

3.1 Beschreibung der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen und Nebeneinrichtungen sowie der vorgesehenen Verfahren, Begriffe und Abkürzungen

3.1.1 Begriffe und Abkürzungen

Begriff/ Abkürzung	Erläuterung
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
Bicar	Natriumhydrogencarbonat (Adsorptionsmittel zur Abscheidung saurer Bestandteile aus dem Abgas)
BoB	Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung
BuB	Bedienung und Beobachtung (Begriff aus der Leittechnik)
DGRL	Druckgeräterichtlinie
DTS	Dampfturbosatz, bestehend aus Dampfturbine, Getriebe, Generator und Hilfssystemen
EBS	Ersatzbrennstoff
EBSC	EBS-Concept GmbH
Fe-Metalle	Eisenmetalle
FWL	Feuerungswärmeleistung
GEA	Gefährliche Explosionsfähige Atmosphäre
GWK	Großwasserraumkessel
Hiko	Hilfskondensator
HKW	Heizkraftwerk (Gesamtanlage bestehend aus Dampferzeugern, Dampfturbinen, Wasser-Dampfkreislauf und zugehörigen Nebenanlagen)
HOK	Herdofenkoks (Adsorptionsmittel zur Abscheidung von flüchtigen Schwermetallen und organischen Schadstoffen aus dem Abgas)
IBS	Inbetriebsetzung
Komponenten-EMSR	Sämtliche Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnischen Einrichtungen einschließlich Bedienung und Beobachtung von komplett gelieferten Anlagenteilen
KRA	Kondensatreinigungsanlage
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LF	Lastfall
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie
M-LüAR	Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie
MSR	Einrichtungen zum Messen, Steuern und Regeln
NE-Metalle	Nichteisenmetalle
PFR	Papierfaserreststoff
SCR	Selektive katalytische Reduktion (Verfahren zur Stickoxidminderung)
STE	Steinbeis Energie GmbH

Begriff/ Abkürzung	Erläuterung
STP	Steinbeis Papier GmbH
Trafo	Transformator
UEG	Untere Explosionsgrenze
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WAA	Wasseraufbereitungsanlage
ZBV	Zur besonderen Verwendung
ZLT, PLS	Zentrale Leittechnik bzw. Prozess-Leit-System: Alle zentralen Einrichtungen der leittechnischen Ausrüstung (Automatisierung sowie Bedienung und Beobachtung)

3.1.2 Anlagen-, Verfahrens- und Betriebsbeschreibung

Die Anlagen-, Verfahrens- und Betriebsbeschreibung dient der Darstellung des verfahrenstechnischen Ablaufs und der dafür notwendigen Aggregate für einen einwandfreien Betrieb der Anlage.

Es werden hier nur die geplanten und mit diesem Antrag beantragten Maßnahmen beschrieben. Die Bestandsanlagen selber bzw. die Schnittstellen zu den Bestandsanlagen werden nur beschrieben, sofern dies für die Verständlichkeit der hier beantragten Maßnahmen erforderlich ist.

Der neue Kessel 7 mit der zugehörigen Abgasreinigung und den weiteren erforderlichen Anlagenteilen (Dampfturbine, Wasseraufbereitung, Balance of Plant etc.) wurden bisher noch nicht bestellt und werden daher im Folgenden herstellernerneutral beschrieben. Diese unterliegen noch den herstellerspezifischen Detailauslegungen nach Vergabe der Komponenten und können sich daher noch geringfügig von Hersteller zu Hersteller unterscheiden.

Die im vorliegenden Genehmigungsantrag beschriebenen und noch nicht final festlegbaren Details haben jedoch keinen negativen Einfluß auf die Auswirkungen auf die gemäß § 1 BImSchG beschriebenen Schutzgüter und auf die dargestellten und beschriebenen Kubaturen der Gebäude etc. - hier wurden maximale und realistische Abmessungen berücksichtigt.

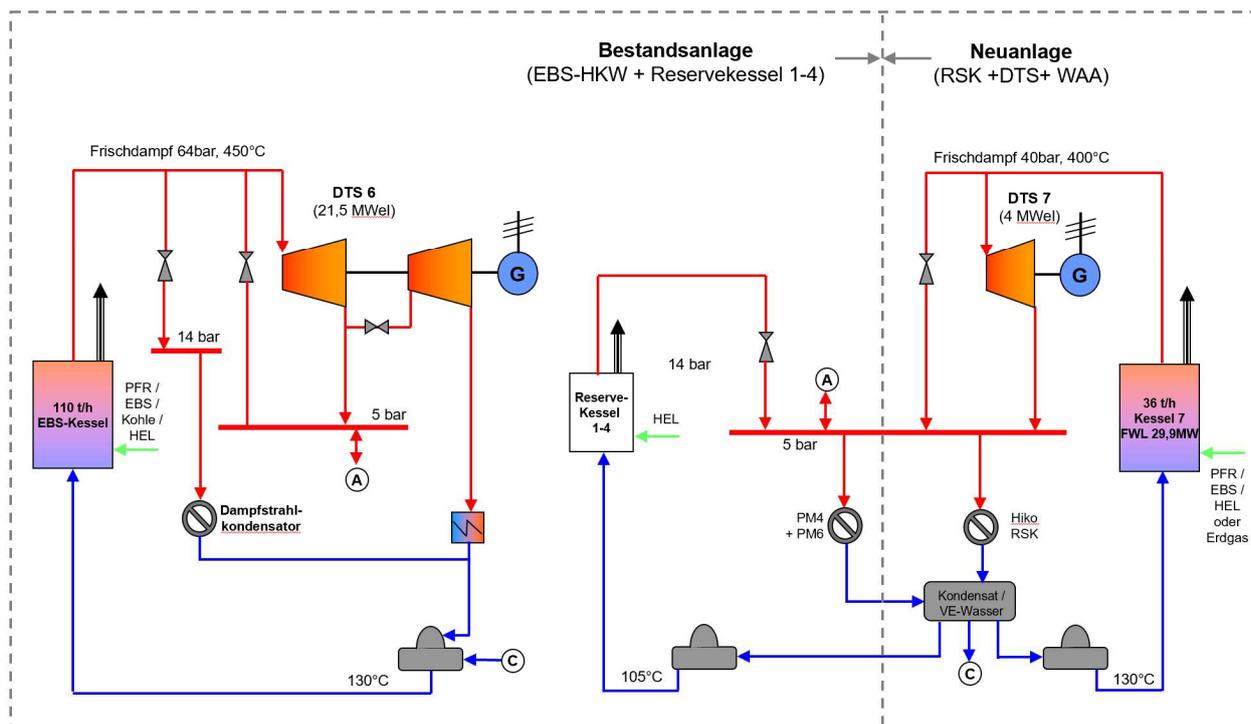
3.1.2.1 Anlagenaufbau

Die geplante Kraftwerkserweiterung der STE besteht im Wesentlichen aus folgenden Anlagenteilen

- Brennstoffversorgung für den neuen Kessel 7
- Neuer Kessel 7 mit Abgasreinigung und Nebenanlagen
- Dampfturbosatz
- Wasser-Dampf-Kreislauf (Erweiterung der Rückkühl- und Hilfskondensatorleistung, sowie Einbindearbeiten in den Bestand)
- Zusatzwasser- und Kondensatreinigung

sowie aller in Zusammenhang stehenden Nebenanlagen inkl. Anbindung an die bestehenden Anlagen des Heizkraftwerkes.

In dem folgenden Übersichtsschema sind die bestehenden und die neuen Anlagen dargestellt (der bestehende Kessel 5 sowie der Etagenofen wird hier nicht mehr dargestellt, da diese mit Inbetriebnahme des neuen Kessel 7 stillgelegt werden).



Der im neuen Kessel 7 erzeugte Hochdruckdampf wird im Dampfturbosatz so weit entspannt, dass er nach dem Turbinenaustritt an das Prozessdampfnetz des Standortes übergeben und für die Produktion der benachbarten Papierfabrik der Steinbeis Papier GmbH (für die Papiermaschinen und deren Nebensysteme) verwendet werden kann.

Die bei der Entspannung des Dampfes frei werdende Arbeit wird zur Stromerzeugung genutzt, welcher aktuell in das öffentliche Netz eingespeist wird. Während den Betriebszuständen, in welchen die Dampfturbine nicht die erzeugte Dampfmenge des Kessel 7 verwerten kann, wird die überschüssige Dampfmenge über eine Dampfumformstation geleitet, mit welcher der Hochdruckdampf ebenfalls, jedoch ohne gekoppelte Stromerzeugung, auf das erforderliche Druckniveau der Prozessdampfschiene entspannt wird. Hierdurch bleibt die Versorgung des Standortes mit aus Reststoffen erzeugtem Dampf sichergestellt.

In den Fällen, in denen der Dampf aus der Dampfturbine nicht vollständig zur Papierproduktion eingesetzt werden kann (z. B. weil die Papierfabrik bei Papierabbrissen wenig Dampf benötigt), wird der überschüssige Dampf im ebenfalls neu errichteten Hilfskondensator kondensiert und stellt somit keinen Dampfverlust dar.

Das Kondensat aus der Produktion wird gereinigt und zusammen mit dem Kondensat des Hilfskondensators wieder als Speisewasser den Dampferzeugern zugeführt.

Die Auslegungsdaten der Anlagenteile sowie die Stoffströme sind den Antragsformularen zu entnehmen.

3.1.2.2 Betriebs- und Fahrweise

Das Heizkraftwerk und somit auch der neue Kessel 7 wird – außer bei Revisionen und ungeplanten Stillständen (Ausfällen) – durchgehend 24 Stunden pro Tag, 7 Tage pro Woche und damit bis zu 365 Tage pro Jahr betrieben. Die Anlagenteile werden so ausgerüstet, dass ein Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung von bis zu 72 h möglich ist.

3.1.2.3 Brennstoffe

Als Hauptbrennstoffe sollen im Kessel 7 vorrangig Papierfaserreststoffe und zur Anhebung des Heizwertes sowie zur Sicherstellung der eigenständigen Verbrennung hochkalorischer Ersatzbrennstoff (sogenannter Fluff) eingesetzt werden. Der Einsatz von externem EBS ist neben der Heizwertanhebung für den am Standort anfallenden Faserreststoff auch vor dem Hintergrund der aktuellen Energiesituation und den damit verbundenen Unsicherheiten für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage und der Versorgungssicherheit des Standortes erforderlich.

Bei den Papierfaserreststoffen handelt es sich im Wesentlichen um eine mechanisch getrocknete Mischung, bestehend aus Faser, Füllstoff und Deinkingresten der Altpapieraufbereitung und Papierherstellung, die als Schlämme der Abwasserbehandlung des Produktionsstandortes der Steinbeis Papier GmbH anfallen. Diese werden bereits teilweise im bestehenden Kessel 6 mitverbrannt. Der aktuell überschüssige und extern zu entsorgende Anteil wird künftig dem neuen Kessel 7 zugeführt.

Die EBS-Brennstoffe werden, wie auch bei dem bestehenden Kessel 6 durch zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe an STE übergeben bzw. angeliefert und dem Kessel ohne weitere Aufbereitungsschritte zugeführt. Aktuell erfolgt die Bereitstellung der Ersatzbrennstoffe überwiegend durch die am Standort ansässige und eigenständig genehmigte Anlage der EBS Concept GmbH (EBSC). Die Ersatzbrennstoffe werden im Bereich der EBSC auf ein Förderband zum Kessel 7 gegeben, analog der Förderung zum bestehenden Kessel 6. Sofern es zu Störungen oder Unterbrechungen in der Brennstoffversorgung kommt, wird im Bereich des neuen Kessels 7 eine Notannahme errichtet, über die eine Belieferung durch Dritte erfolgen kann. Die Qualitätssicherung des Brennstoffes erfolgt durch den jeweiligen Brennstofflieferanten.

Neben der Feststofffeuerung soll der neue Kessel 7 mit einer Zünd- und Stützfeuerung ausgerüstet werden, die entweder mit Heizöl EL oder Erdgas betrieben werden kann. Im bestimmungsgemäßen Betrieb des Kessel 7 (innerhalb des nachstehenden Feuerungsleistungsdiagrammes) ist jedoch kein zusätzlicher Energieeinsatz (außer im An- und Abfahrbetrieb) zu erwarten. Die Zünd- und Stützfeuerung wird an die am Standort vorhandenen Brennstoffversorgungen (Erdgassystem bzw. Heizölversorgung) entsprechend den gültigen Richtlinien angebunden.

In der nachstehenden Tabelle sind die eingesetzten Brennstoffe aufgelistet:

Abfallschlüssel gemäß AVV	AVV-Bezeichnung (betriebsinterne Bezeichnung)	Herkunft
03 03 10	Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung (Papierfaserreststoffe)	Schlamm Trocknung STP
19 12 10	Brennbare Abfälle / Brennstoffe aus Abfällen (Ersatzbrennstoffe)	EBSC oder Dritte*
19 12 12	Brennbare Abfälle / Brennstoffe aus Abfällen (Ersatzbrennstoffe)	EBSC oder Dritte*

* Dritte: Zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe mit eigenständiger Genehmigung

Ein Einsatz von gefährlichen Abfällen (AVV-Nummern mit *) ist nicht vorgesehen.

Da die einzelnen Brennstoffe unterschiedliche Heizwerte haben, ergeben sich abhängig von den Anteilen der einzelnen Fraktionen an der Mischung auch unterschiedliche Mischheizwerte. Diese werden erfahrungsgemäß zwischen rund 4,5 MJ/kg und 10 MJ/kg liegen. Um der Feuerung einen möglichst homogenen Brennstoffmix zuzuführen und eine stabile Verbrennung zu gewährleisten, werden die Festbrennstoffe in den Vergleichmäßigungseinheiten vorgemischt, bevor sie den Brennstoffvorlagen des neuen Kessels 7 zugeführt werden.

Die weiteren Angaben zu den Brennstoffen, wie z. B.

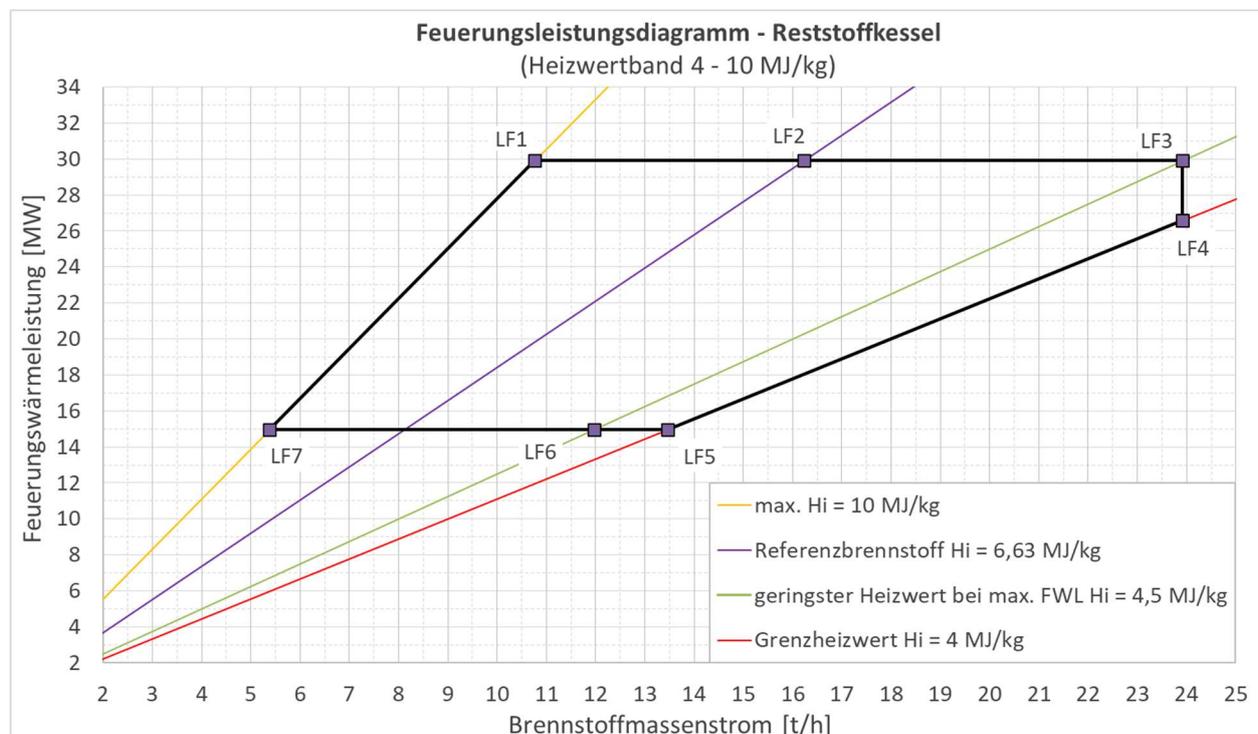
- erwartete minimale und maximale Massenströme
- kleinste und größte Heizwerte
- Zusammensetzungen einschließlich größtem Gehalt an Schadstoffen

sind im Formular 3.5 und im Anhang zu Formular 3.5, gehandhabte Stoffe, aufgeführt.

In der nachfolgenden Abbildung ist zur weiteren Erläuterung das Feuerungsleistungsdiagramm des Kessel 7 dargestellt. Innerhalb der mit schwarzen Linien begrenzten Fläche kann der neue Kessel 7 in jedem Betriebspunkt dauerhaft und ohne Stützfeuerung betrieben werden. Der Betriebsbereich wird auf der linken Seite durch den höchsten Heizwert (10 MJ/kg, LF7 bis LF1) und auf der rechten Seite durch den Grenzheizwert (4 MJ/kg, LF4 bis LF5) begrenzt. Die kurze vertikale Linie (LF3 bis LF4) auf der rechten Seite des Betriebsbereiches zeigt die technisch / wirtschaftlich sinnvolle Begrenzung auf, wodurch unterhalb eines gewissen Heizwerts – hier bei 4,5 MJ/kg – nicht mehr die volle Feuerungswärmeleistung gefahren werden kann. Ursächlich hierfür ist die technisch / wirtschaftliche Beschränkung der System- und Komponentenauslegung, wie z. B. die Ascheförderung, Saugzug, Rezirkulationsgebläse etc.

Nach oben wird der Betriebsbereich (LF1 bis LF3) durch die maximale Feuerungswärmeleistung (29,9 MW) – auch bezeichnet als maximale Dauerleistung – begrenzt. Nach unten wird der Betriebsbereich durch die Teillastfähigkeit des Reststoffkessels begrenzt, die üblicherweise bei ca.

50 % der maximalen Feuerungswärmeleistung liegt (LF5 bis LF7). Bei jahresmittlerer Brennstoffmischung (d.h. bei einem mittleren Heizwert von 6,63 MJ/kg) wird der Reststoffkessel auf der violetten Linie (durch LF2) betrieben.



Zur Erläuterung der begrenzenden Betriebspunkte des Kessel 7, sind diese in nachstehender Tabelle aufgelistet:

Lastfälle (LF)

- LF1: Maximale Feuerungswärmeleistung (FWL) bei maximalem Heizwert des Mischbrennstoffs (hauptsächlich PFR + Fluff, alternativ 100% EBS mit abgesenktem Heizwert)
- LF2: Maximale FWL bei Referenzbrennstoff (Jahresmittel gemäß Brennstoffanfall und jahresmittlerer Brennstoffspezifikation)
- LF3: Maximale FWL bei geringstem Heizwert des Mischbrennstoffs (minimaler Heizwert aus vorliegenden Brennstoffanalysen)
- LF4: Maximale FWL bei minimal zulässigem Heizwert des Mischbrennstoffs (Grenzhheizwert)
- LF5: Minimale FWL bei minimal zulässigem Heizwert des Mischbrennstoffs (Grenzhheizwert)
- LF6: Minimale FWL bei Referenzbrennstoff
- LF7: Minimale FWL bei max. Heizwert des Mischbrennstoffs (PFR + Fluff / alternativ EBS mit abgesenktem Heizwert)

Anmerkung: Der Grenzhheizwert (Linie zwischen LF4 und LF 5) beschreibt eine Auslegungsreserve für eine Unterschreitung des minimalen Heizwertes aus vorliegenden Analysen. In diesem Bereich soll ein Betrieb nur in Ausnahmefällen stattfinden und gehört somit nicht zu den Standardlastfällen bzw. dem Standardbetriebsbereich des Reststoffkessels.

Je nach Lieferanten des Wirbelschichtkessels kann das Feuerungsleistungsdiagramm in den Teillastbereichen und Grenzhelzwertbereichen aus technischen Gründen ggf. von dem oben dargestellten Feuerungsleistungsdiagramm abweichen, wobei die Abweichungen innerhalb der oben dargestellten Grenzen liegen werden.

Im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Schutzgüter wird von den nachfolgend beschriebenen pessimalen bzw. ungünstigsten Bedingungen ausgegangen:

a) Immissionsprognose Luft:

Der neue Kessel 7 wird 8.760 Stunden pro Jahr mit der maximalen Dauerleistung von 29,9 MW mit dem Mischbrennstoff mit dem geringsten Heizwert betrieben (4,5 MJ/kg im FLD LF3). Dies ergibt den höchsten Abgas-Volumenstrom der Feststoffverbrennung und damit die rechnerisch höchsten Emissionsfrachten. Die maximalen Frachten ergeben sich dabei aus der Multiplikation des Abgasvolumenstroms mit dem Emissionsgrenzwert des jeweiligen Stoffes. Dieser Fall wurde den Emissionsberechnungen der Immissionsprognose zugrunde gelegt.

b) Verkehr (siehe auch Kapitel 4.7.1):

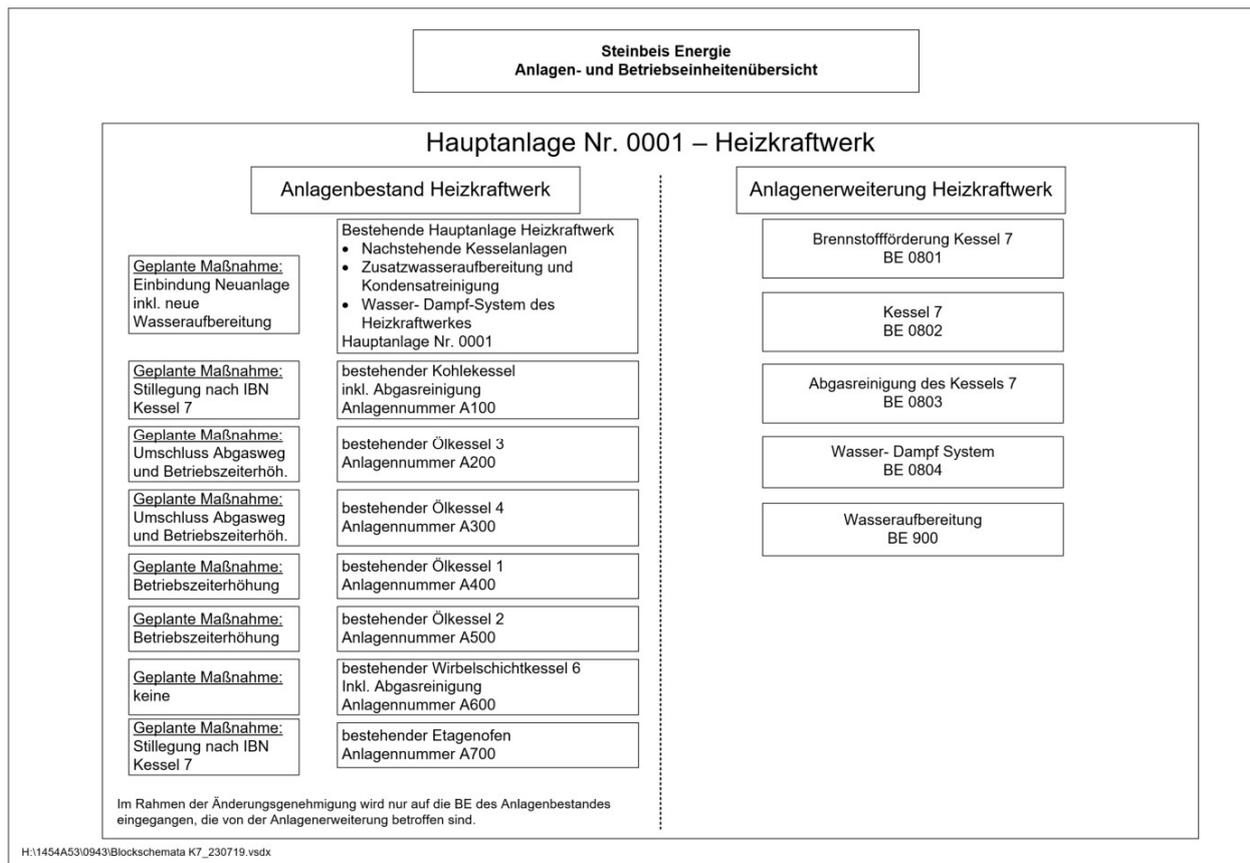
Die Auswirkungen der Anlage auf das Verkehrsaufkommen erfolgt für die zwei Betrachtungsfälle „Regelbetrieb“ und „Notbetrieb“.

Für die Betrachtung des Regelbetriebs wird von einem Betrieb des Kessel 7 an 8.760 Stunden pro Jahr auf Vollast bei jahresmittlerem Heizwert (6,63 MJ/kg im FLD LF2) ausgegangen. Dabei wird angenommen, dass die am Standort Glückstadt anfallenden Papierfaserreststoffe, die nicht in dem vorhandenen Kessel 6 thermisch verwertet werden können, komplett im neuen Reststoffkessel eingesetzt werden und keine Papierfaserreststoffe nach extern entsorgt werden. Der erforderliche Ersatzbrennstoff zur Anhebung des Mischheizwertes wird von der bereits genehmigten Anlage des am Standort ansässigen externen Entsorgungsbetriebes (EBSC) bereitgestellt. Die Entsorgung von Aschen und Anlieferung von Hilfsstoffen erfolgt mittels LKW.

Für die Betrachtungen des Notbetriebes, wird die LKW-Anzahl bei Betrieb mit max. Feuerungsleistung (LF 1) und ausschließlich extern angeliefertem Ersatzbrennstoff berücksichtigt.

3.1.3 Beschreibung der neuen und geänderten Anlagenteile

Für die nachfolgenden Erläuterungen wird die Kraftwerksanlage in Betriebseinheiten unterteilt, wobei auf den Betriebseinheiten bzw. Anlagennummern der bestehenden Genehmigung/Anlage aufgebaut wird. Nachstehende Betriebseinheiten- und Anlagenübersicht zeigt die Maßnahmen im Rahmen des Neubauprojektes Kessel 7 auf. Eine detaillierte Erläuterung der Maßnahmen ist den nachstehenden Kapiteln zu entnehmen.



3.1.4 Kohlekessel (A100) und Etagenofen (A700)

3.1.4.1 Stilllegung des bestehenden Kohlekessels (Kessel 5) und Etagenofens

Der bestehende Kohlekessel sowie der Etagenofen werden mit Inbetriebnahme des neuen Kessels 7 zusammen mit dem zugehörigen Schornstein stillgelegt. Ein Parallelbetrieb der Anlagen (Kohlekessel und Etagenofen parallel zu Kessel 7) wird nicht erfolgen.

Der Schornstein des bestehenden Kohlekessels wird bis zur Inbetriebnahme des neuen Kessel 7 zur Ableitung der Abgase der beiden Besicherungskessel 3 und 4 noch benötigt. Künftig erfolgt die Ableitung der Rauchgase der Kessel 3 und 4 über den neuen Schornstein des Kessel 7 mittels den Kesseln zugeordneten Innenzügen. Im Rahmen des lufthygienischen Gutachtens (Kapitel 17) wurde die, durch den Wegfall des Kessel 5, erforderliche Ableitung der Rauchgase der Kessel 3 und 4 über den Schornstein des neuen Kessel 7 (künftiger Betrieb) betrachtet.

3.1.5 Bestehende Ölkessel 1 bis 4 (A200 bis A500)

3.1.5.1 Betriebszeiterhöhung der bestehenden Ölkessel

Durch die Errichtung und den Betrieb des Kessel 7 in Verbindung mit der geplanten Stilllegung des Kessel 5 ergibt sich künftig die Notwendigkeit die Reservekessel 1 bis 4 wieder uneingeschränkt ganzjährig betreiben zu können.

3.1.5.2 Rauchgasseitiger Umschluss der bestehenden Ölkessel 3 und 4 (A200 und A300)

Die Abgase der beiden Ölkessel 3 und 4 werden vor Umsetzung der Maßnahme zum Neubau des Kessel 7 über den Schornstein des bestehenden Kohlekessels abgeleitet. Da der Kohlekessel inklusive dem 99 m hohen Bestandsschornstein außer Betrieb genommen wird, ist es erforderlich die Rauchgase der beiden Kessel über einen neuen Schornstein abzuleiten. Hierzu werden die Abgasströme der beiden Kessel mittels Gebläsen (je Kessel ein eigenes Gebläse und eine Rauchgasleitung zum Kessel 7) zum Schornstein des Kessel 7 gebracht und jeweils über einen separaten Schornsteinzug abgeleitet.

3.1.6 Brennstoffsystem (BE 0801)

3.1.6.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Das Brennstoffsystem dient der sicheren Versorgung des neuen Kessels mit Reststoffen. Details zum Aufbau können dem Schema im Kapitel 3.8 entnommen werden.

Der Hauptzweck des Kessel 7 ist die sichere Entsorgung der am Standort anfallenden Papierfaserreststoffe (AVV 03 03 10). Zur Anhebung des Brennstoff-Heizwertes und Ausgleich von Mengenschwankungen der Papierfaserreststoffe sollen dem neuen Kessel 7 zudem durch entsprechend zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe aufbereitete Ersatzbrennstoffe zugeführt werden (AVV 19 12 10 und AVV 19 12 12).

In der bestehenden Entwässerung der Steinbeis Papier GmbH wird den Papierfaserreststoffen, wie bisher, Wasser entzogen und von dort direkt zum neuen Kessel 7 gefördert. Die Ersatzbrennstoffe werden aufbereitet an STE übergeben bzw. angeliefert und dem Kessel ohne weitere Aufbereitungsschritte zugeführt. Somit ist die Errichtung eines neuen Reststofflagers inkl. Brennstoffaufbereitung nicht erforderlich und nicht vorgesehen. Es werden lediglich zwei Vergleichsmäßigungsilos in einer Einhausung oberhalb der neuen Wasseraufbereitung vorgesehen, welche kurzzeitige Schwankungen im Anfall der beiden Brennstofffraktionen ausgleichen können. Somit kann eine homogene und gleichmäßige Brennstoffmischung hergestellt werden, welche anschließend zu den Brennstoffvorlagen des neuen Kessels 7 gefördert wird.

Die Andienung der Brennstoffe erfolgt über Transportbänder, die an den Schnittstellen zur Papierfabrik bzw. zum Aufbereiter mit entsprechenden Aufgabemöglichkeiten ausgerüstet sind.

Des Weiteren verfügen die jeweiligen Transportwege zum Kessel 7 über Abwurfmöglichkeiten und Umlastmöglichkeiten auf parallel verlaufende Förderaggregate, um bei Störungen einzelner Bereiche des Brennstoffförderwegs die Versorgung des Kessels mit Brennstoffen möglichst aufrecht erhalten zu können. Vorrang hat hier die Entsorgung der betriebseigenen Papierfaserreststoffe.

Zusätzlich wird für einen Notbetrieb bei Nicht-Verfügbarkeit des Brennstofftransportes zum Kessel 7 ein Notabwurf- bzw. eine Notaufgabe für den Kessel vorgesehen, die mittels LKW-Anlieferung/Radlader beschickt werden kann.

3.1.6.2 Aufgabenstellung des Systems

Das Brennstoffsystem dient der betriebssicheren Versorgung des neuen Kessels 7 mit Brennstoffen und hat folgende Aufgaben:.

- Übernahme der durch Steinbeis Papier entwässerten Papierfaserreststoffe
- Übernahme der bei EBS Concept GmbH aufbereiteten Ersatzbrennstoffe
- Förderung der einzelnen Brennstofffraktionen zu den Vergleichmäßigungssilos
- Herstellung einer homogenen Brennstoffmischung mittels der Vergleichmäßigungssilos als Grundlage für eine stabile Verbrennung
- Transport der Brennstoffmischung zu den Brennstoffvorlagen direkt am neuen Kessel 7
- Notannahme bei Unterbrechung oder Nicht-Verfügbarkeit der Brennstoffanlieferung

3.1.6.3 Aufbau und Beschreibung des Systems

Das Brennstoffsystem (Übernahme Brennstoffe, Herstellen Brennstoffmischung, Transport zum Kessel) verbindet die Anfallstellen der Brennstoffe mit dem Reststoffkessel. Die verfahrenstechnische Abwicklung des Brennstoffförderweges bis zum Kessel ist dem Fließbild in Kapitel 3.8 zu entnehmen.

Übernahme Ersatzbrennstoffe

Die Übernahme des Ersatzbrennstoffes erfolgt in der bestehenden Brennstoffhalle der EBSC. Die Schnittstellen zum neuen System liegen innerhalb der Brennstoffhalle der EBSC wie folgt:

- im Abwurf zwischen zwei Förderbändern, aus dem Bestand (Betriebsführung EBSC) auf nachgeschaltetes reversierbares Förderaggregat (Betriebsführung STE)
- im Abwurf des reversierbaren Förderaggregates (Betriebsführung STE) in die bestehende und bereits aktuell genutzte Zwischenlagerfläche (Betriebsführung EBSC)

Übernahme Papierfaserreststoffe

Die Übernahme der Papierfaserreststoffe erfolgt im Abwurf nach der mechanischen Entwässerung der STP. Die Schnittstelle zum neuen System liegt im Bereich der bestehenden Entwässerungshalle der STP wie folgt:

- Im Abwurf zwischen zwei Förderbändern, aus dem Bestand (Betriebsführung STP) auf ein nachgeschaltetes Förderaggregat (Betriebsführung STE)
- im Abwurf einer umschaltbaren Hosenschurre (Betriebsführung STE) auf ein Förderaggregat zum bestehenden Zwischenlager für Papierfaserreststoffe (Betriebsführung STP)

Förderung Brennstoffe

Der Transport der einzelnen Brennstofffraktionen zum neuen Kessel 7 erfolgt mittels geeigneter

Stetigförderer (Muldegurtförderer, Rohrförderer, Senkrechtförderer etc.). Bis zu den Vergleichmäßigungssilos wird jede Fraktion über einen eigenen Förderweg gefördert, der an geeigneten Stellen über Abwürfe verfügt, um auf das jeweils parallele System wechseln zu können und somit möglichst hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die außenliegenden Fördereinrichtungen sowie die Übergabestellen auf den jeweils folgenden Förderer werden in geschlossener Bauweise (witterungsgeschützt) ausgeführt.

Die Erfassung der Brennstoffmengen auf dem Förderweg erfolgt mittels Bandwaagen, welche in die einzelnen Förderwege integriert werden.

Herstellen einer homogenen Brennstoffmischung

Für jede Brennstofffraktion wird jeweils ein Vergleichmäßigungssilo (keine Lagerung) vorgesehen. Dies ist erforderlich, da der Anfall und die Aufbereitung der Brennstoffe kurzzeitigen Schwankungen unterliegen. Um diese Schwankungen auszugleichen, werden die Brennstoffe im Normalbetrieb jeweils über die Vergleichmäßigungssilos geleitet und können somit in konstantem Mischungsverhältnis den Förderern zu den Brennstoffvorlagen des Kessel 7 zugeführt werden.

Das Vergleichmäßigungssilo für EBS wird mittels eines Gebläses in leichtem Unterdruck gehalten, um ein Entweichen von Luft zu vermeiden. Die abgesaugte Luft wird der Verbrennungsluft des Kessel 7 zugeführt.

Übergabe der Brennstoffmischung an den Kessel 7

Die Übergabe erfolgt mittels eines reversierbaren Förderbandes, welches oberhalb der Brennstoffvorlagen im Kesselhaus angeordnet ist. So können die Brennstoffvorlagen im Wechsel und je nach Erfordernis (z.B. Füllstand) befüllt werden.

Notannahme

Mittels der Notannahme können die Brennstoffe auch über LKW zum Kessel gebracht werden. Dies wird dann relevant, wenn der Brennstofffluss über die für den Normalbetrieb vorgesehenen Fördereinrichtungen nicht mehr gewährleistet werden kann.

Der Notannahmeförderer (z.B. Plattenbandförderer mit Abwurftrichter) wird in einer Grube aufgestellt und mit einer eingehausten Abwurfstelle für LKW ausgestattet. Die Abförderung erfolgt mittels Senkrechtförderer zum Reversierband oberhalb der Brennstoffvorlagesilos.

3.1.6.4 Betrieb des Systems

Normalbetrieb

Die einzelnen Brennstofffraktionen werden von der jeweiligen Übergabestelle zum entsprechenden Vergleichmäßigungssilo gefördert. Durch die Austragsgeschwindigkeit der Austragsschnecken aus den Vergleichmäßigungssilos soll möglichst eine homogene Brennstoffmischung bereitgestellt werden, die zu den Brennstoffvorlagen des Kessel 7 gefördert wird.

Sonderbetriebsfälle

Anfahren des Systems

Die Vergleichmäßigungssilos werden zunächst zu etwa 50 % mit dem jeweiligen Brennstoff befüllt und im laufenden Betrieb möglichst bei diesem Füllgrad gehalten. Anschließend werden auf Anforderung des Kessel 7 die Austragssysteme der Vergleichmäßigungssilos und das Fördersystem zum Kessel 7 gestartet, um die Brennstoffvorlagen am Reststoffkessel auf ein vorgegebenes Niveau zu füllen. Bei Erreichen des Sollfüllgrades beginnt der Reststoffkessel die Reststoffe zu verfeuern. Die Austragsmenge aus den Vergleichmäßigungssilos und Beschickung des Fördersystems in Richtung Kessel 7 erfolgt so, dass eine möglichst homogene Brennstoffmenge den Brennstoffvorlagen am Kessel 7 zugeführt wird.

Abfahren des Systems, z. B. wegen eines Kesselstillstands

Die Förderaggregate, Vergleichmäßigungssilos sowie die Brennstoffvorlagen am Kessel werden vor dem geplanten Abstellen des Kessels leer gefahren.

Ausfall eines Brennstoffförderweges

Sofern eine gesamte Brennstoffförderlinie ausfällt, kann der entsprechende Brennstoff über die Notaufgabe dem Kessel zugeführt werden. Die Herstellung der Brennstoffmischung erfolgt dann über die Austragsgeschwindigkeit des noch in Betrieb befindlichen Vergleichmäßigungssilos sowie die Austrags- und Förderleistung des Notannahmeförderers. Die beiden Brennstoffströme werden oberhalb der Brennstoffvorlagen zusammengeführt und vermischen sich im Abwurf auf die Vorlagensilos des Kessels. Die Herstellung einer homogenen Brennstoffmischung ist somit nach wie vor gewährleistet.

Ausfälle beider Brennstoffförderwege

Über die Notaufgabe können beide Brennstoffe abgeworfen und zum Kessel gefördert werden, die Herstellung einer homogenen Brennstoffmischung ist dann nur noch bedingt möglich. Der Kessel 7 kann jedoch innerhalb seiner Grenzen weiter betrieben werden.

3.1.6.5 Absicherung (mechanisch, leittechnisch) des Systems

Im Rahmen der Detailplanungen für das Brennstoffsystem durch die ausführenden Firmen sollen insbesondere im Bereich der Anlagensicherheit die herstellereigenen Kenntnisse und Erfahrungen einfließen. Nachstehend sind die wesentlichen schon jetzt feststehenden Einrichtungen und Maßnahmen beschrieben:

- Die Förder- und Aufbereitungseinrichtungen sind mit Reißleinen und Not-Halt-Einrichtungen entsprechend der Maschinenrichtlinie ausgeführt.
- Alle Förderer sind nach Möglichkeit geschlossen ausgeführt oder aber sind gegen Berührung mit entsprechenden Schutzvorrichtungen gegen unbeabsichtigtes Hineingreifen gesichert.

- Soweit erforderlich, werden Gefahrenbereiche gegen Zutritt gesichert. Spezielle Bereiche, wie beispielsweise Schaltanlagen, werden gegen unbefugten Zutritt gesichert. Der Zugang kann nur durch eingewiesenes Personal mit Zugangsberechtigung erfolgen. Des Weiteren werden in speziellen Bereichen entsprechende Einrichtungen (z. B. Türkontaktschalter oder Lichtschranken) vorgesehen, welche die Maschinenteknik – von der die Gefahr in dem jeweiligen Bereich ausgeht – sicher abschalten.

3.1.7 Neuer Kessel 7 (BE 0802)

3.1.7.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Der neue Kessel 7 stellt zusammen mit der direkt zugeordneten Abgasreinigungsanlage, dem neuen Dampfturbosatz etc. eine KWK-Anlage zur Erzeugung von Strom und Prozessdampf aus Reststoffen dar. Er dient der Verbrennung der mit diesem Genehmigungsantrag beantragten Reststoffe. Dem Kessel 7 nachgeordnet ist eine Abgasreinigungsanlage, die eine eigene Betriebs-einheit darstellt und im folgenden Kapitel beschrieben wird. Bei dem neuen Reststoffkessel handelt es sich um einen Kessel mit einer stationären Wirbelschichtfeuerung.

Der Reststoffkessel mit seinen Aggregaten, wie z.B. Brennstoffvorlagen, Frischluftgebläsen und Speisewasserpumpen wird in einem eigenen Kesselhaus aufgestellt. Der Stahlbau des Kessel 7 wird gleichzeitig Bestandteil der Gesamtkonstruktion zur Halterung von Bühnen und Gitterrostebenen. Angaben zur Anordnung des Reststoffkessels mit seinen zugehörigen Nebensystemen können den Maschinenaufstellungsplänen in Kapitel 3.6 entnommen werden.

3.1.7.2 Aufgabenstellung des Systems

Der Reststoffkessel besteht im Wesentlichen aus einer stationären Wirbelschichtfeuerung und dem Dampferzeuger inkl. Überhitzer. Die Feuerung des Reststoffkessels hat die Aufgabe, die Brennstoffwärme der Reststoffe freizusetzen und heißes Abgas zu erzeugen. Der Dampferzeuger hat die Aufgabe, die im Abgas enthaltene Wärme an den Wasser-Dampf-Kreislauf zu übertragen und Hochdruckdampf zu erzeugen, dessen Temperatur im Überhitzer weiter angehoben wird, um den so erzeugten Dampf dann zur Verstromung der ebenfalls neuen Dampfturbine zuführen zu können.

Die Feuerung wird so ausgeführt und eingestellt, dass die Bedingungen der 17. BImSchV sicher eingehalten werden.

3.1.7.3 Aufbau des Systems

Die wesentlichen Hauptauslegungsdaten des Reststoffkessels sind nachfolgend aufgeführt:

Frischdampfdruck	bar(abs.)	ca. 40
Frischdampftemperatur	°C	400 - 420
Frischdampfmassenstrom	t/h	ca. 36
Feuerungswärmeleistung Reststoffkessel (Feststoffe)	MW	29,9

Der Kessel 7 besteht im Wesentlichen aus folgenden Anlagenteilen, die im Folgenden näher beschrieben werden:

- Brennstoffzuführung mit Vorlagen (Schnittstelle zum Brennstoffsystem) zur Heizwert-Vergleichmäßigung der zugeführten Brennstoffe/Reststoffe, Brennstoffdosierung ab Brennstoffvorlage
- Feuerraum/Brennkammer
- Abgaszüge mit folgenden Heizflächen:
 - Überhitzer
 - Verdampfer
 - Economiser (Speisewasservorwärmung)
- Aschesystem für Bett-, Kessel- und Vorentstauberasche
- Wasser-Dampf-Kreislauf des Dampferzeugers, im Naturumlaufprinzip ausgeführt
- Abkühlung der Abgase auf ca. 160°C bis 180 °C (je nach eingesetztem Additiv zur Rauchgasreinigung), dann Zuführung zur Abgasreinigung

Brennstoffzuführung, Brennkammer und Abgaszüge/Heizflächen

Aus der Brennstoffvorlage des Kessel 7 wird die Brennstoffmischung über Bandwaagen oder Dosierschnecken in den unteren Teil der Feuerung (Teil des Dampferzeugers) dem Kessel 7 zugeführt. In diesem Brennstoffweg wird eine mechanische Trennung (z.B. Zellradschleusen) zwischen dem Feuerraum und den Brennstoffvorlagen vorgesehen, um einen Rückbrand auszuschließen. Im Bereich der Brennstoffzuführung in den Feuerraum ist das Wirbelbett am dichtesten und sehr turbulent, so dass hier der größte Teil des Brennstoffs verbrennt. Im oberen Bereich des Wirbelbettes befinden sich zudem die Zünd- und Stützbrenner (Erdgas/HEL), die zum einen zur Aufheizung des Wirbelbettes vor der ersten Brennstoffaufgabe dienen und zum anderen bei starken Schwankungen des Brennstoffenergieinhaltes die Feststofffeuerung zur Einhaltung der Verbrennungstemperatur gemäß der 17.BImSchV stützen können. Die Brennkammer ist in diesem Bereich feuerfest ausgekleidet, um die Membranwände des Dampferzeugers zu schützen und die Verbrennungstemperatur möglichst konstant zu halten.

Die Abgase verlassen den Feuerraum bzw. die Brennkammer gemeinsam mit der feinen Flugasche. Anschließend werden sie in einem Leerzug, dessen Wände aus Verdampferheizflächen (Strahlungsheizflächen) bestehen, abgekühlt und treten von dort in die Konvektionsheizflächen (Berührungsheizflächen) ein.

Die Primärluft wird mittels Radialgebläse durch den Düsenboden in die Brennkammer eingeblasen, um das Wirbelbett zu erzeugen. Zur Erzeugung eines geeigneten Wirbelbettes muss der Brennstoff mit einem Inertmaterial vermischt werden. Als Inertmaterial wird Sand verwendet, der in einem Sandsilo im Kesselhaus gelagert wird. Je weniger Asche der Brennstoff enthält, desto mehr Inertmaterial muss zugegeben werden.

Im Bereich des Feuerraums, oberhalb des Wirbelbettes, wird zusätzliche Verbrennungsluft zugeführt, um einen vollständigen Ausbrand der Brennstoffe zu gewährleisten (Verminderung von CO und organischen Gasbestandteilen). Durch die Größe des Feuerraums und des nachgeschalteten Leerzugs wird sichergestellt, dass die Verbrennungsbedingungen der 17. BImSchV (Verbrennungstemperatur mindestens 850 °C für mindestens 2 Sekunden) eingehalten werden.

Weiterhin wird die konstruktive Gestaltung des Feuerraumes dahingehend optimiert, dass wirksame feuerungstechnische Primärmaßnahmen zur Stickstoffoxid-Minimierung ausgeschöpft werden.

Dies sind im Einzelnen:

- gestufte Verbrennungsluftzuführung
- ausgereifte Messtechnik zur O₂-Regelung und –Überwachung
- Abgasrezirkulation

Die Brennkammer besitzt alle erforderlichen Öffnungen, Stutzen, Anschlüsse, Verrippungen, usw. Das Gehäuse des Feuerungsmoduls erhält nach außen eine Wärmeisolierung. Zum An- und Abfahren der Anlage sowie zur Sicherstellung der erforderlichen Verbrennungstemperatur in allen Betriebszuständen sind Brenner als Anfahr- und Stützbrenner vorgesehen, die entweder mit Heizöl EL oder mit Erdgas betrieben werden können.

Die Überhitzung des Dampfes erfolgt in den Überhitzer-Heizflächen.

Aschesystem für Bett-, Kessel- und Vorentstauberasche

Die bei der Verbrennung entstehende Asche (nicht brennbare Bestandteile und Sandabrieb der Wirbelschicht) wird in mehreren Fraktionen aus dem Kessel ausgetragen und, wo erforderlich, mittels Kühlwassers indirekt gekühlt:

Bettasche:

Zur Ausschleusung von groben Ascheanteilen (Anteile, welche aufgrund ihrer Größe nicht mit dem Rauchgas ausgetragen werden) wird unterhalb des Düsenbodens kontinuierlich Bettmaterial abgezogen. Dieser Materialstrom wird vorerst indirekt mit Kühlwasser gekühlt und anschließend durch Siebung und Sichtung in die Fraktionen Grobanteil (Nicht brennbare Störstoffe, Verbackungen etc.) und Feinanteil (Sandabrieb, größere Aschekörnungen etc) der Bettasche aufgeteilt. Der Anteil Sand, welcher einer noch nutzbaren Korngröße entspricht, wird in die Feuerung zurückgeführt (Einbringung oberhalb des Wirbelbettes). Die beiden Aschefraktionen werden zum jeweiligen Silo im Außenbereich des Kesselhauses gefördert.

Flug- und Kesselasche

Feinanteile der Asche werden mit dem Rauchgasstrom aus dem Brennraum ausgetragen und fallen nachfolgend als Kessel- und als Vorabscheiderasche (Flugasche) an. Die Kesselasche wird aus den Bodentrichtern der einzelnen Kesselzüge (an Umlenkungen) ausgetragen. Nach dem letzten Kesselzug wird ein effizienter Staub-Vorabscheider (z.B. Zyklonabscheider, Elektrofilter,

Gewebefilter) installiert, um einen großen Teil des Flugstaubs abzuscheiden.). Die Aschefraktion wird zu den beiden Flugaschesilos Silo gefördert.

Filterasche

Die nicht im Kessel abgeschiedene Flugasche wird im Gewebefilter der Abgasreinigungsanlage abgeschieden und zusammen mit den Reaktionsprodukten der Abgasreinigungsanlage pneumatisch in das Filteraschesilo gefördert.

Wasser-Dampf-Teil

Die in den Reststoffen enthaltene Energie wird zur Dampferzeugung verwendet.

Die Speisewasserversorgung erfolgt über einen neuen Speisewasserbehälter mit Entgaser und neue Speisewasserpumpen, die im Kesselhaus des Kessel 7 aufgestellt werden. Das Speisewasser wird im Economiser des Kessel 7 vorgewärmt und anschließend der Kesseltrommel zugeführt. Die Speisewasserqualität für den Kessel entspricht der DIN EN 12952 Teil 12 sowie den aktuell gültigen VdTÜV Richtlinien und wird regelmäßig überprüft.

Bei dem eingesetzten Dampferzeugertyp handelt es sich um einen Naturumlauf-Dampferzeuger. Der Dampferzeuger an sich besteht aus verschiedenen Rohrsystemen und Wärmetauschern, an die durch Wärmestrahlung und Berührung Wärme übertragen wird. Der Dampferzeuger besteht aus einer Dampftrommel, den beheizten Steigrohrsystemen (Verdampfer) und den unbeheizten Fallrohren. In den beheizten Steigrohren entstehen Dampfblasen. Das spezifische Gewicht auf der Steigrohrseite ist deshalb geringer als auf der Fallrohrseite, wodurch ein natürlicher Wassermilchlauf entsteht und die Rohre gekühlt werden. In der Dampftrommel erfolgt eine Trennung des erzeugten Wasser-Dampf-Gemisches. Der Dampf verlässt die Trommel, durchläuft die Überhitzerheizflächen des Dampferzeugers und tritt als überhitzter Hochdruckdampf aus dem Reststoffkessel aus.

Der erzeugte Hochdruckdampf wird dem Hochdruckdampfsystem und somit der neuen Dampfturbine zugeführt.

Zur Reinigung der Rohrwände in den Berührungsheizflächen werden Dampf-Rußbläser eingesetzt, welche nach einem festgelegten Programm die Heizflächen effektiv reinigen. An anderen Stellen im Dampferzeuger kommen evtl. Wasserlanzenbläser, Klopfer oder Kugelregen zum Einsatz. Die Art der Heizflächenreinigung hängt vom Lieferanten bzw. dessen Kesselkonstruktion ab und kann deshalb an dieser Stelle noch nicht endgültig festgelegt werden.

Die anfallenden unter Druck stehenden Prozessabwässer des Dampferzeugers werden über einen Ablassentspanner geführt, in diesem durch Beimischung von kaltem Wasser gekühlt und dem Abwasser zugeführt. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um folgende Abwasserströme:

- Absalzwasser aus der Dampftrommel (kontinuierlich)
- Entwässerung während des Anfahrvorganges (diskontinuierlich, einige Male pro Jahr)
- Entleerungen aus dem Wasser-Dampf-System (diskontinuierlich, einige Male pro Jahr)

- Trommelnotablass aus der Dampftrommel (selten, bei Fehlfunktion)

3.1.7.4 Betrieb des Systems

Der Dampferzeuger wird für einen Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung für bis zu 72 h (Betrieb ohne manuellen Eingriff gemäß DIN EN 12952 Teil 7) ausgerüstet.

Die gesamte Überwachung, Steuerung und Regelung des Kessel 7 erfolgt über ein geeignetes Prozessleitsystem. Dieses Prozessleitsystem bedient alle Funktionalitäten des Kessel 7 und wird an das zentrale und übergeordnete Leitsystem des bestehenden Heizkraftwerks angebunden.

Normalbetrieb

Der Normalbetrieb erfolgt, mit Ausnahme der unvermeidbaren Handeingriffe, vollautomatisch. Die Handeingriffe beim An- und Abfahren werden minimiert. Anfahrentlüftungen und –entwässerungen werden für Handbedienung ausgeführt. Die Kesselanlage soll möglichst in Abhängigkeit des Reststoffaufkommens konstant nahe der Nennlast betrieben werden. Es sind unter anderen folgende Regelungen im Eingriff:

- Regelung der Frischdampfmenge über die Brennstoffbeschickung (Feuerungsleistungsregelung)
- Regelung des Trommelwasserstandes über die Speisepumpen und das Speisewasserregelventil als Dreikomponentenregelung (Trommelwasserstand, Speisewasser- und Dampfmenge gehen als Störgrößen in die Regelung ein)
- Regelung der Frischdampfperatur durch Einspritzkühler
- Absalzregelung in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit des Kesselwassers, sofern erforderlich

Sonderbetriebsfälle

Anfahrbetrieb

Das Anfahren der Feuerung erfolgt bis zum Erreichen der Mindest-Verbrennungstemperatur gemäß 17. BImSchV mit dem Anfahrstoff Heizöl-EL oder Erdgas. Erst wenn die Mindest-Verbrennungstemperatur erreicht ist, wird die Brennstoffbeschickung für die Reststoffe freigegeben. Solange der entstehende Dampf nicht in die Hochdruckschiene eingespeist werden kann (wegen fehlendem Dampfdruck und Überhitzung), wird der Dampf über ein Anfahrventil an die Umgebung abgegeben.

Abfahrbetrieb

Die Zünd- und Stützbrenner werden zugeschaltet. Sie halten die Mindest-Verbrennungstemperatur so lange, wie sich noch Reststoffe im Feuerraum befinden.

Unzulässiger Überdruck in Anlagenteilen

Alle Komponenten, die einem inneren Überdruck unterliegen, sind mit Sicherheitsventilen ausgerüstet. Diese gewährleisten im Fall einer Betriebsstörung einen kontrollierten Druckabbau. Sie

werden gemäß Druckgeräterichtlinie ausgelegt.

Absinken der Verbrennungstemperatur

Bei Absinken der Verbrennungstemperatur im Feuerraum bis in die Nähe des zulässigen Minimalwerts werden die Stützbrenner zugeschaltet. Bei Unterschreiten der minimalen Verbrennungstemperatur wird die Brennstoffzufuhr (außer Stützbrennstoff) automatisch unterbrochen.

Ausfall des Frischluftgebläses

Ein Ausfall des Frischluftgebläses führt zu einer fehlenden Luftzufuhr der Feuerung, und es kommt zum Verbrennungsstillstand. Bei verringerter Luftzufuhr verschlechtert sich die Verbrennung bis zum Stillstand. Dabei kommt es in Folge unvollkommener Verbrennung zu einem kurzfristigen Anstieg von Kohlenmonoxid.

Der Ausfall des Frischluftgebläses ist ein Kesselschutzkriterium, d. h. die Brennstoffzufuhr wird ebenfalls automatisch sofort abgeschaltet.

Die Emissionsfracht ist aufgrund der geringeren Abgasmenge nur geringfügig höher als im Normalbetrieb und stellt keine Gefahr oder erhebliche Belastung der Umwelt dar.

Derartige Betriebsstörungen treten normalerweise nicht auf. Sollte es dennoch in seltenen Fällen zu einem Ausfall des Frischluftgebläses kommen, treten hierdurch keine gefährlichen Situationen auf.

Durch den Saugzug werden die Abgase bzw. die Wärme aus der Kesselanlage abgeführt. Dadurch wird ein Verqualmen der Anlage bzw. ein Überhitzen der Kesselanlage verhindert.

Gestörte Brennstoffzufuhr

Die Verbrennung wird durch die Feuerraumtemperatur, Luftmenge, Feuerraumdruck, Dampfmenge und Brennstoffzufuhr geregelt und überwacht. Die gestörte Brennstoffzufuhr wird z.B. als CO-Anstieg (bei überhöhter Brennstoffzufuhr) registriert. In diesem Fall wird die Brennstoffzufuhr unterbrochen und der in der Feuerung befindliche Brennstoff mit Unterstützung der Stützbrenner kontrolliert verbrannt. Sollte die Störung nicht kurzfristig behoben werden können, wird der Kessel im Anschluss kontrolliert abgefahren.

Ein Rückbrand in die Brennstoffzufuhr wird mit geeigneten technischen Einrichtungen verhindert (z. B. Zellradschleuse, pneumatischer Schieber) und zusätzlich auf Temperaturanstiege überwacht. Des Weiteren wird dieser Bereich mit einem Löschesystem ausgerüstet.

Ausfall der Entaschungs- und Aschetranporteinrichtungen

Der Ascheaustrag und Aschetransport wird überwacht. Bei Ausfall eines Förderaggregates wird die Asche zurückgestaut. Die in Folge eines maximal möglichen Rückstaus auftretenden Belastungen sind in der Statik der Aggregate berücksichtigt. Eine Gefahr entsteht nicht.

Stromausfall (Schwarzfall)

Es werden Maßnahmen gemäß DIN EN 12952 ergriffen, um ein Überschreiten der maximal zulässigen Wand- oder Fluidtemperatur im Wasser- Dampf System des Kessel 7 zu verhindern, wie z. B. entsprechende Dimensionierung der Dampftrommel (ausdampfsicher).

Wesentliche Störung der kontinuierlichen Abgasreinigungsanlage

Bei einer wesentlichen Störung der kontinuierlichen Abgasreinigungsanlage wird die gesamte Kesselanlage abgefahren. Wesentliche Störungen in der Abgasreinigungsanlage können sein:

Störung in den Fördersystemen für Medien zur Schadstoffreduktion

Anzahl an defekten Filterschläuchen übersteigt die max. Anzahl um einen bestimmungsgemäßen Betrieb des Kessels sicherzustellen

Die zuvor genannten Störungen können zu einer Überschreitung von Emissionsgrenzwerten führen, die durch regelungstechnische Eingriffe nicht verhindert werden können. In solchen Fällen wird die Anlage wie im Betriebsfall „Normales Abstellen“ beschrieben abgefahren.

Auf die Rauchgasreinigungsanlage wird in Kapitel 4.5.5 weiter eingegangen.

Ausfall Saugzug

Bei einem Ausfall des Saugzuggebläses wird automatisch über den Kesselschutz auch die Frischluft- und Brennstoffzufuhr abgeschaltet. Die noch entstehenden Abgase werden über den Schornstein im Naturzug abgeführt.

3.1.7.5 Absicherung (mechanisch, leittechnisch) des Systems

Über den Kesselschutz sind die Feuerungsanlage und der Dampferzeuger einschließlich der Abgasreinigung abgesichert. Der Dampferzeuger ist aufgrund seiner Bauart gemäß DGRL 2014/68/EU in Gruppe IV einzuordnen und wird für einen Betrieb ohne manuelle Eingriffe gemäß DIN EN 12952-7 ausgerüstet (frühere Bezeichnung: Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung gemäß TRD 604).

Zum Ansprechen des Kesselschutzes führen unter anderem folgende Signale:

- Gefahrenschalter, d.h. Not-Halt (Handbetätigung)
- Ausfall Frischlüfter der Feuerung
- Ausfall Saugzug
- Störung der Brennstoffzufuhr
- Trommelwasserstand zu niedrig
- Dampfdruck zu hoch
- Dampftemperatur zu hoch
- Ausfall der Steuerenergie für die Sicherheitseinrichtungen (Steuerspannung, Steuerluft)

Das Auslösen des Kesselschutzes führt zu einem sofortigen Abfahren der Anlage.

Die Wasser-Dampfseite des Kessel 7 wird gegen Überdruck mit Sicherheitsventilen abgesichert.

3.1.8 Abgasreinigung des Kessel 7 (BE 0803)

3.1.8.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Aufgrund der im neuen Kessel 7 eingesetzten Brennstoffe müssen die Abgase zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, sowie zur Minimierung der von der Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen und somit zum Schutz der Umwelt entsprechend gereinigt werden. Dem Kessel 7 wird daher eine zugeordnete Abgasreinigungsanlage nachgeschaltet. Im Anschluss wird das gereinigte Abgas über einen Schornstein in die Luft abgeleitet.

Die Komponenten der Abgasreinigungsanlage werden außerhalb des Kesseltrakts aufgestellt. Teilbereiche mit Schallemissionen (z. B. Reststoffaustrag unter dem Filter, Filterabreinigungseinrichtungen, Saugzug und Rezirkulationsgebläse) werden, sofern erforderlich, aus Schallschutzgründen eingehaust.

Die Silos für Flugstaub und Filterasche werden an einem Standort aufgestellt, der von LKWs einfach erreicht und unterfahren werden kann.

Zur Abgasreinigung stehen grundsätzlich Verfahren mittels Calciumhydroxid oder Natriumhydrogencarbonat zur Verfügung.

Die in der Rauchgasreinigung eingesetzten Lagerbehälter für die verwendeten Additive sind in nachstehender Tabelle aufgelistet:

Lagerbehälter für Additiv (Alternatives Additiv)	Ausführung Lagerbehälter	Austrag	Bruttovolumen
Natriumhydrogencarbonat (Calciumhydroxid)	Silo	Dosierschnecke	100m ³
Aktivkohle (Herdofenkoks)	Silo	Dosierschnecke	30 m ³
Ammoniakwasser	Flachbodentank, doppelwandig	Pumpenanlage leckageüberwacht	50 m ³

Im Folgenden wird daher der grundsätzliche Aufbau beider Systeme beschrieben.

3.1.8.2 Aufgabenstellung des Systems

In der Abgasreinigungsanlage werden die bei der Verbrennung entstehenden und im Kessel abgekühlten Abgase bzw. die in den Abgasen enthaltenden Schadstoffe auf Werte unterhalb der zulässigen Emissions-Grenzwerte abgereinigt, bevor die Abgase über den Schornstein in die Luft abgeleitet werden. Die entstehenden Reststoffe werden aus dem System ausgetragen. Die für die

Beurteilung der Wirkungsweise der Abgasreinigungsanlage relevanten Parameter und Schadstoffe werden kontinuierlich überwacht.

3.1.8.3 Aufbau des Systems

Die Abgase des Kessels werden der Abgasreinigungsanlage über einen Verbindungskanal zugeführt.

In der Abgasreinigungsanlage werden die Schadstoffe nach dem Prinzip der Trocken- bzw. Quasitrockensorption und der selektiven katalytischen Reduktion auf die zulässigen Grenzwerte abgereinigt. Die Anlage arbeitet abwasserfrei.

Die Abgasreinigung besteht im Wesentlichen aus:

- Effiziente Flugasche-Vorabscheidung (z.B. Zyklon, Elektrofilter etc.)
- Abkühlung der Abgase (Quench) durch die Zugabe von Wasser, sofern erforderlich (herstellerabhängig)
- Eindüsung von Additiven, wie z. B. Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oder Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3), zur Absorption der sauren Schadstoffe (SO_2 , HCl und HF)
- Siloanlage für das eingesetzte Additiv - Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oder Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3). Welches Additiv zum Einsatz kommt ist herstellerabhängig.
- Eindüsung von Herdofenkoks oder Aktivkohle zur Adsorption von organischen Stoffen einschließlich Dioxinen
- Siloanlage für das eingesetzte Additiv - Herdofenkoks oder Aktivkohle
- Gewebefilter mit Abreinigungs- und Austragseinrichtung zur Abscheidung der nach dem Vorabscheider noch verbliebenen Flugasche und der Reaktionsprodukte der Trocken- bzw. Quasitrockensorption
- Rezirkulation eines Teils des Abgases in die Feuerung
- Selektive Katalytische Reduktion (SCR) mit Abgas-Wiederaufheizung, Zudosierung von Ammoniakwasser aus einem Lagertank und anschließender Abgaskühlung (mit Wärmenutzung)

Flugasche-Vorabscheidung

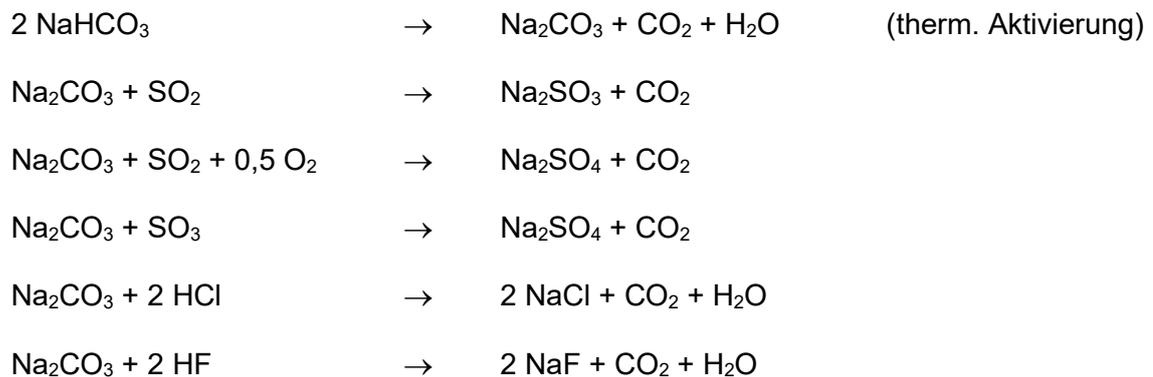
Das Abgas aus dem Kessel 7 wird einem effizienten Vorabscheider (Zyklon, Elektrofilter etc.) zugeführt, in dem ein großer Anteil der Flugasche abgeschieden wird. In einem Zyklon wird ein horizontaler Wirbel erzeugt, in dem die Aschepartikel durch die Fliehkraft nach außen getrieben und an der Apparatewand aufgrund der Reibung gebremst und nach unten abgeschieden werden. Das Abgas tritt in der Mitte des Wirbels durch ein Tauchrohr nach oben aus.

Bei einem Elektrofilter werden Elektroden mit einer hohen Spannungsdifferenz (Sprühelektrode, negativ geladen und Abscheideelektrode, positiv geladen) versehen. Elektronen, welche von der negativ geladenen Elektrode ausgesendet und sich zur positiv geladenen Elektrode bewegen,

lagern sich an die Staubpartikel an und reißen diese mit zur Abscheideelektrode. Die Abscheideelektrode wird in regelmäßigen Abständen abgeklopft (mechanische Einrichtung), sodass die Asche in den Trichter fällt und abgeführt werden kann.

Dosierung von Natriumhydrogencarbonat

Den Abgasen aus dem Kessel 7 wird als Additiv Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3 – umgangssprachlich auch bekannt als Natriumbicarbonat, Backsoda oder Bullrich-Salz) zugegeben. Die Abscheidung von sauren Schadgasen läuft hierbei im Wesentlichen nach folgenden Reaktionen ab:



Die Zudosierung des Natriumhydrogencarbonats erfolgt aus dem Additiv-Silo mit Hilfe einer Aufmahlung (bei Bedarf) und einer kontinuierlichen, pneumatischen Förderung. Die Additivdosierung wird in Abhängigkeit vom HCl-Reingaswert geregelt. Die Eindüsung des Natriumhydrogencarbonats erfolgt über den gesamten Kanalquerschnitt, um eine ausreichende Verteilung sicherzustellen. Das Natriumhydrogencarbonat wird mit dem Abgasstrom mitgerissen und im nachfolgenden Gewebefilter zusammen mit der Flugasche abgeschieden. Die oben genannten Reaktionen mit den sauren Schadgasen laufen im Flugstrom und im Filterkuchen des Gewebefilters ab.

Eine Befeuchtung des Abgases ist bei Einsatz von Natriumhydrogencarbonat nicht erforderlich.

Das Natriumhydrogencarbonatsilo wird als Standardsilo mit Aufsatzfilter an der Atmungsleitung ausgeführt. Die Beladung des Silos erfolgt mittels Silo-LKW.

Alternatives Additiv: Dosierung von Calciumhydroxid

Den Abgasen aus dem Dampfkessel kann alternativ zum zuvor beschriebenen Natriumhydrogencarbonat auch Calciumhydroxid (Ca(OH)_2) als Additiv zugegeben werden. Die Abscheidung von sauren Schadgasen läuft dabei im Wesentlichen nach folgenden Reaktionen ab:



Zur Verbesserung der Abscheideleistung kann das Abgas durch Einbringen von geringen Wassermengen befeuchtet (quenchen) werden. Das Wasser verdampft im heißen Abgasstrom und wird mit diesem als Abgasfeuchte über den Schornstein abgeleitet, ein Abwasseranfall der Abgasreinigung ist somit ausgeschlossen.

Die Lagerung, die Zudosierung, die Eindüsung und die Abscheidung erfolgt wie beim Natriumhydrogencarbonat beschrieben, eine Aufmahlung ist hier jedoch nicht erforderlich. Das Calciumhydroxid wird aus dem Additiv-Silo mittels kontinuierlicher pneumatischer Förderung in Abhängigkeit vom HCl-Reingaswert über den gesamten Kanalquerschnitt zudosiert, um eine ausreichende Verteilung sicherzustellen. Auch hier wird das Additiv mit dem Abgasstrom mitgerissen, thermisch aktiviert und im nachfolgenden Gewebefilter zusammen mit der Flugasche abgeschieden. Die oben genannten Reaktionen mit den sauren Schadgasen laufen auch hier, wie beim Natriumhydrogencarbonat, im Flugstrom und im Filterkuchen des Gewebefilters ab.

Das Silo zur Lagerung des Calciumhydroxids wird ebenfalls als Standardsilo mit Aufsatzfilter ausgeführt. Die Beladung des Silos erfolgt mittels Silo-LKW.

Dosierung von Herdofenkoks bzw. Aktivkohle

Neben sauren Schadgasen sind im Abgas organische Schadstoffe und leichtflüchtige Schwermetallverbindungen (insbesondere Quecksilber) enthalten. Zur Abscheidung dieser Stoffe wird vor dem Gewebefilter das Adsorptionsmittel Herdofenkoks oder Aktivkohle eingesetzt. Die Dosierung des Additivs erfolgt aus dem Additivsilo mit Hilfe einer kontinuierlichen, pneumatischen Förderung.

Das Additivsilo wird als Standardsilo mit Aufsatzfilter an der Atmungsleitung und einer Stickstoffnertisierung (für den Fall einer Branddetektion) ausgeführt. Die Beladung des Silos erfolgt mittels Silo-LKW.

Lagereinrichtungen Additive und Aufgabe in den Abgasstrom

Die Lagereinrichtungen für die Additive zur Einbringung in den Abgasstrom vor dem Sorptionsreaktor werden örtlich nahe beieinander platziert. Die einzelnen Additive können im laufenden Betrieb der Anlage bedarfsgerecht in den Abgasstrom eingebracht werden. Die Dosierung erfolgt über drehzahlgesteuerte Förderer in einen Aufgabeschuh und in die pneumatische Förderleitung.

Gewebefilter mit Staubaustrag

Das in der Abgasreinigung anfallende Reaktionsprodukt stellt ein Gemisch aus Flugstaub, trockenen Reaktionssalzen, überschüssigem Sorptionsmittel und beladenem Herdofenkoks dar. Die Reaktionsprodukte werden in einem Gewebefilter abgeschieden. Beim Einsatz von Calciumhydroxid wird, je nach Anlagenhersteller, ein Teil des abgeschiedenen Gemisches zur Verbesserung des Ausnutzungsgrades erneut eingesetzt (Rezirkulation). Durch Befeuchtung dieses Rezirkulats kann, alternativ zu einer Eindüsung, zusätzlich Wasser zur Kühlung und Befeuchtung in das Abgas eingebracht (siehe oben unter „Dosierung von Calciumhydroxid“) werden.

Das Gewebefilter besteht im Wesentlichen aus folgenden Bauteilen:

- Ein Gewebefiltergehäuse, das aus mehreren Kammern mit den erforderlichen Einbauten besteht. Es enthält austauschbare Filtereinsätze (Filterschläuche auf Stützkörpern). Die Kammern sind abgasseitig gegeneinander absperrenbar, um einzelne Kammern zu Revisionszwecken, während des normalen Betriebes des Kessels, stilllegen zu können (n-1 Kammern).
- Roh- und reingasseitigen Anschlüsse des Filtergehäuses an die Abgaskanäle mit erforderlichen Absperreinrichtungen.

- Staubsammeltrichtern zur Erfassung der anfallenden Reaktionsprodukte und den erforderlichen Staubaustragseinrichtungen zur Förderung in das Reaktionsproduktsilo.
- Stickstoff Inertisierungseinrichtung an den Trichtern (im Falle einer Branddetektion)

Das Gewebefilter ist ein vollautomatisch arbeitendes Hochleistungsfilter mit Druckluftabreinigung. Das Filtergehäuse ist als rauchgasdicht verschweißte Stahlkonstruktion mit Profilstahlversteifungen ausgeführt. Das staubbeladene Abgas wird über den Rohgaskanal auf die einzelnen Filterkammern verteilt. Auf den Filtereinsätzen bildet sich ein Filterkuchen (aus Staub und Reaktionsprodukten, auch Precoatisierung genannt), der die Abscheidewirkung zusätzlich unterstützt. Hier finden eine Nachreaktion von sauren Bestandteilen mit den Absorptionsmitteln sowie die Adsorption (physikalische Anlagerung) der organischen Schadstoffe und der leichtflüchtigen Schwermetalle an den Herdofenkoks statt.

Die Abreinigung der Filtereinsätze erfolgt mit dem so genannten Jet-Pulsverfahren. Sie wird vollautomatisch gesteuert. Durch das kurzzeitige Öffnen eines Druckluftventils am oberen Ende des Schlauches wird ein kurzer Druckluftimpuls erzeugt. Dieser führt dazu, dass sich am Schlauch von oben nach unten eine Druckwelle ausbreitet. Diese Druckwelle führt dazu, dass der Filterkuchen ein Stückchen nach unten rutscht und teilweise auch direkt abfällt. Der abfallende Filterkuchen wird im unteren Teil des Filters (in den Staubsammeltrichtern) gesammelt. Die abgeschiedenen Bestandteile werden pneumatisch/mechanisch in das Filteraschesilo gefördert. Um ein Ansteigen des Druckverlustes über das Filter zu begrenzen, werden die Filterschläuche differenzdruckgesteuert gereinigt.

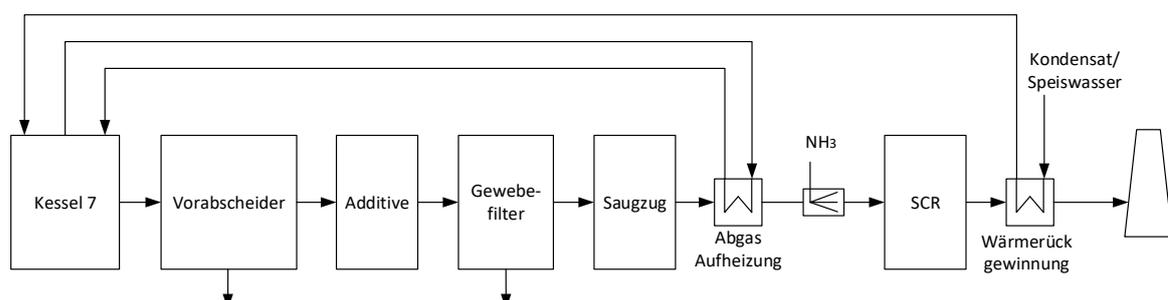
Es wird ausreichend temperaturbeständiges Filtermaterial eingesetzt. Die Stützkörbe werden in Edelstahl ausgeführt, um Verklebungen und Korrosionen zu vermeiden.

Reaktionsproduktlagerung

Die Filterasche, bestehend aus Reaktionsprodukten und weiterer abgeschiedener Flugasche, wird in einem Silo zwischengelagert, bis sie durch ein Silofahrzeug abgeholt werden. Das Silo ist mit einem geeigneten Austrag im unteren Bereich ausgeführt, damit die Verladung direkt in den Silo-LKW erfolgen kann.

Entstickung

Die Reduktion der Stickoxidemissionen erfolgt nach dem Verfahren der selektiv katalytischen Reduktion (SCR) in einer Tail-End Schaltung. Das bedeutet, dass die SCR, wie im nachfolgenden Schema beispielhaft dargestellt, am Ende der Abgasreinigungskette nach dem Gewebefilter angeordnet ist.



Unter selektiver katalytischer Stickoxidminderung versteht man die Reaktion von Ammoniak aus Ammoniakwasser mit Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) und deren Reduktion zu elementarem Stickstoff an der Oberfläche eines Katalysators (Waben). Dieser Prozess kann innerhalb eines möglichen Temperaturbereiches von ca. 180 °C bis 400 °C ablaufen.



Das Abgas wird vor Zugabe des Reduktionsmittels auf die erforderliche Reaktionstemperatur (in der Regel auf ca. 200 °C bis 260°C) aufgeheizt. Das Reduktionsmittel (Ammoniak-Wassergemisch) wird vor dem Eintritt in den Katalysator dem Abgasstrom zugeführt, wobei mittels geeigneter Maßnahmen (z.B. statischer Mischer, Verteilung Dosierstellen etc.) eine homogene Durchmischung über den Querschnitt des Abgaskanals sichergestellt wird. An der Oberfläche des Katalysators erfolgen die Zersetzung des ausgedampften Ammoniaks und die Umsetzung der Stickoxide in Wasserdampf und elementarem Stickstoff. Aufgrund der Temperaturverhältnisse und der vorgelagerten effizienten Abscheidung von Schwefeloxiden aus dem Rauchgas ist die Bildung von Ammoniumsalzen an der Katalysatoroberfläche weitestgehend ausgeschlossen, wodurch eine Regeneration des Katalysators während des Kesselbetriebes durch Ausbrennen in der Regel nicht notwendig wird. Sollte dennoch die Erfordernis zur Regeneration aufgrund von Störungen der Rauchgasreinigung bei Erreichen der Standzeit des Katalysatormaterials bestehen, erfolgt dies fachgerecht (eine Freisetzung der im Katalysator gebundenen Schadstoffe über den Kamin des Kessel 7 erfolgt somit nicht). Der gereinigte Abgasstrom wird mit Hilfe eines weiteren Wärmetauschers wieder abgekühlt; die Wärme wird im Kesselkreislauf genutzt.

Das Ammoniakwasser wird in einem bauartzugelassenen doppelwandigen Lagertank gelagert. Dieser ist mit allen erforderlichen Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsventil, Überfüllsicherungen, Leckageüberwachung etc.) ausgestattet. Die Beladung des Tanks erfolgt mittels einer Pumpengruppe in einem Pumpenschrank mit Leckageüberwachung. Das bei der Betankung aus dem Lagertank verdrängte Gaspolster wird über eine Gaspendelleitung in den Tankwagen zurückgeleitet.

Zur Aufheizung des Katalysators vor dem Anfahren der SCR werden bei Bedarf entsprechende Einrichtungen (z. B. durch Befeuerung des Kessel 7 mit Erdgas oder HEL) vorgesehen.

Die Messung der NO_x-Konzentration im Abgas erfolgt mit Hilfe des Emissionsüberwachungssystems. Die Menge an Ammoniakwasser wird auf Basis des NO_x-Grenzwertes und der Kessellast (Abgasmenge) berechnet und dem Durchflussregler als Sollwert vorgegeben. Dieser Sollwert wird über den tatsächlich gemessenen NO_x-Restgehalt (Istwert) korrigiert.

Die Anlage zur Stickoxidminderung des Abgases besteht im Wesentlichen aus:

- a) Wärmetauscher zur Aufheizung (vor SCR) und Abkühlung (nach SCR) des Abgases (Abgasaufheizung und Wärmerückgewinnung)
- b) Lagertank Ammoniakwasser inklusive Befüllstation
- c) Dosierschrank mit Pumpe zur Druckerhöhung, Ventilen und Messeinrichtungen, Druckluftsteuerung und Regelung, Klemmkasten mit elektrischen Anschlüssen und Frequenzumformern sowie Anbindungen an die Anlagensteuerung zur Visualisierung und Regelung der Dosiermenge
- d) Verteilereinrichtung und verbindende Rohrleitungen:
Das Ammoniakwasser wird vom Dosierschrank über je eine eigene Leitung zur Dosierstelle geführt. Rohrleitungen, Apparate und Armaturen zur Dosierung des Ammoniakwassers werden zur Vermeidung von Korrosion durch NH_3 in Edelstahl ausgeführt.
- e) Verdampfer für Ammoniakwasser vor Eindüsung in den Rauchgasweg (sofern erforderlich)
- f) Statischer Mischer zur sicherstellung einer homogenen Vermischung des Ammoniakwaassers mit dem Rauchgas (sofern erforderlich)
- g) Katalysator

Saugzug, Rezirkulationsgebläse und Schornstein

Das gereinigte Abgas wird mit Hilfe eines Saugzugs (Gebläse) dem Schornstein zugeführt. Der Saugzug dient der Überwindung der Anlagendruckverluste und regelt den Unterdruck im Feuerraum.

Ein Teil des Abgases wird im Bereich des Saugzuges (vor oder nach Saugzug) abgezweigt und der Feuerung zur Regelung der Brennkammertemperatur und zur primären NO_x -Minderung als Rezirkulationsgas wieder zugeführt. Hierfür wird ein Rezirkulationsgebläse installiert.

Die Ableitung der Abgase in die Atmosphäre erfolgt über einen Schornstein. Im Schornstein werden die erforderlichen Öffnungen für die Emissionsmessungen vorgesehen. Diese werden gut zugänglich ausgeführt, einschließlich der notwendigen Bühnen. Über den Schornstein werden zudem die Abgase der bestehenden und genehmigten HEL-gefeuerten Kessel 3 und 4 über jeweils eine separates Rauchgasrohr abgeleitet. Die Rauchgase werden mittels Gebläsen zum neuen Schornstein geleitet.

Der Schornstein besteht aus drei korrosionsfesten Edelstahl-Innenrohren, welche gegen Wärmeverluste isoliert sind und einem gemeinsamen Tragrohr, welches die statischen Kräfte aufnimmt.

Fernwärmeauskopplung (optional)

Nach der Entstickung wird im Rauchgasweg ein Passstück vorgesehen, welches den Einbau eines zusätzlichen Wärmeübertragers zur Fernwärmeauskopplung ermöglicht. Die zusätzliche Abkühlung des Abgases auf minimal 90°C wurde im lufthygienischen Gutachten mit berücksichtigt und hat keine negativen Auswirkungen auf die Schutzgüter zur Folge.

3.1.8.4 Betrieb des Systems

Die Abgasreinigungsanlage arbeitet vollautomatisch und wird durch den Kesselschutz des Reststoffkessels mit überwacht. Die Handeingriffe beim An- und Abfahren werden minimiert.

Normalbetrieb

Im Normalbetrieb erfolgt die Zudosierung des Additivs (Calciumhydroxid oder Natriumhydrogencarbonat) und des Reduktionsmittels (Ammoniakwasser) anhand einer Kennlinie über die Reingaskonzentration der dafür relevanten Schadstoffe (SO_x, NO_x) welche über die kontinuierliche Emissionsmessung gemessen werden. Der Saugzugventilator wird hinsichtlich des erforderlichen Unterdruckes in der Feuerungsanlage geregelt.

Sonderbetriebsfälle

An- und Abfahren

Beim ersten Anfahren des Reststoffkessels bzw. nach Tausch der Filterschläuche wird zunächst das Gewebefilter mit einer dünnen Schicht Calciumhydroxid (alternativ Natriumhydrogencarbonat) vorbeschichtet (precoatisiert). Dies geschieht in kaltem Zustand mit Betrieb der Primär- und Sekundärgebläse sowie des Saugzugs und verhindert Wasserkondensation auf den Filterschläuchen. So wird Anbackungen von Additiven und Filterstaub auf den Filterschläuchen vorgebeugt. Bei jedem Anfahren aus dem kalten Zustand wird der Abgasweg mit dem Abgas aus der Erdgas- bzw. Heizöl-EL-Feuerung der Anfahr- und Stützbrenner durchströmt. Dabei heizen sich der Kessel und das nachfolgende Abgassystem in Strömungsrichtung auf. Vor dem Abfahren wird nochmals die Heizflächenreinigung (Rußblasen) im Kessel aktiviert, damit die Heizflächen beim nächsten Anfahrvorgang möglichst sauber sind.

Ausfall des Saugzuggebläses

Bei Ausfall des Saugzuggebläses wird automatisch über den Kesselschutz auch die Frischluft- und Brennstoffzufuhr abgeschaltet. Die noch entstehenden Abgase werden über den Schornstein mittels Naturzug abgeführt.

Reißen von Filterschläuchen im Gewebefilter

Im Normalbetrieb werden die Staub-Emissionsgrenzwerte unterschritten. Bei Reißen eines Filterschlauchs kann der Staubgehalt im Reingas leicht ansteigen. Der erhöhte Staubgehalt wird durch die kontinuierliche Emissionsmessung erkannt, bevor die Grenzwerte erreicht oder überschritten werden. Das Reißen eines oder zweier Filterschläuche führt i. d. R. noch nicht dazu, dass die Grenzwerte überschritten werden.

In diesem Fall werden die Filterschläuche visuell kontrolliert; der Abgaseintritt in die betroffenen Filterschläuche wird manuell (Abdecken) verschlossen. Defekte Schläuche im Filter können während des Betriebs abgedeckt oder getauscht werden, da das Filter aus mehreren Kammern besteht, die einzeln abgesperrt werden können.

Wenn eine Kammer abgesperrt ist, kann das Filter noch weiter betrieben werden und die erforderliche Abgasreinigung leisten (Auslegung auf n-1-Filterkammern).

Betriebsstörungen im Abgas-System

Kommt es zu erheblichen Störungen in der Abgasreinigungsanlage (z. B. Entstickungsanlage oder Dosiereinrichtungen der Additive), wird die Reststoffzufuhr in die Feuerungsanlage gestoppt und die Feuerungsanlage im Zünd- und Stützbrennerbetrieb (Betrieb mit Erdgas oder Heizöl EL) weiterbetrieben. Nach Behebung der Störung erfolgen die Freigabe der Reststoffzufuhr zur Feuerungsanlage und die Wiederaufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes.

Bei Überschreiten einer maximalen Abgastemperatur vor dem Gewebefilter trotz planmäßiger Heizflächenreinigung im Kessel wird die Anlage zurückgefahren und in Teillast betrieben. Wird die maximale Abgastemperatur vor dem Gewebefilter auch im Teillastbetrieb überschritten, wird die gesamte Reststoffkesselanlage abgefahren.

3.1.8.5 Absicherung (mechanisch, leittechnisch) des Systems

Die Abgasreinigungsanlage wird durch den Kesselschutz überwacht, d. h. die Überwachung der Abgasreinigungsanlage ist im Kesselschutz integriert. Hierzu gehören

- Funktionsüberwachung des Saugzugs bzw. des Unterdrucks
- Temperaturüberwachung der Abgase (zum Schutz des Schlauchmaterials)
- Differenzdrucküberwachung der einzelnen Stufen der Abgasreinigung
- Füllstandsüberwachung in den Trichtern der Gewebefilter

3.1.9 Wasser-Dampf-Kreislauf mit Dampfturbinenanlage, Rückkühlsystem und Hilfskondensator (BE 0804)

3.1.9.1 Beschreibung der geplanten Maßnahmen

Das Wasser- Dampfsystem des bestehenden Heizkraftwerks wird im Rahmen des Neubaus des Kessel 7 um die nachstehend beschriebenen wesentlichen zusätzliche Aggregate inkl. der erforderlichen Einbindungen wie folgt erweitert:

Neuer Dampfturbosatz und neue Dampfumformstation

Für den neuen Kessel 7 wird ein neuer Dampfturbosatz errichtet, der dem neuen Kessel 7 direkt zugeordnet wird. Mit Hilfe dieses Dampfturbosatzes soll der im neuen Kessel 7 erzeugte Hochdruckdampf verstromt werden, bevor er als Prozessdampf der benachbarten Papierfabrik zur Verfügung gestellt wird. Die Versorgung des neuen Dampfturbosatzes erfolgt über eine neue Frischdampfschiene. Prozessdampfseitig wird die neue Dampfturbine an die bestehende Prozessdampfschiene (~5 bar(ü)) angebunden.

Dem neuen Dampfturbosatz wird eine ebenfalls neu zu errichtende Dampfumformstation parallel geschaltet, über die bei Störungen/Ausfall des neuen Dampfturbosatzes der Frischdampf des Kessel 7 auf das Prozessdampfniveau entspannt wird. Die Dampfumformstation besteht aus einer Druckreduzierung mit integrierter Wassereinspritzung.

Erhöhung der Rückkühlleistung

Nicht nutzbare Wärmeströme (aufgrund des Temperaturniveaus oder diskontinuierlichen Wärmeanfalls) der neuen Anlagenteile werden über einen neuen Kühlkreislauf abgeführt. Über diese Rückkühleinrichtungen wird das Kühlwasser für die Öl- und Generatorkühlung des Dampfturbosatzes, das Kühlwasser für die Kühlstellen an den Kesseln sowie das Kühlwasser für die Notkühlung des Kondensates vor der Kondensataufbereitung bereitgestellt.

Das Rückkühlsystem ist als geschlossenes Kühlwassersystem ausgeführt, d.h. die Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt ohne Wasserverdunstung; es entstehen somit keine Nebel- oder Dampfschwaden. Das von den Kühlwasserverbrauchern aufgewärmte Kühlwasser wird in den luftgekühlten Rückkühlern (Wärmetauscher) wieder abgekühlt. Die Kühlleistung wird über die Drehzahl und/oder die Anzahl der betriebenen Lüfter eingestellt bzw. geregelt.

Die Aufstellung der neuen Rückkühler erfolgt oberhalb des neuen Drucklufttraumes. Im Betrieb der neuen Anlagentechnik wird eine Kühlleistung von etwa 2,5 MW benötigt, so dass unter Berücksichtigung der Schallanforderungen voraussichtlich zwei zusätzliche Tischkühler erforderlich werden.

Zubau eines Hilfskondensators

In Zeiten, in denen der im neuen Reststoffkessel erzeugte Dampf in der benachbarten Papierfabrik nicht zur Papierproduktion eingesetzt werden kann, z. B. bei Papierabrissen, bei denen die Papiermaschinen kurzzeitig nur wenig Dampf benötigen, muss überschüssiger Dampf des neuen Kessel 7 im neuen Hilfskondensator niedergeschlagen werden, da die Leistung des Kessel 7 aufgrund seiner Feststofffeuerung nicht so flexibel/schnell an den Dampfbedarf der Produktion angepasst werden kann, wie z.B. ein Großwasserraumkessel mit einer Erdgasfeuerung. Dieser zusätzliche Hilfskondensator soll in unmittelbarer Nähe zum neuen Kessel-/Maschinenhaus zur Aufstellung kommen und in das bestehende Dampf- und Kondensatsystem eingebunden werden. Es handelt sich bei dem Hilfskondensator um einen luftgekühlten Kondensator.

3.1.9.2 Aufgabenstellung des Systems

Der Wasser-Dampf-Kreislauf einschließlich Dampfturbosatz sowie der Hilfskondensator und das Rückkühlsystem, haben folgende Aufgaben:

- Umwandlung des Hochdruckdampfes in der Dampfturbine in mechanische Energie zur Stromerzeugung im Generator unter Erzeugung von Niederdruckdampf
- Versorgung der internen und externen Verbraucher (im Besonderen die benachbarte Papierfabrik) mit Prozessdampf
- Kondensation von überschüssigem Dampf im Hilfskondensator (z. B. bei kurzen Stillständen der Papiermaschinen)
- Bereitstellung von Kühlwasser für die Kühlung z. B. des Schmierölsystems und des Generators des Dampfturbosatzes, des Notkühlers der Kondensatreinigungsanlage, der Aschekühler des neuen Reststoffkessels und anderer kleinerer Kühlwasserverbraucher (z. B.

Probenahmengkühler)

3.1.9.3 Aufbau des Systems

Dampfturbosatz

Der Dampfturbosatz ist ein vom jeweiligen Hersteller standardisiertes Aggregat einschließlich der notwendigen Nebensysteme. Er besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

Dampfturbine

Die Dampfturbine nimmt den Hochdruckdampf des neuen Reststoffkessels ab und regelt dabei den Frischdampfdruck oder den Gegendruck (Prozessdampfdruck). Die Art der Regelung kann vorgewählt werden.

Bei Ausfall des Dampfturbosatzes bzw. der Dampfturbine wird der Dampf über die Dampfumformstation geleitet und auf die erforderlichen Prozessdampfparameter umgeformt. Die Dampfumformstation ist der Turbine parallel geschaltet.

Bei der Entspannung des Frischdampfes auf den Gegendruck (Abdampfdruck) der Prozessdampfschiene (Niederdruckdampf) in der eingehäusigen, vielstufigen Gegendruckturbine wird die Strömungsenergie des Dampfes in Rotationsenergie des Turbinenläufers zum Antrieb des Generators umgewandelt. Die Frischdampfzufuhr erfolgt über eine Regelstufe und wird durch Regelventile gesteuert.

Der Entwässerung der Turbine dient eine Entwässerungsventilbatterie und ein Entwässerungs-Entspanner, über die anfallendes Kondensat abgeleitet wird.

Ölversorgungsanlage

Die Ölversorgungsanlage (Öltank, Pumpen, Kühler etc.) für die Schmier-, Steuer- und Regelölversorgung der Dampfturbine, des Getriebes und des Generators ist je nach Typ und Hersteller entweder als separate Einheit(en) ausgebildet oder ist im Grundrahmen (Öltank) bzw. auf dem Grundrahmen (Pumpen, Kühler etc.) unterhalb Turbine und Getriebe integriert. Zur Ölkühlung sind die Kühler in den Kühlkreislauf des Rückkühlsystems eingebunden.

Getriebe

Über ein Getriebe zwischen Turbine und Generator wird die hohe Turbinendrehzahl auf die für den Betrieb des Generators erforderliche Generatorzahl reduziert.

Generator

Ein Drehstromgenerator wandelt die mechanische Leistung der Turbine in elektrische Leistung um. Zum Generator gehören die notwendigen Klemmenkästen oder Schränke für Ausleitung und Sternpunkt, ein bürstenloses Erregersystem mit einer Haupterregemaschine mit rotierenden Dioden und das cos-phi- oder Spannungsregelsystem.

Ferner ist dem Generator ein Überwachungsschrank mit Schutz-, Regelungs- und Messeinrichtung sowie Einrichtungen zur Synchronisierung zugeordnet.

Der Generator ist luftgekühlt, wobei die Kühlluft über einen geschlossenen Wasserkühlkreislauf gekühlt wird.

EMSR-Ausrüstung

Der Dampfturbosatz wird vom Hersteller mit einer kompletten EMSR-Ausrüstung geliefert, einschließlich Überwachung und Bedienung. Diese ist ausreichend, um den Dampfturbosatz zu betreiben. Zwischen dieser EMSR-Ausrüstung und der zentralen Leittechnik wird ein Signalaus-tausch hergestellt.

Luftgekühltes Rückkühlsystem

Das Rückkühlsystem ist als geschlossenes Kühlwassersystem ausgeführt. D.h. die Wärmeab-gabe an die Umgebung erfolgt ohne Wasserverdunstung und ohne Dampfschwadenbildung. Das von den Kühlwasserverbrauchern aufgewärmte Kühlwasser (z.B. von 40°C auf 50°C) wird mittels parallel geschalteten sogenannten Tischkühlereinheiten, wieder abgekühlt.

Jeder Tischkühler ist mit Lüftern ausgerüstet. Die Anzahl und die Drehzahl der Lüfter bestimmen im Wesentlichen die Kühlleistung des Gesamtsystems.

Das Kühlwassersystem ist als Kreislaufwassersystem mit Pumpen, Druckhaltung und Nachspei-sevorratsbehälter ausgeführt.

Um das System gegen Einfrieren zu schützen wird ein Wasser/Glykol-Gemisch verwendet.

Luftgekühlter Hilfskondensator

Der Hilfskondensator ist, wie die Papiermaschine, ein Verbraucher von Prozessdampf, jedoch mit dem Unterschied, dass der Wärmeinhalt des Dampfes nicht produktiv genutzt wird. Der Hilfskon-densator geht dann in Betrieb, wenn bei einer Unterbrechung des Papierproduktionsbetriebs (zum Beispiel Papierabriss) kurzfristig überschüssiger Dampf erzeugt wird, der nicht an anderer Stelle aufgenommen werden kann. Dies ist deshalb der Fall, weil die Papiermaschine ihren Dampfver-brauch viel schneller verringert, als die Dampferzeugung im Kessel 7 reduziert werden kann. Um einen optimalen und sicheren Betrieb des Hilfskondensators gewährleisten zu können, wird dieser in der kalten Jahreszeit im Standby-Betrieb mittels einer Dampfbeaufschlagung warm gehalten. Zur Minimierung der Wärmeverluste sind die Ventilatoren während dieser Zeit nicht in Betrieb und die Heizflächen durch Lamellen abgedeckt.

Der Hilfskondensator geht über einen Regelkreis automatisch in Betrieb, wenn der Druck auf der Prozessdampfschiene ansteigt, und geht außer Betrieb, wenn der Normaldruck wieder erreicht ist.

Der Hilfskondensator besteht aus leicht geneigten Rohrbündeln, in denen die Kondensation statt-findet. Der zu kondensierende Dampf strömt in die Dampfsammler (Verteiler) ein und durchströmt dann die Rohre, in denen er kondensiert. Das Kondensat wird in einem Kondensatsammler zu-sammengeführt und zur zentralen Kondensataufbereitung geleitet, sodass dieses im Wasser-Dampf-Kreislauf verbleibt.

Durch unterhalb der Rohrbündel angeordnete Ventilatoren wird Luft durch die Elemente geblasen, welche die Kondensationswärme abführt.

3.1.9.4 Betrieb des Systems

Der Wasser-Dampf-Kreislauf einschließlich Dampfturbosatz, Hilfskondensator, Rückkühlsystem und sonstigen Nebenanlagen werden so ausgerüstet, dass ein automatischer Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung von bis zu 72 Stunden möglich ist.

Normalbetrieb

Dampfturbosatz mit Wasser-Dampf-Kreislauf und Hilfskondensator

Der Dampfturbosatz einschließlich Wasser-Dampf-Kreislauf wird entsprechend der Verfügbarkeit des Reststoffkessels - soweit möglich - das ganze Jahr durchgehend in Betrieb sein. Eine Abschaltung erfolgt nur für Wartungs- und Revisionsarbeiten.

Die Leistung des Dampfturbosatzes bzw. der Dampfdurchsatz durch die Dampfturbine ergibt sich aus der erzeugten Hochdruckdampfmenge des Kessel 7.

Wenn die Papiermaschine kurze Stillstände bspw. auf Grund von Papierbahnabrissen hat, wird die Last des Kraftwerkes gegenüber dem Zustand vor Papierbahnabriss nicht reduziert, da zum einen der Dampfbedarf nach einer kurzen Unterbrechung wieder auf den vorherigen Wert ansteigen wird und zum anderen eine Laständerung eines Feststoffkessels nicht in der geforderten Schnelligkeit möglich ist. In diesem Fall wird der überschüssige Dampf im Hilfskondensator kondensiert.

Rückkühlsystem

Das Rückkühlsystem arbeitet als geschlossener Kreislauf mittels Pumpen und Einrichtungen für die Druckhaltung. Das Rückkühlsystem wird durch die Anzahl der eingesetzten Lüfter so geregelt, dass auf dem Vorlaufsammler (kalte Seite) ein bestimmter Temperaturwert erreicht wird.

Sonderbetriebsfälle

Dampfturbosatz

Bei unzulässigem Absinken oder Ansteigen des Druckes auf den Dampfschienen geht die Dampfturbine in Schnellschluss¹, weil der Axiallagerschutz oder der Gehäuseschutz der Dampfturbine anspricht. Beim Auslösen eines solchen Schnellschlusses geht die der Dampfturbine parallel geschaltete Dampfumformstation automatisch in Betrieb, um den Hochdruckdampf gesichert auf die Prozessdampfparameter zu entspannen.

Hilfskondensator

Bei Nicht-Verfügbarkeit des Hilfskondensators, z. B. wegen Lüfterausfall oder anderer Probleme,

¹ Schlagartiges Schließen des Zudampfventils am Turbineneintritt

kann kurzzeitig der überschüssige Dampf an die Umgebung abgegeben werden, was jedoch aus betrieblicher Sicht, aufgrund des dabei entstehenden Wasserverlustes im Wasserdampfkreislauf, nur einige Minuten möglich ist. In diesem Fall (Produktions- bzw. Prozessdampfüberschuss) wird die Dampferzeugungsleistung des Kessel 7 so schnell als möglich reduziert.

3.1.9.5 Absicherung (mechanisch, leittechnisch) des Systems

Dampfturbosatz

Der Dampfturbosatz wird durch eine sicherheitsgerichtete Steuerung vor unzulässigen Betriebszuständen abgesichert (Schnellschluss). Der Turbinen-Schnellschluss kann ausgelöst werden durch

- Unzulässige Drücke oder Temperaturen in den Dampfsystemen
- Überdrehzahl
- Schwingungsüberwachung und –schutzsystem der Lager von Turbine und Generator
- Generatorschutz gegen Überlastung und Schiefast etc.
- Andere Schutzsysteme:

Um den Turbosatz vollständig zu schützen, sind auch alle übrigen Systeme wie Schmierölsystem, Kühlluft, Kühlwasser, Stromversorgung etc. mit Alarm- und Abschaltfunktionen versehen.

Dampfsysteme und Rückkühlsystem

Die Dampfsysteme (sowohl Hochdruck- als auch Niederdruck) sind, bzw. werden mit Sicherheitsventilen abgesichert. Deren Durchsatz ergibt sich aus den maximalen Leckagemengen von Dampfturbine und Dampfumformstation, wenn diese geschlossen sind.

Die zur Dampfturbine parallelgeschaltete Dampfumformstation ist mit einem Dampfprüfstock (redundante Drucküberwachungseinrichtung) nach DIN EN 12952 bzw. Betriebssicherheitsverordnung und Druckgeräterichtlinie ausgerüstet und schützt das Niederdrucksystem vor unzulässigem Überdruck.

Das Rückkühlsystem wird so ausgeführt, dass die Null-Förderhöhe der Pumpen geringer ist als der Auslegungsdruck der druckführenden Systeme.

3.1.10 Erweiterung der Zusatzwasser- und Kondensatreinigungsanlage

3.1.10.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Mit dem neuen Kessel 7 soll auch eine neue, dem Heizkraftwerk zugeordnete, Zusatzwasser- und Kondensatreinigungsanlage (im Folgenden Wasseraufbereitung) errichtet werden. Diese wird die bestehende Wasseraufbereitung vollständig ersetzen und die Kesselanlagen zur Prozessdampferzeugung mit Deionat versorgen. Die verfahrenstechnische Ausführung sowie die Kapazität der neuen Wasseraufbereitung entsprechen den Rahmenbedingungen der bereits bestehenden Wasseraufbereitungsanlage. Da diese nach Inbetriebnahme der neuen Anlagentechnik außer Betrieb

genommen wird, ist keine Änderung der Abwasserströme zu erwarten.

Die neue Zusatzwasser- und Kondensatreinigungsanlage wird über die folgenden wesentlichen Komponenten und Eckdaten verfügen:

- Vollentsalzungsanlage zur Aufbereitung von 120 m³/h Stadtwasser bestehend aus Kationentauscherstufe, Rieselturmentgasung und Anionentauscherstufe (sofern die Zusatzwasseraufbereitung mittels Umkehrosmose erfolgt, ist der Chemikalienbedarf deutlich geringer und somit im Rahmen der hier beantragten gehandhabten Stoffe mit abgedeckt).
- Kondensat Vorreinigungsstufe zur Aufbereitung von 80 m³/h Rücklaufkondensat aus der Papierherstellung bestehend aus Kerzenfiltern zur Rückhaltung von Schwebstoffen und Kationentauschern zur Entfernung von Restbestandteilen an Konditionierungsmitteln aus dem rücklaufenden Prozesskondensat.
- Kombinierte Kondensat- und Zusatzwasserreinigungsstufe (Mischbettfilter) mit einer Aufbereitungsleistung von ca. 120 m³/h
- Wärmeverschiebesystem und Notkühler zum Schutz der Ionenaustauscherharze vor zu hoher Temperatur
- Lagerbehälter für Natronlauge und Salzsäure
- Vorlagebehälter für Natronlauge und Salzsäure inkl. der zugehörigen Pumpen und Zummessbehälter
- Erforderliche Nebensysteme wie z. B. Pumpen, Neutralisationsstufe, verschiedene Behälter für Kondensat, Deionat, Mischwasser, Kondensat etc.

Die neuen Komponenten werden verfahrens- und rohrlitungstechnisch in den Bestand integriert und verfügen über alle relevanten Sicherheitseinrichtungen. Die Steuerung bzw. Umschaltung der jeweiligen redundanten Aufbereitungsstraßen erfolgt vollautomatisch über eine entsprechende Schalt- und Steueranlage.

Bei der Planung und Umsetzung der obigen Maßnahmen werden die Vorgaben des WHG in Verbindung mit der AwSV berücksichtigt.

Die für den Betrieb der Zusatzwasser- und Kondensatreinigung notwendigen Betriebsstoffe (Salzsäure und Natronlauge) werden schon heute in der bestehenden Wasseraufbereitungsanlage gehandhabt. Es kommen somit keine neuen Stoffe zum Einsatz.

Die entstehenden Rückspülabwässer werden neutralisiert (Salzsäure und Natronlauge), so dass sie wie bisher über das Prozessabwassersystem zur betriebseigenen Kläranlage der Steinbeis Papier (im Folgenden auch stellenweise „Abwasserreinigungsanlage“) gefördert werden können.

Die Hilfsstoffe Salzsäure und Natronlauge werden in bauartzugelassenen doppelwandigen Lagertanks gelagert. Diese sind mit allen erforderlichen Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsventil, Überfüllsicherungen, Lackageüberwachung etc.) ausgestattet. Die Beladung der Behälter erfolgt

jeweils mittels LKW. Die Abluftleitung des Lagertanks für HCl wird über ein Wasserschloss geführt, um einen Eintrag der überlagernden Gasphase in die Atmosphäre zu verhindern.

In nachstehender Tabelle sind die wesentlichen Lagerbehälter der Wasseraufbereitung aufgelistet.

Lagerbehälter	Ausführung Lagerbehälter	Austrag	Bruttovolumen
Natronlauge (NaOH)	Flachbodentank doppelwandig	Pumpen	30 m ³
Salzsäure (HCl)	Flachbodentank doppelwandig	Pumpen	30 m ³
Deionat	Flachbodentank	Pumpen	60 m ³

3.1.10.2 Aufgabenstellung, Aufbau und Betrieb des Systems

Die Zusatzwasser- und Kondensatreinigungsanlage hat im Wesentlichen die folgenden Aufgaben und soll vollautomatisch betrieben werden:

- Aufbereitung und Versorgung des bestehenden Heizkraftwerkes sowie des neuen Kessels 7 mit Zusatzwasser zum Ausgleich der Dampf- und Kondensatverluste
- Aufbereitung des aus der Produktion der benachbarten Papierfabrik zurückkommenden Kondensates für den erneuten Einsatz im Dampfprozess

Die künftige Zusatzwasser- und Kondensatreinigung setzt sich aus den folgenden wesentlichen Aufbereitungsschritten zusammen:

1. Dem Rohwasser (Stadtwater) werden im ersten Schritt, mittels stark und schwach sauren Kationentauscherharzen, im Wasser gelöste Kationen durch im Harz angelagerte H⁺-Ionen ersetzt. Die stark und schwach sauren Harze sind innerhalb der redundanten Reaktoren übereinander geschichtet, die Durchmischung wird mittels mechanischer Trennung (z.B. Düsenboden) verhindert.

Im Anschluss an die Kationentauscherstufe wird dem Wasser mittels einer Entgasungsstufe (z.B. Rieseleutgaser, Membranentgasung) das freie CO₂ entzogen, welches sich einerseits im Stadtwater befindet, bzw. sich in der Kationentauscherstufe bilden kann. Abschließend werden dem Rohwasser, mittels stark und schwach basischen Anionentauscherharzen, im Wasser gelöste Anionen durch im Harz angelagerte OH⁻-Ionen ersetzt. Die stark und schwach basischen Harze sind innerhalb der redundanten Reaktoren übereinander geschichtet, die Durchmischung wird mittels mechanischer Trennung (z.B. Düsenboden) verhindert.

Die Ionenaustauscherharze müssen entsprechend der jeweiligen Kapazität in regelmäßigen Abständen regeneriert werden. Die Regeneration der Kationenaustauscherharze erfolgt mit Salzsäure, die der Anionenaustauscher mit Natronlauge. Das nun vorliegende teilentsalztes Wasser hat eine Restleitfähigkeit von $< 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ und wird als Zusatzwasser zusammen mit dem aus der Produktion zurückkommenden Kondensat einer Mischbettfilteranlage zugeführt.

2. Diese zusätzliche Aufbereitungsstufe (Mischbettfilter) ist insbesondere in Hochdruckdampfprozessen mit Betrieb von Dampfturbinen erforderlich, da dort vollentsalztes Wasser mit einer elektrischen Restleitfähigkeit von $< 0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ notwendig ist.

Die Mischbettfilter sind mit schwach sauren Kationenaustauscherharzen und schwach basischen Anionenaustauscherharzen gefüllt. Die im Wasser noch vorhandenen positiv geladenen Salze werden im Kationenaustauscherharz durch H^+ -Ionen ersetzt. Im Anionenaustauscherharz werden die negativ geladenen Anionen, aufgenommen und gegen OH^- -Ionen ausgetauscht. Die Ionenaustauscherharze müssen entsprechend der jeweiligen Kapazität in regelmäßigen Abständen regeneriert werden. Die Regeneration des Kationenaustauscheranteils erfolgt mit Salzsäure, die des Anionenaustauscheranteils mit Natronlauge.

Dem Mischbettfilter ist im Kondensatstrang noch eine reine Kationenaustauscheranlage vorgeschaltet, um noch im Kondensat enthaltene Restmengen an Konditionierungsmitteln zum Korrosionsschutz (NH_3) zu entfernen. Die Regeneration der Kationenaustauscher erfolgt mit Salzsäure (HCl).

3. Ein weiterer Schritt der Aufbereitung ist die abschließende Entgasung des Speisewassers in den Speisewasserbehältern des Heizkraftwerkes bzw. der Kesselanlagen. Hier wird mittels Wärme (z.B. Dampf) das enthaltende Kohlendioxid und der Sauerstoff aus dem Wasser ausgegast und über eine Brüdenleitung an die Atmosphäre abgeleitet