

A 1.2 Beschreibung der Kesselanlage

Der Kessel 1 im HKW Leipzig-Süd ist als Naturumlauf-Kessel mit quer über dem 2. Zug liegender Trommel konzipiert. Der gesamte Kesselkörper ist an den Deckenträgern des Kesselgerüsts aufgehängt und dehnt sich bei Erwärmung frei nach unten aus.

Die Rauchgaszüge und der Feuerraum werden von dichtgeschweißten Membranrohrwänden gebildet, so daß die Feuerung des Kanals als Überdruckfeuerung betrieben werden kann. Einmauerungsmaterial wird im wesentlichen nur in den Brennern, auf dem Boden des Feuerraumes sowie an Einstiegstüren und Schauöffnungen benutzt. Die Wärmeisolierung des Kanals erfolgt durch die direkt auf die Membranrohrwände (oder außenliegende Rohrleitungen) aufgetragenen Isoliermatten, eine äußere Blechverkleidung bildet den Abschluß.

Der Kessel besitzt vier Brenner in der Stirnwand des Feuerraumes, die für die Verbrennung von Erdgas geeignet sind. Eine spätere Nachrüstung auf Ölfeuerung (nachträglicher Einbau von Öllanzen in die Brenner) ist möglich. Der Kesseldruckkörper ist bereits so konzipiert, daß die eventuelle spätere Umrüstung für einen Betrieb mit 15 bar /300° - bei gleichen Dampfabgaben - möglich ist.

Der Kesseldruckkörper ist voll entwässerbar ausgeführt. Der Speisewasservorwärmer befindet sich unten im 2. Zug, darüber liegen die Überhitzer 1,2 und 3. Als Verdampferheizflächen werden die Membranrohrwände des Kessels genutzt. Dem Kanal nachgeschaltet ist ein Ljungström-Luftvorwärmer, in dem die Rauchgase abgekühlt und die Verbrennungsluft vorgewärmt wird. Die Verbrennungsluft wird zusätzlich durch einen Dampf-Luftvorwärmer vorgewärmt, der vor dem Ljungström-Luftvorwärmer angeordnet ist.

- A 4 Funktionsbeschreibung
- A 4.1 Wasser- und Dampfsystem
- A 4.2 Luft- und Rauchgassystem
- A 4.3 Heizgassystem
- A 4.4 Dampfluftvorwärmer
- A 4.5 Ljungström-Luftvorwärmer
- A 4.6 Steuerluftkompressoren-Anlage
- A 4.7 Sperrluft
- A 4.8 Munters-Trockner

A 4.1 Wasser- und Dampfsystem

Das Speisewasser wird von der Sammelschiene durch die in der Speisewasserleitung (DN 150) eingeschweißte Mengenmeßblende zur Speisewasser-Regelventilgruppe gefördert. Vor der Speisewasser-Regelventilgruppe zweigt die Einspritzwasserleitung (DN 50) ab, die zu den beiden Einspritzwasser-Regelventilen führt.

Die Speisewasser-Regelventilgruppe besteht aus den zwei Vollast-Regelventilen, wobei eines für den Betrieb verwendet wird und das andere als Reserveventil zur Verfügung steht, sowie einem Speisewasser-Anfahrregelventil mit zugehörigen Handabsperrschieber. Das Speisewasser-Anfahrregelventil ist für eine Menge von ca. 65 t/h geeignet. Es wird beim An-/Abfahren des Kessels benutzt, wenn ein großer Druckunterschied zwischen dem Speisewasserdruck vor Regelventil und dem Kesseldruck besteht oder wenn die Kessellast so gering ist, daß die Vollast-Regelventile nicht mehr regelfähig sind.

Im geregelten Kesselbetrieb ist das Vollast-Regelventil 1 (91 LAB10AA100) im Betrieb. Das Vollast-Regelventil 2 (91 LAB10AA101) steht als Reserveventil geschlossen in Bereitschaft.

Von der Speisewasser-Regelventilgruppe strömt das Speisewasser durch den Economizer-Absperrschieber und die Rückschlagklappe zum Eco-Eintrittsammler. In diesen Sammler mündet auch die NaOH-Dosierung. Der Eco, dessen Heizfläche aus 84 parallelen Rippenrohren (38 x 4, St 35.8- III) besteht, wird entgegen dem Rauchgasstrom durchflossen. Diese Rohre werden unberippt (Glatrohr, 31,8 x 4, 15 Mo 3) als Tragrohre weitergeführt. An den Tragrohren sind die Überhitzer 1,2 und 3 gehalten und aufgehängt. Die Tragrohre münden in zwei Vorlagesammlern im Totraum über dem II. Zug. Von dort wird das Speisewasser über zwei Verbindungsleitungen in das im Wasserraum der Trommel (1800x80, 19 Mn 6) befindliche Speisewasserrohr geleitet.

Das Wasser strömt durch eine Vielzahl von Düsenbohrungen gleichmäßig in den Wasserraum der Trommel.

An der Trommel befinden sich Abgänge für Entsalzung und Notablaß, Direkt-

/Fernwasserstände und Druckmessungen. Desweiteren sind in der Trommelwandung je einmal im Dampfraum und einmal im Wasserraum Temperaturdifferenzmessungen zwischen Innenwand und Mittelwand installiert.

In der Trommel sind zur Wasser-/Dampftrennung Zyklone vorgesehen. Die Funktion der Fallrohre für das Verdampfersystem wird durch die Rückwandrohre des II. Zuges erfüllt. In den Fallrohren fällt das Wasser mit Sattedampftemperatur in den unter dem Kessel befindlichen Fallrohrsammler. Von dort wird es über Verbindungsrohre in die Steigrohr-Verteiler geleitet. Die Steigrohr-Verteiler verteilen das Wasser auf die einzelnen Steigrohre (Verdampferrohre). Als Steigrohre sind folgende Membranrohrwände konzipiert:

- die Stirnwand einschließlich der anschließenden Decke
- die beiden Seitenwände des Feuerraumes mit dem jeweils vorgeschalteten Teil des Bodens
- die Trennwand des Feuerraumes zum II. Zug, deren weggebogene Rohre im Bereich der Rauchgasumlenkung das Durchtrittsgitter bilden
- die Seitenwände des II. Zuges mit der nachgeschalteten Decke.

Durch die im Feuerraum von den Flammen bzw. im II. Zug von den Rauchgasen an die Membranrohrwandheizflächen übertragene Wärme wird in diesen Steigrohren Dampf erzeugt. Auf Grund der dadurch geringen Dichte des Wasser-Dampf-Gemisches (im Verhältnis zum Wasser in dem Fallrohren) tritt eine natürliche Zirkulation ein. Das Wasser-Dampf-Gemisch strömt durch die oberen Sammler der Membranheizrohrflächen in die Trommel. Dort wird es in den eingebauten Zyklonen mit aufgesetzten Dampfsieb entmischt, so daß der Sattedampf in den Dampfraum der Trommel und anschließend wieder in die Fallrohre strömt. Dieser Vorgang wird als "natürlicher Wasserumlauf" bezeichnet.

Der erzeugte Sattedampf verläßt die Trommel über die oben liegenden

Verbindungsleitungen zum Überhitzer 1.

Die dem "Umlaufsystem" entnommene Dampfmenge muß stets in Form von Speisewasser wieder in die Trommel eingespeist werden, damit der Wasserstand in den vorgeschriebenen Grenzen bleibt.

Falls der Wasserstand einmal über den Höchstwasserstand ansteigt, kann das überschüssige Wasser (max. 20 t/h) über den Trommelnotablaß abgelassen werden.

Sollte der Wasserstand trotzdem weiter steigen, so wird die Feuerung über den Kesselschutz abgeschaltet. Die Feuerung wird ebenfalls abgeschaltet (bzw. ist von Hand abzuschalten), wenn der Wasserstand unter den niedrigsten zugelassenen Wasserstand fällt.

Da der in Richtung Überhitzer 1 abgeführte Sattdampf weniger Chemikalien abtransportieren kann als mit dem Speisewasser zugeführt werden, entsteht eine "Eindickung" des Kesselinhaltes mit Chemikalien. Da auch hier Obergrenzen einzuhalten sind, ist eine Abbläsmöglichkeit an der Trommel vorgesehen. Diese sogenannte "kontinuierliche Entsalzung" wird in Betrieb gehalten. Sollwert für diese Regelung ist die Leitfähigkeit des Kesselinhaltswassers (Trommelwasser).

Der Sattdampf aus der Trommel strömt über den Sattdampfsammler und Verbindungsleitungen zum Überhitzer 1 - Eintrittsverteiler, von dort durchströmt er im Gegenstrom zum Rauchgas durch den liegenden Überhitzer 1 (84 Scheiben, 252 Rohre, 38 x 3,2 St 35.8 - III , 3-flutig) und wird anschließend über den Überhitzer 1- Austrittssammler zum Einspritzkühler 1 geleitet. Hier wird zur Regulierung der Dampftemperatur über das Einspritzregelventil 1 Speisewasser in den Dampfstrom eingedüst. Der Dampf strömt anschließend zum Überhitzer 2- Eintrittsverteiler und von dort aus im Gegenstrom zum Rauchgas durch den liegenden Überhitzer 1 (84 Scheiben, 336 Rohre, 31,8 x 3,2 St 35.8 - III , 15 Mo 3, 13 Cr Mo 44, 4-flutig) um diesen durch den Überhitzer 2- Austrittssammler zur Einspritzung 2 hin zu verlassen. Hier wird durch das Einspritzregelventil Speisewasser zur Regulierung der Dampftemperatur eingedüst.

Schließlich strömt der Dampf durch den Überhitzer 3- Eintrittverteiler, den liegenden Überhitzer 3, der im Gleichstrom mit dem Rauchgas geschaltet ist (42 Scheiben, 126 Rohre, 31,8 x 3,2, 15 Mo 3, 13 CrMo 44) und den Überhitzer 3- Austrittsammler in die Heißdampfleitung. Im Überhitzer 3- Austrittsammler ist eine Temperaturdifferenzmessung der Sammelwand (Innenwand und Wandmitte) installiert.

Nachdem der Heißdampf die eingeschweißte Heißdampfmengenmessung durchströmt hat, kann er je Betriebszustand entweder über die Heißdampfleitung und die beiden Heißdampfschieber 91LBA10AA001/002 in das Netz abgeleitet werden oder/ und über die Anfahrleitung zur RS 8 bzw. zum Überdach-Anfahrregelventil, das in den Anfahr Schalldämpfer mündet:

Das T-Stück " Heißdampfleitung / Abgang zur Anfahrleitung" ist ebenfalls mit einer Differenztemperaturmeßstelle (Innenwand, Wandmitte) ausgestattet. Die beiden hilfsgesteuerten Sicherheitsventile mit je 80,5 t/h Abblaseleistung sind über ein T-Stück, das kurz vor den beiden Heißdampfschiebern 91LBA10AA001/002 mündet, mit der Heißdampfleitung verbunden. Es handelt sich um zwei federbelastete Sicherheitsventile (deren Federn auf den maximalen Heißdampfdruck am Überhitzer 3 eingestellt sind, wenn in der Trommel Genehmigungsdruck herrscht), die zusätzlich durch einen pneumatischen Hubkolben geöffnet und geschlossen werden können. Die benötigte Steuerung erfolgt im Bopp & Reuter Kontrollschrank PC 53. Diese Hilfssteuerung öffnet beide Ventile gleichzeitig bei Überschreitung des Genehmigungsdruckes (Impulsentnahme von der Trommel) oder bei Überschreitung des zulässigen Überhitzer 3-Austrittsdruckes (Impulsentnahme nach Überhitzer 3 in der Heißdampfleitung). Beide Sicherheitsventil-Abblaseleitungen münden in ein Standrohr, welches einen Schalldämpfer trägt. Da die Sicherheitsventile hinter der Heißdampfmengenmessung installiert sind, wird der beim Abblasen auftretende Mengenstrom gemessen.

Zur Warmhaltung oder Anwärmung des Wasser-/Dampfsystemes bei abgestelltem Kessel dient die sogenannte Anwärmstation. Die Anwärmstation speist von der vorhandenen 4,5 bar Schiene Dampf in die unteren Steigrohr-

verteiler , die zu diesem Zweck mit Düsenrohren bestückt sind.
Diese Vorrichtung dient der Warmhaltung des Kessels und damit auch gleichzeitig der Konservierung.

A 4.2 Luft- und Rauchgassystem

Die zur Verbrennung benötigte Frischluft wird über einen Ansaugschalldämpfer und die Außenluftklappe, die immer voll geöffnet sein muß, und zusätzlich die Innenluftklappe, die zur Kesselhausbelüftung dient, angesaugt.

Vor dem Frischlüfter durchströmt die Frischluft noch einen weiteren Schalldämpfer.

Der Frischlüfter wird von einem drehzahlgeregelten Motor angetrieben und fördert die Frischluft durch einen dreistufigen Dampfluftvorwärmer und den Ljungström-Luftvorwärmer zu den vier Mischkammern. Außerdem wird in die Mischkammern Rezirkulationsgas (Rauchgas) gefördert. Das Rezirkulationsgas wird hinter dem Ljungström-Luftvorwärmer aus dem Rauchgas über eine Doppelabsperrklappe mit Sperrluft vom Rezirkulationsgebläse abgesaugt. Das Rezirkulationsgebläse fördert das Rezirkulationsgas nach dem Durchströmen der in den Rezirkulationskanälen befindlichen vier Ventildüsen (Mengenmessung) in die vier Mischkammern. Da die Kesselanlage mit Einzelbrennerregelung ausgestattet ist, wird für jeden Brenner getrennt die erforderliche Rezirkulationsgasmenge über die Rezirkulationsgasregelklappe in die Mischkammer gefördert. Die vom Frischlüfter geförderte Frischluft und das vom Rezirkulationsgebläse geförderte Rezirkulationsgas (Rauchgas) werden in den vier Mischkammern vermischt.

Die aus den vier Mischkammern strömende Verbrennungsluftmenge setzt sich aus Frischluft und Rezirkulationsgas (Rauchgas) zusammen und wird mittels Venturidüsen gemessen. Pro Brenner ist somit eine Verbrennungsluftmengenmessung (Frischluft + Rezirkulationsgas) sowie eine Rezirkulationsgasmengenmessung installiert. Die den einzelnen Brennern zugeführte Frischluftmenge muß als Differenz aus Verbrennungsluft - Rezirkulationsgas gebildet werden und ist für das Luft-Brennstoffverhältnis maßgebend. Die Verbrennungsluft (Frischluft + Rezirkulationsgas) strömt über die Verbrennungsluftregelklappe und eine weitere Luftabsperrklappe in die vier Brenner.

Der "Axial- Stufen- Rückstrom- Brenner" (ASR- Brenner) zeichnet sich durch einen geringen NO_x Anteil im Rauchgas aus. Die Brennerkonstruktion erlaubt sowohl Drall- als auch Parallelstrombetrieb sowie beliebige Zwischenstellungen.

Die Zugabe der Verbrennungsluft erfolgt in drei Stufen. Eine Trennung der verschiedenen Luftströme wird durch das aus dem Feuerraum angesaugten Rauchgas erreicht. Die Einstellungen an den Brennern, d.h. die Verhältnisse Parallelstrom zu verdrallter Luft, Oberluft, Flammenhalterstellung, Gaslanzen-einstellung, etc. sollten ohne dringenden Grund und begleitende meßtechnische Überprüfung der Verbrennung nicht geändert werden.

Das Rauchgas der ausgebrannten Flamme verläßt den Feuerraum durch das Gitter und durchströmt den II. Zug nach unten. Im ersten Stück Rauchgaskanal nach der Umlenkung auf 0,0 m ist die für die Betriebsführung notwendige O₂-Messung eingebaut.

Anschließend durchströmt das Rauchgas nach oben den Ljungström- Luftvorwärmer, die Rauchgasabsperklappe, den Schalldämpfer und letztlich den Kamin mit den eingebauten Emissionsmessungen (NO_x , CO, O₂).

Im Ljungström- Luftvorwärmer tritt infolge der mechanischen Undichten und des technologischen Verfahrens eine Erhöhung des O₂- Gehaltes im Rauchgas ein.

A 4.3 Heizgassystem

Der Brennstoff Erdgas kommt mit konstantem Druck von der Gasregelstation und strömt in der Stichleitung zum Kessel 1 durch das Hauptgasschnellschlußventil. In diesem Bereich ist auch der N₂ - Inertisierungsanschluß angebracht, mit dem es möglich ist, die Gasleitung im Bedarfsfall sicherheitstechnisch einwandfrei zu inertisieren.

Die Gasleitung teilt sich in die vier Brennerleitungen auf. Das Erdgas strömt durch die Mengenmeßblende, das Handschnellschlußventil mit eingebauten Schmutzfänger, das Gasregelventil und schließlich durch ein Schnellschluß-Doppelabsperrventil mit eingebauter Zwischenentlüftung (ins Freie) über eine Verbindungsleitung mit Ausdehnungskompensator in den Ringsammler im Brennergeschränk. Von hier wird jede der sechs kreisförmig angeordneten, axial und radial verstellbaren Gaslanzen gespeist.

Die Zündung des Erdgases beim Brennerstart erfolgt durch eine elektrische Zündlanze, die während des Startvorganges mit Hilfe einer pneumatischen Vorrichtung in Zündposition gebracht wird. Nach erfolgter Zündung fährt die Zündlanze wieder in ihre Ruhestellung in einem Bereich hinter dem Flammenhalter zurück. Die Überwachung der Flamme erfolgt durch den in der Brennerfrontseite installierten Flammenwächter. Das Signal "Flamme vorhanden" wird in der Brennersteuerung als Sicherheitskriterium verwendet.

A 4.4 Dampfluftvorwärmer

Der Dampfluftvorwärmer ist dem Frischlüfter nachgeschaltet. Er hat die Aufgabe die Frischluft soweit aufzuheizen (~ 40 °C), daß auf der kalten Seite des nachgeschalteten Ljungström- Luftvorwärmers sowie in den Rauchgaskanälen und im Kamin Taupunktunterschreitung durch zu stark abgekühlte Rauchgase vermieden wird. Der Dampfluftvorwärmer arbeitet dreistufig, wobei der Dampf, der aus der vorhandenen 4,5 bar Schiene über ein Regelventil eingespeist wird, in den Stufen kondensiert. Einzelne Stufen können durch öffnen oder schließen der Kondensatablaufamaturen zu- oder abgeschaltet werden. Das in den Wärmetauscherstufen entstehende Kondensat wird geodätisch in den Kondensatbehälter geführt, der zwecks Druckausgleich des Dampfturmes über Bypassleitungen mit dem Dampfeintrittssammlern der einzelnen Stufen verbunden ist.

Der Kondensatbehälter hat eine thermische Entlüftung, deren Abgang oberhalb des maximalen Wasserstandes liegt. Das sich im Kondensatbehälter sammelnde Kondensat wird über zwei 100% Kondensatpumpen weggefördert. Zur Regelung des Wasserstandes im Kondensatbehälter dient ein auf der Druckseite der Pumpen angeordnetes Wasserstandsregelventil. Bei Abschalten der Stufen ist zu beachten, daß die Stufe 1 zuletzt abgeschaltet wird, um Frostschäden zu vermeiden. Über eine Temperaturmessung in der Stufe 1 wird eine bestehende Frostgefahr signalisiert. Die Wärmeabgabe des Dampfes wird über das Dampfregelventil in Verbindung mit der Zu- oder Abschaltung einzelner Stufen realisiert.

A 4.5 **Ljungström-Luftvorwärmer**

Zwecks Wärmeaustausch zwischen Rauchgasen (nach Eco) und Frischluft (nach Dampfluftvorwärmer) wurde ein Ljungström-Luftvorwärmer installiert. Die in einem Rotor untergebrachte Heizfläche (Speichermasse) dreht sich kontinuierlich in einem Gehäuse welches in Luft- und Rauchgasseite unterteilt ist. Während der Rotordrehung durch den Rauchgaskanal nimmt die Heizfläche (Speichermasse) Wärme aus dem Rauchgas auf und gibt sie während der Rotordrehung durch den Luftkanal an die Frischluft ab.

Die Seite, auf der das heiße Rauchgas auf die Speichermasse auftrifft bzw. die vorgewärmte Frischluft austritt wird heiße Seite genannt. Die andere Seite, auf der das kalte Frischluft auf die Speichermasse auftrifft bzw. die abgekühlten Rauchgase austreten wird kalte Seite genannt. der Ljungström-Luftvorwärmer muß immer im Betrieb sein, wenn die Kesselanlage betrieben wird, damit unzulässige Temperaturdifferenzen zwischen der Frischluftseite und der Rauchgasseite verhindert werden. Der Rotor wird über zwei Hauptantriebe angetrieben. Im Normalbetrieb sind beide Antriebe eingeschaltet.

Es ist aber auch möglich einen Antrieb auszukuppeln, so daß nur noch ein Hauptantrieb in Betrieb ist. Die Lager des Ljungström-Luftvorwärmers werden mit Kühlwasser gekühlt.

Für weitere Detailinformationen wird auf die Herstellerdokumentation im Teil C1 verwiesen.

A 4.6 Steuerluftkompressoren-Anlage

Die für die Kesselanlage benötigte Steuerluft, für die Gasschnellschlußventile, die Zündlanzenverfahreinrichtung und die hilfsgesteuerten Sicherheitsventile wird durch zwei redundante Steuerluftkompressoren erzeugt.

Jeder Steuerluftkompressor besteht im wesentlichen aus dem Kompressor, Wasser- und Schmutzabscheidern, einem Kältetrockner, einem Druckbehälter mit Sicherheitsventil, einer Rückschlagklappe und einer Wartungseinheit mit Druckreduzierung.

Es ist zu beachten, daß jeder Kompressor mit einem Notaus-Schalter bestückt ist, der gedrückt sein darf, wenn die Anlage betriebsbereit sein soll. Der Steuerluftdruck wird durch die drei Druckschalter überwacht.

Bei zu niedrigem Steuerluftdruck schaltet die Kesselanlage automatisch ab.

A 4.7 Sperrluft

Die Sperrluft wird aus der Umgebung über einen Schalldämpfer vom Sperrluftgebläse angesaugt. Das Sperrluftgebläse fördert die Luft über eine Rückschlagklappe zu den vier Brennern. Die Durchtritte durch die Brennerfrontplatte für den Flammenwächter und die Zündlanze werden mit Sperrluft versorgt. Die Sperrluft verhindert den Austritt von Rauchgasen und kühlt die Flammenwächterlinse.

A 4.8 Munterstrockner

Der Munterstrockner dient zur Trockenkonservierung des Wasser-/Dampfsystems der außer Betrieb befindlichen Kesselanlage. Der Kessel wird über die Entleerungen und Entwässerungen unter Druck abgelassen. Anschließend wird eventuell im Verdampfer noch vorhandenes Wasser mit der Restentleerungspumpe und dem Wasserstrahlsauger entfernt. An den Sattdampfsammler wird der Munterstrockner angeschlossen. Die durch den Munterstrockner in den Kessel geblasene erwärmte und getrocknete Luft kann an verschiedenen Stellen der Kesselanlage als feuchte Luft in die Atmosphäre geleitet werden. Somit wird der Kessel in mehrere Trocknungsbereiche eingeteilt.

Auslaß zur Atmosphäre

Trocknungsbereich

Abläßsammler	Trommel+Verdampfer+Fallrohre
Anwärmesammler	Trommel+Verdampfer+Fallrohre +Anwärmesystem
Speisewasserleitung	Trommel+Eco+Speisewasserleitung
Entwässerungen/ Entlüftungen	Überhitzer 1+2+3+ HD-Leitung
Anfahrleitung	Überhitzer 1+2+3+ HD-Leitung

Die einzelnen Trocknungsbereiche werden nacheinander getrocknet, um eine möglichst große Strömungsgeschwindigkeit bzw. bei vielen parallelen Rohren eine große Beaufschlagung zu erreichen.

Die relative Feuchte der in der Atmosphäre austretenden Luft wird gemessen. Sie soll < 30 % bzw. 20°C betragen. Dies entspricht einer absoluten Feuchtigkeit von 4,2 g/kg Luft.