformer (BRT 50) als gemeinsame Reserve
- vier Wechselrichter für leittechnische Einrichtungen der Prozeß- und Gruppenleiteene

Jeder der 4 Umformer, je einer pro Scheibe, wird gleichstromseitig von einer Schiene der 220-V-Gleichstromanlage eingespeist. Bei Ausfall eines Umformers wird die zugehörige 380-V-Schiene automatisch nach einer kurzen Unterbre-

chungszeit mit der scheibenzugeordneten spannungsgeregelten 380-V-Notstromschiene gekuppelt. Anschließend kann der Reserveumformer hochgefahren und dann mit Hilfe einer Handsynchronisierereinrichtung mit der betroffenen Umformerschiene verbunden werden. Die Verbindung zur spannungsgeregelten 380-V-Notstromverteilung (Notstromanlage 1) wird aufgetrennt. Eine Synchronisierereinrichtung des Reserveumformers ermöglicht einen unterbrechungslosen Einsatz des Reserveumformers, wenn an den Betriebsumformern Wartungs- und Reparaturarbeiten vorzunehmen sind.

Entsprechend den Notstromerzeugungsanlagen ist auch bei den Schaltanlagen, der Steuerung und bei den Kabelwegen ein redundanter (4 Scheiben) Aufbau mit konsequenter räumlicher Trennung vorhanden. Die Anforderungen von KTA 3705 werden erfüllt.



**Kernkraftwerk Stendal C/D**

Elektrotechnische Anlagen  
Übersichtsschaltplan

**SIEMENS Energieerzeugung KWU**

Abb.: 2.13.1/1

DWR 1300 08.90

## 2.13.2 Netzanschluß

### 2.13.2.1 Generatorableitung

Der Generator ist über eine einphasig gekapselte Generatorableitung und jeweils einen Drehstrom-Maschinentransformator an die 380- und 220 kV-Schaltanlage des benachbarten Umspannwerkes Schwarzholz angeschlossen. Die Verbindung zwischen den Maschinentransformatoren und dem ca. 2 km entfernten Umspannwerk erfolgt mittels Freileitungen.

In jeder Phase der Generatorableitung werden zwei parallele, gekapselte Generatorschalter (BAC) eingebaut.

Zwischen den Generatorschaltern und den Maschinentransformatoren sind die beiden Eigenbedarfstransformatoren an die Dreiwicklungs-Generatorableitung angeschlossen.

Hinter den Maschinentransformatoren erfolgt die Einspeisung in die jeweilige Freileitung über Netzschalter (ACA).

Die Generatorableitung wird im Innenraum und im Freiluftteil in einphasig gekapselter Ausführung zum Schutz gegen Staub und Feuchtigkeit erstellt. Fehler innerhalb einer Phase (Erdschluß) sind damit unwahrscheinlich; zwei- und dreiphasige Fehler können ausgeschlossen werden.

Die Stromleiter der Generatorableitung zu den Maschinentransformatoren werden forciert belüftet. Der Eigenbedarfsabzweig ist für natürliche Kühlung ausgelegt. Die Kühlung der Schalteraktivteile und -kapselung erfolgt durch ein Kühlwasseraggregat mit zwei Umwälzpumpen und zwei Wärmetauschern, die für je 100 % ausgelegt sind. Beim Ausfall der Kühlwasserversorgung des Generatorschalters ist ein Weiterbetrieb mit reduziertem Strom noch soweit möglich, daß zeitlich unbegrenzt die Eigenbedarfsleistung bezogen werden kann.

Zum Erden und Kurzschließen der Generatorableitung sind entsprechende Einrichtungen vorgesehen. Die Spannungswandler für die Spannungsregelung und für den Generatorschutz sind in phasengetrenten Zellen unterhalb der Generatorableitung untergebracht.

### 2.13.2.2 Hauptnetzanschluß

Die Anbindung des Kernkraftwerkes erfolgt blockweise an das 380- und 220 kV-Verbundnetz über die 380- bzw. 220 kV-Schaltanlage des Umspannwerkes Schwarzholz.

An der Maschinenhauswand werden die 380- bzw. 220 kV-Freileitung abgespannt und über Seile mit den Oberspannungsklemmen der Maschinentransformatoren verbunden.

Unmittelbar neben den Maschinentransformatoren werden die Überspannungsableiter und Erdungseinrichtungen für die 380- bzw. 220 kV-Leiter und für die Maschinentrafo-Sternpunkte aufgestellt.

### 2.13.2.3 Reservenetzanschluß

Die vier 10-kV-Hauptverteilungen sind über einen Reservenetztransformator (BCT) an die 110-kV-Schaltanlage des Umspannwerkes Schwarzholz angeschlossen. Die Verbindung zwischen Kraftwerk und 110 kV-Schaltanlage erfolgt über ein in der Erde verlegtes 110 kV-Kabel.

Der Reservenetztransformator mit dem Übersetzungsverhältnis  $110 \pm 16 \% / 10,5$  kV ist ein Drehstrom-Öl-Leistungstransformator mit zwei Sternpunktstufenschaltern, so daß eine getrennte Anpassung der 10-kV-Betriebsspannungen an die Bedingungen des Netzes möglich ist.

Die Überspannungsableiter für die Phasen und Sternpunkte sind in unmittelbarer Nähe aufgestellt.

Der Reservenetztransformator ist örtlich getrennt von den Eigenbedarfstransformatoren aufgestellt. Der Reservenetzanschluß wird schutztechnisch entkoppelt vom Hauptnetzanschluß betrieben.

#### 2.13.2.4 Notstrom-Netzanschluß

Die vier 10 kV-Notstromverteilungen sind über einen getrennten Transformator an die 110 kV-Schaltanlage Rathenau angeschlossen, über die die Leistung zur Versorgung der Nachkühlstränge einschließlich der erforderlichen Hilfseinrichtungen und leittechnischen Einrichtungen bezogen werden kann.

### 2.13.3 Eigenbedarfsversorgung

In der Eigenbedarfsanlage sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Antriebsleistungen folgende Spannungsebenen gewählt:

- 10 kV für Antriebe größer/gleich 400 kW
- 660 V für Antriebe größer 132 kW bis kleiner 400 kW
- 380/220 V für Antriebe kleiner gleich 132 kW
  - für die Druckhalterheizung
  - für die Magnetventile und Stellantriebe
  - für die Spannungsversorgung von meß- und regeltechnischen Einrichtungen
  - für die Beleuchtungs- und Installationsanlagen.

Gleichartige Verbraucher werden möglichst gleichmäßig auf die einzelnen Schienenabschnitte aufgeteilt.

Die 10-kV-Notstromschienen werden über Leistungsschalter an die zugehörigen 10-kV-Eigenbedarfsschienen angekuppelt.

Die 10-kV-Anlagen sind so bemessen, daß auch bei einem Dieselprobenbetrieb die zulässigen Kurzschlußströme nicht überschritten werden. Der Spannungseinbruch liegt beim Anlauf des größten Motors (Hauptspeisewasserpumpe) unter maximaler Vorbelastung des Eigenbedarfstransformators und einer Betriebsspannung von 10,5 kV an der Sammelschiene bei 15 %, bezogen auf die Motor-nennspannung von 10 kV. Bei Störungen und Umschaltungen führen Spannungsunterbrechungen bis 0,3 s Dauer nicht zum Blockausfall.

Alle Niederspannungsverteilungen werden einfach eingespeist.

Nur für Verbraucher, wie Kräne, aufzüge usw., die bei Blockstillstand oder Revision betriebsbereit sein müssen, sind zwei doppelt eingespeiste Allgemeinverteilungen vorhanden.

## 2.13.4 Notstromversorgung

Die Notstromerzeugungsanlagen der Notstromanlage 1 versorgen die Verbraucher mit Energie, die bei Ausfall der Eigenbedarfsversorgung für ein sicheres Abfahren des Blockes erforderlich sind. Die elektrischen Verbraucher der Notstromanlage 2 werden bei Ausfall der Eigenbedarfsversorgung ebenfalls von der Notstromanlage 1 mit Energie versorgt.

### 2.13.4.1 Notstromerzeugungsanlage (XJA/XJK 10 - 40) (Notstromanlage 1)

#### Allgemeines

Zur Versorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher ist eine Notstromerzeugungsanlage vorgesehen, die in Übereinstimmung mit dem verfahrenstechnischen Konzept mit 4 x 50 %-Not- und Nachkühlsträngen des Reaktors aus 4 scheibenweise zugeordneten Dieselaggregaten besteht.

Die Hilfseinrichtungen wie Druckluftsystem, Kraftstoffsystem usw. sind jedem Dieselaggregat fest zugeordnet und haben keine Querverbindungen untereinander.

Die Leistung eines Dieselaggregates entspricht dem maximalen Leistungsbedarf der in einer Scheibe gleichzeitig benötigten Notstromverbraucher. Im Notstromdiesel-Lastschaltprogramm wird die Reihenfolge der Zuschaltungen festgelegt.

Die Auslegung der Notstromerzeugungsanlage 1 entspricht der KTA-3702.1. Die Prüfungen erfolgen gemäß KTA 3702.2

#### Notstrombetrieb

Bei Ausfall der Eigenbedarfsanlage erhalten die Dieselaggregate nach Ablauf einer Wartezeit den Startbefehl, damit unbeabsichtigte Dieselstarts bei Eigenbedarfsumschaltungen oder sonstigen kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen vermieden werden.

Die Zeit für den Hochlauf der unbelasteten Dieselaggregate - gerechnet vom Startimpuls bei Nenndrehzahl - beträgt ca. 10 s. Die Bildung und Ausgabe des Startbefehls für das Anlaßventil, die Ausführung des Anfahrvorganges und die Verbraucherzuschaltung übernimmt das Reaktorschutzsystem. Die Endzeit des Lastzuschaltprogramms liegt bei ca. 40 s.

Die Sammelschienenspannung und die Frequenz jeder 10-kV-Notstromanlage werden im Reaktorschutzsystem überwacht und führen bei Unterschreitung von 0,8 x Nennspannung oder einer Frequenz von 47,2 Hz zur Ausgabe des Startbefehls an das zugehörige Dieselaggregat.

Gleichzeitig wird die Verbindung zur Eigenbedarfsanlage sicher aufgetrennt, und die Verbraucher werden abgeschaltet.

Daraufhin wird der Diesel-Generatorschalter geschlossen und die Verbraucher nach einem vorgegebenen Lastschaltprogramm in Gruppen zugeschaltet.

#### Netzurückkehr

Bei Netzurückkehr wird der Abfahrvorgang des Dieselaggregates vom Betriebspersonal von Hand am örtlichen Leitstand eingeleitet.

Die Synchronisierung des Dieselaggregates mit dem Normalnetz zur unterbrechungslosen Zurückschaltung erfolgt über das automatische Parallelschaltgerät.

Bei Eintritt eines Notstromfalles während der Umschaltung von Diesel- auf Netzbetrieb wird unabhängig vom jeweiligen Betriebszustand wieder auf Notstrombetrieb umgeschaltet.

#### Probetrieb

Durch regelmäßige Prüfungen der Dieselanlagen wird die Funktionsfähigkeit nachgewiesen.

Tritt während des Probebetriebes ein Notstromfall ein, so wird automatisch das Prüfprogramm unterbrochen, und das Dieselaggregat übernimmt den Notstrombetrieb.

### Dieselaggregate

Die Ermittlung der Aggregateleistung erfolgt durch eine störfall- und scheibenbezogene Leistungsbilanz gemäß KTA-Regel 3702.1.

Die Dieselaggregate und das Zuschaltprogramm sind so ausgelegt und aufeinander abgestimmt, daß die in KTA 3702.1 angegebenen statischen und dynamischen Toleranzen nicht überschritten werden.

Für jede Scheibe wird ein Einzel-Dieselaggregat verwendet. Hierfür ist jeweils ein betriebsbewährter typengeprüfter Dieselmotor und Generator eingesetzt.

### Hilfssysteme

Die Hilfssysteme bzw. Versorgungsanlagen wie

- Kraftstoffversorgung
- Schmierölversorgung
- Kühlmittelversorgung
- Anlaßeinrichtungen
- Ansaugluft- und Abgasanlage

sind jedem Aggregat zugeordnet. Es bestehen zwischen den Scheiben keine Verbindungen. Ihre Auslegung entspricht KTA 3702.1.

### Instrumentierung, Steuerung und Gefahrmeldung

Die Instrumentierung, sowie das Meldekonzept vor Ort, am örtlichen Leitstand sowie auf der Warte entspricht den Anforderungen der KTA 3702.1.

Die Hilfsantriebe der Dieselanlage können vom örtlichen Leitstand betätigt werden, um nach einer Reparatur den Antrieb überprüfen bzw. in Betrieb nehmen zu können.

### Schutzeinrichtungen

Für Generator und Dieselmotor sind Schutzeinrichtungen gemäß KTA 3702.1 vorgesehen.

#### **2.13.4.2 Notstromerzeugungsanlage (XJA/XKA 50 - 80) (Notstromanlage 2)**

##### Allgemeines

Zum direkten Antrieb der Notspeisepumpen und zur elektrischen Versorgung sicherheitstechnisch wichtiger Verbraucher ist im Notspeisesystem eine Notstromerzeugungsanlage vorgesehen, die in Übereinstimmung mit dem verfahrenstechnischen Konzept mit 4 x 50 % Notspeiseanlagen aus 4 scheibenweise zugeordneten Dieselaggregaten besteht.

Bei eingeleitetem Notstrombetrieb wird die Notstromanlage 2 von den Dieselsätzen der Notstromanlage 1 mitversorgt. Die Dieselsätze der Notstromanlage 2 werden nur bei Spannungsausfall in der Notstromanlage 2, nach Überschreitung einer Wartezeit, oder bei Anforderung der Notspeisepumpe gestartet.

Die Hilfseinrichtungen wie Druckluft-, Kraftstoffversorgungssystem usw. sind jedem Dieselaggregat fest zugeordnet und haben keine Querverbindungen untereinander. Die Leistung eines Dieselaggregats entspricht dem Leistungsbedarf der direkt angekuppelten Notspeisepumpe und der zu einer Scheibe gehörenden Notstromverbraucher. Die Reihenfolge der Zuschaltungen der Notstromverbraucher wird durch ein Notspeisediesel-Lastschaltprogramm festgelegt.

Die Auslegung der Notstromerzeugungsanlage 2 entspricht KTA 3702.1. Die Prüfungen erfolgen gemäß KTA 3702.2.

### Betriebsarten

Es werden drei voneinander unabhängige Betriebsarten unterschieden:

- Notspeisebetrieb/Notstrombetrieb

Bei Anforderung der direkt gekuppelten Notspeisepumpe wird der zugehörige Dieselmotor sofort gestartet; die Trennung der Verbindung zwischen Notstromanlage 1 und 2 und die Zuschaltung des Generators erfolgt erst, wenn außerdem die Versorgung aus der Notstromanlage 1 ausfällt.

Die Bildung der Startkriterien, die Ausgabe des Startbefehls, die Ausführung des Anfahrvorganges und der Verbraucherzuschaltung im Anforderungsfall erfolgt vom Reaktorschutzsystem im Notspeisegebäude.

In diesem Betrieb muß die mechanisch gekuppelte Notspeisepumpe und im Notstromfall gleichzeitig der Generator unter Last angetrieben werden.

- Betrieb der Notnackkühlketten

Der Betrieb der Notnackkühlketten ist bei Störungen infolge Einwirkungen von außen während des Brennelement-Wechsels erforderlich. Hierbei ist die Kupplung zwischen Generator und Getriebeteil der Notspeisepumpe aufgetrennt und der Dieselmotor wird nur durch den Generator belastet.

Die Zuschaltung der drei Pumpen einer Notnackkühlkette (Beckenkühl-, Notzwischenkühl- und Notnebenkühlwasserpumpe) erfolgt gestaffelt von Hand.

- Betrieb der Notspeisung mit E-Antrieb

Bei länger andauerndem Notspeisebetrieb, während vorhandener Eigenbedarfsversorgung, kann der Diesel als Antrieb der Notspeisepumpe durch einen vorhandenen E-Motorantrieb ersetzt werden. In diesem Fall gewährleistet der Freilauf zwischen E-Antrieb und Getriebe eine automatische Abkuppelung vom Dieselantrieb.

Bei Unterschreitung von 0,8 x Nennspannung oder einer Frequenz von 47,2 Hz im Notstromnetz 2 erhält das zugehörige Dieselaggregat der Notstromanlage 2 den Startbefehl.

Bei Netzurückkehr wird der Abfahrvorgang vom Betriebspersonal vom örtlichen Dieselleitstand von Hand eingeleitet.

Die unterbrechungslose Zurückschaltung auf die Notstromversorgungsanlage der Notstromanlage 1 erfolgt über das automatische Parallelschaltgerät.

Bei Eintritt eines Anforderungsfalles während des gesamten Rückschaltprogramms wird unabhängig vom jeweiligen Betriebszustand vom Reaktorschutzsystem wieder auf Notstrombetrieb umgeschaltet.

### Dieselaggregate

Zur Ermittlung der Aggregateleistung wird eine störfall- und scheibenbezogene Leistungsbilanz gemäß KTA-Regel 3702.1 erstellt.

Die in KTA 3702.1 angegebenen statischen und dynamischen Toleranzen werden eingehalten.

Für jede Scheibe wird ein Einzel-Dieselaggregat verwendet. Hierfür ist jeweils ein betriebsbewährter typengeprüfter Dieselmotor und Generator eingesetzt.

Durch regelmäßige Prüfungen der Dieselanlagen wird die Funktionsfähigkeit nachgewiesen.

### Hilfssysteme

Jedem Aggregat sind eigene Hilfssysteme, bzw. Versorgungsanlagen wie

- Kraftstoffversorgung
- Schmierölversorgung
- Kühlmittelversorgung
- Anlaßeinrichtungen
- Ansaugluft- und Abgasanlage

zugeordnet. Es bestehen keine Verbindungen untereinander. Die Hilfssysteme entsprechen in ihrer Auslegung KTA 3702.1

### Instrumentierung, Steuerung und Gefahrmeldung

Die Instrumentierung sowie das Meldekonzept vor Ort, am örtlichen Leitstand und in der Warte entspricht KTA 3702.1

Die Hilfssysteme der Dieselanlage können am örtlichen Leitstand betätigt werden, um nach einer Reparatur die Antriebe überprüfen bzw. in Betrieb nehmen zu können.

### Schutzeinrichtungen

Für Generator und Dieselmotor sind Schutzeinrichtungen gemäß KTA 3702.1 vorgesehen.

## **2.13.5 Unterbrechungslose Stromversorgung**

### **2.13.5.1 48/24-V-Gleichstromanlagen**

Für die Versorgung der elektronischen und elektrischen Systeme der Automatisierungseinrichtungen und des Reaktorschutzes ist in jedem Strang der Notstromanlage 2 eine 48/24-V-Gleichstromversorgung (BWE - BWH) aufgebaut.

Jede 48/24-V-Gleichstromanlage besitzt eine Plus- und Minus-Batterie für 24 V. Die Einspeisung der Ladegeräte erfolgt von einer der Scheibe zugeordneten Diesel-Notstromverteilung.

Die Batterien werden durch die Ladegeräte im Bereitschafts-Parallelbetrieb dauernd auf Ladung gehalten. Lediglich während der Dieselstartphase erfolgt eine Entladung. Eine über diese Zeit hinausgehende Entladezeit wird bei der Auslegung der Batterien berücksichtigt (vgl. Abschnitt 2.13.5.5).

Sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher werden jeweils diodenentkoppelt von 48/24-V-Gleichstromverteilungen aus zwei verschiedenen Scheiben eingespeist.

### **2.13.5.2 220-V-Gleichstromanlagen**

Bei der Notstromanlage 1 wird 220 V Gleichstrom für einige Systeme der Steuerung, des Schutzes und für die Versorgung der Umformer (BVA - BVD) benötigt. Die Gleichstromversorgung ist ebenso wie die Notstromerzeugungsanlage 1 in 4 getrennten Scheiben aufgebaut. Jede 220-V-Gleichstromanlage besitzt eine Batterie (BTD) und zwei Ladegeräte.

Die Einspeisung der Ladegeräte erfolgt von einer der Scheibe zugehörigen Diesel-Notstromverteilung. Die Batterien werden durch die Ladegeräte im Bereitschafts-Parallelbetrieb dauernd auf Ladung gehalten. Die Entladung der Batterien erfolgt auch hier nur während der Dieselstartphase. Die Auslegung berücksichtigt, daß in dieser Zeit ein sehr hoher Leistungsbedarf für die Umformer besteht, wenn gleichzeitig der Gebäudeabschluß erfolgen muß. Bestimmend ist hierbei die auftretende tiefste Spannungsabsenkung. Eine über die Dieselstartphase hinausgehende Entladezeit wird dabei eingeschlossen (vgl. Abschn. 2.13.5.5).

Die Umformer werden einfach eingespeist. Die Versorgung von Steuerung und Schutz erfolgt diodenentkoppelt aus jeweils 2 Scheiben.

Für die Versorgung der Steuerelementantriebe ist eine eigene 220-V-Gleichstromanlage (BUB/BUC) mit 4 Ladegeräten von je 33 % des Gesamtleistungsbedarfes vorhanden. Diese Versorgung besitzt keine sicherheitstechnische Bedeutung, so daß die Ladegeräte aus den Eigenbedarfsverteilungen des Normalnetzes eingespeist werden. Da jedoch kurzzeitige Unterbrechungen der Antriebsstromversorgung zu Steuerelementeinfall und Reaktorschnellabschaltung führen würden, dient eine Batterie zur Überbrückung kurzzeitiger Spannungsabsenkungen im Eigenbedarf.

### 2.13.5.3 Umformeranlagen

Die Umformeranlagen 380/220 V, 50 Hz bzw. 220 V/24 V GS werden gemäß KTA 3704 ausgelegt.

#### Umformeranlage 30/220 V, 50 Hz

In der Notstromanlage 1 ist bei Ausfall der Eigenbedarfsanlage eine unterbrechungslose Weiterversorgung von Drehstrom- und Wechselstromverbrauchern 380/220 V erforderlich. Hierfür sind folgende Umformer vorhanden:

- 1 rotierender Umformer (BRT 10 - 40) pro Scheibe für die Gebäudeabschlußarmaturen der 4 Sektoren des Reaktorgebäudes und für gleichmäßig aufgeteilte Verbraucher wie Rettungsweg- und Wartenteilbeleuchtung, Messung und Regelung
- 1 rotierender Reserveumformer (BRT 50)
- 4 Wechselrichter für die leittechnischen Einrichtungen der Prozeß- und Gruppenleitebene

Die 4 Umformer werden von der scheibenzugeordneten 220-V-Gleichstromanlage eingespeist. Für jede 380/220-V-Umformerschiene besteht eine automatische Umschaltmöglichkeit zur spannungsgeregelten 380/220-V-Notstromverteilung in der gleichen Stromversorgungsscheibe. Bei Ausfall der

Versorgung der Umformerverteilung erfolgt die automatische Umschaltung mit kurzzeitiger Unterbrechung.

Zum Ersatz eines ausgefallenen Umformers oder vor der Stillsetzung zur Wartung wird der Reserveumformer mit den handverriegelten Trennschaltern gleichstrom- und drehstromseitig in die Scheibe des zu ersetzenden Umformers geschaltet, hochgefahren und mit Hilfe der Handsynchronisierereinrichtung unterbrechungslos mit der Schiene verbunden.

Jeder der vier Wechselrichter für die leittechnischen Einrichtungen der Prozeß- und Gruppenleitebene wird von einer 220-V-Gleichstromschiene eingespeist und besitzt eine elektronische Umschalteneinrichtung, die unterbrechungslos auf eine 380/220-V-Notstromverteilung umschaltet.

#### Umformer 220 V/24 V GS

Die leittechnischen Einrichtungen der Koppel- und Einzelleitebene werden über DC/DC-Wandler diodenentkoppelt eingespeist. Die DC/DC-Wandler sind in Stromversorgungsschränken untergebracht, die direkt neben den zu versorgenden Leittechnikschränken stehen.

#### **2.13.5.4 Ladegeräte 220 V und 24 V**

Die Ladegeräte der 48/24 V-Gleichstromanlage und der 220-V-Gleichstromanlage sind wie folgt ausgelegt:

- 24-V-Ladegerät:  
Zur Erreichung einer Langzeitversorgung bei Unterstellung von Einzelfehler und Reparaturfall werden die Gleichrichter für den Bedarf der Verbraucher des eigenen und eines benachbarten Stranges ausgelegt.
  
- 220-V-Ladegerät:  
Auslegung für den Bedarf der einfach eingespeisten Verbraucher (z. B. Umformer/Wechselrichter) zuzüglich des 2fachen Bedarfs der diodenentkoppelt eingespeisten Verbraucher (Steuerung, Schutz) des eigenen und eines benachbarten Stranges.

- die Ladegeräte der Steuerelementstromversorgung sind für 4 x 33 % des Gesamtleistungsbedarfs ausgelegt, wobei die Batterie im Pufferbetrieb kurzzeitig Lastspitzen übernehmen kann.

Die zu den Notstromanlagen gehörenden Ladegeräte sind nach KTA 3703 ausgelegt.

#### 2.13.5.5 Batterien

Für die unterbrechungslose Gleichstromversorgung der Verbraucher mit 220 V und 48/24 V werden Bleiakkumulatoren-Batterien mit Großoberflächenplatten eingesetzt.

Die Batterien werden im Bereitschaftsparallelbetrieb gefahren, dauernd auf voller Ladung gehalten und liefern nur bei Ausfall der Ladegerätespeisung Strom. Nur die sicherheitstechnisch nicht wichtige Batterie der Verteilung für Steuerelementantriebe wird im Pufferbetrieb gefahren und zur Spitzendeckung und Spannungshaltung herangezogen.

Die zu den Notstromanlagen gehörenden Batterien sind nach KTA 3703 ausgelegt. Sie können

- nach Ausfall der Eigenbedarfsversorgung und unter der Annahme eines zusätzlichen Einzelfehlers und eines Reparaturfalles bis zur Lastübernahme durch die Diesel-Notstromaggregate und Wiedereinschaltung der Ladegeräte die Gleichstromverbraucher ohne Unterbrechung weiterversorgen,
- bei nicht verfügbaren Gleichrichtern den einfachen Bedarf je Scheibe beim 24-V-System bzw. den Bedarf des zugehörigen Umformers/Wechselrichters zusätzlich des einfachen Bedarfs je Scheibe der diodenentkoppelt eingespeisten Verbraucher beim 220-V-System für eine Zeit  $> 2$  h versorgen.

Bei dieser Auslegung sind der sich aus statischen und dynamischen Belastungen ergebende zeitlich unterschiedliche Entladestrom und die am Verbraucher unter Berücksichtigung von Spannungsabfällen (z. B. an Kabeln, Sicherungen, Schutz und Entkopplungsdioden) minimal zulässige Verbraucherspannung zugrunde gelegt.

## 2.13.6 Überwachung der starkstromtechnischen Ausrüstung

### Elektrischer Blockschutz, Reservenetzschutz

Der elektrische Blockschutz umfaßt den Bereich vom Sternpunkt des Generators bis zu den 380 kV- und 220 kV-Schaltern im Umspannwerk. Der Blockschutz soll Folgeschäden beim Auftreten eines Fehlers innerhalb des Schutzbereiches verhindern. Die strangzugeordneten Schutzeinrichtungen sind unabhängig voneinander, so daß die Fehlerstelle selektiv abgeschaltet wird und die übrigen Anlagenteile soweit wie möglich in Betrieb bleiben.

Der Reservenetzschutz umfaßt den Bereich vom überspannungsseitigen Schalter bis zur Einspeisung in die 10 kV-Hauptverteilungen.

Die Verteilung der Ausgabebefehle zu den verschiedenen Schaltorganen bzw. Meldeeinrichtungen erfolgt über eine programmierbare Auslösematrix. Die zweikanalige Ansteuerung von Schaltorganen, wie Netzleistungsschalter, Generatorschalter, Entregungseinrichtung und Turbinenschnellschluß, ist bei der Auslösematrix berücksichtigt.

Block- und Reservenetzschutz werden voneinander unabhängig aufgebaut und erhalten jeweils eigene Energieeinspeisungen.

### Eigenbedarfs- und Notstromanlagen

Der Schutz der Eigenbedarfs- und Notstromanlagen wird so aufgebaut, daß ein selektives Abschalten von fehlerbehafteten Anlagenteilen im Netz- und Notstrombetrieb gewährleistet ist.

## 2.13.7 Kabel und Leitungen

Die Isolier- und Mantelmaterialien der verwendeten Kabel und Leitungen bestehen aus schwerentflammenden synthetischen Werkstoffen, bei Niederspannungskabeln - die innerhalb des Sicherheitsbehälters eingesetzt werden - außerdem aus halogenfreien Werkstoffen.

Die elektrischen, thermischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften richten sich nach den jeweiligen speziellen Anforderungen.

### 2.13.7.1 Arten

- a) Hochspannungskabel für 10-kV-Eigenbedarfsanlagen sind für Freiluft-, Innenraum- und Erdverlegung geeignet. Sie besitzen Isolierungen und Außenmäntel aus PVC (nach VDE 0271) und sind einschließlich der Endverschlüsse so konstruiert, daß sie den in der Anlage maximal möglichen Stoßkurzschlußströmen standhalten. Innerhalb des Sicherheitsbehälters werden halogenfreie Hochspannungskabel mit verbessertem Brandverhalten (nach VDE 0267 in Vorbereitung) eingesetzt.

Der Leiterquerschnitt richtet sich sowohl nach dem höchstmöglichen effektiven Kurzschlußstrom und der maximal möglichen Abschaltzeit als auch nach dem zu erwartenden Betriebsstrom, der Umgebungstemperatur und der im gesamten Kabelverlauf maximal möglichen Kabelhäufung.

- b) Niederspannungsleistungskabel für 660-V- und 380/220-V-Drehstromanlagen sowie für 48-V- und 220-V-Gleichstromanlagen besitzen Isolierungen und Außenmäntel aus PVC (nach VDE 0271). Sie sind ebenfalls für Verlegung im Freien, in Innenräumen und in Erde geeignet. Innerhalb des Sicherheitsbehälters werden Niederspannungskabel (nach VDE 0266) mit halogenfreien Werkstoffen eingesetzt, die für Verlegung in Innenräumen geeignet sind.

Der Leiterquerschnitt richtet sich nach dem zu erwartenden Betriebsstrom unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur und der im gesamten Kabelverlauf maximal möglichen Kabelhäufung.

Die Kabellängen und Leiterquerschnitte sind außerdem so ausgelegt, daß die nach VDE 0100, Teil 410 und Teil 540, vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen (Schutzleitungssystem oder Nullung) im Fehlerfalle voll wirksam werden und der jeweilige örtlich zulässige Spannungsabfall nicht überschritten wird.

- c) Meß-, Steuer- und Buskabel bzw. -leitungen besitzen Isolierungen und Mäntel aus PVC. Innerhalb des Sicherheitsbehälters werden halogenfreie Werkstoffe verwendet.
- d) Sonderleitungen werden für besondere Anforderungen verwendet, z. B. ölfe-  
ste Isolierungen und Mäntel aus ETFE (TEFZEL) bzw. wärmebeständige Isolie-  
rungen und Mäntel aus SIR (Silikon). Halogenfreie Isolierungen bestehen aus  
EPR, VPE oder SIR, halogenfreie Außenmäntel aus SIR oder EVA. Diese Leitun-  
gen sind in Anlehnung an entsprechende VDE-Vorschriften gefertigt und ge-  
prüft.

Die sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher und Geräte werden innerhalb des Sicherheitsbehälters über wärmebeständige halogenfreie Kabel oder Lei-  
tungen versorgt.

### 2.13.7.2 Verlegung

#### Verlegung in Gebäuden

Alle sicherheitstechnisch bzw. aus Gründen der Verfügbarkeit zusammengehö-  
renden elektro- und leittechnischen Anlagenteile (HS- und NS-Schaltanlagen,  
Gleichstromanlagen, Steuerungsanlagen usw.) sind in jeweils einer der vier räum-  
lich getrennten Stromversorgungsscheiben (zugleich Brandabschnitte) des  
Schaltanlagen-, Notstromerzeuger- und Notspeisegebäudes angeordnet. Dabei  
erfolgt die Anordnung von sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen  
elektro- bzw. leittechnischen Anlagenteilen in den Scheiben gemeinsam.

In den genannten Gebäuden erfolgt die Kabelverlegung zur Versorgung der  
elektro- und leittechnischen Anlagenteile der gleichen Stromversorgungsscheibe  
in Kabelgeschossen oder über Kabelschächte.

Kabelverlegungen von und zu elektro- bzw. leittechnischen Anlagenteilen unter-  
schiedlicher Stromversorgungsscheiben erfolgen im Schaltanlagengebäude für

- Kabel der HS- und NS-Schaltanlagen sowie Gleichstromverteilungen bei benachbarten Scheiben durch die Wände des jeweiligen Geschosses bzw. bei nicht benachbarten Scheiben in den unter dem Kabelkeller längsverlaufenden Kabelkanälen.
- Kabel des Reaktorschutzes in abgeteilten Kanälen im Kabelgeschoß unter den Elektronikschränken.
- die übrigen Kabel der Leittechnik in abgeteilten Kanälen im Kabelgeschoß unter den Elektronikschränken.

Die Kabelverbindungen im Notspeise- und Notstromerzeugergebäude werden in ähnlicher Weise ausgeführt.

#### Verlegung zwischen Gebäuden

Für die Versorgung der mehrfach vorhandenen, sicherheitstechnisch bzw. aus Gründen der Verfügbarkeit wichtigen Verbraucher oder Anlagenteile mit elektrischer Energie sind die Stromversorgungsscheiben im Schaltanlagen-, Notstromerzeuger- und Notspeisegebäude über Kabelkanäle, Kabelbrücken oder im Erdbereich verlegte Kunststoffrohre mit den zugehörigen Abschnitten in den einzelnen Gebäuden verbunden.

Die Verlegung sicherheitstechnisch wichtiger Kabel erfolgt in baulich getrennten Kabelkanälen zum Reaktor-, Reaktorhilfsanlagen-, Notstromerzeuger- und Notspeisegebäude sowie zu den Nebenkühlwasserpumpenbauwerken mit räumlich getrennter Verlegung in Kabelziehrohren.

In jedem baulich getrennten Kabelkanal bzw. auf räumlich getrennten Kabelwegen erfolgt die Kabelverlegung für sicherheitstechnisch wichtige und für betriebliche Anlagenteile, die den Stromversorgungsscheiben zugeordnet sind, gemeinsam.

Vom Schaltanlagen- zum Reaktorgebäude erfordert die Verlegung der Meßkabel für die Neutronenflußmessung von den Leistungskabeln getrennte Kabelwege.

Für die Führung der Kabel durch den Sicherheitsbehälter des Reaktorgebäudes werden Druckglas-Kabeldurchführungen vorgesehen. Die Durchführungen wer-

den auf räumlich getrennte Gruppen aufgeteilt. Auch innerhalb des Sicherheitsbehälters ist die räumlich getrennte Kabelführung beibehalten.

### 2.13.7.3 Kabeltrassen

In Kabelkanälen, -schächten und -verteiltböden sind keine anderen zusätzlichen brennbaren Materialien vorhanden.

Kabelkanäle und Kabelschächte werden durch Schottungen in brandschutztechnische Abschnitte unterteilt:

- horizontale Abschnitte kleiner/gleich 60 m
- vertikale Abschnitte kleiner/gleich 8 m

### 2.13.8 Beleuchtung

Auslegung: Innenraum nach DIN 5035

Außen nach DIN 5044

Die Beleuchtung der Räume setzt sich zusammen aus der Normalbeleuchtung und der Notbeleuchtung, die wiederum aus Sicherheits- und Ersatzbeleuchtung besteht. Die Leuchten der Normal- und Notbeleuchtung ergeben zusammen im ungestörten Betriebsfall die vorgeschriebene Beleuchtungsstärke.

Die Leuchten der Normalbeleuchtung werden vom Normalnetz versorgt. Bei Ausfall des Normalnetzes werden die Ersatzbeleuchtung und eine begrenzte Anzahl des 220-V-Steckdosennetzes von der Notstromanlage 1 weiterversorgt.

An die 380/220-V-Umformerverteilungen im Schaltanlagegebäude ist die Sicherheitsbeleuchtung angeschlossen. Die Sicherheitsbeleuchtung dient zur unterbrechungslosen Teilbeleuchtung der Warte und zur Beleuchtung der Rettungswege bei Ausfall von Normal- und Ersatzbeleuchtung.

Zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung wurde für die Normal- und Ersatzbeleuchtung Nullung nach VDE 0100, Teil 410, vorgesehen.

#### Hindernisbefeuern

Der Fortluftkamin und der Kühlturm sind im erforderlichen Umfang, mit einer Hindernisbefeuern bestückt. Die Hindernisbefeuern ist an die Notstromanlage 1 angeschlossen.

## **2.13.9 Erdungs- und Blitzschutzanlagen**

Bei der Auslegung der Blitzschutzanlagen ist KTA 2206 (Regelentwurf) berücksichtigt.

Folgende Maßnahmen sind zum Schutz von Personen und des Kraftwerkes gegen unzulässige Überspannungseinwirkungen getroffen worden.

### **Außenerdung**

Das Erdungsnetz ist maschenförmig angelegt, wobei sich die Maschenweite nach den Schutzgraden der Gebäude sowie den vorgegebenen Bedingungen der Schutz- und Betriebserdung und den möglichen Blitzströmen richten.

### **Innenerdung**

Die zu erdenden Anlagenteile und Geräte innerhalb der Gebäude sind an ein Erdungsleitungsnetz angeschlossen, welches im wesentlichen aus Erdungssammelleitungen und Erdungsringleitern aufgebaut ist. Die Innenerdung ist mit der Erdungsanlage und soweit möglich mit der Bewehrung auf kürzestem Weg verbunden.

### **Bauliche Blitzschutzmaßnahmen**

Neben den konventionellen baulichen Blitzschutz-Maßnahmen sind zusätzliche Forderungen an Bauwerken mit leittechnischen Einrichtungen erfüllt. Für diese Zwecke sind entweder Rundstähle in den betroffenen Bauwerken nach Art des Faradayschen Käfigs miteinander verschweißt und mit der Erdungsanlage verbunden oder metallische Fassaden in die Blitzschutzanlage einbezogen.

### **Blitzschutzmaßnahmen für leittechnische Einrichtungen**

Der Bezugsleiter der Stromversorgung funktionstechnisch zusammengehörender leittechnischer Systeme ist in den vermaschten Funktionspotentialausgleich einbezogen. Die Leittechnikabel sind mit einem Schirm versehen, der grundsätzlich beidseitig geerdet ist.

Sicherheitstechnisch wichtige Leittechnikabel sind in den Kabelkanälen vom Notspeise- zum Reaktorgebäude, vom Schaltanlagen- zum Notstromerzeugergebäude und in den Kabelbrücken zwischen Schaltanlagen- und Reaktorgebäude in Kabelwannen oder auf Kabelpritschen verlegt, die auf ihrer gesamten Länge zwischen den Gebäuden elektrisch leitend verbunden und in den Gebäuden an die Erdsammelleitung angeschlossen sind. Erdverlegte Leittechnikabel haben einen zusätzlichen stromtragfähigen Schirm.

## 2.13.10 Kommunikationsmittel

Bei der Auslegung der Kommunikationsmittel wird KTA-Regel 3901 berücksichtigt.

### Fernsprechnebenstellenanlage

Für die allgemeine Kommunikation ist eine Fernsprechnebenstellenanlage mit einer für die betrieblichen Belange notwendigen Anzahl von Nebenstellen installiert.

Die Fernsprechnebenstellenanlage ist mit einer eigenen Batterie ausgerüstet.

### Personensuchanlage

Es ist eine drahtlose Personensuchanlage eingesetzt. Jeder Rufteilnehmer, d. h. Träger eines Rufempfängers, kann selektiv durch Wahl der ihm zugeordneten Rufnummer gerufen werden. Darüber hinaus ist eine zweite diversitäre Personensuchanlage vorgesehen.

### Leitstandfernsprechanlage

Ergänzend zur Fernsprechanlage wird eine gesonderte Leitstandsfernsprechanlage eingesetzt. Über die Leitstandsfernsprechanlage wird eine Kommunikation zwischen Warte, Notsteuerstelle und den sicherheitstechnisch wichtigen örtlichen Leitständen und Anlagenteilen ermöglicht.

Die Anzahl der Sprechstellen wird entsprechend den Erfordernissen gewählt. Die Zentrale der Leitstandsfernsprechanlage wird an die unterbrechungslose Notstromversorgung angeschlossen.

### Alarmanlage

Es wird eine Alarmanlage für Durchgabe von Alarmsignalen unterschiedlicher Art eingesetzt. Dabei ist es notwendig, alle Räume einschließlich der Außenbereiche zu erfassen, in denen sich Menschen aufhalten können.

Die Anlage besteht aus zwei unabhängigen Systemen:

#### Sprechfunkanlage

Zur Ergänzung der stationären Fernsprech-, Personensuch- und Leitstandfern-sprechanlage wird eine Sprechfunkanlage eingesetzt.

#### Kommunikationsmittel nach außen

Unabhängig von den Amtsleitungen der Fernsprechnebenstellenanlage werden folgende Kommunikationsmöglichkeiten nach außen installiert:

- Ein Ausnahmehauptanschluß je Warte, dessen Rufnummern nicht öffentlich bekannt ist.
- Eine direkte Fernmeldeverbindung vom Kraftwerk zur zuständigen Feuerwehr.
- Zwei voneinander unabhängige direkte und ständig überwachte Sprechverbindungen von der Warte zur zuständigen Polizeidienststelle.
- Sprechfunkverbindungen zwischen jeder Warte und Strahlenschutzmeßgruppen sowie Personen des Bereitschaftsdienstes.

#### Brandmeldeanlage

Die Brandmeldeanlage wird im Abschnitt 2.17 beschrieben.