



Sauber gelöst – Energie aus Abfall

Wenn es um Klima- und Ressourcenschutz geht, ist die Abfallwirtschaft ein sehr wichtiger Akteur – ganz besonders in einer Großstadt wie Hamburg.

Mit 2.500 engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Stadtreinigung Hamburg die Nummer eins in der Abfallwirtschaft der Hansestadt: Sie sammelt, transportiert und verwertet die Abfälle von rund 900.000 Haushalten und 100.000 Gewerbebetrieben. Dabei „rettet“ die Stadtreinigung Hamburg wichtige und knappe Rohstoffe und erzeugt regenerative Energie in beachtlichem Umfang.

Der Wandel von der Abfall- zur Ressourcenwirtschaft geht weiter - auch und besonders in der Freien und Hansestadt Hamburg. Die von der Stadtreinigung Hamburg aus Abfall gewonnene Energie versorgt zuverlässig und umweltgerecht Hamburger Haushalte mit Strom, Fernwärme oder klimaneutralem Biogas. Der Citizen Value, den die Stadtreinigung für die Bürgerinnen und Bürger der Freien und Hansestadt Hamburg erbringt, wird auch in Zukunft nachhaltig wachsen.



www.stadtreinigung-hh.de



STADTREINIGUNG HAMBURG

Vierzig Jahre MVA Stelling Moor

– Betriebserfahrungen, energetische Optimierungen und Potentiale –

Jens Niestroj und Rüdiger Siechau

1.	Allgemeine Beschreibung	133
2.	Besonderheiten	135
3.	Betriebserfahrungen	136
3.1.	Dampferzeuger und Feuerung	136
3.2.	Abgasreinigung.....	140
3.3.	Wärmeauskoppelung.....	141
4.	Potentiale	142
4.1.	Bis 2019 umsetzbar	142
4.2.	Aus zeitlichen Gründen nicht umsetzbar	143
5.	Zusammenfassung	143



Bild 1: Abgasnachreinigung und Kamin der MVA Stelling Moor

1. Allgemeine Beschreibung

Die MVA *Stelling Moor* ist eine thermische Abfallbehandlungsanlage für Hausabfall und hausmüllähnlichen Gewerbeabfall und befindet sich im Eigentum der Stadtreinigung Hamburg. Sie wurde 1973 in Betrieb genommen und ist ständig modernisiert worden.

Die Anlage besteht aus zwei Verfahrenslinien mit einem Abfalldurchsatz von derzeit etwa 11 t/h pro Linie bei einem Heizwert von etwa 10,5 MJ/kg. Die Anlieferung des Abfalls erfolgt über die Straße. In der Kipphalle wird an wechselnden drei bis vier (von vierzehn) Kippstellen der Abfall in einen Bunker gekippt, welcher ein Fassungsvermögen von etwa 9.000 t besitzt.

Im Bunker wird der Abfall zunächst gelagert und homogenisiert und dann über eine Greiferkrananlage in den Müllaufgabetrichter gegeben. Von dort rutscht der Abfall auf einen Aufgabetrichter, der aus vier hydraulisch angetriebenen Schubelementen besteht und von dem aus der Abfall geregelt auf den Verbrennungsrost geschoben wird.

Der Verbrennungsrost ist zweibahnig aufgebaut und besteht aus sechs Zonen, in denen die Verbrennungsluftmenge den Bedingungen entsprechend zugegeben wird. 2011 wurde eine moderne Feuerungsleistungsregelung nachgerüstet. Die Verbrennungsbedingungen werden so eingestellt, dass auch ein optimaler Ausbrand erreicht wird. Die Schlacke am Ende des Rostes gelangt über eine Abwurfwalze in ein Wasserbad, aus dem sie hydraulisch ausgetragen wird. Schrott und Störstoffe werden hier aus der Schlacke abgetrennt.

Während der Verbrennung im Kessel wird die im Abfall enthaltene Energie freigesetzt. Bei Nennlast werden 32 t/h Dampf (pro Linie) mit je 40 bar und 390 °C erzeugt, der in einer Entnahme-Kondensationsturbine verstromt wird. Bei verschiedenen Druckstufen wird außerdem Dampf zur Fernwärmeerzeugung sowie für innerbetriebliche Zwecke entnommen.

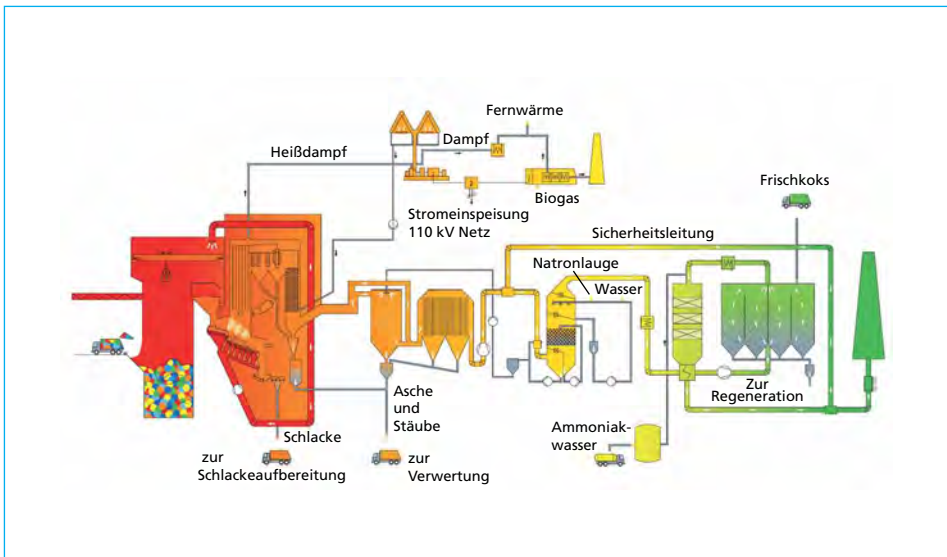


Bild 2: Fließbild der MVA Stellinginger Moor

Das bei der Verbrennung entstehende Abgas gelangt nach dem Kessel in die Abgasreinigungsanlage. Der erste Abgasreinigungsschritt ist der Sprühtrockner, in dem einerseits das Abgas abgekühlt, andererseits das Waschwasser, welches zwei Verfahrensschritte später in einer dreistufigen Abgaswäsche entsteht, vollständig verdampft wird (abwasserfreier Betrieb). Darauf folgt der Elektrofilter. Die dort abgeschiedenen Stäube werden zusammen mit den Kesselaschen untertägig verwertet.

An den E-Filter schließt die dreistufige (o.g.) Abgaswäsche an, in der die sauren Schadgase (HCl, SO_x und HF) unter Zugabe von Natronlauge aus dem Abgas im Gegenstrom entfernt werden. Der Wäscher besteht (in Abgasrichtung) aus einem Quench zur Temperatureinstellung und Vorabscheidung des überwiegenden Teils HCl und HF, einem Füllkörperkreislauf zur quantitativen Abscheidung von HCl und HF sowie zur Vorabscheidung von SO_x und einem Ringjetkreislauf, in dem die quantitative Abscheidung des SO_x erfolgt.

Nach dem Wäscher wird das Abgas zur Nachreinigung wieder aufgeheizt und dann zunächst einem Festbett-Steinkohlekoksfilter zugeführt, in dem Schwermetalle, Dioxine sowie Restgehalte an SO_x aus dem Abgas entfernt werden. Daran schließt sich nach einer weiteren Aufheizung als letzten Abgasreinigungsschritt ein Katalysator zur Entstickung an.

Das über den Kamin abgeleitete Reingas unterschreitet die in Hamburg geltenden gegenüber der 17. BImSchV verschärften Grenzwerte deutlich.

	Grenzwert 17. BImSchV mg/Nm ³	Grenzwert MVA Stelling Moor mg/Nm ³	Betriebswerte MVA Stelling Moor 2012 mg/Nm ³
Staub	10	10	< 1
HCl	10	5	< 1
NO _x	200	100	< 80
CO	50	50	< 15
SO _x	50	25	< 1
HF	1	0,1	< 0,1

Tabelle 1:

Vergleich der Grenzwerte mit den Betriebswerten der MVA Stelling Moor

2. Besonderheiten

Kesselauslegung in den siebziger Jahren

Wesentliche Besonderheit ist, dass die Anlage seit mehr als 40 Jahre in Betrieb ist. Dies bedeutet, dass sie für einen ganz anderen Abfall ausgelegt wurde, als sie heute betrieben wird. So betrug der Auslegungsheizwert 6,3 MJ/kg, in den letzten Jahren wurde über einen längeren Zeitraum Abfall mit einem Heizwert von teilweise 12 MJ/kg verarbeitet.

Dieser Abfall kann von der eigentlichen Feuerung her gut verarbeitet werden, allerdings sind die Feuerraumtemperaturen deutlich zu hoch. Da die Anlage entsprechend der in den 70er Jahren gültigen Auslegung über keinen Leerzug verfügt, sind auch die Eintrittstemperaturen in den Überhitzer sehr hoch.

Aufwändige Abgasreinigung

Anfang der 70er Jahre war die Abgasreinigung der MVA Stelling Moor mit einem E-Filter noch überschaubar. Bis Mitte der 90er Jahre wurde die Anlage aufgrund gesetzlicher Anforderungen nachgerüstet. Mit den nachgerüsteten Aggregaten

Sprühtrockner, Abgaswäscher, Festbettadsorber und Katalysator verfügt die Anlage über eine sehr aufwändige Abgasreinigung, die nur geringe Emissionen zur Folge hat. Daher ist für die Anlage bereits heute die Einhaltung der neuen 17. BImSchV-Grenzwerte unproblematisch.

Abfallmangel

In den letzten Jahren musste die Anlage häufig mit reduzierter Leistung gefahren werden, teilweise musste eine Linie abgefahren werden. Außerdem wurde auch Abfall verbrannt, den anderen Anlagen nicht angenommen haben, z.B. weil die Heizwerte zu hoch oder zu niedrig waren. Die Verwertung dieser anspruchsvollen Abfälle gelang in der Regel unproblematisch.

Energetische Einbindungen

Die MVA Stellingher Moor versorgt seit 1997 ein Fernwärmenetz von im Hamburger Westen mit Grund- und mittlerweile auch mit Mittellastwärme. Zu den prominentesten Verbrauchern gehören die Color Line und O₂ world Arena sowie das HSV-Stadion.

Seit 2004 wird außerdem die Abwärme eines Biogas-BHKW einer Vergärungsanlage für Speisereste durch die MVA angenommen und dessen Temperatur auf die notwendige Fernwärmeverlauftemperatur angehoben.

3. Betriebserfahrungen

3.1. Dampferzeuger und Feuerung

Der Betrieb eines relativ alten Kessels bietet auch z.T. erhebliche **Vorteile**.

Im Gegensatz zu modernen EBS-Anlagen gelingt es mit der robusten Feuerung, dass ein breites Brennstoffband von Klärschlamm über Hausabfall hin zu hochkalorischen gewerblichen Abfällen bzw. der heizwertreichen Siedlungsabfallfraktion aus England verarbeiten kann.

Die seit rund 3 Jahren gut funktionierende Feuerungsleistungsregelung hat daran wesentlichen Anteil. Trotz des breiten Brennstoffbandes ist die Fahrweise von geringer CO-Bildung und stabiler Dampfproduktion gekennzeichnet. Der Sauerstoffgehalt im Feuerraum von durchschnittlich knapp über 7 Prozent ist für eine Anlage dieses Alters und mit der heterogenen Brennstoffzusammensetzung relativ niedrig.

Nachfolgende Bild zeigt die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Artikels aktuelle Dampfmenge und CO-Emission über den Zeitraum von 10 Tagen für eine Verbrennungslinie. Man erkennt einerseits die Konstanz der Dampfproduktion nahe des Sollwertes von 32 t/h. Gleichzeitig befinden sich die CO-Emissionen auf einem niedrigen Niveau von meist 5 mg/m³ bis 15 mg/m³.

Bei uns stimmt die Chemie

Expertenwissen nahtlos vernetzen. Technische Fähigkeiten formschlüssig verzahnen. Das ist das Wirkprinzip der GBT-Unternehmensgruppe.

Für höchste Prozesssicherheit in der Müllverbrennungsindustrie.
Für Lösungen, die langfristig Bestand haben.

- Anlagensanierung/-optimierung
- Beschichtungstechnik
- Gummierung
- Stahl- und Apparatebau
- Thermoplastbau

Die GBT-Unternehmensgruppe

Wir pflegen beste Verbindungen.

In aller Welt – seit über 100 Jahren.



GBT-BÜCOLIT GmbH

Benzstraße 2
D-45772 Marl
Tel.: +49 (0) 23 65 / 98 95 - 0
Fax: +49 (0) 23 65 / 98 95 - 95
info@buecolit.de
www.buecolit.com

GBT POLSKA sp. z o.o.

ul. Staszica 18/25
PL 97-400 Bełchatów
Tel.: +48 (0) 44 / 6 33 90 85
Fax.: +48 (0) 44 / 6 16 92 63
office@gbt-polska.pl
www.buecolit.com



HAW Linings GmbH

Werkstraße 30 – 33
D-31167 Bockenheim
Tel.: +49 (0) 50 67 / 990-0
Fax: +49 (0) 50 67 / 990-2772
info@haw-linings.com
www.haw-linings.com





HOFFMEIER
INDUSTRIEANLAGEN GMBH + CO. KG



STAHLBAU | ANLAGENTECHNIK | ENTSTAUBUNGSTECHNIK | MASCHINENBAU | DIENSTLEISTUNGEN

ÜBERZEUGEN SIE SICH VON UNSERER LEISTUNG

www.hoffmeier.de

24h-Hotline: +49 2388 330

Hoffmeier Industrieanlagen GmbH + Co. KG · Kranstraße 45 · D-59071 Hamm · Tel. +49 2388 33-0 · Fax +49 2388 33-499
Werke in Rüdersdorf und Kambachsmühle

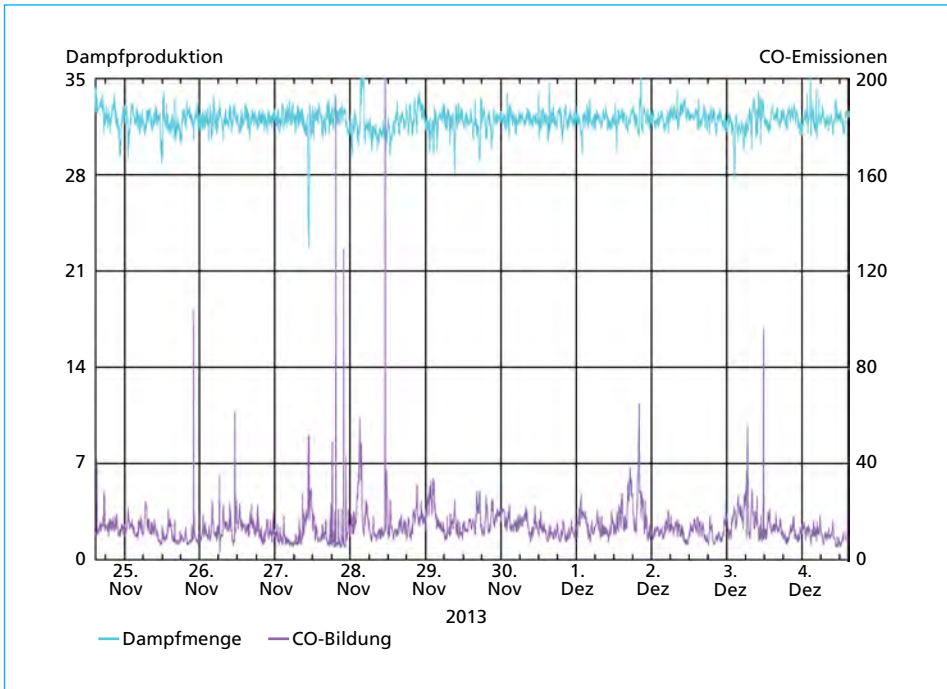


Bild 3: Dampfproduktion und CO-Emissionen Ende November/ Anfang Dezember 2013

Natürlich hat es auch z.T. erhebliche **Nachteile**, eine alte Anlage zu betreiben. Neben einer allgemein deutlich geringeren Verfügbarkeit sind insbesondere das hohe Beschickermaul, die niedrige Zünddecke und – wesentlich – die hohen Temperaturen im Feuerraum nachteilig. Die Feuerraumtemperaturen sowie das Fehlen eines Leerzuges wirken sich vor allem auf die Standzeit der Überhitzer negativ aus, die nur 16 bis 20 Monate beträgt.

Aufgrund der hohen Feuerraumtemperaturen wurde bereits Anfang 2013 die Dampftemperatur von 410 °C auf 390 bis 395 °C reduziert, was sich positiv auf die Standzeit der Überhitzer auswirken soll.

Bei einer Linie wurden außerdem Anfang Oktober 2013 die Dampfrohrbläser im Feuerraum durch Wasserlanzenbläser sowie im Überhitzer durch Explosionsgeneratoren ersetzt. Dies hat sich – so die Erfahrungen nach 10 Wochen – wahrscheinlich bewährt.

In einem vergleichbaren Zeitraum konnte im Feuerraum die durchschnittliche Temperatur zwar nur um 2 °C gesenkt werden (im Endüberhitzer um 29 °C), entscheidend ist aber, dass die maximalen Temperaturen im Feuerraum um 24 °C und im Endüberhitzer sogar um fast 40 °C reduziert werden konnten. Und dies, obwohl die erzeugte Dampfmenge über den Beobachtungszeitraum konstant gehalten werden konnte, während in den vergangenen Jahren immer nach spätestens 5 oder 6 Wochen aufgrund zu hoher Temperaturen die Leistung reduziert werden musste.

Nachfolgende Bild zeigt einerseits das niedrigere Temperaturniveau nach Installation der Wasserlanzenbläser und Explosionsgeneratoren, aber auch die deutlich geringeren Temperaturschwankungen. In der Bild sind die Kesseldeckentemperatur, die Eintritts-temperatur in den Endüberhitzer sowie die Temperatur nach Überhitzer dargestellt. Die obere Bild zeigt die Temperaturen mit Wasserlanzenbläser und Explosionsgeneratoren, die untere die Temperaturen nur mit Dampfpußbläsern.

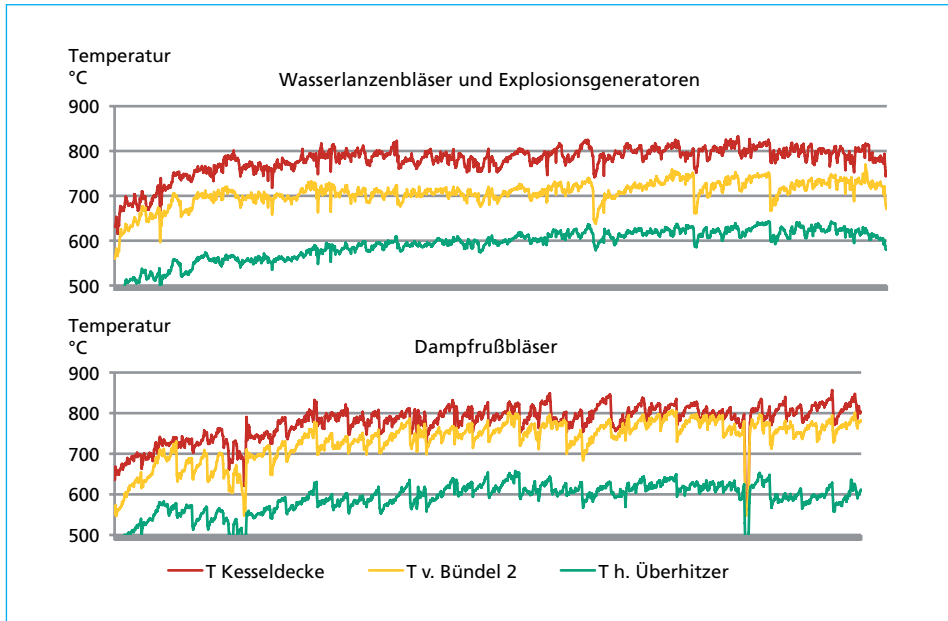


Bild 4: Vergleich der Kesseltemperaturen bei Einsatz von Wasserlanzenbläsern / Explosionsgeneratoren (oben) mit den Temperaturen bei Einsatz von Dampfpußbläsern (unten) über einen Zeitraum von 8 Wochen

3.2. Abgasreinigung

Im Folgenden wird die Umstellung des Adsorber von Herdofenkoks (HOK) auf Steinkohlenkoks betrachtet. Die anderen Abgasreinigungsaggregate laufen im Wesentlichen noch so, wie ursprünglich ausgelegt.

Wesentlicher Grund für den Wechsel des Adsorbens war, dass mit HOK kein stabiler Betrieb mehr erreicht werden konnte. Hot-Spots waren aufgrund der strukturellen Veränderungen im Adsorber, die im Alter und den Vorschädigungen durch vergangene Hot-Spots begründet lagen, an der Tagesordnung.

Nach einer umfassenden Revision des Adsorbens wurde auf Steinkohlenkoks mit gröberer Körnung umgestellt. Dies hatte unmittelbar erhebliche positive Folgen: Seit der Umstellung vor zwei Jahren trat kein Hot-Spot mehr auf. Der Druckverlust über den Adsorber und daraus resultierend der Stromeigenbedarf der Anlage sanken erheblich.

Außerdem muss der beladene Altkoks nicht mehr aufwändig verbrannt werden, sondern kann zur Regeneration an den Kokslieferanten zurückgegeben werden. Hinzu kommt, dass der Koksverbrauch deutlich gesunken ist, was die Mehrkosten für die Beschaffung dieses Koks mehr als kompensiert. Leitgröße für den Austausch des Koks ist die Beladung mit Schwefel. Die maximale Beladung von 8 Prozent Schwefel wurde auch in zwei Jahren noch nicht erreicht (siehe nachfolgende Bild).

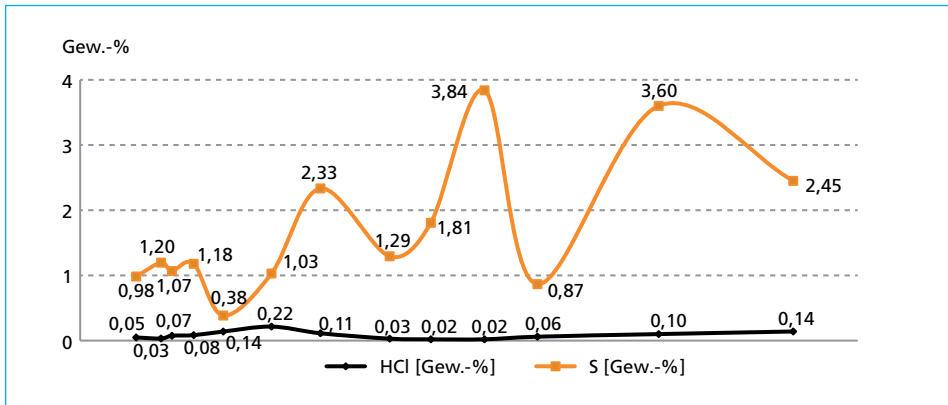


Bild 5: Beladung des Koks mit Schwefel und HCl

Ein Nachteil gegenüber HOK ist, dass im Steinkohlenkoks keine basischen Komponenten enthalten sind, so dass der Koks HCl nicht oder nur unzureichend abscheidet. Bei Problemen im Wäscher resultieren daher unmittelbar erhöhte HCl-Emissionen. Außerdem kam es durch eine Verschiebung des Adsorptionsgleichgewichtes während der An- und Abfahrvorgänge. HCl-Spitzen wurden bei frühzeitigem Ausstellen der oberen Wäscherstufen während des Abfahrens (Koks kühlt ab) zwischengespeichert und beim Anfahren (Aufheizen des Koks) wieder abgegeben.

Eine bereits im Jahr 2012 durchgeführte Modifikation des Koks, die durch eine veränderte Zusammensetzung das Abscheideverhalten gegenüber HCl verändert, soll diesen Nachteil des Koks kompensieren.

3.3. Wärmeauskoppelung

Da die Strompreise niedrig sind, wurde in Kooperation mit dem Fernwärme-Netzbetreiber seit Ende 2011 die Abgabe von Fernwärme in der kalten Jahreszeit kontinuierlich gesteigert.

Wurden im Winter 2010/11 noch etwa 11 MW abgegeben, waren es im Winter 2012/13 schon mehr als 15 MW. Durch geringe Modifikation am Fernwärmesystem sowie einer angepassten Verschaltung der Wärmetauscher sollen im Winter 2013/14 bis zu 20 MW Fernwärme geliefert werden. Durch wärmetechnische Optimierungen konnte gleichzeitig die Stromerzeugungseffizienz gesteigert werden, d.h. trotz Steigerung der thermischen Nutzleistung konnte die Stromabgabe in etwa konstant gehalten werden.

Leider war das Wetter im Oktober sehr mild, so dass die Anlage erst im Laufe des Novembers mit erhöhter Fernwärmeabgabe gefahren werden konnten. Nachfolgendes Bild zeigt, dass nach einem kurzen Einfahren bereits relativ stabil 17,5 MW erreicht wurden, im Laufe des Winters sollen auch dauerhaft und zuverlässig 20 MW abgegeben werden.

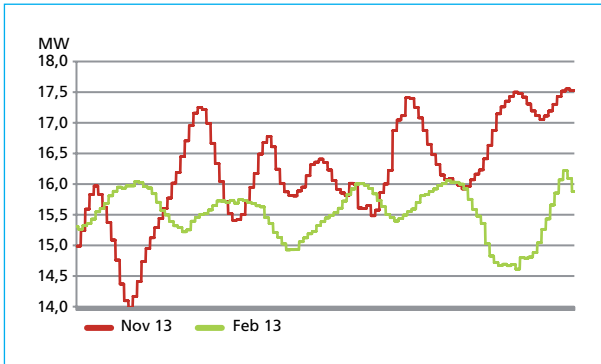


Bild 6:

Vergleich der Fernwärmeabgabe über 5 Tage im Februar 2013 (vor der Optimierung) und November 2013 (nach der Optimierung, während der ersten Volllasttage)

4. Potenziale

4.1. Bis 2019 umsetzbar

Die Austrittstemperaturen am Kesselende sind relativ hoch. Um diese Wärme zu nutzen, wurde der Einbau eines Wärmetauschers vor dem Wäscher untersucht. Die hier ausgekoppelte Wärme soll nicht in den Wasser-Dampfkreislauf, sondern über einen Zwischenkreis an das Fernwärmenetz gegeben werden.

Dabei ist auch bei gesicherter Überschreitung des Schwefelsäuretaupunktes eine Abkühlung des Abgases bis auf 135 °C möglich.

Ein Wärmetauscher vor dem Wäscher ist – wie erste Überlegungen gezeigt haben – sehr wirtschaftlich und amortisiert sich voraussichtlich in weniger als 3 bis 4 Jahren.

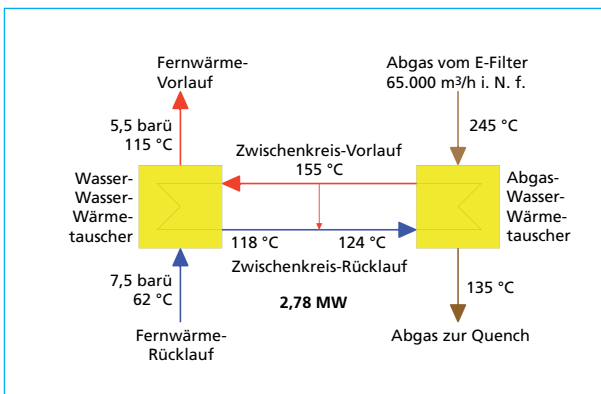


Bild 7:

Verschaltungsprinzip eines Wärmetauschers vor dem Wäscher

4.2. Aus zeitlichen Gründen nicht umsetzbar

Den größten Beitrag zu einer verbesserten Energiebilanz der Anlage kann eine neue Turbine leisten. Allerdings sind die Amortisationszeiten mit 7 bis 10 Jahren vor dem Hintergrund einer voraussichtlichen Anlagenstilllegung in den nächsten Jahren deutlich zu lang, so dass eine effizientere Turbine aus zeitlichen Gründen nicht beschafft werden kann.

5. Zusammenfassung

Auch eine 40 Jahre alte Anlage hat trotz ihrer altersbedingt geringeren Verfügbarkeit und anderer grundsätzlicher technischer Probleme (zu hohe Temperaturen im Feuer- raum) im Betrieb auch seine Vorteile.

Der Kessel ist sehr gutmütig und kann ein sehr breites Brennstoffband verarbeiten. Die Abgasreinigung ist sehr aufwändig und verfügt über erhebliche Reserven. Die verschärf- ten Grenzwerte der 17. BImSchV können bereits heute deutlich unterschritten werden.

Ein energetisch effizienter Betrieb ist auch mit einer alten Anlage möglich. Die MVA Stelling Moor liefert Grund- und Mittellastwärme an das benachbarte Fernwär- menetz. Falls die technisch sinnvollen energetischen Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden, kann die Anlage vergleichbare Wirkungsgrade wie moderne Anlagen erreichen.



Führend in der Abfalltechnik

Luft- & wassergekühlte Rostsysteme
Horizontal- & Vertikalzugkessel
Handling von Asche und Schlacke
Fortschrittliche Feuerleistungsregelung
Thermische Sondermüllbehandlung
Rauchgasreinigungsverfahren

We make the world a cleaner place



www.fisia-babcock.com