

Gutachten

Projekttitle: **Genehmigungsantrag Heizkraftwerk der
Gebr. Lang GmbH Papierfabrik,
Ettringen**

Auftraggeber: **Gemeinde Ettringen**

Projekt-Nr.: **950500**

Bearbeiter: Dipl.-Chem. H. Nordsieck
Dipl.-Ing. (FH) M. Hertel
Prof. Dr.-Ing. W. Rommel

Inhalt

1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2	KURZBESCHREIBUNG DER GEPLANTEN ANLAGE.....	1
3	BRENNSTOFFE.....	2
3.1	Brennstoffauswahl	2
3.2	Eingangskontrolle, Sicherung der Qualität der Brennstoffe	4
4	ANLAGENTECHNIK.....	5
4.1	Brennstoffversorgung, Feuerung und Kessel.....	5
4.1.1	Brennstoffversorgung.....	5
4.1.2	Feuerung	6
4.1.3	Kessel.....	7
4.2	Abgasreinigung.....	8
4.3	Bypass.....	9
5	SICHERHEIT UND BRANDSCHUTZ.....	9
5.1	Störfallverordnung	9
5.2	Anlagensicherheit, Schutz der Allgemeinheit und der Arbeitnehmer	10
5.2.1	Anlagensicherheit und Schutz der Allgemeinheit	10
5.2.2	Explosionsschutz.....	10
5.2.3	Schutz der Arbeitnehmer.....	11
5.3	Brandschutz	11
6	RESTSTOFFE, ABWASSER UND EMISSIONEN IN DIE LUFT.....	12
6.1	Reststoffe.....	12
6.2	Abwasser	13
6.3	Emissionen in die Luft	14
7	AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT	15
7.1	Luftseitige Emissionen.....	15
7.1.1	Emissionssituation.....	15
7.1.2	Immissionen	16
7.1.3	Umweltverträglichkeitsuntersuchung	17
7.2	Lärmemissionen.....	18
7.3	Verkehr.....	19
8	AUSWIRKUNG DER SELBSTVERPFLICHTUNG PAPIERFABRIK LANG VOM 12.02.2008	19
9	FAZIT.....	21
10	LITERATUR.....	22
11	ANHANG.....	1

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gebr. Lang GmbH Papierfabrik, Ettringen, plant, die Versorgung der Papiermaschinen mit Dampf zukünftig über ein neu zu errichtendes Heizkraftwerk sicherzustellen. Teile des bestehenden Heizkraftwerks sollen als Ersatz während Stillstandszeiten dienen. Das neu zu erstellende Heizkraftwerk soll aus einer Gasturbine mit Abhitzeessel und einem mit Reststoffen aus der Papierherstellung, Klärschlamm und Ersatzbrennstoffen befeuerten Kessel bestehen.

Die Genehmigung für das Heizkraftwerk wurde beim Landratsamt Unterallgäu als wesentliche Änderung der Papierfabrik nach § 16 BImSchG Verbindung mit Anhang zur 4. BImSchV Nr. 1.1 und 13. BImSchV (Gasturbinenanlage) bzw. Nr. 8.1b und 17. BImSchV beantragt.

Das Landratsamt Unterallgäu hat die Gemeinde Ettringen zu einer Stellungnahme als Träger öffentlicher Belange aufgefordert und diese beauftragte das bifa Umweltinstitut mit einer Gesamtschau der Antragsunterlagen.

Die luftseitigen Emissionen sollten dabei einen Schwerpunkt der Betrachtung darstellen. Weil hinsichtlich der Emissionen der Reststoffkessel der wichtigere Teil der Anlage ist, wird auf die Gasturbine nur in so weit eingegangen, als dass dies zur Gesamtbeurteilung erforderlich ist.

Da die Prüfung von Verfahrensalternativen nicht Gegenstand des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist, wurden Alternativen zur Energiebereitstellung nicht untersucht.

2 Kurzbeschreibung der geplanten Anlage

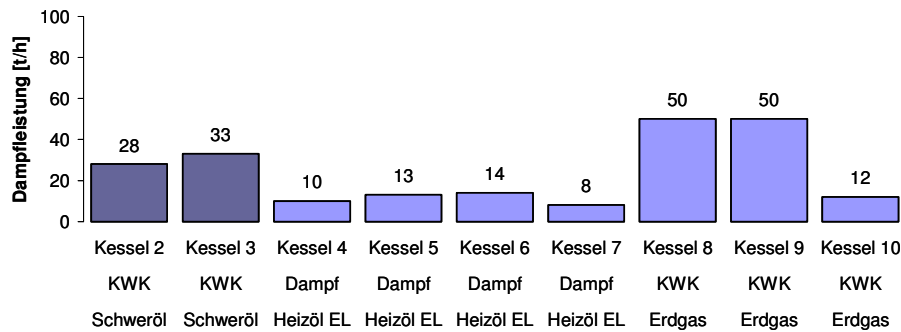
Das Heizkraftwerk ist als Kombination aus einer Gasturbinenanlage mit Abhitzeessel und Zusatzfeuerung (GuD-Kraftwerk) und einem Feststoff-befeuerten Kessel zur Verwertung von Reststoffen aus der Papierindustrie, Klärschlamm und Ersatzbrennstoff geplant. Der vorgesehene Standort liegt im Norden des Geländes der Papierfabrik auf einer Teilfläche der derzeit vorhandenen Reststoffdeponie.

Mit einer Feuerungswärmeleistung von insgesamt 191 MW (111 MW Gas, 80 MW Reststofffeuerung) soll es den Wärmebedarf der Papierfabrik vollständig abdecken und den Fremdbezug an elektrischer Energie verringern. Die Dampfproduktion ist mit 180 t/h rund 20% geringer als die zur Zeit installierte Kapazität (218 t/h).

Die Kombination aus einem vergleichsweise trägen Feststoffkessel mit einem bei wechselnder Last schnell reagierenden GuD-Kraftwerk ist in besonderer Weise geeignet, den häufig wechselnden Dampfbedarf der Papiermaschinen zu decken. Durch die Kopplung der Erzeugung elektrischer Energie mit der Erzeugung von Prozessdampf kann der Energieinhalt der als Brennstoffe vorgesehenen Reststoffe mit gutem Wirkungsgrad verwertet werden.

Die mit Gas bzw. Heizöl EL befeuerten Kessel des bestehenden Heizkraftwerks sollen als Reserve während Anlagenstillständen dienen, zwei mit schwerem Heizöl befeuerte Kessel werden stillgelegt. Abbildung 1 zeigt schematisch die derzeit betriebenen und die nach Bau des Gas- und Reststoff-Heizkraftwerks zu betreibenden Anlagen.

Bestand



Planung

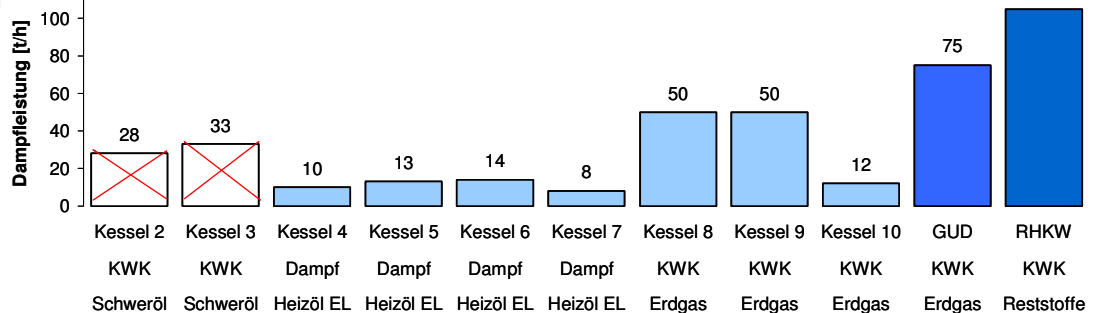


Abbildung 1: Schematische Darstellung der bei der Papierfabrik Lang betriebenen Kessel, Bestand und Plan.

Die im Reststoffkessel einzusetzenden Brennstoffe stammen teilweise aus dem eigenen Betrieb, teilweise sollen sie von anderen Betrieben der Myllykoski-Gruppe bezogen werden. Daneben soll kommunaler Klärschlamm eingesetzt werden, was einerseits die Wirtschaftlichkeit des Betriebs verbessert, andererseits die in der Region vorhandenen Kapazitäten zur Klärschlammverbrennung vergrößert und damit Transportaufwand zu mindern hilft. Der Ersatzbrennstoff wird zur Anhebung des Heizwerts benötigt, er stellt dadurch eine wichtige Komponente im Gesamtsystem dar.

3 Brennstoffe

3.1 Brennstoffauswahl

Neben Erdgas, das im Mittel für die Gesamtanlage etwa die Hälfte des Brennstoffs darstellen wird, kommen die in Tabelle 1 aufgeführten Brennstoffe in veränderlichen Anteilen zum Einsatz. Weil bestehende Verwertungswege teilweise weiter genutzt werden sollen, sind in den Antragsunterlagen die Maximal- und Minimalmengen nicht festgelegt, vielmehr werden die Bereiche anhand von zwei Beispielen beschrieben, die den Fall einer weitgehenden internen Verwertung der Reststoffe und den Fall eines weitgehenden Beibehaltens der bestehenden Verwertungswege abdecken sollen. Der Heizwertbereich der einzusetzenden Gemische soll zwischen 5.000 kJ/kg und 10.000 kJ/kg liegen. Hauptsächlich wegen des z.T. hohen Wassergehalts der Schlämme ist der Brennstoff als heizwertarm (niederkalorisch) anzusehen. Um die vorgesehene Feuerungswärmeleistung von 80 MW zu erreichen, ist daher ein hoher bis sehr hoher Durchsatz erforderlich (vgl. Tabelle 1, Zeile 12).

Tabelle 1: Beispielhafte Brennstoffgemische.

Bezeichnung	Heizwert ca. [kJ/kg]	Mischung 1		Mischung 2	
Deinkingschlamm 1	2857	10793	kg/h	0	kg/h
Deinkingschlamm 2	3902	13311	kg/h	0	kg/h
Papierfangstoff 1	2694	5789	kg/h	0	kg/h
Papierfangstoff 2	5388	1097	kg/h	1097	kg/h
Spuckstoff intern	22200	910	kg/h	910	kg/h
Spuckstoff extern	12000	976	kg/h	976	kg/h
Bioschlamm intern	1535	2388	kg/h	2388	kg/h
Bioschlamm extern	950	3415	kg/h	3415	kg/h
kommunaler Klärschlamm	1000	6098	kg/h	6098	kg/h
Ersatzbrennstoff	13500	10283	kg/h	17569	kg/h
Rinde / Restholz	12500	0	kg/h	0	kg/h
Mittlerer Heizwert		5231	kJ/kg	8875	kJ/kg
Jahresdurchsatz		451492	t	266115	t

Der Wassergehalt der Brennstoffe Deinkingschlamm, Spuckstoff, Papierfangstoff und Bioschlamm (Schlamm der betriebseigenen Kläranlage) soll zwischen 40 und 70% betragen, der kommunale Klärschlamm soll bis zu einem Wassergehalt von 75% entwässert sein. Relativ trockene Brennstoffe sind diesen hohen Wassergehalten gegenüber die Rinde mit ca. 30% Wassergehalt und der trocken angelieferte Ersatzbrennstoff.

Entsprechend der unterschiedlichen Herkunft sind die spezifischen Schadstoffgehalte der Brennstoffe sehr unterschiedlich. Im Anhang zu Register 4 sind Bereiche der Schadstoffkonzentrationen der Brennstoffe als Mittelwerte und teilweise als 80. Perzentil-Werte aufgeführt. Diese „exemplarischen Brennstoffanalysen“ wurden mit anderen Angaben zu typischen Schadstoffgehalten der Reststoffe verglichen. Sie decken den oberen Bereich der in der Praxis auftretenden Werte ab. Im Fall des kommunalen Klärschlammes liegen sie weit höher als die derzeit in kommunalen Klärschlämmen auftretenden Schadstoffgehalte, eine Abschätzung des Eintrags von Schwermetallen in die Anlage anhand dieser Werte wird voraussichtlich eine starke Überbewertung der Schwermetallfracht ergeben.

Als Basis zum Vergleich der Einträge von Chlor, Schwefel und Schwermetallen ist weniger der Bezug auf Frisch- oder Trockenmasse geeignet als der Bezug auf den Heizwert (trocken) des Brennstoffs.

Abbildung 2 zeigt, dass unter Zugrundelegen der angegebenen Brennstoffzusammensetzung Chlor überwiegend von den Spuckstoffen und dem Ersatzbrennstoff eingetragen wird, wogegen Schwefel auch in den Schlämmen in nennenswertem Maß enthalten ist. Bezogen auf den Heizwert sind die Ersatzbrennstoffe und der Klärschlamm am höchsten mit Schwermetallen belastet. Rechts in Abbildung 2 ist ein Ausschnitt dargestellt, in dem die spezifischen Gehalte ausgewählter Schwermetalle, Arsen und Antimon

wiedergegeben werden. Die gegenüber den anderen Brennstoffen hohen Gehalte im Klärschlamm zeigen, dass ein erhebliches Potential zur Verringerung des Schwermetalleintrags besteht, indem schärfere Anforderungen an die Qualität dieses Brennstoffs gestellt werden.

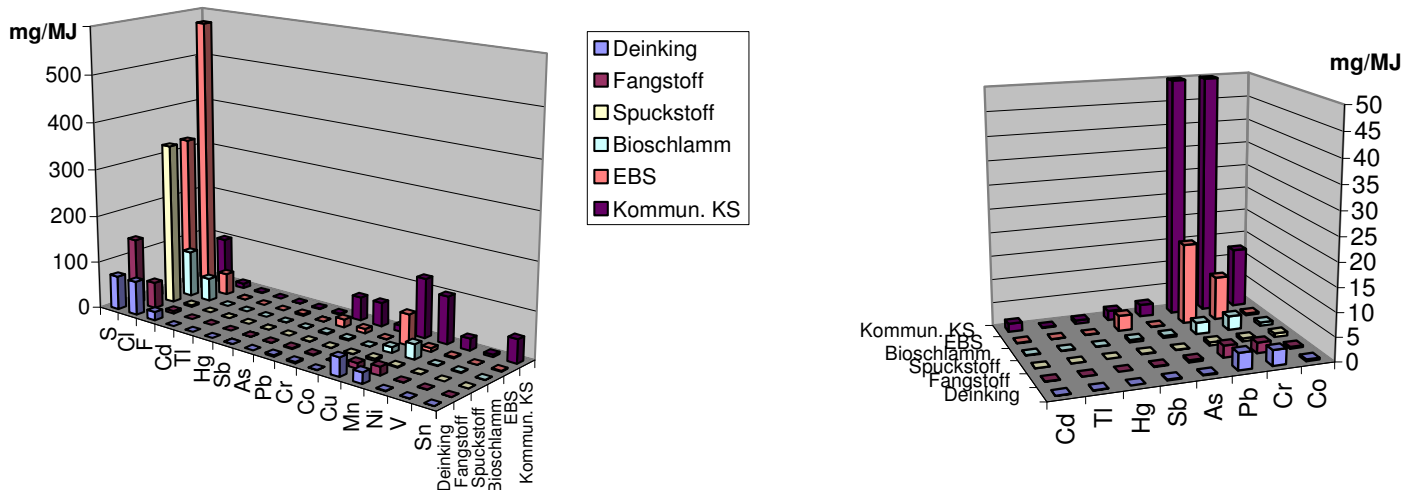


Abbildung 2: Spezifische Schadstoffgehalte der Brennstoffe.

Für die Begutachtung wurden die beiden im Antrag angeführten Mischungen der Einsatzstoffe herangezogen, die Grenzzusammensetzungen darstellen sollen. Grafisch ist die Zusammensetzung der Gemische in Abbildung 3 dargestellt.

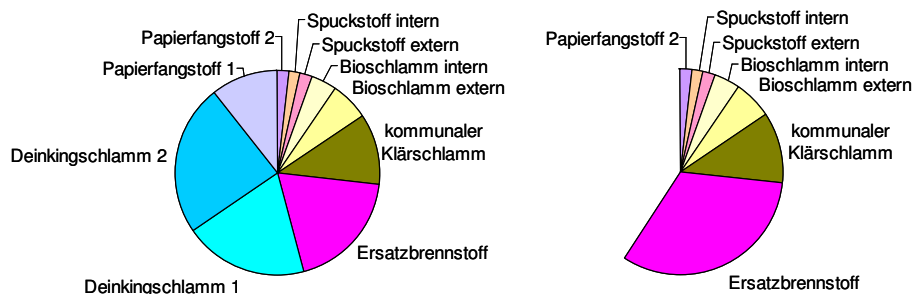


Abbildung 3: Zusammensetzung der untersuchten Brennstoffmischungen (80 MW Brennstoffwärmeleistung, Fläche massenproportional).

3.2 Eingangskontrolle, Sicherung der Qualität der Brennstoffe

Eine Begrenzung der Belastung der angenommenen Brennstoffe ist essentiell für das sichere Einhalten der Emissionsgrenzwerte. Auch wenn die betrieblich anfallenden Reststoffe in der Regel gleichartig anfallen und bei der Aufbereitung des Ersatzbrennstoffs eine Abreicherung einzelner Schadstoffe stattfindet und insbesondere Fremdstoffe abgeschieden werden, ist die Eingangskontrolle die einzige Maßnahme, die gewährleistet, dass offensichtliche Fehlchargen direkt zurückgewiesen werden können und dass eigene Informationen über die Zuverlässigkeit der Lieferanten gesammelt werden kann.

Nach den Antragsunterlagen soll eine Beschreibung des Systems zur Qualitätssicherung nachgereicht werden. Ein nachgereichtes Qualitätssicherungskonzept liegt uns bislang nicht vor.

Ein geeignetes Qualitätssicherungskonzept muss

- a) Kriterien für die Mindestansprüche an Heizwert und Zusammensetzung und klare Grenzen für die zulässigen Anteile an Wasser und Inertstoffen und für die Belastung mit Schadstoffen festlegen,
- b) einen Probenahmeplan enthalten, der die Eigenschaften der einzelnen Brennstoffe wie Inhomogenität, Stückigkeit und Schadstoffgehalte und die Häufigkeit der Anlieferung von einzelnen Lieferanten berücksichtigt,
- c) einen Analyseplan enthalten, in dem verschiedene Untersuchungsumfänge von Sichtanalysen bis zu umfassenden Analysen festgelegt sind,
- d) die Dokumentation der Ergebnisse und das Vorgehen bei Beanstandungen beschreiben.

Da das Qualitätssicherungskonzept nicht zur Begutachtung vorlag, sollte es von einer unabhängigen Stelle begutachtet werden und vor Inbetriebnahme der Anlage mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt sein.

4 Anlagentechnik

Die vielseitig zusammengesetzte Brennstoffauswahl mit einem niedrigen resultierenden Heizwert setzt eine sorgfältig angepasste Feuerung und eine sorgfältige Bewirtschaftung des Brennstoffs voraus. Unter diesem Aspekt ist nicht nachvollziehbar, dass die Antragsunterlagen die Systemwahl offen lassen zwischen Wirbelschicht- und Rostfeuerung und nur grobe Eckdaten zur Ausführung geben. Im Bereich Anlagentechnik kann daher nicht eine durchgeplante Anlage beurteilt werden, sondern nur prüfen, welche Ausführungen zur Verwertung des Brennstoffgemisches geeignet sein können.

4.1 Brennstoffversorgung, Feuerung und Kessel

4.1.1 Brennstoffversorgung

Mit Ausnahme des kommunalen Klärschlammes sollen die angelieferten Brennstoffe im Brennstofflager gemischt und zwischengelagert werden. Der Klärschlamm wird in eine Annahmegrube abgekippt und von dort in das Klärschlamm-silo gepumpt. Das Brennstofflager ist als Tiefbunker vorgesehen, in dem der Abkippbereich vom Lager durch eine Trennwand abgrenzt wird. Die intern anfallenden Reststoffe werden z.T. über ein Förderband in den Abkippbereich eingebracht, zum anderen Teil wie die aus externen Quellen angelieferten Brennstoffe aus LKW abgekippt. Die Kapazität des Brennstofflagers soll für 4 Tage ausreichen, es ist damit ausreichend dimensioniert.

Zum Beschicken der Feuerung und zum Mischen der Brennstoffe sind zwei Brückenkranen vorgesehen, die gleichzeitig in Betrieb sein sollen. Die großen Unterschiede im Heizwert, die zu einem erheblichen Teil auf dem unterschiedlichen Wassergehalt beruhen, erzwingen eine gute Mischung der Brennstoffe. Nur so kann ein gleichmäßiger Abbrand erreicht werden. Wenn nun einer der Krane ausfällt, kann der zweite noch den Brennstoff umschlag bewältigen, nach Ansicht des Gutachters wird aber kaum mehr Kapazität zum Mischen frei sein. Weil die Trennwand die Bewirtschaftung des Lagers bei rutschfähigem Brennstoff vereinfacht, ist es dennoch plausibel, dass der Anlagenbetrieb auch bei Ausfall eines Krans störungsfrei aufrecht erhalten werden kann bis der vorgemischte Brennstoff aufgebraucht ist. Damit steht Zeit für Reparaturen zur Verfügung und es ist plausibel nur zwei Krane vorzusehen. Vollständige Redundanz wird aber erst mit einem dritten Kran, der in Bereitschaft steht, erreicht werden. Von vollständiger Redundanz kann abgesehen werden, wenn beispielsweise mit einer Wirbelschichtfeuerun g ein System gewählt wird,

das schnell auf Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung reagieren kann und die Feuerleistungsregelung in der Lage ist, solche Schwankungen weitgehend auszuregeln.

4.1.2 Feuerung

Die Ausführungsart der Feuerung ist in den Antragsunterlagen offen gelassen. Beispielhaft sind sowohl eine Rostfeuerung als auch eine Wirbelschichtfeuerungen. Die Detailtiefe der Beschreibungen ist zu gering um daraus beispielsweise Temperaturprofile oder Verweilzeiten ableiten zu können. Ein Feuerungsleistungsdiagramm, aus dem Eckdaten zur thermischen Leistung und zum Heizwertband des Brennstoffs entnommen werden könnte, wurde nicht vorgelegt.

Sowohl von Rostfeuerungen als auch von Wirbelschichtfeuerungen gibt es verschiedene Ausführungsarten, die nicht gleichermaßen für den Einsatz großer Mengen sehr niederkaloriger Brennstoff geeignet sind.

Rostfeuerungen

Rostfeuerungsanlagen werden meist als Vorschubroste ausgeführt, von denen es wiederum mehrere Varianten gibt. Das Funktionsprinzip ist eine Vorwärtsschieben des Brennguts durch bewegliche Roststäbe. Dabei findet eingeschränkt auch ein Durchmischen statt, das durch Absturzstufen gefördert werden kann. In luftgekühlter Ausführung erstreckt sich der Einsatzbereich in der Regel von 8.000 bis 15.000 kJ/kg, bei höheren Heizwerten werden bevorzugt teilweise oder ganz wassergekühlte Roste eingesetzt.

Eine weitere Variante sind sogenannte Walzenroste, bei denen das Brenngut von 5 – 6 langsam gleichsinnig drehenden luftgekühlten Walzen mitgenommen und durchmischt wird. Die Durchmischung ist besser als auf Vorschubrosten, der Einsatzbereich beginnt bei Heizwerten von ca. 6.500 kJ/kg. Nachteilig ist insbesondere bei feinteiligen Brennstoffen der vergleichsweise hohe Anteil an Rostdurchfall, also Brenngut, das am Übergang zwischen den Walzen durchfällt.

Unter den Rostvarianten ist der Rückschubrost eine Besonderheit hinsichtlich der Flexibilität des Brennstoffs. Hier wird der Brennstoff von beweglichen Roststäben entgegen der Fließrichtung auf dem steilen Rost in Richtung Brennstoffaufnahme zurück geschoben. Dabei findet eine intensive Durchmischung des Brennbetts statt. Das System wurde ursprünglich entwickelt zur Verwertung von Magerkohle, es ist daher auch für sehr geringe Heizwerte ab ca. 5.000 kJ/kg geeignet.

Wegen der langen Aufenthaltszeit des Brennstoffs auf dem Rost (0,5 – 1 h) stellen Rostfeuerungen nur geringe Ansprüche an die Stückigkeit des Brennstoffs. Der Kessel setzt in der Regel dicht über dem Rost, so dass Teil des Feuerraums und die Nachbrennkammer gleichzeitig Bestandteile des Kessels sind. Durch Primärmaßnahmen wie Luftstufung und ggf. Abgasrezirkulation kann die Bildung von Stickstoffoxiden reduziert werden.

Wirbelschichtfeuerungen

Wirbelschichtfeuerungen können als sogenannte „stationäre Wirbelschicht“ ausgeführt werden, bei der das Bettmaterial durch geeignete Wahl der Anströmgeschwindigkeit zwar in Bewegung gebracht wird, aber nicht aus dem Wirbelbett ausgetragen. Die „zirkulierende Wirbelschicht“ arbeitet dagegen mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten, so dass das Bettmaterial teilweise mitfliegt und am Ende des Ausbrennraums durch einen Zyklon abgeschieden wird. Durch Kühlen des zurückgeführten Bettmaterials ist eine gute Temperatursteuerung möglich. Feuerungen mit zirkulierender Wirbelschicht erreichen eine höhere Leistungsdichte als Feuerungen mit stationärer Wirbelschicht. Sie sind daher insbesondere bei großen Einheiten wirtschaftlich zu bauen. Wegen der besseren Durchmischung ist eine zirkulierende Wirbelschicht besser als eine stationäre Wirbelschicht für hohe Brennstoffdurchsätze geeignet.

Beide Varianten stellen hohe Ansprüche an die Brennstoffaufbereitung, weil grobstückiges Material schlecht verarbeitet werden kann und Probleme beim Ascheaustrag verursacht. Wirbelschichtfeuerungen reagieren schnell auf Lastwechsel, Änderungen in der Brennstoffqualität oder -menge, weil die Abbrandrate höher ist als bei grobstückigen Brennstoffen und dadurch geringere Brennstoffmengen in der Feuerung sind als beispielsweise bei Rostfeuerungen.

Wegen der guten Durchmischung und der geringen Korngröße des Brennstoffs können Wirbelschichtfeuerungen bei niedrigeren Brennbett- und Feuerraumtemperaturen als Rostfeuerungen betrieben werden. Dadurch kann neben der primärseitigen Verminderung der Stickstoffoxid-Bildung durch Zugabe von Kalksteinmehl auch Schwefeldioxid teilweise gebunden werden.

Vergleich der Varianten

Beide Feuerungsvarianten können hinsichtlich der Temperaturverläufe und Verweilzeiten so gebaut werden, dass sie den Ansprüchen einer Anlage nach Stand der Technik bzw. best verfügbare Technik (BVT) entsprechend den Anforderungen der EU-Abfallverbrennungsrichtlinie [UBA, 2005] entsprechen (850°C, 2s). In Tabelle 2 sind die Hauptmerkmale der beiden Feuerungsvarianten einander gegenübergestellt.

Tabelle 2: Vergleich der Feuerungsvarianten.

	Feuerung mit Rückschubrost	Zirkulierende Wirbelschicht
Eignung für niederkalorische Brennstoffe	ja	ja
Flexibilität	hoch	hoch
Ascheausbrand	hoch	hoch
Lastwechsel	mittel-langsam	mittel-schnell
Staubanfall	mäßig	hoch
Anforderung an Brennstoffaufbereitung	gering	hoch
Besonderheit	NO _x -Minderung durch Primärmaßnahmen	NO _x und SO ₂ -Minderung durch Primärmaßnahmen

4.1.3 Kessel

Feuerung und Kessel knüpfen eng aneinander an, bei der Rostfeuerung ist in der Regel der Nachbrennraum in den ersten Zug des Kessels integriert. Um Ascheablagerungen zu vermeiden werden die ersten Kesselzüge als Leerzüge ausgeführt, danach schließen sich der Überhitzer und der Speisewasservorwärmer (Economiser) an. Die Abgasqualität verändert sich im Kessel nur wenig, so dass die Kesselbauweise nur einen geringen Einfluss auf die Qualität des Rohgases vor Abgasreinigung hat. Angaben zur Dimensionierung des Kessels wurden nicht vorgelegt.

Die vorgesehenen Dampfparameter sind 66 bar (6,6 MPa) Druck bei 440°C Frischdampf Temperatur. Das ist etwas höher als bei Abfallverbrennungsanlagen üblich. Höhere Dampfdrücke und -temperaturen verbessern die Effizienz bei der Stromgewinnung. Erwähnenswert ist, dass bei der geplanten Anlage die Abgastemperatur auf den Bereich zwischen 160 - 180°C gesenkt werden soll. Dies ist der unterste Bereich von Abgastemperaturen, der in Reststoff-befeuerten Kesseln sinnvoll ist, bei noch niedrigeren Ab-

gastemperaturen besteht ein hohes Korrosionsrisiko durch Unterschreitung des Säuretaupunkts an den Wärmeaustauscherrohren.

4.2 Abgasreinigung

Neben ggf. anzuwendenden Primärmaßnahmen wie Abgasrezirkulation soll als erstem Schritt der Abgasreinigung das Verfahren der nichtselektiven katalytischen Stickstoffoxidreduktion (SNCR) eingesetzt werden. Dazu wird in einem engen Temperaturfenster, das anlagebedingt im Temperaturbereich zwischen 1.100 und 850°C liegt, eine Harnstofflösung in die Nachbrennkammer der Feuerung eingespritzt. Aus dem Harnstoff entsteht durch thermische Zersetzung Ammoniak, das sich mit dem bei der Verbrennung gebildeten Stickstoffmonoxid zu Stickstoff und Wasser umsetzt. Dieses Verfahren ist energieeffizienter als eine der Abgasreinigung nachgeschaltete katalytische Stickstoffoxidreduktion (SCR), das Temperaturfenster muss aber genau getroffen werden. Bei geeigneter Ausführung ist es möglich, die derzeit geltenden Grenzwerte deutlich zu unterschreiten [Von der Heide, 2008].

Als nächster Teil der Abgasreinigung wird eine Vorentstaubung im Kessel genannt, ohne dass Angaben zur Ausführung oder der Leistungsfähigkeit gemacht werden. Mit Reststoffen befeuerte Rostfeuerungen weisen am Kesselende in der Regel Staubgehalte von etwa 2 g/m³ auf. Bei Wirbelschichtfeuerungen ist die Staubkonzentration am Kesselende teilweise sehr viel höher, möglicherweise wäre eine gezielte Vorentstaubung sinnvoll, beispielsweise durch einen Multizyklon.

Das zur Feinabscheidung von Staub und den übrigen Schadstoffen, vorgesehene Verfahren ist eine konditionierte Trockensorption mit Kalziumhydroxid und Herdofenkoks als Additiven. Dabei wird zunächst durch einen Einspritzkühler die für die nachfolgenden Reaktionen optimale Temperatur eingestellt („konditioniert“) und Kalziumhydroxid mit einer Beimischung von Herdofenkoks zudosiert. Das Kalziumhydroxid reagiert mit Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff und Schwefeldioxid zu den entsprechenden Salzen. Die Beimischung von Herdofenkoks dient zur Adsorption gasförmiger Anteile der Schwer- und Halbmetalle und von Polychlordibenzodioxinen (PCDD/PCDF) und anderen organischen Spurenstoffen. Das Reaktionsprodukt wird zusammen mit dem Flugstaub an einem Gewebefilter abgeschieden. Gewebefilter zeichnen sich dadurch aus, dass der im Reingas verbleibende Staubgehalt weitestgehend unabhängig vom Staubgehalt im Rohgas ist. Bei hoher Staub-Eingangskonzentration müssen nur die Gewebefilterschläuche häufiger abgereinigt werden. Daher ist es für die Reingasqualität nicht sehr wichtig, wie effizient die Entstaubung im Kessel arbeitet

Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass das Gewebefilter so dimensioniert werden soll, dass im Fall eines Defekts eine Kammer für längere Zeit stillgesetzt werden kann. Ein Wechsel defekter Schläuche ist erst bei der jeweils nächsten Anlagenrevision vorgesehen. Das erzwingt eine größere Dimensionierung als üblich. Dadurch werden weniger Abreinigungsvorgänge erforderlich.

Eine schadstoffbezogene Übersicht über die vorgesehene Abgasreinigung zeigt Tabelle 3. Darin ist auch angegeben, ob das jeweils gewählte Verfahren als dem Stand der Technik entsprechend angesehen werden kann.

Tabelle 3: Übersicht über die vorgesehene Abgasreinigung.

Abgasreinigung	Maßnahme	Stand der Technik?
Staub	Vorentstaubung im Kessel, Gewebefilter	ja
Stickstoffoxide (NOx)	Primärmaßnahmen, SNCR	ja
Schwefeloxide (SO ₂)	Primärmaßnahmen (WS) Absorption an Ca(OH) ₂	ja
Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff	Absorption an Ca(OH) ₂	ja
Quecksilber	Absorption an Herdofenkoks	ja
Organische Spurenschadstoffe (PAK, „Dioxine“)	Primärmaßnahmen (850°C, 2s), Adsorption an Herdofenkoks	ja
Schwermetalle (und As, Sb)	Entstaubung, (+ Adsorption an Herdofenkoks)	ja

4.3 Bypass

Zum Schutz der Gewebefilter soll die Abgasreinigungsanlage während des reinen Stützbrennerbetriebs beim An- und Abfahren der Anlage umgangen werden (Bypassbetrieb). Wie eine Reihe von Untersuchungen an Abfallverbrennungsanlagen gezeigt haben, entsteht auch beim reinen Stützbrennerbetrieb während einzelner Phasen des An- und Abfahrens ein mit Schadstoffen belastetes Abgas. Das Umgehen der Abgasreinigung beim An- und Abfahren verursacht daher relevante Emissionen, die die Emissionen beim störungsfreien Verfahrensablauf weit überschreiten können.

Durch technische Maßnahmen wie z.B. Fremdheizung ist es möglich, Taupunktunterschreitungen und dadurch Schäden am Gewebefilter beim An- und Abfahren der Anlage zu vermeiden. Solche Maßnahmen sind an einzelnen Abfallverbrennungsanlagen bereits umgesetzt worden.

Es sollte daher vom Antragsteller eingehend geprüft werden, ob an der geplanten Anlage entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden können und so auf den Bypassbetrieb verzichtet werden kann.

Sollte das nicht möglich sein, so sollte mit Hilfe eines Messprogramms während An- und Abfahrvorgängen eine Optimierung dieser Betriebszustände erfolgen.

5 Sicherheit und Brandschutz

5.1 Störfallverordnung

In den vom Antragsteller beschriebenen Betriebsbereichen soll mit gefährlichen Stoffen umgegangen werden. Um die beantragten Anlagen gemäß 12. BImSchV – Störfallverordnung einordnen zu können, wurde eine Prüfung auf Anwendbarkeit der Störfallverordnung durch einen Sachverständigen nach §29a BImSchG durchgeführt und den Antragsunterlagen als Anlage beigefügt.

Die Prüfung erfolgte an Hand der vom Antragsteller vorgelegten Stoffliste mit dem Ergebnis, dass die Störfallverordnung für das neue geplante Heizkraftwerk keine Anwendung findet.

Die Prüfung auf Anwendbarkeit der Störfallverordnung wurde auf Plausibilität geprüft und als schlüssig bewertet.

5.2 Anlagensicherheit, Schutz der Allgemeinheit und der Arbeitnehmer

Im Register 11 der Antragsunterlagen werden Angaben zur Anlagensicherheit einschließlich Explosionsschutz sowie zum Schutz der Allgemeinheit und der Arbeitnehmer gemacht. Dabei wird darauf hingewiesen, dass bei der Auslegung und Beschaffung von der Anlagen und Komponenten die relevanten Sicherheitsvorschriften und Verordnungen wie z.B. Druckgeräterichtlinie/-verordnung, Betriebssicherheitsverordnung, Geräte- und Produktsicherheitsgesetz berücksichtigt werden.

5.2.1 Anlagensicherheit und Schutz der Allgemeinheit

Unter dem Punkt Anlagensicherheit und Schutz der Allgemeinheit sind im Antrag die Beschreibung von Maßnahmen zu folgenden Punkten zusammengefasst:

- Übergeordnete Schutzmaßnahmen,
- Schutz vor unzulässigen Überdrücken in Anlagenteilen,
- Ausfall der elektrischen Stromversorgung und gesicherte Versorgung sowie Sicherheitsbeleuchtung,
- Förderanlagen und Reststoffaufbereitungsanlagen sowie Silos und Bunker,
- Schutz vor Gasen, Nebeln und stäuben,
- Elektrische Betriebsräume, Bühnen und Geländer mit Begehungen,
- Maßnahmen zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Betriebes.

Es wurde eine Plausibilitätsprüfung der beschriebenen Schutzmaßnahmen durchgeführt. Eine inhaltliche Prüfung der Schutzmaßnahmen ist nicht erfolgt. Für den Stand der Planung sind die beschriebenen Maßnahmen als schlüssig und die dargestellten Vorgehensweisen als plausibel zu bewerten. In den Antragsunterlagen wird darauf hingewiesen, dass die erforderlichen Schutzmaßnahmen bei der Ausführungsplanung in Zusammenarbeit zwischen Antragsteller, Betreiber und zuständigen Behörden festgelegt werden.

5.2.2 Explosionsschutz

Explosionsgefahren sind durch Erdgas als Brennstoff zu erwarten sowie aufgrund des Einsatzes von Herdofenkoks als Adsorbens durch Staubfreisetzung bei dessen Lagerung und Förderung. Weiter können aus dem eingesetzten Klärschlamm Faulgase entstehen. Die Gefahren von relevanter Staubbildung der eingesetzten Brennstoffe für eine explosionsfähige Atmosphäre ist aufgrund des Feuchtegehaltes zum Einen als nicht wahrscheinlich anzunehmen und wird zum Anderen durch Begrenzung des maximalen Staubgehalts in der Brennstoffspezifikation sichergestellt.

Zu den möglichen auftretenden Explosionsgefahren ist ein Sachverständigen-Gutachten Bestandteil der Antragsunterlagen. Das Explosionsschutzgutachten beinhaltet die Benennung der Stoffdaten und sicherheitstechnischen Kennzahlen, eine Gefährdungsbeurteilung mit Ermittlung der relevanten Anlagenteile sowie ein Schutzkonzept mit Zielvorgaben. Für den Gasturbosatz ist eine Gaswarnanlage vorgesehen, das Klärschlamm-silo wird entsprechend dauerhaft abgesaugt.

Es erfolgte keine inhaltliche Prüfung des Explosionsschutzgutachtens. Zum derzeitigen Stand ist das Konzept zum Explosionsschutz als schlüssig anzusehen, die genannten Maßnahmen reichen voraussichtlich aus.

5.2.3 Schutz der Arbeitnehmer

Das geplante Heizkraftwerk ist als vollautomatische Anlage konzipiert, so dass lediglich zu Wartungs- und Kontrollzwecken Arbeitnehmer in den Anlagenteilen tätig sein werden. Es liegt lediglich eine allgemeine Beschreibung gemäß den geltenden Vorschriften vor. Betriebsanweisungen und Unterweisungen der Mitarbeiter zu Gefahren und zu treffenden Maßnahmen vor Inbetriebnahme und danach in regelmäßigen zeitlichen Abständen sind vorgesehen.

Hinzuweisen wäre noch darauf, dass dies auch für Mitarbeiter von Fremdfirmen notwendig ist. Festzulegen sind weiter spezielle Arbeiten, die erst nach Vorliegen einer gesonderten schriftlichen Erlaubnis durchgeführt werden dürfen.

Die Sicherheitsvorkehrungen bei Errichtung der Anlage sind erwähnt.

Das Arbeitsschutzkonzept erscheint zum momentanen Stand der Planung schlüssig. Vorbehaltlich einer detaillierten Prüfung sind keine Defizite aufgefallen.

5.3 Brandschutz

Das Brandschutzkonzept ist eigenständig und als Anhang dem Antrag beigefügt.

In dem integrierten Gebäude des neuen Heizkraftwerkes werden vier Brandabschnitte unterteilt:

- Brennstofflagerung,
- Reststoffkesselhaus und GuD-Gebäude,
- Schaltanlagen- und Bürogebäude,
- Rauchgasreinigung.

Inhaltlich wurde das Brandschutzkonzept im Rahmen dieses Gutachtens nicht geprüft, auffällig ist aber, dass das Gewebefilter nicht eigens behandelt wird.

Im Brandschutzkonzept ist keine Maßnahme beschrieben, mit der ein Brand im Gewebefilter der Abgasreinigungsanlage entdeckt werden kann. Ebenso fehlt eine Angabe dazu, wie in einem solchen Fall vorgegangen werden soll.

Zur Abgasreinigung werden Aktivkohle- oder Herdofenkokshaltige Gemische eingesetzt. Ansammlungen von kohlenstoffhaltigen Reststoffen im Gewebefilter können sich in ungünstigen Fällen durch Funkenflug oder durch Selbstentzündung Glimmnester ausbilden, die sich zum Gewebefilterbrand ausweiten können. Weil in solchen Glimmnestern Kohlenmonoxid (CO) entsteht, können sie durch eine CO-Differenzmessung besser als über eine Temperaturerhöhung des Abgases entdeckt werden. Um einen Brand im Gewebefilter frühzeitig entdecken zu können, sollte daher eine CO-Differenzmessung im Abgas erfolgen. Gängige Praxis zur Überwachung von Gewebefiltern, in denen kohlenstoffhaltige Materialien abgeschieden werden, ist eine Differenzmessung der CO-Konzentration. Dadurch kann schon vor Entstehen eines Glutnests eine auffällige Reaktion im Gewebefilter entdeckt werden. Im Fall eines Brands im Gewebefilter sollte die entsprechende Kammer freigeschaltet und durch eine Löschanlage inertisiert werden. Die Löschanlage kann mit CO₂ oder Stickstoff betrieben werden, je nach dem welches Löschmittel vor Ort bereits eingesetzt wird.

6 Reststoffe, Abwasser und Emissionen in die Luft

Die sich ergebenden Reststoffmengen und –zusammensetzungen sowie die Emissionen in die Luft und evtl. entstehendes Abwasser hängen ab von den einzusetzenden Brennstoffen, der gewählten Verfahrenskette und deren Betriebsweisen. Um eine Aussage über die zu erwartenden Reststoffmengen und die Emissionen in die Luft treffen zu können, wurde deshalb im Rahmen dieses Gutachtens die komplette Verfahrenskette als Rechenmodell abgebildet (Abbildung 4).

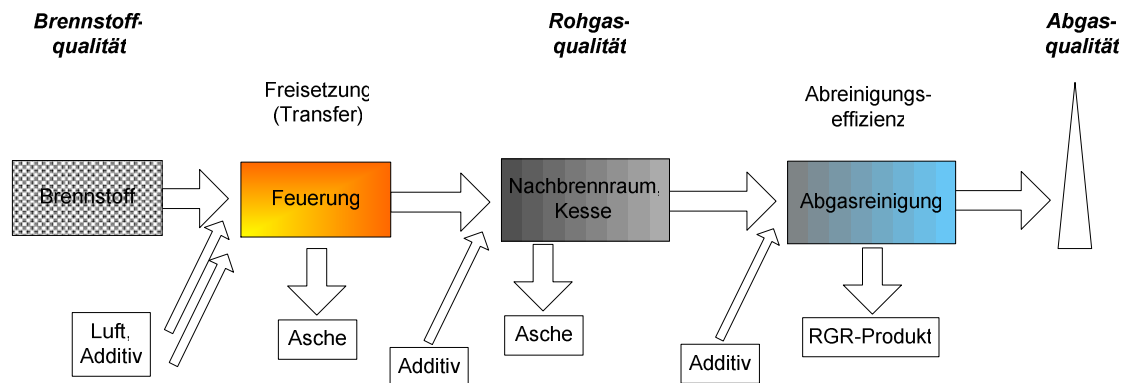


Abbildung 4: Rechenmodell zur Abschätzung der Reststoffmengen und luftseitigen Emissionen aus der Brennstoffzusammensetzung.

Der Brennstoff in seiner jeweiligen Zusammensetzung wird der Feuerung zugeführt und dort mit der Verbrennungsluft (als Primär- und Sekundärluft in überstöchiometrischem Verhältnis an unterschiedlichen Stellen des Feuerraumes zugeführt) sowie dem Additiv (wässrige Harnstofflösung) für die selektive nicht-katalytische Entstickung verbrannt. Dieser Prozess wird rechnerisch mit einer sog. „Verbrennungsrechnung“ nachgebildet. Dabei kommen sog. „Transferfaktoren“ zur Anwendung, die für jeden einzelnen Stoff beschreiben, welcher Anteil in das Rauchgas (Rohgas) und welcher Anteil in die festen Verbrennungsrückstände (Asche) jeweils übergeht. Für den konkreten Fall wurden diese Transferfaktoren der einschlägigen Fachliteratur entnommen. Je nach gewählter Feuerung (Wirbelschicht oder Rost) fallen die Aschen und Kesselstäube an unterschiedlicher Stelle der Prozesskette an. Das Rohgas gibt im Kessel einen Teil seiner Energie ab und wird dabei gem. Angaben im Antrag auf eine Temperatur von 180 bis 160°C abgekühlt. Anschließend durchlaufen sie die Abgasreinigung, wo im Falle der beantragten sog. „konditionierten Trockensorption“ unter Zugabe von weiteren Additiven (Kalkhydrat und Herdofenkoks) durch Chemisorption die gasförmigen Schadstoffe im Abgas an das Additiv gebunden und dieses dann zusammen mit dem Flugstaub an einem Gewebefilter aus dem Abgas abgeschieden wird. Dieser Prozess der Abreinerung der Schadstoffe aus dem Abgas wird rechnerisch über sog. „Abreinerungsfaktoren“ modelliert. Für den konkreten Fall wurden diese Abreinerungsfaktoren ebenfalls der einschlägigen Fachliteratur entnommen. Im Anhang ist beispielhaft eine der Rechnungen in Auszügen dargestellt.

Für die Nachrechnung wurden die beiden im Antrag beispielhaft dargestellten Brennstoffgemische (siehe Abbildung 3) herangezogen.

6.1 Reststoffe

Im Antrag werden zu den erwarteten Reststoffmengen folgende Angaben (Ordner 1, Formular 9.1) gemacht:

- für den Fall einer Wirbelschichtfeuerung:

- Bettasche (AW 19 01 12) ca. 11.000 t/a
- Kesselasche (AW 19 01 16) ca. 62.000 t/a
- Feste Rückstände aus der Rauchgasreinigung (AW 19 01 07) einschl. Gewebefilterstaub (AW 19 01 13) ca. 37.000 t/a und
- SUMME: 110.000 t/a
- Für den Fall der Rostfeuerung:
 - Rost- und Kesselaschen einschl. Schlacken (AW 19 01 12) ca. 62.000 t/a
 - Kesselstaub (AW 19 01 16) ca. 21.000 t/a
 - Feste Rückstände aus der Rauchgasreinigung (AW 19 01 07) einschl. Gewebefilterstaub (AW 19 01 13) ca. 27.000 t/a
 - SUMME: 110.000 t/a

Über deren stoffliche Zusammensetzung werden im Antrag keine weiteren Angaben gemacht, wohl aber über deren geplante Verwertung.

Die Nachrechnung gemäß dem o. g. Rechenschema hat für das beispielhafte Brennstoffgemisch „Mischung 1“ eine Gesamtmenge an festen Rückständen von 98.186 t/a und für „Mischung 2“ von 41.188 t/a ergeben. Die Angaben im Antrag sind somit als „obere Grenzen“ anzusehen und erscheinen insgesamt plausibel.

6.2 Abwasser

Die „konditionierte Trockenreinigung“ mit Kalziumhydroxid und Herdofenkoks arbeitet abwasserfrei. Das zur Konditionierung von Abgastemperatur und -feuchte) eingespritzte Wasser wird komplett in den 160 bis 180°C heißen Abgasen verdampft, sodass ein trockenes Reaktionsprodukt entsteht.

Abwässer fallen dennoch sowohl aus dem verfahrenstechnischen Prozess als auch als Niederschlagswasser auf Dach- und befestigten Freiflächen an:

- Prozessabwasser:
 - Abwasser aus der Kondensatreinigung (ca. 20m³ alle 3 Wochen),
 - Abwasser aus Absalzung und Abschlammung (max. 1m³/h),
 - Abwasser aus Entwässerung und Entleerung des Wasser-Dampf-Systems (diskontinuierlich bei bestimmten Wartungs- und/oder Reparaturarbeiten) und
 - Waschwasser aus der Reinigung der Gasturbine (ca. 20m³/a) sowie
 - Spritz- und Reinigungsabwasser über Bodenabläufe in Kessel- und Maschinenhaus
- Niederschlagswasser:
 - Dachentwässerung
 - Hofentwässerung
 - Sanitärabwasser

Das Abwasser aus der Kondensatreinigung, der Absalzung und Abschlammung sowie aus der Entwässerung und Entleerung des Wasser-Dampf-Systems werden der werkseigenen Betriebskläranlage zugeführt und dort gereinigt. Das Wasser aus der Reinigung der Gasturbine wird aufgefangen und periodisch durch ein entsprechend zugelassene Fachfirma entsorgt.

6.3 Emissionen in die Luft

Neben den Anforderungen an die Verbrennungsbedingungen legt die 17.BImSchV Grenzwerte fest, die die Höchstkonzentrationen an Schadstoffen im Abgas begrenzen. Wegen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse und um zu verhindern, dass diese Werte durch Verdünnen des Abgases erreicht werden, ist ein Bezugssauerstoffgehalt (11 % O₂) festgelegt, auf den die Messwerte umgerechnet werden müssen, wenn der Sauerstoffanteil im Abgas höher ist als der Bezugssauerstoffgehalt. Ein Umrechnen bei geringeren Sauerstoffgehalten im Abgas ist nur zulässig für die Abgasinhaltsstoffe, die in der Abgasreinigung nicht behandelt werden, wie Kohlenstoffmonoxid (CO).

Die Papierfabrik Lang beantragt, als Emissionsgrenzen für das EBS-Heizkraftwerk die Grenzwerte der 17.BImSchV festzulegen. Die jeweiligen Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Vergleich der beantragten Emissionsgrenzen mit den Grenzwerten der 17.BImSchV und TA Luft (Bezug: trockenes Abgas bei Normalbedingungen und 11% O₂).

Parameter	beantragt		17. BImSchV		TA Luft
	½-h-Mittel [mg/m ³]	Tagesmittel [mg/m ³]	½-h-Mittel [mg/m ³]	Tagesmittel [mg/m ³]	(allg. Grenzwerte) [mg/m ³]
CO	100	50	100	50	80
Staub	30	10	30	10	20
Org. Stoffe als C	20	10	20	10	50
HCl	60	10	60	10	30
HF	4	1	4	1	350
SO _x	200	50	200	50	350
NO _x	400	200	400	200	0,05
Hg	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05
	Mittel über den Probenahmezeitraum				
Summe (Cd; TI)	0,05		0,05		0,05
Summe (Sb; As; Pb; Cr; Co; Cu; Mn; V; Sn)	0,5		0,5		1
PCDD/PCDF I-TEQ [ng/m ³]	0,1		0,1		0,1
Summe Carcinogene (As; B(a)P; Cd; Co_lösl.; Cr(VI))	0,05		0,05		0,05

Die vorgesehene SNCR-Technik zur Rauchgasentstickung hat sich in der Praxis als verlässliches Verfahren zur NO_x-Abscheidung für Verbrennungsanlagen erwiesen, die die Grenzwerte der 17. BImSchV einhalten müssen. Sie stellt eine sog. *Beste Verfügbare Technik (BVT)* im Sinne der BVT-Merkblätter der EU dar. Von mehreren Anlagen ist auch bekannt, dass bei optimierter Betriebsweise auch NO_x-Emissionen von 100 mg/Nm³ und darunter realisiert werden können. Die zur Rauchgasreinigung vorgesehene konditionierte Trockensorption mit Kalziumhydroxid und Herdofenkoks als Reagens bzw. Absorptionsmittel gehört ebenfalls zur BVT und wird vielfach in der Praxis eingesetzt.

Gemäß o. g. Schema wurden die zu erwartenden Reingaswerte wiederum für die beiden beispielhaften Brennstoffgemische „Mischung 1“ und „Mischung 2“ ermittelt.

Tabelle 5: Vergleich der erwarteten Reingaswerte und der entsprechenden Grenzwerte der 17. BImSchV.

Emission		Grenzwerte		Erwartete Reingaswerte		
		1/2-h-Mittel	Tagesmittel (bzw. PN)	Mischung 1 maximal	Mischung 2 maximal	Mischung 2 "normal"
Staub	mg/m ³	30	10	5	5	5
Kohlenmonoxid	mg/m ³	100	50	20	20	20
organische Stoffe als C	mg/m ³	20	10	2,5	2,5	2,5
Stickstoffoxide	mg/m ³	400	200	160	160	160
Schwefeloxide	mg/m ³	200	50	48	49	43
Chlorwasserstoff	mg/m ³	60	10	4	6	5
Fluorwasserstoff	mg/m ³	4	1	0,35	0,65	0,09
Quecksilber	mg/m ³	0,05	0,03	0,015	0,020	0,006
Cadmium + Thallium	mg/m ³		0,05	0,02	0,02	0,02
Summe sonstige Schwermetalle Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Cobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn	mg/m ³		0,5	0,27	0,38	0,05
Polychlordibenzo- dioxine und -furane	ng/m ³			0,01	0,01	0,01
Summe carcinogene Stoffe (As, Cd, Co_lösl., Cr(VI), B(a)P)	mg/m ³		0,05	0,04	0,04	0,03

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass davon auszugehen ist, dass die Emissionsgrenzwerte der 17. BImSchV sicher eingehalten werden können.

Das Rechenergebnis zeigt aber auch, dass mit den Antragsdaten nicht hinreichend belegt ist, dass der Grenzwert für die Quecksilberemissionen unter allen Bedingungen sicher nur zu unter 20% ausgeschöpft wird. Ein Verzicht auf eine kontinuierliche Quecksilbermessung kann deshalb nicht empfohlen werden.

7 Auswirkungen auf die Umwelt

7.1 Luftseitige Emissionen

7.1.1 Emissionssituation

Die Emissionen des geplanten Heizkraftwerks setzen sich zusammen aus den Emissionen der Gasturbine mit Zusatzfeuerung und Abhitzeessel und den Emissionen des Reststoffheizkraftwerks.

Die derzeitigen Emissionen der Anlagen zur Energiegewinnung setzen sich zusammen aus den Emissionen der beiden mit Heizöl S befeuerten Kessel, die ersetzt werden sollen und den Emissionen der erdgasbefeuerten Kessel. Je nach Wärmebedarf und Verfügbarkeit dieser Anlagen können auch die mit Heizöl

EL befeuerten Kessel zu den Gesamtemissionen beitragen, dies ist aber anscheinend nicht der Normalfall. Dem Umweltbericht 2004 der Gebr. Lang GmbH [Gebr.Lang GmbH, 2004] ist zu entnehmen, dass im Berichtszeitraum nur die mit Erdgas- und die mit Heizöl S betriebenen Anlagen in Betrieb waren.

Für einen Vergleich der Emissionssituation für Schwefeldioxid und Schwermetallen vor und nach Inbetriebnahme des geplanten Heizkraftwerks wurde vereinfachend von den bestehenden Anlagen nur die mit Heizöl S betriebenen Kessel berücksichtigt. Zur Abschätzung des Emissionsmassenstroms wurden die von Sippula et al. (2007) veröffentlichten Daten zum Schwermetall- und Schwefelgehalt herangezogen, die eingesetzte Menge wurde anhand des Umweltberichts 2004 (Gebr. Lang, 2004) abgeschätzt. Der Transferfaktor und der Abscheidegrad wurden mit 1 bzw. 0,9 (nur Staub und Schwermetalle) angesetzt.

Dem wurden die erwarteten Emissionen des Reststoffkessels im Realbetrieb mit einem Brennstoff mittlerer Zusammensetzung (Mischung 1) und bei der Annahme der vollen Ausschöpfung der Grenzwerte der 17. BImSchV, Vollast und 8760 Betriebsstunden pro Jahr entgegengestellt

Abbildung 5 zeigt die auf ein Jahr hochgerechneten Emissionsmassen für die genannten Fälle. Im Vergleich fällt die starke Absenkung der emittierten Masse Schwefeldioxid um etwa den Faktor 10 ins Gewicht. Bei den emittierten Massen an Staub, Chlorwasserstoff und Schwermetallen ist in Summe keine signifikante Veränderung zu erwarten. Es zeigt sich der unterschiedlichen Zusammensetzung der Brennstoffe entsprechend ein Unterschied im Schwermetallmuster, in Summe aber bleiben die emittierten Massen ähnlich. Für eine genauere Betrachtung müssten nicht Literaturdaten sondern gemessene Emissionswerte der bestehenden Anlage herangezogen werden.

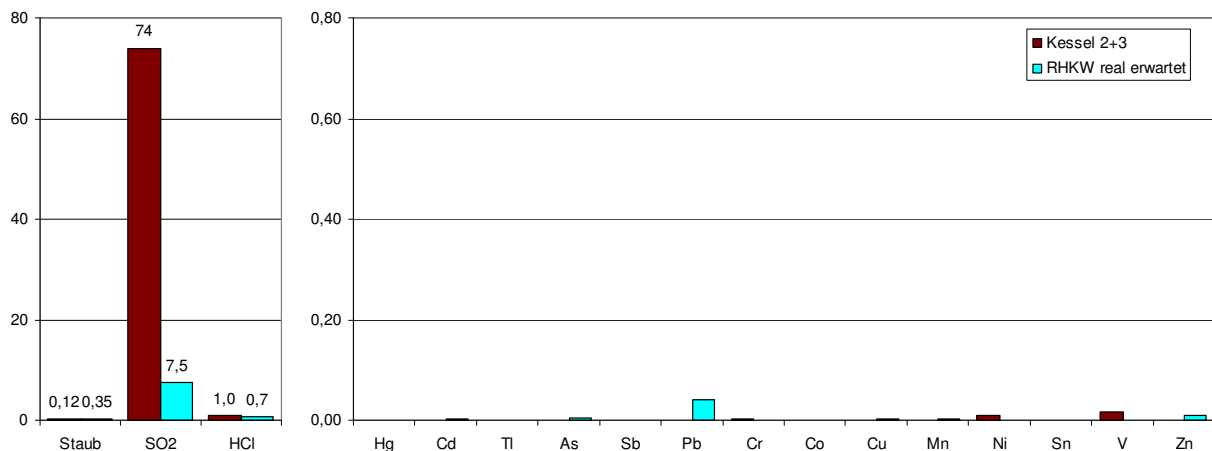


Abbildung 5: Abschätzung der jährlich emittieren Massen für die Schwerölkessel und für das Reststoffheizkraftwerk.

7.1.2 Immissionen

Zur Abschätzung der von dem Heizkraftwerk verursachten Immissionen wurde für das Lufthygienische Gutachten eine Immissionsprognose erstellt. Grundlage für die Immissionsprognose waren eine Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhen für die Gasturbine und für den Reststoffkessel, die mögliche Wechselwirkungen der Abgasfahnen berücksichtigt, sowie eine konservative Berechnung der Emissionsmassenströme unter Zugrundelegen der maximal zulässigen Emissionskonzentrationen. Den Anforderungen der TA Luft entsprechend wurde für die Immissionsprognose eine Ausbreitungsrechnung mit dem Transportmodell „AUSTAL 2000“ erstellt, die die Ausbreitungsbedingungen (unter anderem meteorologische Gegebenheiten wie z.B. Windrichtungs- und -häufigkeitsverteilung, nahe liegende Gebäude, Orographie und Bodenrauigkeit) berücksichtigt. Die Immissionswerte errechnen sich aus den Emissions-

massenströmen anhand der Ausbreitungsrechnung. Die Berechnung der Schornsteinhöhe und die Immissionsprognose sind als Teil des Lufthygienischen Gutachtens Bestandteil der Antragsunterlagen.

Nach TA Luft ist eine Betrachtung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich, wenn

- die Emissionsmassenströme gering sind (sog. Bagatellmassenströme),
- eine geringe Vorbelastung gegeben ist,
- die Zusatzbelastung irrelevant gering sind,

weil in diesen Fällen davon ausgegangen werden kann, dass schädliche Umweltauswirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können. Eine Sonderprüfung ist jedoch dann erforderlich, wenn sich trotz geringer Emissionsmassenströme oder geringer Vorbelastung hinreichende Anhaltspunkte für eine schädliche Umweltauswirkung ergeben.

Die Immissionsprognose ergab sehr geringe Zusatzbelastungen am Ort der höchsten Zusatzbelastung (IJ_{\max}) für alle nach TA Luft zu betrachtenden Parameter. Die Werte lagen entweder unter oder an der Irrelevanzgrenze, so dass auch ohne Messung der Vorbelastung davon ausgegangen werden kann, dass von der Anlage schädliche Umweltauswirkungen nicht verursacht werden.

In der Beschreibung der Grundlage zur Ermittlung der Emissionsmassenströme ist eine Unstimmigkeit festzustellen:

Im Lufthygienischen Gutachten wird in Abschnitt 6.4.1 erwähnt, dass bei der Berechnung der Emissionsmassenströme „zusätzlich gegenüber der maximalen Ausschöpfung der Summengrenzwerte für Schwermetalle und für Benzo(a)pyren durch die einzelnen Komponenten verminderte Emissionskonzentrationen“ angesetzt worden seien. Dies betrifft die Schadstoffe Quecksilber, Cadmium, Benzo(a)pyren, Vanadium, Zinn, Nickel und Arsen. Es besteht dabei ein Widerspruch zu Tabelle 11 (Emissionsmassenströme), in der mit Ausnahme von Benzo(a)pyren (10% des Summengrenzwerts) die volle Ausschöpfung der Summengrenzwerte nach 17. BImSchV §5 Absatz 1 Nr. 3 angesetzt ist.

Eine derartige Verminderung der Ansätze entspricht zwar eher der Realität als das Ausschöpfen der Grenzwerte durch jede einzelne Komponente, wenn diese Daten jedoch Grundlage der Ausbreitungsrechnung werden, würde das auf die einzelnen Komponenten bezogen nicht mehr eine echte „worst case“-Betrachtung darstellen.

Im Abschnitt 8 (Eingangsdaten der Ausbreitungsrechnung) wird nicht darauf eingegangen, welche Emissionsmassenströme für die Rechnung angesetzt wurden. Quecksilber ist der einzige der genannten Stoffe, für den der Emissionsmassenstrom im Protokoll der Ausbreitungsrechnung im Anhang an das Lufthygienische Gutachten aufgeführt ist, damit ist für die übrigen Stoffe nicht eindeutig, dass eine echte „worst case“-Betrachtung durchgeführt wurde.

Auch wenn es sich möglicherweise um einen redaktionellen Fehler handelt, sollte Klarheit über die angesetzten Emissionsmassenströme geschaffen werden. Abgesehen von diesem Punkt ist das Lufthygienische Gutachten nachvollziehbar und sind die Ergebnisse plausibel.

7.1.3 Umweltverträglichkeitsuntersuchung

In der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), die ebenfalls von der Fa. Müller BBM angefertigt wurde, wird eine systematische Analyse der Schutzgüter Mensch, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen einschließlich der Artenvielfalt, Boden, Wasser, Landschaft, Kultur und sonstige Sachgüter vorgestellt und darauf aufbauend die Auswirkungen des Vorhabens auf die genannten Schutzgüter beschrieben und beurteilt.

Für das Schutzgut „Mensch“ wurde einerseits die Immissionshöchstwerte nach TA Luft, soweit solche festgelegt sind, andererseits Orientierungswerte der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) den nach Immissionsprognose erwarteten Zusatzbelastungen entgegengestellt. Soweit Irrelevanzkriterien nach TA Luft bestehen, werden diese von den erwarteten Immissionszusatzbelastungen eingehalten bzw. unterschritten.

Für krebserzeugende Stoffe, für die keine Immissionswerte in der TA Luft festgelegt sind, wurden die Beurteilungsmaßstäbe des LAI (LAI, 2004) herangezogen. Geprüft wurden anhand der Orientierungswerte des LAI die Parameter Quecksilber, Arsen, Chrom, Nickel, Cadmium, PAK, PCDD/PCDF (jeweils gasförmig bzw. als Anteil des Schwebstaubs) und PCDD/PCDF als Bestandteil des Staubniederschlags. Die berechneten Maximalwerte der Jahreszusatzbelastung am Orientierungswert lagen unterhalb der Irrelevanzkriterien, soweit solche festgelegt sind. Für PCDD/PCDF ist kein Orientierungswert festgelegt, sondern ein Zielwert. Der errechnete Maximalwert der Jahreszusatzbelastung mit PCDD/PCDF als Bestandteil des Staubniederschlags beträgt 3,5% des Zielwerts. Dies liegt in der Größenordnung der Irrelevanzkriterien der LAI und der TA Luft.

Die in der UVU dargelegte Betrachtung der zusätzlichen Belastung mit Gerüchen kommt nachvollziehbar zu dem Schluss, dass keine relevante Geruchsbelästigung von der geplanten Anlage ausgeht.

Die Betrachtungen der UVU zu den übrigen genannten Schutzgütern kommen übereinstimmend und nachvollziehbar zu dem Schluss, dass nachteilige Wirkungen von der geplanten Anlage nicht zu erwarten seien.

Die UVU beschreibt u.a. auf Basis des Lufthygienischen Gutachtens die Auswirkungen des ungestörten Anlagenbetriebs umfassend. Nicht beschrieben sind jedoch die Auswirkungen von Störungen des Verfahrensablaufs. Im Fall von Betriebsstörungen sind erhöhte Emissionen der Anlage zu befürchten. Als vernünftigerweise nicht auszuschließende umweltrelevante Betriebsstörungen sind zu nennen:

- Brand im Brennstofflager,
- Ausfall der Abgasreinigung,
- vollständiger Ausfall der Stromversorgung (Schwarzfall).

In den Antragsunterlagen wird in Register 4, Abschnitt 4.7.5.6.2 zwar auf Sonderbetriebsfälle und Betriebsstörungen eingegangen, es fehlt eine Betrachtung der Freisetzung von Stoffen bei Störungen im Verfahrensablauf (9. BImSchV, §4a, Absatz 1, Nr. 5 Freisetzung von Stoffen bei Störungen im Verfahrensablauf). Die entsprechenden Betrachtungen sollten nachgereicht werden.

7.2 Lärmemissionen

Die von der Anlage ausgehenden Lärmemissionen wurden in einem Lärmschutzgutachten, das Bestandteil der Antragsunterlagen ist, eingehend untersucht. In dem Gutachten werden die Geräuschquellen der Anlage und des zuzuordnenden Verkehrs auf dem Betriebsgelände identifiziert und Mindestanforderungen an den Schallschutz beschrieben. Dabei wurden sowohl der normale Anlagenbetrieb als auch Sonderbetriebszustände betrachtet. Über eine Berechnung der an ausgewählten Immissionsorten zu erwartenden Schallpegel wurde ermittelt, ob die Anforderungen der TA Lärm eingehalten werden. An den nächstgelegenen Immissionsorten werden dem Gutachten zufolge die Anforderungen der TA Lärm um 16 dB (tags) bzw. 10 dB (nachts) unterschritten. Damit kommen die Gutachter zu dem Schluss, dass von dem Anlagenbetrieb verursachten Geräusch-Zusatzbelastungen nach TA Lärm irrelevant seien. Der zuzurechnende Verkehrslärm wurde eigens betrachtet. Hier kommen die Gutachter zu dem Schluss, dass keine organisatorischen Maßnahmen für den Verkehr auf öffentlichen Straßen erforderlich seien.

Das Gutachten erscheint umfassend und schlüssig, so dass keine Anmerkungen festzustellen sind.

7.3 Verkehr

Die Versorgung des Heizkraftwerks mit Brennstoffen und die Entsorgung von Reststoffen soll den Antragsunterlagen zufolge vollständig über LKW erfolgen.

Derzeit werden die bei der Papierfabrikation anfallenden Reststoffe, die in Zukunft zumindest teilweise in dem Reststoffkesselverwertet werden sollen, werden zur Zeit mit LKW abtransportiert. Ebenso erfolgt die Ver- und Entsorgung des zu ersetzenden Schwerölkessels mit LKW.

Beim Einsatz der betriebsinternen Reststoffe werden diese zum überwiegenden Teil über eine Förderanlage direkt in das Brennstofflager eingebracht, so dass in diesem Fall der für die Entsorgung anfallende Verkehr ebenso entfällt wie die für den Betrieb des Schwerölkessels erforderlichen Transporte. Neu hinzu kommen wird der Transport von Ersatzbrennstoff, Klärschlamm und von Reststoffen aus anderen Standorten der Myllykoski-Gruppe.

In den Antragsunterlagen ist eine Betrachtung zu dem zu erwartenden Verkehrsaufkommen enthalten. Diese kommt zu dem Schluss, dass maximal 56 zusätzliche Fahren (An- und Abfahrt) täglich abzuwickeln seien.

Zur Prüfung wurden einerseits anhand der Brennstoffmassenströme die für den Brennstofftransport erforderlichen Fahren berechnet, andererseits wurden aus der Zusammensetzung der Brennstoffe die zu entsorgenden Reststoffmengen getrennt nach Aschen und Abgasreinigungsprodukt abgeschätzt und die für den Transport der Reststoffe erforderlichen Transporte berechnet.

Dabei erwies sich die in den Antragsunterlagen vorgestellte Betrachtung als richtig, so dass auch im ungünstigsten Fall nur eine mäßige Belastung mit LKW-Verkehr zu erwarten ist. Unter Einbeziehen der entfallenden Transporte für die externe Entsorgung der intern verwerteten Reststoffe und wenn es wie geplant gelingt, durch sogenannte Rundlauftransporte Fahrten einzusparen, ist es plausibel, dass die Gesamtzahl der Fahrten sogar sinkt.

Die zur Abschätzung des LKW-Verkehrs durchgeführten Berechnungen sind als Ausdruck des Rechenblatts im Anhang dokumentiert.

8 Auswirkung der Selbstverpflichtung Papierfabrik Lang vom 12.02.2008

Am 18.2.2008 erreicht die Gutachter die Information, dass die von der Papierfabrik Lang am 12.2. angekündigten freiwilligen Selbstverpflichtungen Antragsbestandteil werden. Derzeit sind hierzu noch keine abschließenden Aussagen möglich. Qualitativ ist allerdings Folgendes zu erwarten:

Es wurde mit der Wirbelschichtfeuerung eine geeignete Technologie ausgewählt. Der vermehrte Einsatz von Deinkingschlamm und Fangstoff und/oder Rinde und/oder bessere Qualität (höhere Heizwerte) der bezogenen Brennstoffe anstatt von EBS und Klärschlamm wird tendenziell zu einer Verminderung bestimmter Emissionen führen. Die Mengenbegrenzung von EBS und kommunalem Klärschlamm zwingt zu einer ökologisch vorteilhaften Nutzung eines höheren Anteils eigener Reststoffe, was insgesamt zu einer weiteren Verbesserung der Klimawirksamkeit führen wird.

Beispielhaft für mögliche Brennstoffzusammensetzungen bei maximalen Ersatzbrennstoff- und Klärschlamm-mengen wird in Abbildung 6 einerseits der Fall des maximalen Einsatzes der Papierreststoffe dargestellt, andererseits eine auch mögliche Ergänzung des Gemisches durch Rinde. Für letztere Mischung wurde auch die erwartete Abgaszusammensetzung bei maximalem Schadstoffeintrag berechnet.

Es zeichnet sich ab, dass durch Umsetzen der Selbstverpflichtung eine deutliche Senkung der zu erwartenden Emissionen bewirkt wird.

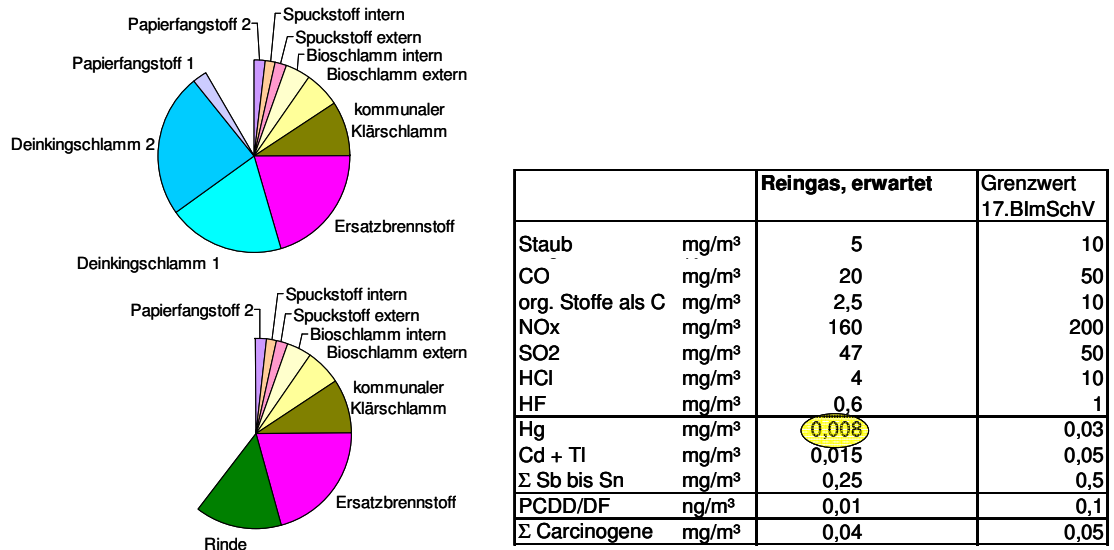


Abbildung 6: Beispiele von Brennstoffzusammensetzungen, mit denen die erforderliche Brennstoffwärmeleistung bei Begrenzung der Ersatzbrennstoff- und Klärschlammengen erbracht werden kann und Abgasqualität die beim Einsatz von Rinde zur Brennstoffergänzung erwartet werden kann (Schadstoffgehalte der Reststoffe als Maximalwerte angesetzt).

Mit der verbindlichen Umsetzung der kontinuierlichen Quecksilbermessung wird einer Forderung dieses Gutachtens bereits entsprochen. Zusammen mit der on-line-Übertragung der Emissionsmessdaten an die Gemeinde Ettringen stellt sie zudem eine wichtige vertrauensbildende Maßnahme dar.

9 Fazit

Gemäß einer Studie des Instituts für Energie- und Umweltechnik (IFEU), Heidelberg, aus dem Jahr 2007 stellt die energetische Nutzung nicht vermeidbarer heizwertreicher Reststoffe in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen deren ökoefizienteste Nutzungsform dar. Ferner kommt eine Studie des bifa Umweltinstituts, Augsburg, ebenfalls aus dem Jahr 2007, zum Schluss, dass die gemeinsame energetische Nutzung der Reststoffe aus der Papierindustrie in KWK-Anlagen am Standort großer Papierfabriken eine hohe Ökoefizienz aufweist. Das geplante Vorhaben entspricht diesen Voraussetzungen. Da die Prüfung des Antrages erbracht hat, dass eine nachteilige Wirkung auf die Umweltschutzgüter nach heutigem Stand des Wissens nicht zu befürchten ist, stellt sich das Vorhaben – unter den u. g. Einschränkungen – nicht nur unter wirtschaftlichen sondern auch unter übergreifenden ökologischen Aspekten als sinnvoll dar.

Wesentlich aus Sicht der Gutachter ist jedoch, dass bisher ein Konzept zur Sicherung der Qualität des eingesetzten Brennstoffs und dessen Schadstoffobergrenzen fehlt. Es müsste sowohl Kriterien für die Zurückweisung von Lieferungen und einen angemessenen Probennahmeplan enthalten.

Zudem bleiben aus Sicht der Gutachter einige Detailfragen im Genehmigungsantrag offen und sind unbedingt noch im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zu klären:

Mit den Antragsdaten ist nicht hinreichend belegt, dass der Grenzwert für die Quecksilberemissionen unter allen Bedingungen sicher nur zu unter 20% ausgeschöpft wird. Ein Verzicht auf eine kontinuierliche Quecksilbermessung kann deshalb nicht empfohlen werden. Die Betrachtung der Auswirkung von Betriebsstörungen im Antrag ist bisher unzureichend. Zusätzlich betrachtet und in den jeweiligen Umweltauswirkungen beurteilt werden müssten unbedingt der Ausfall der Stromversorgung (sog. „Schwarzfall“), der Ausfall der Abgasreinigung sowie ein Brand im Bunker. Ferner führt das Umgehen der Abgasreinigung („Bypass“) beim An- und Abfahren relevante Emissionen. Es sollte deshalb eingehend geprüft werden, ob Bypassbetrieb vermieden werden kann (z.B. durch Fremdheizung Gewebefilter, wie in etlichen Anlagen mittlerweile verwirklicht). Falls sich dabei herausstellen sollte, dass Bypassbetrieb doch erforderlich ist, wird vorgeschlagen, zur Minimierung der Emissionen ein entsprechendes Konzept zur Optimierung des An- und Abfahrens aufzustellen. Ferner ist ein schlüssiges Konzept zur Brandüberwachung des Gewebefilters nachzureichen.

Der Antrag sollte gemäß der o. g. Aussagen des Gutachtens ergänzt und die Ergänzungen anschließend zur erneuten Begutachtung vorgelegt werden.

Augsburg, 20.02.2008

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel
Geschäftsführer

Dipl.-Ing. (FH) Markus Hertel
Projektmanager

Dipl.-Chem. Hermann Nordsieck
Projektbearbeiter

10 Literatur

- Anderl, H, Kaufmann, K (2002): Thermische Verwertung von Abfallstoffen in der Wirbelschicht 110 MW. Reststoffverwertungsanlage RV- Lenzing. Online unter www.ask-eu.de (Stand: 08.01.2008):
- bifa-Text Nr. 39 (2007): Ökoeffizienzanalyse von Reststoffströmen in der Papierindustrie: Ist-Zustand und Optimierungsansätze, bifa Umweltinstitut, Augsburg
- Frey, Ruedi (2007): Beeinflussung und Rohgaszusammensetzung und aktuelle Abgasreinigungskonzepte. In: Energie aus Abfall, Band 3 Hrsg. K. J. Thomé-Kozmiensky; TK Verlag Thomé-Kozmiensky Seiten 373-385
- Gebr. Lang GmbH Papierfabrik (2004): Umwelterklärung 2004 Myllykoski Continental
- Gottschalk, Jürgen (2007): Möglichkeiten und Grenzen der Trockensorption. In: Energie aus Abfall, Band 3 Hrsg. K. J. Thomé-Kozmiensky; TK Verlag Thomé-Kozmiensky Seiten 387-401
- IFEU (2007): Behandlungsalternativen für klimarelevante Stoffströme. UBA-Texte 39/07, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
- Lahl, Uwe (2008): Neue Anforderungen an die Abgasreinigung, - die 37. BImSchV. In: Energie aus Abfall, Band 4 Hrsg. K. J. Thomé-Kozmiensky; TK Verlag Thomé-Kozmiensky Seiten 153-162
- LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind. Bericht des LAI, September 2004
- LANUV (2007): Landesamt für Natur Umwelt und Verbraucherschutz NRW Abfalldatenblatt Spuckstoffe und Papierschlämme aus der Papierindustrie. Online unter www.lanuv.nrw.de/abfall/bewertung/spuckstoffe.htm (Stand: 30.01.2008)
- Meyer, K.; Holste, R. (2007): Optimale Abgasreinigung für Abfallverbrennungsanlagen und Ersatzbrennstoff- Kraftwerke. In: Energie aus Abfall, Band 3 Hrsg. K. J. Thomé-Kozmiensky; TK Verlag Thomé-Kozmiensky Seiten 403-417
- Sippula et al (2007): Fine Particle Emissions from Biomass and Heavy Fuel Oil Combustion without Effective Filtration (BIOPOR), VTT, ESPOO
- UBA (2005): Umweltbundesamt, BVT –Merkblatt Abfallverbrennung
- VDP et al. (2002): Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Verband Deutscher Zementwerke e.V., Gesellschaft für Papierrecycling mbH: Leitfaden zum Einsatz von Rückständen aus der Zellstoff- und Papierindustrie in der Ziegelindustrie. Bonn und Berlin 2002
- Von der Heide, Bernd (2008): Ist das SNCR- Verfahren noch Stand der Technik? In: Energie aus Abfall, Band 4 Hrsg. K. J. Thomé-Kozmiensky; TK Verlag Thomé-Kozmiensky Seiten 275-293

11 Anhang

- Beispiel einer Verbrennungsrechnung

Verbrennungsrechnung EBS		Freisetzung	
Eingabe		Freisetzung	
Verbrennungsluft		100% = vollständige Freisetzung aus dem Brennstoff	
O2	21,0%	Abgas	
N2 (+Ar)	79,0%	Lambda = 2,05; O2-Gehalt = 9,9% f; 11% tr	
Lambda	2,05	Massen- strom	Volumen- strom
Brennstoff		kg/h	m³/h iN
Massenstrom	17.569 kg/h	Konzentration	
Zusammensetzung (Masse)			
Feuchte	12%		
Hauptbestandteile, bezogen auf			
	Trockenmasse		
	Frishmasse		
	x		
Inert/Asche		0%	
C	16,70%	100%	
H	41,82%	100%	
O	5,11%	100%	
N	33,52%	100%	
S	1,25%	54%	
Cl	1,00%	87%	
	2,00%		
Spurenstoffe, bezogen auf			
	Trockenmasse		
	Frishmasse		
	x		
F	1000,00 mg/kg TS	34%	
Hg	3,00 mg/kg TS	100%	
As	15,00 mg/kg TS	15%	
Cd	15,00 mg/kg TS	99%	
Tl	5,00 mg/kg TS	84%	
Sb	200,00 mg/kg TS	50%	
Pb	500,00 mg/kg TS	53%	
Cr	500,00 mg/kg TS	10%	
Co	20,00 mg/kg TS	10%	
Cu	5000,00 mg/kg TS	10%	
Mn	400,00 mg/kg TS	10%	
Ni	200,00 mg/kg TS	10%	
V	50,00 mg/kg TS	10%	
Sn	600,00 mg/kg TS	10%	
		Abgasstrom	
		136026 f	
		124645 tr	
		Spurenstoff kg/h	
		HF	5,5E+00
		Hg	4,6E-02
		As	3,5E-02
		Cd	2,3E-01
		Tl	6,5E-02
		Sb	1,5E+00
		Pb	4,1E+00
		Cr	7,7E-01
		Co	3,1E-02
		Cu	7,7E+00
		Mn	6,2E-01
		Ni	3,1E-01
		V	7,7E-02
		Sn	9,3E-01
		H2O	2108,28
		CO2	23706,44
		H2O	7037,05
		O2	19233,51
		NO**	--
		SO2	167,59
		HCl	276,912
		N2	123605,81
			2623,64
			12068,73
			8757,22
			13463,45
			--
			58,66
			169,94
			98885
			10% tr
			8% f
			10,8% tr
			-- mg/m³ iN, tr**
			1345 mg/m³ iN, tr
			2222 mg/m³ iN, tr
			79% tr
			4,4E+01 mg/m³ iN, tr
			3,7E-01 mg/m³ iN, tr
			2,8E-01 mg/m³ iN, tr
			1,8E+00 mg/m³ iN, tr
			5,2E-01 mg/m³ iN, tr
			1,2E+01 mg/m³ iN, tr
			3,3E+01 mg/m³ iN, tr
			6,2E+00 mg/m³ iN, tr
			2,5E-01 mg/m³ iN, tr
			6,2E+01 mg/m³ iN, tr
			5,0E+00 mg/m³ iN, tr
			2,5E+00 mg/m³ iN, tr
			6,2E-01 mg/m³ iN, tr
			7,4E+00 mg/m³ iN, tr

*: um Schadstoffkonzentrationen auf vorgegebene Sauerstoffgehalt zu beziehen, bitte Lambda anpassen!

** : aus Brennstoff bei vollst. Oxidation

f: feucht, tr: trocken, TS: Trockensubstanz, FS: Frischsubstanz

- Beispiel Berechnung Reingaswerte

Erwartete Reingasqualität

Mischung 2: hoher EBS-Anteil

		Rohgas	Abreinigung Literatur	Reingas, erwartet		Grenzwert 17.BImSchV
				einzel	Summen	
Abgasvolumenstrom	m³/h iN, feucht	194990				
	m³/h iN, tr	168569				
Staub	mg/m³ iN, tr	10000	99,95%	5,0	5,0	10
CO	mg/m³ iN, tr	20,00	0,0%	20	20,0	50
org. Stoffe als C	mg/m³ iN, tr	10,00	75,0%	2,5	2,5	10
NOx	mg/m³ iN, tr	400	60,0%	160	160,0	200
SO2	mg/m³ iN, tr	1221	96,0%	49	48,8	50
HCl	mg/m³ iN, tr	1853	99,7%	5,6	5,6	10
Spurenstoffe						
HF	mg/m³ iN, tr	33	98,0%	0,655	0,655	1
Hg	mg/m³ iN, tr	0,40	95,0%	0,020	0,020	0,03
Cd	mg/m³ iN, tr	1,7	99,0%	0,02	Σ_(Cd; Tl)	0,05
Tl	mg/m³ iN, tr	0,46	99,0%	0,005		
Sb	mg/m³ iN, tr	9,6	99,0%	0,10	Σ_(Sb bis Sn)	0,5
As	mg/m³ iN, tr	0,33	99,0%	0,003		
Pb	mg/m³ iN, tr	29	99,5%	0,14		
Cr	mg/m³ iN, tr	5,5	99,8%	0,01		
Co	mg/m³ iN, tr	0,45	99,8%	0,001		
Cu	mg/m³ iN, tr	49	99,8%	0,10		
Mn	mg/m³ iN, tr	5,2	99,8%	0,01		
Ni	mg/m³ iN, tr	2,51	99,8%	0,01		
V	mg/m³ iN, tr	0,55	99,8%	0,001		
Sn	mg/m³ iN, tr	6,3	99,8%	0,01		
PCDD/DF	ng/m³ iN, tr	5,00	99,8%	0,01	0,01	0,1
BaP	mg/m³ iN, tr	0,05	75,0%	0,01	Σ_(As, BaP, Cd, Co, Cr)	0,05
					0,04	

- Abschätzung Verkehrsaufkommen

Auflistung der Einzelfuhren

	Kapazität LKW Typ*	Bestand			Mischung 1			Mischung 2			Antrag (M2)		Mischung 2, Selbstverpflichtung						
		Fracht [t/a]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]	Fracht [t/a]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]	Fracht [t/a]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]	Fracht [t/a]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]	Fuhren [1/a]	Fuhren [1/d]		
Papierreststoffe intern																			
Deinkingrückstände 1	30 SB	88503	2950		0	0		88503	2950		2950		88503	2950		2950			
Deinkingrückstände 2	30 SB	109150	3638		0	0		109150	3638		3638		109150	3638		3638			
Papierfangstoffe 1	30 SB	47470	1582		0	0		47470	1582		1582		47470	1582		1582			
Papierfangstoffe 2	30 SB	8995	300		0	0		0	0		0		0	0		0			
Spuckstoffe intern	30 SB	7462	249		0	0		0	0		0		0	0		0			
Bioschlamm intern	30 SB	19582	653		0	0		0	0		0		0	0		0			
<i>Summe Papierrest.</i>			9372	37		0	0		8171	33	8171	33		8171	33	8171	33		
Sonstige																			
Schweröl	12,9 T	36000	2800	11,2			0			0		0				0	0		
Rinde	30 SB	45000	1500	6	45000	1500	6	45000	1500	6	1500	6		0	0	0	0		
RHKW																			
Spuckstoffe extern	30 SB				8003	267		8003	267		-267		8003	267		-267			
Bioschlamm extern	30 SB				28003	933		28003	933		-933		28003	933		-933			
Klärschlamm, kommun.	20 KS				50004	2500		50004	2500		2500		40003	2000		2000			
EBS	20 SB				84321	4216		144066	7203		-7203	11200	90003	4500		-4500			
Asche + Metall	20 K				92544	4627		35330	1766		1766		28961	1158		1158			
RGR- Produkt	20 Si				5642	282		5858	293		293	2.000	3953	158		158			
Betriebs u. Hilfsstoffe	?				800			800			800	800		800		800			
<i>Summe RHKW</i>						13626	55		13763	55	-3844	-15	14000	56		9817	39	-1584	-6
Summe gesamt				55			61			94		23		56			72		26
Veränderung							6			39		-31		1			17		-28

: Optimierung mit Rundlaufverkehr

*: SB: Schubbodenaufleger T:Lankfahrzeug K: Kiestransporter Si: Silofahrzeug