

Erfahrungen mit der Aufbereitung und Verwertung von Ersatzbrennstoffen aus Gewerbeabfällen

Rüdiger Oetjen-Dehne, u.e.c. Berlin

Mathias Kalvelage, Stadtwerke Flensburg GmbH

Experiences with the preparation and utilization of Refuse derived fuel from trade wastes for heat production in Flensburg/Germany

Abstract

“Stadtwerke Flensburg” operate three hard coal-fired fluidized bed boilers for long-distance heating production, which are renewed and extended for the Co-Combustion of Refuse derived Fuels. Additionally in the year 2006 with three privately owned waste-management companies a plant was realized to produce a furnace-finished, chlorine-depleted RdF from commercial waste. The contribution describes the plant and the first operational experiences.

Zusammenfassung

Die Stadtwerke Flensburg betreiben drei steinkohlegefeuerte Wirbelschichtkessel zur Fernwärmeerzeugung, die im Rahmen des im Jahr 2003 aufgelegten Projektes „KWK plus“ erneuert und für die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen erweitert werden. Zusätzlich wurde im Jahr 2006 mit drei mittelständischen Partnern eine Anlage zur EBS-Aufbereitung realisiert, die aus Gewerbeabfällen einen ofenfertigen, chlorabgereicherten Ersatzbrennstoff herstellt. Der Beitrag erläutert das Verfahrenskonzept und die ersten Betriebserfahrungen.

Keywords

Ersatzbrennstoffe, Gewerbeabfall, NIR-Technik, Wirbelschichtfeuerung, Anlagenkonzeption, Anlagenbetrieb

Refuse derived Fuel, commercial waste, Near-infrared-Sorting, fluidized bed combustion, facility design, plant operation

1 Einleitung

Die Mittelständische Entsorgungsinitiative Schleswig-Holstein (MEISH) betreibt am Standort Flensburg seit Ende 2006 eine Anlage zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen aus unterschiedlichen Gewerbeabfällen. Auslöser für dies Projekt ist die bereits 2003 konzipierte Ertüchtigung des Kraftwerkes der Stadtwerke Flensburg (SWF) zur Einhaltung verschärfter Emissionsstandards, die mit Maßnahmen zur Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen kombiniert wurde (Projekt KWK^{plus}). Der in der MEISH-Anlage erzeugte Ersatzbrennstoff wird in den drei bislang ausschließlich steinkohlegefeuerten Wirbelschichtkesseln der Stadtwerke mitverbrannt. Da die Kessel wärmeorientiert be-

trieben werden, wird die im EBS enthaltene Energie mit hoher Effizienz genutzt und trägt über den im EBS enthaltenen Anteil nachwachsender Rohstoffe zur Entlastung der CO₂-Bilanz des Kraftwerkes bei. Im folgenden Beitrag wird auf einige wesentliche Aspekte dieses Projektes eingegangen.

2 Gesamtkonzept KWK^{plus}

Ausgelöst durch die Novelle der 13. BImSchV haben die Stadtwerke Flensburg im Jahr 2003 mit der Planung zur Nachrüstung der bisherigen elektrostatischen Staubfilter begonnen. Da die Grundlast der Fernwärmeerzeugung für die Stadt Flensburg (Anschlussgrad an die Fernwärme ca. 98 %) mit drei Wirbelschichtkesseln erzeugt wird, die sich prinzipiell gut für die Mitverbrennung eignen und sich u.a. durch das 2005 in Kraft getretene Abfallablagerungsverbot Verwertungsengpässe für ausgewählte Abfallfraktionen abzeichneten, wurde das Nachrüstungsprojekt um ein Teilprojekt zur Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen (Ersatzbrennstoffe aus heizwertreichen Abfällen; Altholz und Klärschlamm) erweitert. Nach dem das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren zur Mitverbrennung nach gut 1,5 Jahren am 13. September 2005 mit der Genehmigung durch das Staatliche Umweltamt Schleswig (STUA) abgeschlossen wurde, wurde im Verlauf des Jahres 2006 ein wesentlicher Teil des Bauprogramms am

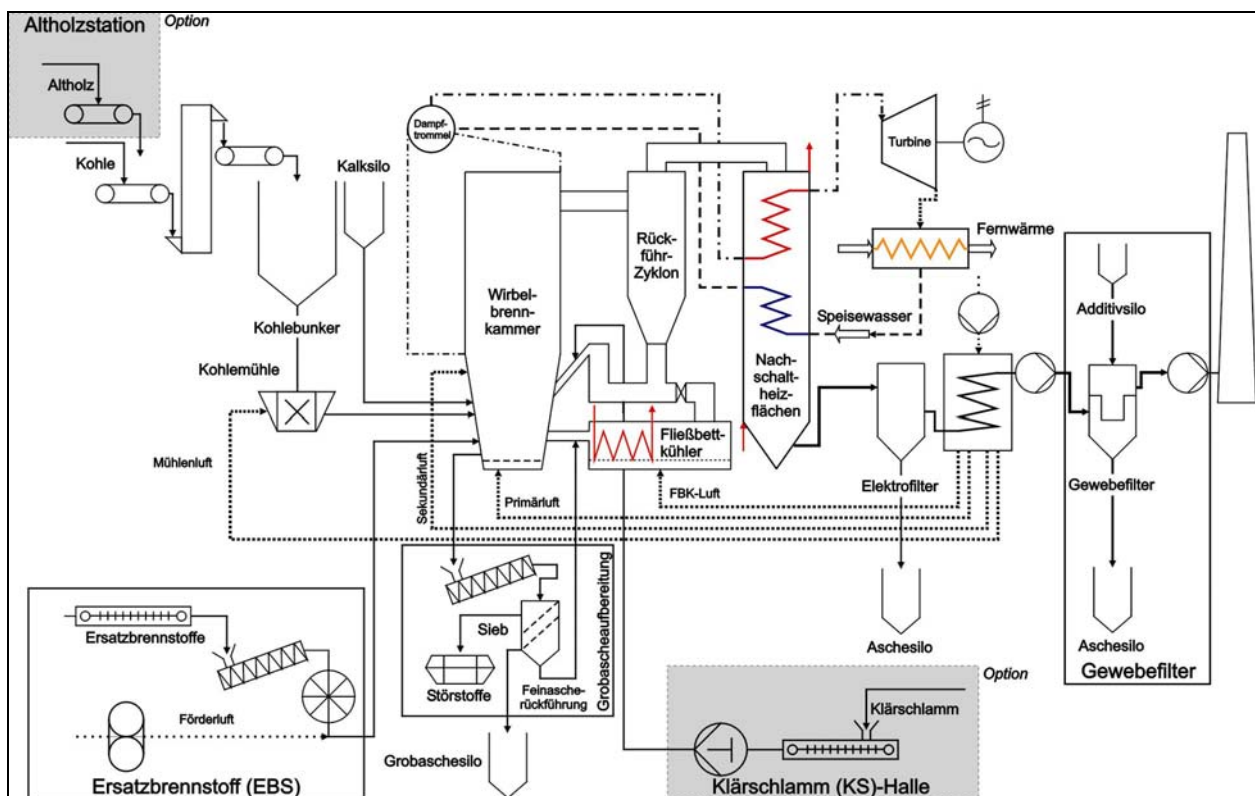


Abbildung 1 Projektumfang KWK plus (Quelle: Stadtwerke Flensburg)

Kraftwerk umgesetzt (u.a. neue Gewebefilter, Additivdosierung, Saugzuggebläse, Annahmestation für EBS, E-MSR-Technik).

War ursprünglich geplant, Ersatzbrennstoffe ausschließlich am Markt zu beziehen, ergab sich im Laufe des Jahres 2005 die Chance, gemeinsam mit drei privaten Partnern am Standort des Abfallwirtschaftszentrums Flensburg eine Anlage zur Ersatzbrennstoffaufbereitung zu errichten, um einen wesentlichen Teil der benötigten Brennstoffmenge selbst herzustellen. Dieses Abfallwirtschaftszentrum geht auf den Bau eines Müllkompostwerkes im Jahr 1974 zurück, dessen Technik und Gebäude immer wieder den sich verschärfenden abfallwirtschaftlichen Randbedingungen angepasst wurde. Während der Bunkerbereich heute für den Abfallumschlag und die 1994 in Betrieb gegangene Rottehalle für die Bioabfallkompostierung genutzt wird, werden weitere Gebäude nun für die Ersatzbrennstoffaufbereitung genutzt.

Gegenwärtig sind die Baumaßnahmen für den ersten der drei Wirbelschichtkessel abgeschlossen, die übrigen beiden Kessel folgen im Verlauf dieses Jahres. Genehmigungskonform können in den drei Kesseln (Feuerungswärmeleistung je 118 MW) bis zu 25 % der Feuerungswärmeleistung durch Sekundärbrennstoffe erzeugt werden. Bezogen auf EBS dürfen max. 8,75 Mg/h und Kessel eingesetzt werden. Die Einhaltung der begrenzenden Faktoren ist kontinuierlich so zu überwachen, dass bei einer etwaigen Überschreitung die EBS-Brennstoffzufuhr reduziert wird.

Für die Stadtwerke Flensburg bedeutet die Ersatzbrennstoffaufbereitungsanlage nicht nur eine Vertiefung der Wertschöpfungskette, sondern auch die Chance, die eigenen Anforderungen an die Brennstoffqualität mitzugestalten. Durch die Bündelung der Abfallmengen der drei weiteren Partner konnten zudem Degressionseffekte nutzbar gemacht werden.

Mit einigem zeitlichen Vorlauf begann im Oktober 2006 der Einfahrbetrieb der Aufbereitungsanlage. Seit Januar 2007 wird im bisher ausschließlich steinkohlebefeuerte Kessel EBS mitverbrannt und das Betriebsregime an die neuen Aufgaben angepasst.

3 Anforderungen an die Ersatzbrennstoffqualität

Die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen unterliegt den Bestimmungen der 17. BImSchV, deren Emissionsgrenzwerte durch entsprechende Rauchgasreinigungsmaßnahmen nach dem Stand der Technik einzuhalten sind. Eine Begrenzung von Inhaltsstoffen des EBS wäre aus Sicht des Immissionsschutzes nicht erforderlich. Tatsächlich wirken sich jedoch Inhaltsstoffe des EBS auf die festen Outputströme eines Kraftwerkes aus, die i.d.R. verwertet werden. Ferner kann z.B. Chlor über seinen Korrosionsbeitrag wirtschaftlich relevante Größen (z.B. Verfügbarkeit) negativ beeinflussen.

Im Zuge der Planung wurden deshalb verbindliche Qualitätsvorgaben ausgearbeitet. Basis der Untersuchungen waren u.a. Transferkoeffizienten, mit denen die Verteilung von Stoffen (z.B. Schwermetallen), die über verschiedene Inputströme (z.B. Rohmaterialien, Brennstoffe) in eine Anlage eingebracht werden, auf die einzelnen Outputströme (z.B. Filteraschen, Abluft) dargestellt werden. Für die hier eingesetzten Wirbelschichtöfen wurden, soweit keine eigenen Betriebsdaten vorlagen, Literaturwerte (UMWELT-BUNDESAMT 2004) benutzt. Im Ergebnis des Genehmigungsverfahrens wurden dann die in Tabelle 1 auszugsweise dargestellten und gegenüber dem Genehmigungsantrag reduzierten Qualitätsanforderungen festgelegt, deren Einhaltung durch ein umfangreiches Qualitätsmanagementsystem beim EBS-Erzeuger und beim Kraftwerk selbst überwacht werden.

Tabelle 1 Qualitätsanforderungen an die eingesetzten Ersatzbrennstoffe (Auszug aus dem Genehmigungsbescheid)

Parameter	Einheit	Werte	
Asche DIN 51719	Gew.-% roh, feucht	< 30	
Chlorgehalt DIN 51727	Gew.-% roh, feucht	< 1	
Fluorgehalt DIN 51723	Gew.-% roh, feucht	< 0,08	
Heizwert DIN 51900	kJ/kg roh feucht	> 11.000 – 24.000	
Aluminiumgehalt	Gew.-% roh, feucht	< 1	
Schwefel	Gew.-% TS	< 2	
Spurenstoffe 17. BImSchV		80 % Perzentil	MAX (Einzelwerte)
Cadmium	mg/ kg TS	9	16
Blei	mg/ kg TS	400	800
Chrom	mg/ kg TS	250	750
Kupfer	mg/ kg TS	750	1200
Quecksilber	mg/ kg TS	1,2	4
Physikalische Eigenschaften			
Korngrößenverteilung			
Stücke mit Kantenlängen a, b, c	mm	< 50	
Stücke mit Kantenlängen a + b + c	mm	< 150	

Die Lieferspezifikation der SWF enthält darüber hinaus weitere Parameter (Metallanteil) als auch teilweise niedrigere Qualitätsparameter (Chlorkonzentration < 0,6 %).

4 Konzept der Aufbereitungsanlage

4.1 Inputstoffe

Der zentralen Aufbereitungsanlage werden Stoffströme aus drei unterschiedlich konfigurierten Sortieranlagen zugeführt:

- Vorzerkleinerte Sortierreste einer im Jahr 2006 in Betrieb genommenen Gewerbeabfallaufbereitungsanlage. Bei der, durch automatische Klaubung unterstützten, wertstofforientierten Aufbereitung von Gewerbeabfällen entsteht als EBS-Vorprodukt eine Kornfraktion im Bereich von 15 bis 50 mm sowie der Überlauf der Sortierung > 50 mm.
- unzerkleinerte Sortierreste einer Einfach-Sortieranlage für Gewerbe- und Baumischabfall.
- Sortierreste aus der Aufbereitung von Metallen und weißer Ware im Fein- und Mittelkornbereich.

4.2 Verfahrenskonzept

Ziel der Aufbereitung ist eine weitgehende Metallentfrachtung, eine Abreicherung von PVC aus dem EBS-Teilstrom, die Zerkleinerung auf eine Endkorngröße von ca. 50 mm und die Optimierung der Brennstoffausbeute – letzteres jedoch insbesondere unter Beachtung der Qualitätsparameter. Da zum Zeitpunkt der Planung die Eigenschaften der Inputmaterialien nur begrenzt analysiert werden konnten, mussten anhand von Erfahrungswerten (vgl. OETJEN-DEHNE 2003) bei der Auslegung entsprechende Reserven eingeplant werden.

Die für die Brennstoffherzeugung geeigneten Sortierabfälle und Reststoffe werden per Container oder Walking-Floor-LKW angeliefert, in einer umgerüsteten Halle des Abfallwirtschaftszentrums Flensburg angenommen und bis zur Verarbeitung zwischengespeichert (vgl. Bild 2).

Das Material wird dann mittels Polypgreifer und Radlader direkt einem robusten Vorzerkleinerer aufgegeben, der den Materialstrom auch für die nachgeschalteten Aggregate gut dosieren muss, um ein Pulsieren des Stoffstroms zu verhindern. Durch eine Sichtkontrolle erkannte Störstoffe, wie z. B. größere Metallteile oder größere PVC-Teile, werden vorher entnommen und aussortiert.

Die auf eine Korngröße von ca. 200 mm vorzerkleinerten Materialien müssen nun von Metallen und chlorhaltigen Kunststoffen befreit und anschließend auf die Endkorngröße zerkleinert werden.

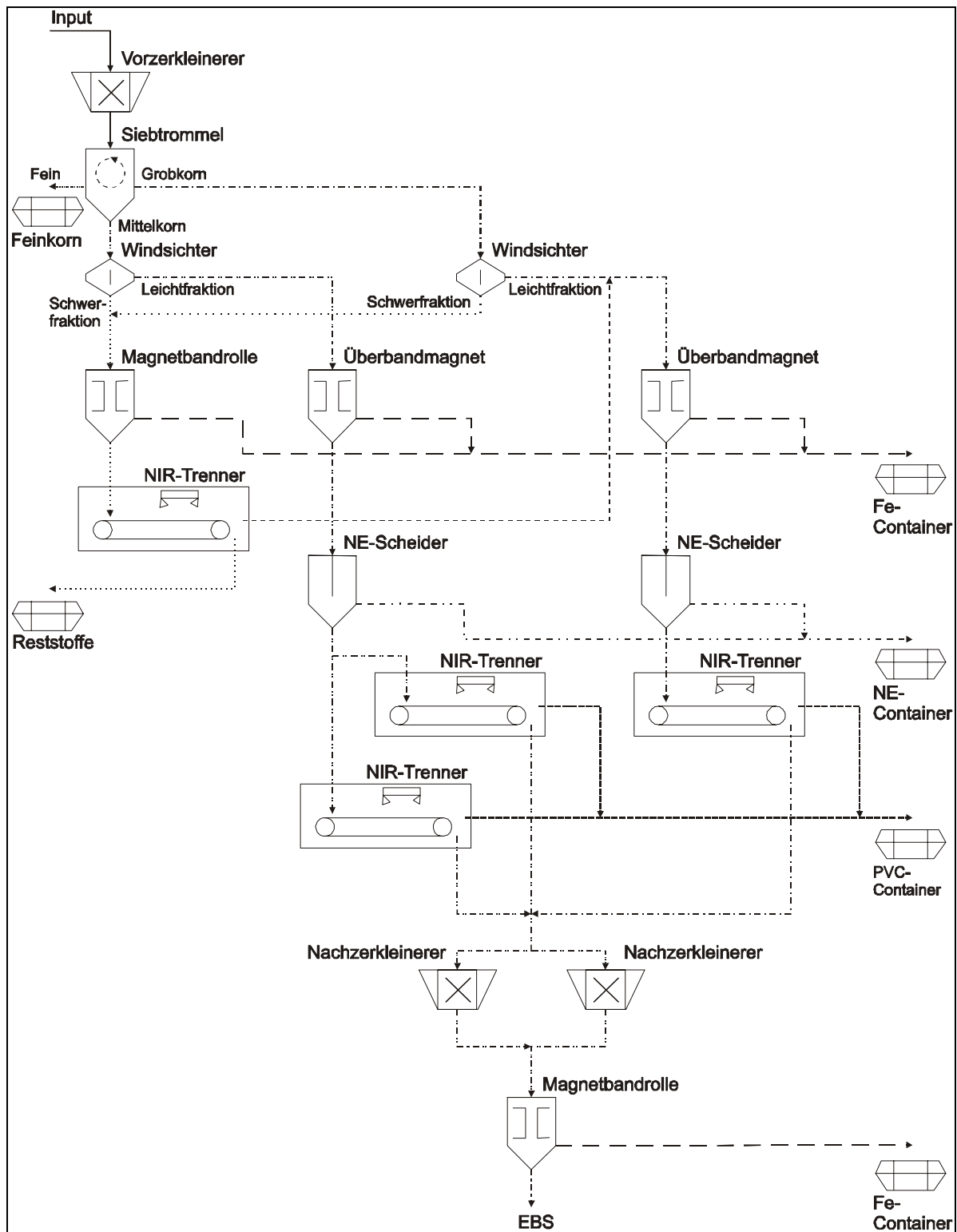


Abbildung 2 Vereinfachtes Fließbild der Aufbereitungsanlage

In einer Polygon-Siebtrommel werden dazu zunächst drei Kornfraktionen erzeugt. Während die zur Entlastung der nachfolgenden Sichter-technik erzeugte Feinfraktion je nach Ergebnis der Qualitätskontrolle entweder als EBS verwertet oder entsorgt wird, sind die Mittelkornfraktion und die Grobfraktion weiter aufzubereiten.

Beide Fraktionen gelangen zunächst zu Windsichtern, die den jeweiligen Stoffstrom in eine schwere und eine leichte Fraktion trennen. In der leichten Fraktion werden so die brennbaren Bestandteile (Papier, Kunststoffe, Verbunde etc.), in der schweren Fraktion die nicht brennbaren Bestandteile (Steine, Keramik, Metallteile) angereichert.

Der mittleren und groben Leichtfraktionen werden dann zunächst noch enthaltene Eisen- und Nichteisenmetalle entzogen, bevor PVC-Bestandteile durch eine automatisch arbeitende Erkennungseinheit auf Basis der NIR - Spektroskopie erkannt und anschließend mit Druckluft aus dem Materialstrom entfernt werden (Negativ-Sortierung).

Die Schwergutanteile aus den Windsichtern werden zusammengeführt, um nach einer Metallabscheidung die darin noch befindlichen Brennstoffe (z.B. Hartkunststoffe, Holz) ebenfalls automatisch mit einem NIR-Gerät abzutrennen (Positiv-Sortierung). Während die überwiegend mineralischen Reste entsorgt werden, gelangen die Brennstoffanteile zur Aufbereitungslinie für die grobe Leichtfraktion. Die Vermischung erfolgt vor dem NIR-Trenner, sodass auch der Brennstoffanteil des Schwergutstroms nochmals negativ auf PVC sortiert wird.



Abbildung 3 Maschinenhalle mit 3 der 4 NIR-Trennern

Im letzten Aufbereitungsschritt wird der Brennstoff auf eine Korngröße von < 50 mm nachzerkleinert und die nun freigelegten Restmetalle mit einem Neodymmagneten ab-

getrennt. Der nachzerkleinerte Brennstoff wird in das Ersatzbrennstofflager gefördert und von dort mittels Radlader in bereitstehende LKW verladen und zum Kraftwerk der Stadtwerke Flensburg transportiert.

Die Realisierung der Anlage wurde im Auftrag der MEISH vom Büro u.e.c. Berlin maßgeblich begleitet. Im Ergebnis einer beschränkten Ausschreibung oblag dem Unternehmen IMRO GmbH als Generalunternehmer die Ausführung des M+E-Teils.

In einer Bau- und Montagezeit von rund 5 Monaten wurden 15 Aufbereitungsaggregate und rund 370 m Förderbänder installiert. Ein modernes Prozessleitsystem zur Anlagensteuerung, eine Anlage zur Ablufterfassung und –entstaubung, umfangreiche Brandschutzmaßnahmen und ein umfangreiches Qualitätssicherungskonzept runden die Anlage ab.

5 Erste Betriebserfahrungen

5.1 Anlagenbetrieb

Die Anlage konnte in kurzer Zeit auf den geforderten Durchsatz (ca. 20 Mg/h) gebracht und die Übergaben, insbesondere auf die Vibrorinnen vor den NIR-Trennern, optimiert werden. Im Anschluss daran wurden die Maßnahmen zur Stauberfassung an die Betriebssituation angepasst und das Trennverhalten der Einzelaggregate aufeinander abgestimmt. Im November 2007 erfolgte dann der Probetrieb und die Abnahme. Bis auf eine notwendige konstruktive Änderung an den zwei Nachzerkleinerern verlief die Inbetriebnahme störungsfrei. Seit Dezember 2006 wird die Anlage unter Verantwortung der MEISH GmbH gefahren. Hauptschwerpunkt ist derzeit die weitere Einarbeitung der Betriebsmannschaft und die Verfeinerung des Qualitätssicherungskonzeptes.

5.2 Stoffströme

5.2.1 Massenströme

Die Stoffstromverteilung über die Anlage hängt maßgeblich von der Massenverteilung des Abfallinput auf die verschiedenen Anlieferer ab. Bezogen auf die geplante Inputverteilung werden rund 3 Ma.-% Fe-Metalle, 0,5 Ma.-% NE-Metalle, 2,6 Ma.-% PVC und 6,3 Ma.-% Schwerstoffe ausgehalten. Die Feinfraktion (ca. 14 %) enthält zwar höhere mineralische Feinanteile, die jedoch bei der Wirbelschichtverbrennung nicht störend sind. Mit ca. 74 Ma.-% EBS werden die ursprünglichen Annahmen bestätigt.

5.2.2 Ersatzbrennstoff

Mit mittleren Wassergehalten von 18 Ma.-% und Aschegehalten von < 20 % weist der EBS einen mittleren Heizwert von 15 MJ/kg, roh, auf, das 80 % Percentil beträgt 18 MJ/kg, roh. Im Vergleich zu EBS aus Hausmüll (Stabilat bzw. heizwertreiche Fraktionen) weist der EBS aus Gewerbeabfall zudem deutlich geringere Heizwertschwankungen auf. Dennoch ist es sinnvoll, die Tageschargen zukünftig im kraftwerksseitigen EBS-Lager zu mischen und damit Heizwertschwankungen auszugleichen.

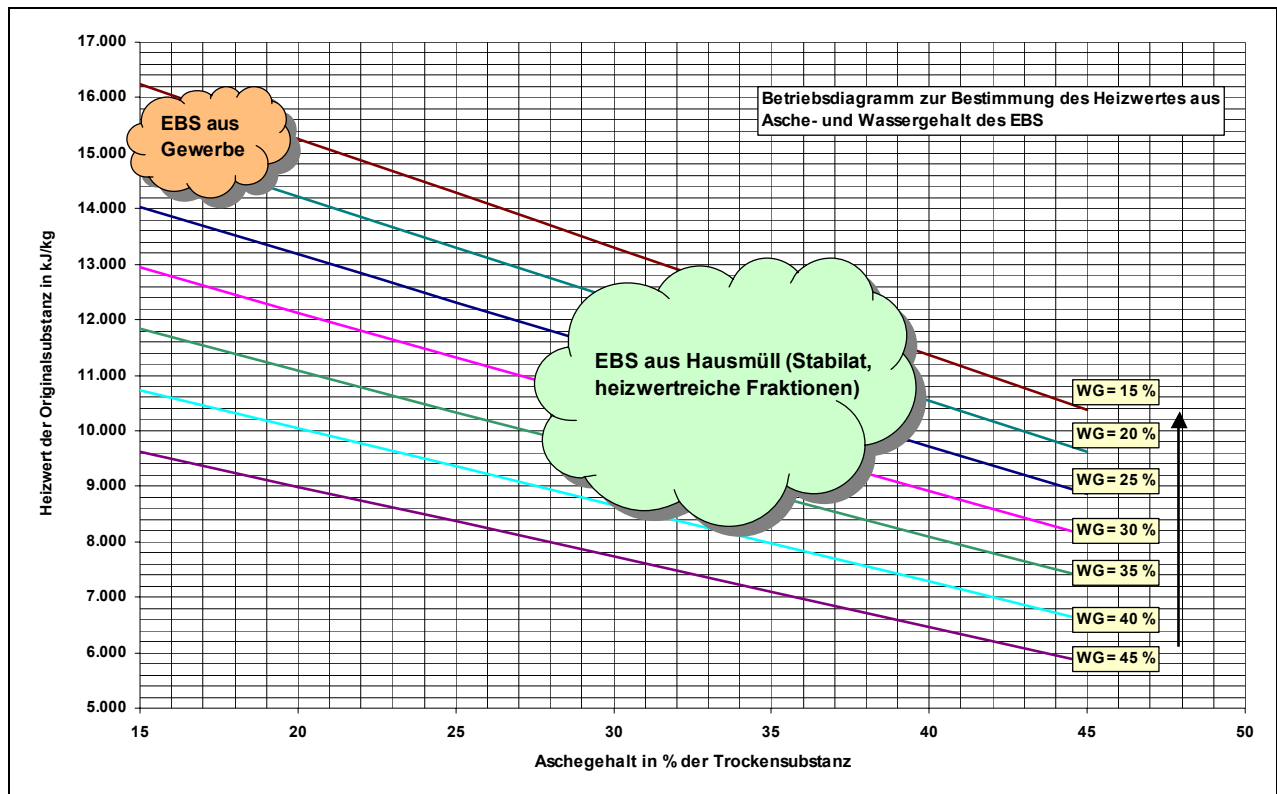


Abbildung 4 Praxiswerte für Aschegehalte, Wassergehalte und Heizwerte von EBS

Die erzeugte EBS-Fraktion wies anfänglich einen mittleren Chlorgehalt von 0,7 Ma.-%, TS (n= 23) auf. Ein Teil der Chlorfracht entfällt auf anorganisches Cl, das einer NIR-Trennung von vornherein nicht zugänglich ist; anhand von Stoffgruppenspezifischen Analysen kann diese Chlorkonzentration auf 0,3 bis 0,5 Ma.-% Cl der TS abgeschätzt werden. Die darüber hinausgehenden Chloreinträge stammen überwiegend aus PVC-haltigen Komponenten, deren Aushaltung mittels NIR von einer Vielzahl von Faktoren (insbesondere Grad der Vereinzelung; Farbe; Stückgröße und -gewicht) abhängt. Erste Bilanzen zeigen, dass das PVC-Ausbringen bei Stückgewichten > 10 g im Bereich von 70 % liegt; diese Ausbringung sinkt bei abnehmenden Stückgewichten bzw. Korngrößen. Um den Chlor-Zielwert von 0,6 Ma.-% im EBS zu erreichen, werden weitere Optimierungsmaßnahmen auf der Basis entsprechender Stoffstromanalysen zur Erhöhung der Ausbringungsrate umgesetzt.

Die übrigen Qualitätsparameter (Schwermetalle, organische Schadstoffe) sind mit Ausnahme von vereinzelt zu hohen Kupfer- und Antimonkonzentrationen aus der Anfangszeit des Betriebs unkritisch; hier ist auch seitens der Genehmigungsbehörden zu gegebener Zeit darüber nachzudenken, ob der Analysenumfang nicht den Realitäten angepasst werden kann.

5.2.3 Metalle

Die abgetrennte Fe-Metall-Fraktion weist nur eine Reinheit zwischen 85 und 92 Ma.-% auf und muss deshalb weiter aufbereitet werden. Ursache ist insbesondere die auf eine maximale Ausbeute abzielende Konfiguration der Trenntechnik. Die mit Wirbelstromscheidern erzeugte NE-Metall-Fraktion weist ebenfalls systembedingt nur Reinheiten zwischen 60 und 80 Ma.-% auf, allerdings wurde auch hier auf eine hohe Ausbeute hin orientiert.

Noch während des Probetriebes wurde im EBS-Abfuhrband nach den Nachzerkleinerungsaggregaten ein weiterer Scheider in der Ausführung als NEODYM- Trommel eingebaut, der die Abscheidung von magnetisierbaren Stählen ermöglicht. Hier konnte ein besserer Schutz für die nachfolgenden Aggregate in der Verbrennungsanlage erreicht werden. Erste Analysen der Verbrennungsrückstände belegen, dass der Restmetallgehalt im EBS bei ca. 0,01 Ma.-% liegt.

5.2.4 Schwerstoff

Die überwiegend mineralische Schwerstofffraktion enthält noch ca. 10 Ma.-% NE-Metalle, deren Rückgewinnung gegenwärtig noch zurückgestellt wurde. Der PVC-Anteil mit ca. 7 Ma.-% trägt deutlich zur PVC-Entfrachtung des EBS bei.

5.2.5 Ausblick

Die seitens des Kraftwerkes gesetzten Grenzwerte für die Reinheit des EBS hinsichtlich Eisen und Nichteisen werden durch das gewählte Anlagenkonzept eingehalten. Trotz der guten Eisen- und Schwerstoffabscheidung werden aber im Promillebereich immer noch nicht magnetisierbare Metalle (Kupferdrähte und -bleche, Edelstähle) im EBS wiedergefunden. Diese verursachen aufgrund der Geometrie einen hohen Verschleiß in den Aggregaten im Ascheaustrag im Kraftwerk. Hier werden in der Brennstoffaufbereitung derzeit verschiedene Methoden für eine Heraushaltung länglicher Metallreste getestet.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Optimierung der PVC-Entfrachtung im Prozess als auch die Reduzierung des PVC-Anteils direkt bei den zuliefernden Anlagen.

5.3 Kosten

Das Projektbudget in Höhe von 4,9 Mio. Euro für die Hauptkostenpositionen M+E, Mobilgeräte, Bau, Brandschutz, Erstausrüstung des Betriebs und Baunebenkosten wurde mit Stand März 2007 um ca. 1,7 % überschritten. Angesichts des Bauens im Bestand mit den damit verbundenen Unwägbarkeiten ist dies ein hervorragendes Projektergebnis. Bezogen auf den im Endausbau möglichen 3-Schicht-Betrieb mit 100.000 Mg Inputmaterial sind die spezifischen Investitionen von 50 Euro/Mg installiertem Jahresdurchsatz ebenfalls vertretbar.

Neben den Kapitalkosten (ca. 8 Euro/Mg) dominieren die Aufwendungen für Wartung und Instandhaltung, Energie (ca. 47 kWh/Mg) und Personal (4-5 Personen je Schicht) die Herstellungskosten. Bedingt durch die kurze Anlagenlaufzeit können hierzu noch keine belastbare Daten benannt werden.

5.4 Stand der Mitverbrennung

Die im Januar 2007 begonnene Mitverbrennung sieht insbesondere zur Anpassung des Steuer- und Regelkonzeptes eine langsam ansteigende Einfahrkurve vor. Zum Berichtszeitpunkt werden ca. 3 Mg EBS/h mitverbrannt. Die weitere Planung sieht vor, die Annahme und Aufgabe von EBS durch eine Lagerhalle zu entkoppeln; hierzu laufen derzeit die Vergaben.



Abbildung 5 Walking-Floor-Entladung und Kompaktannahmestation am Kraftwerk Flensburg

6 Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2003 setzen die Stadtwerke Flensburg ein umfangreiches Modernisierungsprogramm um. Bestandteil des KWKplus-Konzeptes ist nicht nur die ursprünglich notwendige Nachrüstung einer neuen Filteranlage zur Reduzierung der Staubemissionen der zur Wärmeerzeugung betriebenen Wirbelschichtkessel, sondern auch die Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen. Zusätzlich haben sich die Stadtwerke an einer Anlage zur Herstellung von EBS aus Gewerbeabfällen beteiligt, die bis zu 100.000 Mg Inputmaterial im 3-Schicht-Betrieb verarbeiten kann. Innerhalb von 5 Monaten wurde die Anlage unter erschwerten Montagebedingungen in vorhandene Gebäude eines ehemaligen Müllkompostwerkes realisiert, der Gesamtinvest beträgt ca. 5 Mio. Euro.

Da gemischt eingesammelte Gewerbeabfälle eine vergleichsweise hohe PVC-Fracht aufweisen und andererseits der Chloreintrag in die Feuerung wirksam begrenzt werden muss, wurde die Aufbereitungsanlage mit insgesamt 4 NIR-Trennern ausgestattet. Während PVC-Komponenten aus der Leichtfraktionen negativ sortiert werden, erfolgt

bei der Schwerfraktion eine Positiv-Sortierung auf Brennstoffkomponenten. Durch diese Maßnahmen konnten bereits in der Anfangsphase der Inbetriebnahme die Chlorkonzentrationen im EBS auf 0,7 Ma.-% reduziert werden.

Durch eine mehrstufige Metallaushaltung und eine zweistufige Zerkleinerung wird ein ofenfertiger Brennstoff erzeugt, der seit Januar 2007 im ersten der drei nachgerüsteten Wirbelschichtkessel zusammen mit Steinkohle verbrannt wird. Da die Kessel für die Fernwärmeerzeugung eingesetzt werden, wird der Energiegehalt des EBS mit hohem Wirkungsgrad (ca. 80 %) effizient genutzt. Durch die im EBS enthaltenen Anteile regenerativer Energie wirkt sich die Mitverbrennung von EBS zudem positiv auf die CO₂-Bilanz des Kraftwerkes aus.

7 Literatur

- Oetjen-Dehne 2003 Gewerbeabfallverordnung: ein Glücksfall für Betreiber von Sortieranlagen ? Vortrag VKS-Ost, 05.02.2003
- Stadtwerke Flensburg Informationen zum Projekt KWKplus unter <http://www.kwkplus.de>
- Umweltbundesamt Österreich (Hrsg.); 2004 Materialien zur thermischen Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie, Berichte BE 248, Wien. Siehe auch <http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/abfall/behandlung/thermisch/therm1>

Anschrift der Verfasser(innen)

Dipl.-Ing. Rüdiger Oetjen-Dehne
u.e.c. Berlin
Gartenstr. 1
D-10115 Berlin
Telefon +49 30 3448039
Website: www.uec-berlin.de

Dipl.-Ing. Mathias Kalvelage
MEISH GmbH
Batteriestraße 48
D-24939 Flensburg
Tel.: 0461 / 487 1724