
	SWM – HKW Süd – GuD 1_{neu}	
	Titel: Systembeschreibung Abhitzedampferzeuger	
		Seite: 1 von 26

**Ersatz der Gas- und Dampfturbinenanlage GuD1 durch eine
 neue Gas- und Dampfturbinenanlage “GuD1_{neu}“ im Ge-
 bäude der ehemaligen Hochdruck-Dampfkessel-Anlage
 am Standort
 Heizkraftwerk Süd der Stadtwerke München**

4	16.09.2019	Hervorhebungsfarbe von gelb auf violett geändert, Rechtschreibfehler korrig.	AW		US		
3	10.04.2019	Aktualisiert nach TÜV Stellungnahme zum Konzept	AW		US		
2	05.04.2019	Aktualisiert nach TÜV Stellungnahme zum Konzept	AW		US		
1	14.02.2019	Erstellung zur Abstimmung mit SWM	AW		US		
Rev. Nr.	Datum	Beschreibung	erstellt	geprüft	freigegeb.	Datum	freigegeb.
			UNIPER Technologies GmbH			SWM	
			Dokumententitel Systembeschreibung Abhitzedampferzeuger				
Auftraggeber Projektleiter: Herr Gnodtke / SWM Services GmbH			Projekt-No. (UTG): 2101.C88006				
Auftraggeber Vorh.-Nr.			Dokumentnummer				
SWM Auftrags Nr. 4500203360/2100/B42			145_010_B2_XS_51.000_x_1_4_001_x				
Planer Projektleiter Uwe Schwandt / UTG			[Proj.]-[Firm.]-[5-stell. Nr.]	Rev.:	[Dis]-[UAS]-[KKS Geb.]-[KKS Sys]		
Ersteller Andreas Witt / UTG			Doc-ID:		TAGS		
:							

Inhalt

0	Allgemeine Bemerkung	4
1	Aufgabe	4
2	Systembeschreibung	4
2.1	Funktionsprinzip Naturumlaufstrahlungsabhitzedampferzeuger	4
2.2	Durchflussbeschreibung Abgas Weg	4
2.3	Durchflussbeschreibung Wasser-Dampf Weg	5
2.3.1	Kondensat und Speisewasser	5
2.3.2	ND System	6
2.3.3	HD System	7
2.3.4	Analysemessungen	8
2.3.5	Sicherheitsventile und Anfahrventile	9
2.3.6	Entwässerungen, Entlüftungen, Entleerungen	10
3	Betriebszustände	11
3.1	Voraussetzungen für den Betrieb des Abhitzedampferzeugers	11
3.1.1	Füllen des drucklosen Abhitzedampferzeuger	11
3.1.2	Anfahren des AHDEs	13
3.1.3	Automatisches Abfahren des AHDEs	17
4	Überwachung, Steuerung, Regelung	18
4.1	Überwachung	18
4.2	Druckstaffelung	18
4.2.1	Heißdampf Temperatur-Überwachung	18
4.2.2	Trommelniveau-Überwachung	19
4.2.3	Trommeldruck-Überwachung	19
4.2.4	Überwachung Trommelwand-Temperatur HD Trommel	20
4.2.5	Flammwächter	20
4.3	Steuerung	20
4.3.1	Funktionsgruppensteuerung AHDE An- / Abfahren	20
4.3.2	Funktionsgruppensteuerung Entwässerung	20
4.3.3	Teilsteuerung Anfahrgradient	21
4.4	Regelung	21

**Systembeschreibung
Abhitzedampferzeuger**

4.4.1	Heißdampfdruckregelung	21
4.4.2	Heißdampf temperatur-Regelung	21
4.4.3	Trommelniveau-Regelung	22
4.4.4	Trommelnotablaßregelung	22
4.4.5	Anfahrregelventil	22
4.4.6	Absalzregelung	23
4.4.7	Dosierung	23
5	Betriebsstörungen	25
5.1	Störung: Ansprechen Kesselschutz	25
5.2	Störung: Ausfall Speisepumpen	25
6	Technische Daten (Vorauslegung)	25

0 Allgemeine Bemerkung

Diese Systembeschreibung ist eine Konzeptbeschreibung zum Abhitzedampferzeuger. Eine finale Systembeschreibung kann erst nach der Bestellung/Lieferung des Kessels beim Lieferanten erfolgen. Durch diesen Umstand sind in dieser Beschreibung Werte, Nummern und Design beschreiben, die sich im Detail von der späteren Systembeschreibung unterscheiden.

Die KKS Nummern werden final erst im Detailengineering vergeben. In dem hier vorliegenden Dokument liegen zum Teil keine Vorab KKS Nummern vor. Diese sind mit „XXX“ vorgegeben oder gelb hinterlegt.

1 Aufgabe

Die Abhitzedampferzeugeranlage besteht aus dem Dampferzeuger. Die Dampferzeugung des AHDEs beträgt 51 kg/s Heißdampf.

Die Befeuerung der Anlage erfolgt mit Gasturbinenabgas. Die Kessellast wird durch die Last bzw. Abgaswärmestrom der Gasturbine bestimmt.

2 Systembeschreibung

2.1 Funktionsprinzip Naturumlaufstrahlungsabhitzedampferzeuger

Die ca. 600 °C heißen Abgase der GT werden durch den Abhitzedampferzeuger (AHDE) geleitet. Dieser ist als Naturumlaufkessel in vertikaler Bauweise mit Obertrommel errichtet. Der AHDE erzeugt Dampf unter wirtschaftlicher Ausnutzung der GT-Abgaswärme. Der AHDE besteht aus einer Fernwärmeschleife, einer Kondensatvorwärmerschleife, einem ND Teil mit Economiser, Verdampfer, ND Trommel und einem einstufigen Überhitzer und einem HD Teil mit Economiser, Verdampfer, HD Trommel und einem dreistufigen Überhitzer. Zur Regulierung der Heißdampf Temperatur sind zwischen den Überhitzerstufen Einspritzkühler eingebaut.

2.2 Durchflussbeschreibung Abgas Weg

Die Gasturbinenabgase durchströmen nacheinander in waagerechter Richtung
- den Abgaskanal

**Systembeschreibung
Abhitzedampferzeuger**

- den HD-Überhitzer 3
- den HD-Überhitzer 2
- den HD-Überhitzer 1
- den HD-Verdampfer
- den CO KAT
- die DENOX
- den Economiser
- den ND-Überhitzer 1.
- den HD-Verdampfer
- den ND Economiser
- den Kondensatvorwärmer
- den Fernwärmetauscher
- Kamin.

2.3 Durchflussbeschreibung Wasser-Dampf Weg

2.3.1 Kondensat und Speisewasser

Das Kondensat wird von dem Maschinenkondensator 1 2MAG10 AC001 mit einer Temperatur von etwa 45°C mit den Hauptkondensatpumpen zum AHDE befördert. Das Kondensat wird mit Reinkondensat gemischt, welches die Wasserverluste durch die Fernwärmeauskopplung ausgleicht. Die Qualität des vom Kondensator kommenden Kondensats wird mit einer Leitfähigkeitsmessung überwacht. Das Reinkondensat kommt von der Kondensatreinigungsanlage und dessen Qualität wird ebenfalls überwacht. Vor dem Eintritt in den AHDE wird das Kondensat mit der Beimischung von Speisewasser auf eine Temperatur gebracht, bei der ausgeschlossen ist, dass im AHDE eine Taupunkt Unterschreitung stattfindet. Das so gemischte Kondensat strömt durch den Heizflächen 1 1NDD10 AC001 im AHDE und geht danach in den Entgaser des Speisewasserbehälter 1 3LAA10 BB001. Um die Temperatur vor Eintritt in den Entgaser des Speisewasserbehälter regeln zu können, kann ein Teil des Kondensates gebypassed werden.

Das Speisewasser wird aus dem Speisewasserbehälter 1 3LAA10 BB001 mit einer Temperatur von ca. 102 °C mit den Speisepumpen 1 3LAC11/12 AP001 zum HD und ND System des AHDEs gefördert.

2.3.2 ND System

Das Speisewasser für das ND System gelangt über die Absperrarmatur 1 1LAB25 AA501, die Rückschlagklappe 1 1LAB25 AA502 in den ND Economiser 1 1HAC10 AC001. Das Speisewasser durchströmt den Economiser und wird dort durch die Rauchgase auf ca. 180 °C erwärmt.

Da der ECO wasserseitig absperrenbar ist, befindet sich zur Absicherung gegen eine unzulässige Druckerhöhung am Eintritt des ECO ein Sicherheitsventil xxx für thermische Expansion.

Aus dem Economiser 1 1HAC10 AC001 gelangt das Speisewasser dann über eine Verbindungsleitung, in der sich auch das ND Trommelregelventil xxx befindet, in die Trommel 1 1HAD11 BB001, wo es zur gleichmäßigen Verteilung und Durchmischung mit dem Trommelinhalt über ein Düsenrohr eingeleitet wird.

Das ND Trommelregelventil 1 1HAD11 AA101 kann mit den Handabsperrrmaturen 1 1HAD11 AA501 und 1 1HAD11 AA502 abgesperrt werden. Zur Umgehung des Regelventils 1 1HAD11 AA101 ist ein Bypassventil 1 1HAD11 AA503 installiert.

Das Regelventil 1 1HAD11 AA101 wird von einem Regler über den ND-Trommelwasserstand angesteuert. Die Trommelniveau-Regelung wird als 3-Komponentenregelung ausgeführt.

Durch außenliegende Fallrohre strömt das Wasser aus der Trommel 1 1HAD11 BB001 in die Sammler des Verdampfers. Aufgrund des großen Wasserinhaltes ist eine bestmögliche Verteilung auf die Zulaufrohre der einzelnen Systeme gewährleistet. Das Wasser-Dampf-Gemisch gelangt durch ausreichend bemessene Überströmröhre in die Trommel zurück. Der Kesselhersteller führt entsprechende Berechnungen durch und legt den Kessel entsprechend aus.

**Systembeschreibung
Abhitzedampferzeuger**

Die Trennung von Wasser und Dampf erfolgt in der Dampftrommel 1 1HAD11 BB001. Dazu befinden sich in der mit geringer Dampftraumbelastung ausgelegten Trommel zweckmäßig angeordnete Trommeleinbauten, die ein Mitreißen von Wasser verhindern. Es werden vorzugsweise Demistoren und Abscheidebleche eingesetzt.

Vom Trommelscheitel wird der Sattdampf über mehrere Einzelrohre mit geringer Geschwindigkeit entnommen und durch eine Verbindungsleitung den Überhitzerstufe 10HAH10 AC001 zugeführt.

2.3.3 HD System

Das Speisewasser gelangt über die Absperrarmatur 1 1LAB25 AA501, die Rückschlagklappe 1 1LAB25 AA502 in den Economiser 1 1HAC10 AC001. Das Speisewasser durchströmt den Economiser und wird dort durch die Rauchgase auf ca. 300 °C erwärmt.

Da der ECO wasserseitig absperrenbar ist, befindet sich zur Absicherung gegen eine unzulässige Druckerhöhung am Eintritt des ECO ein Sicherheitsventil xxx für thermische Expansion.

Aus dem Economiser 1 1HAC10 AC001 gelangt das Speisewasser dann über eine Verbindungsleitung, in der sich auch das HD Trommelregelventil xxx befindet, in die Trommel 1 1HAD11 BB001, wo es zur gleichmäßigen Verteilung und Durchmischung mit dem Trommelinhalt über ein Düsenrohr eingeleitet wird.

Das HD Trommelregelventil 1 1HAD11 AA101 kann mit den Handabsperrearmaturen 1 1HAD11 AA501 und 1 1HAD11 AA502 abgesperrt werden. Zur Umgehung des Regelventils 1 1HAD11 AA101 ist ein Bypassventil 1 1HAD11 AA503 installiert.

Das Regelventil 1 1HAD11 AA101 wird von einem Regler über den HD-Trommelwasserstand angesteuert. Die Trommelniveau-Regelung wird als 3-Komponentenregelung ausgeführt.

Durch außenliegende Fallrohre strömt das Wasser aus der Trommel 1 1HAD11 BB001 in die Sammler des Verdampfers. Aufgrund des großen Wasserinhaltes ist eine bestmögliche Verteilung auf die Zulaufrohre der einzelnen Systeme gewährleistet. Das Wasser-Dampf-Gemisch gelangt durch ausreichend bemessene Überströmrohre in die Trommel zurück. Der Kesselhersteller führt entsprechende Berechnungen durch und legt den Kessel entsprechend aus.

Die Trennung von Wasser und Dampf erfolgt in der Dampftrommel 1 1HAD11 BB001. Dazu befinden sich in der mit geringer Dampftraumbelastung ausgelegten Trommel zweckmäßig angeordnete Trommeleinbauten, die ein Mitreißen von Wasser verhindern. Es werden vorzugsweise Demistoren und Abscheidebleche eingesetzt.

Vom Trommelscheitel wird der Sattdampf über mehrere Einzelrohre mit geringer Geschwindigkeit entnommen und durch eine Verbindungsleitung den drei HD-Überhitzerstufen 10HAH10/20/30 AC001 zugeführt.

Zwischen dem ersten und zweiten HD-Überhitzer ist der Einspritzkühler 1 1HAH11 BN001 zum Regeln der Dampftemperatur hinter Überhitzer 2 angeordnet.

Zwischen dem zweiten und dritten HD-Überhitzer ist der Einspritzkühler 2 1 1HAH21 BN001 zum Regeln der Heißdampftemperatur hinter Überhitzer 3 angeordnet. Als Kühlmittel wird Speisewasser verwendet. Die Einspritzkühler werden mit Schutzhemden ausgerüstet.

2.3.4 Analysemessungen

Zum Prüfen der Qualität von Kondensat, Speisewasser, Kesselwasser, Sattdampf / Heißdampf sind Probeentnahmestellen installiert. An diesen Stellen sind Analysenmessungen zur Überwachung angebracht. Die Wasser- und Dampfqualität muss entsprechend den Richtlinien VGB-R-450L

und EN kontinuierlich geprüft werden.

Speisewasserbehälter: Leitfähigkeit v KatFi

Speisewasserbehälter: Leitfähigkeit n KatFi

Speisewasserbehälter: ph-Wert gerechnet

Kesselwasser: Leitfähigkeit v KatFi

Kesselwasser: Leitfähigkeit n KatFi

Kesselwasser: pH-Wert gerechnet

Heiß-/Sattdampf: Leitfähigkeit v KatFi

Heiß-/Sattdampf: Leitfähigkeit n KatFi

Heiß-/Sattdampf: ph-Wert gerechnet

Kondensat: Leitfähigkeit v KatFi

Kondensat: Leitfähigkeit n KatFi

Kondensat: ph-Wert gerechnet

2.3.5 Sicherheitsventile und Anfahrventile

Gegen Überdruck ist der AHDE im ND und HD Bereich jeweils mit einem hilfsgesteuerten Sicherheitsventil xxx / 11 LBA10 AA091 (jeweils 100% DE-Menge) mit einer Druckentnahme auf der ND bzw. HD-Leitung vor Kesselschieber xxx/xxx gesichert. Die Sicherheitsventile sind hilfsgesteuert (pneumatisch), um die Öffnungs- und Schließdifferenzen möglichst gering zu halten. Die Druckimpulse für das Steuergerät des HD Sicherheitsventil wird von den Drucktransmittern 1* HD Trommel und 2 * HD Austrittssammler entnommen und des ND Sicherheitsventil wird von den Drucktransmittern 1* ND Trommel und 2 * ND Austrittssammler entnommen.

Zum möglichen Anfahren der Kesselanlage über Dach mit einer Leistung von 30% der maximalen Kessellast sind die Anfahrregelventilen xxx/1 1LBA10 AA101 vor dem Kesselschieber angeordnet. Über eine Verbindungsleitung wird der Dampf zum einem über Dach angeordneten Schalldämpfer geleitet. Der Schalldämpfer ist mit einer Entwässerung ausgerüstet.

2.3.6 Entwässerungen, Entlüftungen, Entleerungen

Die Überhitzerentwässerungen werden auf einem Sammler zusammengefasst und im Ablassentspanner 1 3LCL11 BB001 entspannt. Die Entwässerungen sind mit Motorantrieben für eine automatische Entwässerung ausgerüstet.

Die Kesselentlüftungen werden auf Trichter und die Kesselentleerungen auf Sammler zusammengefasst.

Alle zusammengefassten Entlüftungen werden der Brüdenleitung des Ablassentspanners 1 3LCL11 BB001 zugeführt.

Alle zusammengefassten Entleerungen werden dem Ablassentspanner 1 3LCL11 BB001 direkt zugeführt.

Der Trommelnotablass **xxx** wird ebenfalls im Ablassentspanner 1 3LCL11 BB001 entspannt.

Die Kesselabsalzungen werden in einem Ablassentspanner 1 3LCL11 BB001 entspannt.

Vom Ablassentspanner 1 3LCL11 BB001 wird das anfallende Kondensat in den Sammelkondensatbehälter 1 0LCM BB001 gefahren.

Die Restentleerungen der Ablasssammler werden in die Entwässerungen Kesselhaus des Ablassentspanners eingeleitet.

3 Betriebszustände

3.1 Voraussetzungen für den Betrieb des Abhitzedampferzeugers

3.1.1 Füllen des drucklosen Abhitzedampferzeuger

Der AHDE muss vollständig mit Wasser bzw. Wasserdampf gefüllt sein. Der hier beschriebene Vorgang zeigt die Vorgehensweise dazu auf.

Alle Erstabsperungen werden geöffnet, sie bleiben während des Betriebs geöffnet und werden nur bei Wartungsarbeiten geschlossen. Mit den Zweitabsperungen wird der Massenstrom reguliert. Bevor mit dem Füllen des AHDEs begonnen wird, müssen die Stellungen der nachfolgenden Armaturen überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden (Detaillierte Planungen der Entleerungen nicht geplant)

Alle Erstabsperungen öffnen (Entleerungen, Entlüftungen, Trommelentsalzungen)

Alle 2. Zweitabsperungen der Entleerungen schließen

Alle 1. Absperungen der Entwässerungen im Dampfsystem öffnen

Alle 2. Absperungen der Entwässerungen im Dampfsystem schließen

Alle 2. Absperungen der Entlüftungen am AHDE öffnen (Die Eco-Entlüftungen werden geöffnet bis ein durchgängiger Wasserstrahl austritt.)

Nachfolgende Entlüftungen können nach Beginn der Beheizung des AHDEs bei einem Trommeldruck von 1 bar und Dampfaustritt wieder geschlossen werden.

Entlüftung HD-ÜHz 1 Eintrittssammler

Entlüftung HD-ÜHz 2 Vorlagesammler

Entlüftung HD-ÜHz 3 Vorlagesammler

Entlüftung ND-ÜHz Eintrittssammler

Entlüftung ND Trommel/Sattdampfsammler

Entlüftung HD Trommel/Sattdampfsammler

Beachte:

Kunde: SW München

Datum: 16.09.2019

Seite: 11 von 26

Projekt: SWM – HKW Süd –GuD 1_{neu}

Rev. 4

Dokument: Systembeschreibung - Abhitzedampferzeuger

Alle Erstabsperungen werden voll geöffnet, mit den Zweitabsperungen wird der Durchfluss reguliert.

Im nächsten Schritt wird der Speisewasserweg durchgestellt:

Für die Versorgung des AHDEs mit Speisewasser stehen die Speisewasserpumpen 10LAC11/12 AP001 zur Verfügung.

Die saugseitigen Absperrschieber 1 3LAB11/12 BR001 der Speisewasserpumpen werden geöffnet. Danach wird die Stellung der Absperrventile 1 3LAC11/12 AA504/505 nach den Freilaufückschlagklappen 10LAC11/12 AA501 kontrolliert. Diese Absperrventile müssen während des Betriebes ständig offen sein, damit die Mindestfördermenge der jeweiligen Speisewasserpumpe zum Speisewasserbehälter abfließen kann. Die Ventile sind im Normalfall mit einer Sperrhülse im offenen Zustand gesichert.

Die druckseitigen Absperrschieber 1 3LAB11/12 AA503 der Speisewasserpumpen bleiben vorerst geschlossen.

Die Absperrarmaturen vor dem AHDE **xxx** sowie die Handabsperventile 1 1HAD11 AA502 und 1 1HAD11 AA501 vor und nach dem Speisewasserregelventil müssen geöffnet werden.

Das Speisewasserregelventil 1 1HAD11 AA101 bleibt zunächst geschlossen.

Mit dem ND System wird analog vorgegangen.

Die Speisewasserpumpen werden gemäß der Vorschrift des Herstellers in Betrieb gesetzt. Die Armaturen (**xxx** oder **xxx**) im Bypass zu den Druckschiebern sind voreingestellt und bleiben geöffnet (ca. 3 kg/s). Über eine der Armaturen wird die Speisewasserleitung und der Eco gefüllt. Das Entlüftungsventil für die Speisewasserleitung ist zu schließen wenn Wasser austritt. Der Eco ist hierbei über die Entlüftungsventile zu entlüften bis ein Wasserstrahl austritt.

Ist der Mindestbetriebsdruck der SpW-Pumpe erreicht, können beide Druckschieber langsam geöffnet werden. Danach kann mit dem Aufspeisen des AHDEs begonnen werden. Bei drucklosem AHDE wird mit dem SpW-Bypassregelventil 1 1HAD11 AA503 gefüllt.

Wenn in der ND und HD Trommel im Wasserstandsschauglas der minimale Trommelwasserstand "Tief1" erreicht wurde, ist der Füllvorgang abgeschlossen.

3.1.2 Anfahren des AHDEs

Der AHDE kann mit der Schrittkette "AHDE An-/Abfahren" aus dem kalten und heißen Zustand heraus gestartet werden.

Der AHDE wird automatisch mit der Schrittkette über das Anfahrregelventil bzw. die HDU bis zu einer Dampfleistung von **XX** kg/s angefahren. Hierbei sind beim Hochfahren des AHDEs mit der Gasturbine die zulässigen Gradienten einzuhalten. Das Anfahren ist beendet, wenn der HD-Druck $p > \mathbf{XX}$ bar ist.

3.1.2.1 Vorbelüftung bzw. Nachbelüften mit GT

Mit dem ungezündeten GT-Betrieb (mit Startermotor) wird die Vorbelüftung durchgeführt, das heißt, dass eine bestimmte Mindestdrehzahl der GT erreicht werden muss, damit ein gewisser Volumenstrom zum Durchlüften der GT, des Feuerraumes und der Rauchgaszüge gewährleistet ist. Diese Vorbelüftung kann bereits nach dem Abfahren erfolgen, was dann die Nachbelüftung darstellt.

Die gesamte Funktionsgruppe "Vorbelüftung" einschließlich der Überwachung der Vorbelüftungszeit bis zum Zünden der GT wird in der GT-Steuerung realisiert. Das Signal "Vorlüftung nicht gestört" wird in der Brennersteuerung gebildet und mit der Freigabe GT (Kesselschutz) verknüpft.

Nach Ablauf der Vorbelüftung wird die Gasturbine innerhalb einer Zündfreigabezeit gezündet. Ist die Zündung innerhalb dieser Zündfreigabezeit nicht erfolgt oder gab es einen Zündfehlversuch der Gasturbine muss die Vorbelüftung wiederholt werden, um die Gasturbine erneut zu zünden (Verriegelung in der GT-Steuerung).

3.1.2.2 Start-Voraussetzungen

Vor dem automatischen Anfahren des AHDEs müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein (A=werden als Freigabe im PLS abgefragt):

- Der Speisewasserbehälter ist in Betrieb und das Niveau > Tief1
- (Druck und Niveauregelung sind aktiv.)
- Es ist kein Not-Aus betätigt.(A)
- Die Kesselsicherheitskette ist o.k. und quittiert. (A)
- Der Trommelwasserstand 1 1HAD21 CL001 ist > Tief1. (A)
- Der Trommelwasserstand 1 1HAD11 CL001 ist > Tief1. (A)
- Die Gasturbine ist betriebsbereit (A)
- Kondensatzuführung muss in Betrieb sein.
- Die HDU und der Kondensator müssen in Betrieb sein.
- Sämtliche 2. Absperrungen der Kesselentleerungen sind geschlossen
- Die Entwässerungsventile Überhitzer werden durch die Entwässerungsautomatik 100 % geöffnet und dann druckabhängig gestaffelt zugefahren.
- Rauchgasklappe ist geöffnet
- Bypassklappe ist in Stellung: Betrieb AHDE gefahren

3.1.2.3 AHDE starten und auf Betriebsparameter hochfahren

Der AHDE wird mit der FGS (Funktionsgruppensteuerung) "AHDE An-/Abfahren" gestartet, das Anfahrprogramm läuft folgendermaßen ab:

- es wird ein definierter Anfahrzustand hergestellt, d.h. die Anfahrventilierungen hinter dem AHDE werden aufgefahren, die Absperrarmaturen vor DT werden durch die DT-Steuerung zugefahren (Abfrage der Stellungen in FGS) und die Regler und Anfahrgradienten auf Hand genommen
- sind alle Armaturen in Anfahrstellung, wird
 - eine Speisepumpe über die Aggregateumschaltung gestartet und

- der dP-Regler Speisewasser auf Automatik genommen
 - die Spw-Temperaturregelung in Betrieb genommen
 - eine SpW-Pumpe startet in Mindestdrehzahl

 - ist die SpW-Pumpe EIN und SpW Druck hinter Pumpe > MIN, wird
 - die FGS Entwässerungen gestartet
 - alle motorisierten Entwässerungsventile am AHDE öffnen und schließen dann druckabhängig selbstständig wieder

 - ist die FGS Entwässerung in Betrieb
 - wird die Trommelnotablaßregelung auf Automatik genommen

 - ist Trommelnotablaßregelung auf Automatik und das Trommelniveau innerhalb der zulässigen Grenzen
 - wird die Speisewasserregelung auf Automatik genommen
 - die HD-Temperaturregelung auf Automatik genommen

 - ist die Spw-Regelung und HD-Temperaturregelung auf Automatik
 - wird die Absalzregelung auf Automatik genommen

 - ist die Absalzregelung auf Automatik und von der Brennersteuerung steht das Signal „Vorlüftstellung nicht gestört“ an und die GT ist startbereit
 - wird die GT zum Vorbelüften gestartet
- Die Überwachung der Vorlüftzeit erfolgt in der Steuerung der GT.
- ist die Vorbelüftzeit in der GT abgelaufen und während dieser Zeit das Signal „Vorlüftstellung nicht gestört“ von der Brennersteuerung an die GT nicht unterbrochen worden, wird dem Anlagenfahrer signalisiert, daß er die GT zünden kann (Bedienaktion des Anlagenfahrers).

 - Erfolgte eine erfolgreiche Nachbelüftung, steht das Signal „Nachbelüftung nicht gestört“ an. In diesem Fall ist keine Vorbelüftung erforderlich und dem

**Systembeschreibung
Abhitzedampferzeuger**

Anlagenfahrer wird ohne Vorbelüftung signalisiert, dass er die Anlage starten kann

- läuft die GT Startsequenz, wird
- das Anfahrregelventil auf Automatik genommen, (es hält dann eine Mindestöffnung 3% und fährt entsprechend der Anfahrkennlinie die druckabhängige HD-Menge). Es ist vorgesehen eine Teildampfmenge über die nachdruckgeregelte HDU auf die 4 bar-Schiene zu fahren. Das Anfahrregelventil wird hierbei aber durch die HDU-Regelung im Regelbereich gehalten.
- wenn das Anfahrregelventil auf Automatik ist und die GT lastbereit
 - (synchronisiert, FSNL) ist wird die GT über einen Anfahrgradienten auf XX% Leistung
 - hochgefahren bis der AHDE einen Druck von XX barü erreicht hat
 - (unter Beachtung der zulässigen Druckgradienten Trommel + Temperaturgradienten Überhitzer Austrittssammler 3).
 - wenn der AHDE den Druck von > 30 barü erreicht hat wird nochmal die Entwässerung gestartet.
 - Hat der Anfahrgradient sein Ziel erreicht wird der Anfahrgradient GT abgeschaltet.
 - ist der Anfahrgradient aus
 - erfolgt die Freigabe der Lastregelung
 - werden die Dosierpumpen auf Automatik geschaltet
 - sind die Dosierpumpen auf Automatik ist die FGS „AHDE An-/Abfahren“ beendet.
 - Bei ca. 60% GT-Leistung ist der AHDE angefahren und der Anfahrvorgang abgeschlossen.
 - Damit ist der AHDE für den bestimmungsmäßigen Betrieb bereit.
 - Das Anwärmen der HD-Leitung erfolgt mit dem Hochfahren des AHDE, da alle Schieber bis vor Turbine geöffnet sind - siehe Betriebsbeschreibung Dampfsystem.

- Das Anfahren des AHDEs läuft grundsätzlich unter Beachtung des Anfahrgradienten ab, siehe Bedienungsanleitung.

3.1.2.4 Anfahren des KAT

Der KAT wird mit der FGS (Funktionsgruppensteuerung) "KAT An-/Abfahren" gestartet, das Anfahrprogramm.

Die Freigabe zum Start des KAT bzw. der Ammoniakzündung erfolgt bei:

- einer Gasturbinenlast von 45 % und einer
- Temperatur von 250 °C vor KAT

3.1.3 Automatisches Abfahren des AHDEs

Der AHDE wird mit der FGS "AHDE An-/Abfahren" abgefahren, indem der Abfahrzweig gestartet wird. Das Abfahrprogramm läuft folgendermaßen ab:

Im übergeordnetem Leitprogramm (bauseits) werden folgende Aktionen ausgeführt:

- es wird die HDU und das Anfahrregelventil auf Automatik geschaltet
- es wird die GT-Last auf Mindestlast abgesenkt
- es wird die Dampfturbine abgefahren
- wird der HD-Schieber vor DT geschlossen

Dann kann das Abfahren über die FGS gestartet werden:

- ist die GT „Aus“ werden
- die Ue - Temperaturregelungen auf „Hand“ und „Zu“ gefahren
- die SpW-Regelung auf Hand genommen
- der Trommelnotablaß wird auf Hand/Zu geschaltet
- die Dosierpumpen auf Hand/Aus geschaltet
- sind die Ue-Temperaturregelventile zu und SpW-Regelventil zu
- wird die Absalzung ausgeschaltet

- ist die Absalzung AUS

-- ist das Abfahrprogramm beendet.

Das Speisewassersystem (Pumpen, SpWB) ist durch den Bediener am PLS außer Betrieb zu nehmen.

4 Überwachung, Steuerung, Regelung

4.1 Überwachung

Die Überwachung der nachfolgenden Kesselsicherheitskriterien erfolgt durch den Kesselschutz, der in der SPS der Brennersteuerung integriert ist.

Die Voralarme werden im PLS gebildet.

4.2 Druckstaffelung

	HD-Seite	Trommel	
SiV	90 barü	101 barü	
Kesselschutz		100 barü	
Anfahr-RV	88 barü		
Sollwer Dr. -Reg	85 barü		(HD-Lastregelung)

	ND-Seite	Trommel	
SiV	8 barü	8,5 barü	
Kesselschutz		8 barü	
Anfahr-RV	7,5 barü		
Sollwer Dr. -Reg	7 barü		(ND-Lastregelung)

4.2.1 Heißdampf Temperatur-Überwachung

Die Einhaltung der zulässigen Heißdampf Temperatur wird über eine 2 von 3 Auswertung der Geber 1 1LBA10 CT002- CT004 durch den Kesselschutz überwacht. Bei Überschreitung der maximal Heißdampf Temperatur erfolgt die Alarmierung und die Auslösung der Kesselsicherheitskette.

Zuvor wird ein Voralarm im PLS ausgelöst. Die Temperaturen nach Überhitzer 2 1 1HAH21 CT0xx-0xx werden ebenfalls überwacht (zulässiger Wert xxx °C) und

bei Überschreitung erfolgt die Alarmierung und die Auslösung der Kesselsicherheitskette. Zuvor wird ein Voralarm im PLS ausgelöst.

Die Temperaturen nach Überhitzer 1 1HAH10 CT051-053 werden ebenfalls überwacht (zulässiger Wert xxx °C) und bei Überschreitung erfolgt die Alarmierung und die Auslösung der Kesselsicherheitskette. Zuvor wird ein Voralarm im PLS ausgelöst.

4.2.2 Trommelniveau-Überwachung

Die Trommelniveau-Überwachung erfolgt über eine 2 von 3 Auswertung der Analog-Geber 1 1HAD11/21 CL0xx, CL0xx und CL0xx durch den Kesselschutz.

Bei Unterschreitung des minimal zulässigen Wasserstands in der Trommel erfolgt die Auslösung des Kesselschutzes.

Bei Überschreitung des Max.-Niveau wird
- die Speisewasserpumpen abgeschaltet

4.2.3 Trommeldruck-Überwachung

Die Trommeldruck-Überwachung erfolgt über eine 2 von 3 Auswertung der Drucktransmitter 1 1HAD11/21 CP001, CP002 und CP003 durch den Kesselschutz.

Bei Überschreitung des eingestellten Trommeldrucks von 100 barü (HD) bzw 8 barü (ND) wird die GT über die Kesselsicherheitskette abgeschaltet.

Um die Überschreitung des zulässigen Kesseldrucks zu verhindern, ist der AHDE mit einem Sicherheitsventil 1 1LBA10 AA091 auf der Heißdampfaustrittsseite ausgerüstet. Die Öffnung des Sicherheitsventils erfolgt von der Trommel (101 barü) und vom HD-Austritt (90 barü) über Federkraft.

Durch diese Anordnung des Sicherheitsventils wird erreicht, dass bei Ansprechen des Sicherheitsventils ausreichend Dampfströmung vorhanden und die Kühlung des Überhitzers gewährleistet ist.

Im ND Teil ist das Sicherheitsventil 1 1LBA10 AA091 installiert. Die Öffnung des Sicherheitsventils erfolgt von der Trommel (8,5 barü) und vom ND-Austritt (8 barü) über Federkraft.

4.2.4 Überwachung Trommelwand-Temperatur HD Trommel

Das Programm steuert das automatische An- und Abfahren des Kessels. Zur Überwachung der HD-Kesseltrommelwand wird diese mit Temperaturmessstellen versehen. Mit diesen wird die Überwachung der zulässigen Lastgradienten durchgeführt.

4.2.5 Flammwächter

Die Gasturbine wird mit Flammenwächter ausgestattet. Die Flammenüberwachung erfolgt im Betrieb sowie in der Vorbelüftung und Nachbelüftung und wird fehlersicher entsprechend DIN EN 50156-1 ausgeführt. Es werden zugelassene / typgeprüfte Sensoren in 3 von 2 (mit Vergleicher und Drift-überwachung) eingesetzt. (Die Eignung der Sensoren erfolgt gemäß DIN EN 50156-2).

Mit dem Flammenwächter wird sichergestellt, dass das in die Gasturbine eingebrachte Gas verbrannt wird und keine explosive Atmosphäre im Kessel und der Gasturbine entstehen kann. Andernfalls muss der Kessel belüftet werden. (Siehe Kap. 3.1.2.1 Vorbelüftung bzw. Nachbelüften mit GT).

4.3 Steuerung

4.3.1 Funktionsgruppensteuerung AHDE An- / Abfahren

Das Programm steuert das automatische An- und Abfahren des Kessels.

Eine Kurzbeschreibung des Programms siehe Kap. 3.1.2.3 und Kap. 3.1.3

4.3.2 Funktionsgruppensteuerung Entwässerung

Die FGS steuert nacheinander alle motorisierten Entwässerungsventile am AHDE auf. Die Entwässerungsventile schließen über den jeweiligen Systemdruck

selbstständig. Die Öffnungszeit wird in Abhängigkeit des jeweiligen Systemdrucks automatisch ermittelt. Es sind drei unterschiedliche Zeiten für drei unterschiedliche Drücke vorgesehen. Die Entwässerungsventile sind über Drehmo-ZU abzusteuern.

4.3.3 Teilsteuerung Anfahrgradient

Die TS startet den Lastgradienten mit dem die GT beim Kesselstart hochgefahren wird. Die TS kann vom Bediener eingeschaltet werden, wird aber auch durch das Anfahrprogramm zugeschaltet.

4.4 Regelung

4.4.1 Heißdampfdruckregelung

Mit dem SW-Steller "HD-Druck" wird der Sollwert für den Heißdampfdruck vorgegeben. Der Druckregler verstellt die Gasturbinenleistung.

Dieser Regler wird im Normalbetrieb nicht aktiv sein, da im Normalfall der AHDE der Gasturbine folgt. Der Kesseldruck durch die Dampfturbine bestimmt werden.

4.4.2 Heißdampf temperatur-Regelung

Zwischen Überhitzer 1 und Überhitzer 2 befindet sich der Einspritzkühler 1 1HAH11 BN001, mit dem die Dampftemperatur hinter Überhitzer 2 geregelt wird.

Zwischen Überhitzer 2 und Überhitzer 3 befindet sich der Einspritzkühler 1 1HAH21 BN001, mit dem die Heißdampf temperatur (Sollwert 539 °C) geregelt wird. Als Kühlmedium wird Speisewasser verwendet. Beide Regelungen sind als Kaskadenregelung aufgebaut.

Um ein in allen Lastbereichen ausreichendes delta-p über den Einspritzkühlern zu haben, wird mittels drehzahlgeregelten Speisepumpen das delta-p über Speisewasserregelventil geregelt (siehe SB 212).

4.4.3 Trommelniveau-Regelung

Die Trommelniveau-Regelung hat die Aufgabe, den Wasserstand in der Trommel auf den Sollwert zu regeln. Um die bei starken Laständerungen auftretenden Effekte (Anheben bzw. Absenken des Trommelniveaus) zu beherrschen, wird der Regelkreis als Drei-Komponenten-Regelung ausgeführt. Dies beinhaltet, dass das Speisewasserregelventil nicht nur durch den Wasserstand, sondern auch durch die bewertete Differenz zwischen Speisewasser- und Dampfmenge beeinflusst wird. Für den An-/ Abfahrbetrieb wird bei kleineren Dampfmenen auf eine 1-Komponentenregelung umgeschaltet.

Der Sollwert wird über den gleichen Kurvenzug wie für die Trommelnotablaßregelung ermittelt (siehe Kap.4.4.4 abzüglich eines kleinen Deltas).

Im HD System wird das Regelventil 1 1HAD11 AA101 beim Voralarm zu Trommelniveau > Max in Schutz ZU gefahren.

Im ND System wird das Regelventil 1 1HAD21 AA101 beim Voralarm zu Trommelniveau > Max in Schutz ZU gefahren.

4.4.4 Trommelnotablaßregelung

Der Trommelnotablass **xxx** regelt das druckabhängige Trommelniveau (ermittelt über Kurvenzug). So wird sichergestellt, dass beim Anfahren und dem dabei ansteigenden Trommelniveau infolge der Wasserausdehnung das Max-Niveau Trommel nicht anspricht.

4.4.5 Anfahrregelventil

Anfahrregelventil HD wird für eine Kapazität von 30 maximalen Kessellast ausgelegt.

Das Anfahrregelventil 1 1LBA10 AA102 muss mehrere Regelaufgaben erfüllen:

HD-Druckbegrenzungsregelung

**Systembeschreibung
Abhitzedampferzeuger**

Mit Hilfe des Anfahrregelventils 1 1LBA10 AA102 wird eine HD Überdruckbegrenzungsregelung realisiert (SW 88 barü auf HD-Seite). Die Überdruckbegrenzungsregelung soll ein Ansprechen des Kesselschutzes und des Sicherheitsventils verhindern.

ND-Druckbegrenzungsregelung

Mit Hilfe des Anfahrregelventils XXX wird eine ND Überdruckbegrenzungsregelung realisiert (SW 7,5 barü auf ND-Seite). Die Überdruckbegrenzungsregelung soll ein Ansprechen des Kesselschutzes und des Sicherheitsventils verhindern.

AHDE Anfahren

Der AHDE kann über die ND/HD Anfahrregelventil angefahren werden. Dazu wird der Dampf über Dach abgelassen.

4.4.6 Absalzregelung

Das Absalzregelventil xxx bestimmt die Absalzmenge aus der Trommel. Es wird die Leitfähigkeit Trommel vor Kationenaustauscher geregelt.

4.4.7 Dosierung

Für die Konditionierung des Speisewassers und für den NOx KAT wird Ammoniakwasser <25% eingesetzt.

Dosierung SpW-Behälter (Ammoniakwasser)

Die Dosierung erfolgt proportional zur Zusatzwassermenge (Messung bauseits). Korrigierend wirkt der pH-Wert Speisewasser xxx auf die Regelung.

Dosierung ND-Trommel

Die Dosierung erfolgt proportional zur Zusatzwassermenge. Korrigierend wirkt der pH-Wert Kesselwasser xxx/xxx auf die Regelung.

Dosierung HD-Trommel

Die Dosierung erfolgt proportional zur Zusatzwassermenge. Korrigierend wirkt der pH-Wert Kesselwasser xxx/xxx auf die Regelung.

Dosierung Ammoniakwasser KAT

Die Eindüsung erfolgt in Abhängigkeit der Gasturbinenlast und der ständigen Überwachung der Emissionen. Für die Freigabe ist der Betrieb der Gasturbine erforderlich.

5 Betriebsstörungen

5.1 Störung: Ansprechen Kesselschutz

Der Kesselschutz wird ausgelöst durch (Grenzwerte siehe Grenzwertliste):

(Anmerkung zu Grenzwertbezeichnungen: Es gibt

z.B.: Tief1, Tief2, Min, Hoch1, Hoch2, Max)

HD-Trommelwasserstand xxx (3v4) < Min

HD-Trommelwasserstand xxx (3v4) > Max

ND-Trommelwasserstand xxx (3v4) < Min

ND-Trommelwasserstand xxx (3v4) > Max

HD Trommeldruck 1 1HAD21 CP001-003 (2v3) > Max

ND Trommeldruck 1 1HAD21 CP001-003 (2v3) > Max

HD-Temperatur 1 1LBA10 CP002-004 (2v3) > Max

HD-Temperatur xxx 2v3 > Max

HD-Temperatur xxx 2v3 > Max

Turbinenabgasdruck xxx > Max

Turbinenabgasdruck xxx > Max

Leitfähigkeit Kondensat xxx > Max

Endschalter Bypass != AUF

Endschalter Rauchgasklappe != AUF

Auswirkung und Maßnahmen:

- Abschaltung Gasturbine

Bei Trommelwasserstand > Max werden zusätzlich die Speisewasserpumpen

1 0LAC11/12LAC AP001 vor AHDE ausgeschaltet.

5.2 Störung: Ausfall Speisepumpen

Sollten alle beide Speisewasserpumpen ausfallen kann der AHDE noch

bis Ansprechen des Trommel-Min-Niveaus weiter betrieben werden. Dann

löst die Kesselsicherheitskette aus (siehe Kap. 5.1)

6 Technische Daten (Vorauslegung)

Dampfleistung HD-System: 185 t/h

Max HD-Dampfaustrittstemperatur: 540 °C

HD-Dampfaustrittsdruck : 85 barü

Dampfleistung ND-System: 28 t/h
Max ND-Dampfaustrittstemperatur: 310°C
ND-Dampfaustrittsdruck : 7 barü

Fernwärmeschleife 121 kg/s , Aufwärmung FW -Wasser von 70°C auf 95°C