

Kraftwerke ■ Abfallverwertungsanlagen ■ Erneuerbare Energien

Mit unserem Team hochqualifizierter Ingenieure entwerfen und planen wir Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen für Kunden im In- und Ausland.

Wir begleiten Sie von der Projektevaluierung bis zur Inbetriebsetzung und bieten projektspezifische Generalplanung aus einer Hand.

Unsere umfassende Erfahrung wird belegt durch aktuelle Referenzanlagen mit anspruchsvollsten Parametern bis hin zur größten Leistungsklasse.

Unsere Leistungen:

- Projektentwicklung
- EPCM Leistungen
- Generalplanung
- Planung von Teilleistungen
- Bauherrenengineering
- Genehmigungsplanung
- Consulting
- Feasibility Studien
- 240 weltweit aktive Ingenieure
- IT-Based Engineering
- Über 200 realisierte Projekte



Engineering
is our passion!



Envi Con & Plant Engineering GmbH
Platenstraße 46 | D - 90441 Nürnberg
Tel. + 49 911 480 89 0 | Fax + 49 911 480 89 129
E-Mail sales@envi-con.de | www.envi-con.de



Entsorgung und Erzeugung – *mit Zukunft*

Den Kohlendioxidausstoß je produzierter Megawattstunde Strom und Fernwärme zu reduzieren, ist politisches Ziel – die primären Brennstoffe durch Abfälle und Reststoffe aus der Abfallaufbereitung zu ersetzen, unsere technische Antwort.

swb betreibt zwei Anlagen – das Müllheizkraftwerk und das Mittelkalorik-Kraftwerk Bremen – mit einer Entsorgungskapazität von 850.000 Mg/a. Entsorgungssicherheit für Bremen und Niedersachsen mit hoher Energieeffizienz und niedrigen Emissionswerten.



swb Entsorgung GmbH & Co. KG

T 0421 359-79 333

info.entsorgung@swb-gruppe.de

swb

Erfahrungen mit dem Mittelkalorik-Kraftwerk

Werner Hölscher

swb AG ist ein Ver- und Entsorgungsunternehmen in Bremen, hervorgegangen aus den ehemaligen Stadtwerken Bremen. Nach der Liberalisierung gehörte das Unternehmen dem niederländischen Energieversorger Essent und dem Energiekonzern EWE. Ab 2010 wurde im Zuge der Übernahme der Essent-Anteile durch die RWE die swb eine hundertprozentige Tochter des in Oldenburg ansässigen Energieversorgers EWE AG.

Seit zwölf Jahren ist swb auch im Entsorgungsgeschäft aktiv. Neben der 51 Prozent Beteiligung am größten regionalen Abwasserentsorger (hanseWasser) hat das Unternehmen gemeinsam mit dem Partner Nehlsen das Müllheizkraftwerk Bremen (MHKW) betrieben, ehe das Unternehmen 2008 die alleinige Betriebsführung übernahm. Mit dem zurzeit in Modernisierung befindlichen MHKW und dem Mittelkalorik-Kraftwerk (MKK) hat das Unternehmen aufgrund seiner günstigen Kostenstruktur zwei wettbewerbsfähige Anlagen.

Die swb Erzeugung GmbH & Co. KG als Tochter der swb AG hat im Jahre 2005 angefangen, sich ein neues Standbein mit der thermischen Abfallbehandlung zu schaffen. Dieses war notwendig geworden, da die swb Erzeugung einen veralteten Kraftwerkspark hatte und vor dem Hintergrund des Emissionshandels ein enormer Kostendruck auf die konventionelle Energieerzeugung aus Kohle entstanden wäre. Nach der Beendigung des Projektes Therko (**T**hermische **E**rsatzbrennstoff **K**onditionierung) wurden die Planungen für eine große Rostfeuerungsanlage im Kraftwerk Hafen gestartet. Die Vorgaben für die Planungen waren: Integration der Anlage in die vorhandene Infrastruktur der Kohleblöcke 5 und 6 (vorhandene Flächen, Pfortner, Nutzung weiterer Synergien im Standort Hafen, wie Wasseraufbereitung, Feuerlöschsysteme, Amoniaklager, optimale Verkehrsanbindung, usw.).

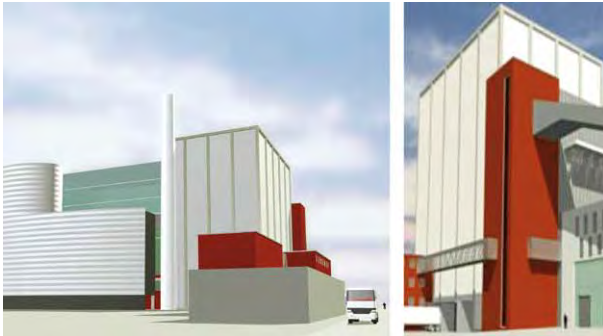


Bild 1:

Planung des Mittelkalorik-Kraftwerks

In der Folgezeit wurde eine Grobkonzeption mit dem vorhandenen Projektteam entwickelt.

Die technischen Daten des Mittelkalorik-Kraftwerks sind:

Feuerungswärmeleistung	110 MW
Brennstoffdurchsatz	28,3 t/h
Heizwertspektrum	11 – 18 MJ/kg
Dampfmenge	127 t/h

Dampfparameter	40 bar, 400 °C
Elektrische Leistung	33 MW _{brutto}
Verfügbarkeit	größer 90 Prozent
Jahresdurchsatz	230.000 t
Jahresstromabgabe	235.000 MWh
	entspricht dem Verbrauch von einem Drittel der Bremer Haushalte

In 2006 wurde der Planungsauftrag nach einer Ausschreibungsphase mit der Firma Wandschneider & Gutjahr geschlossen. Ziel war es, bis Ende 2006 die Vergaben der Hauptlose abzuschließen. Parallel dazu wurde die Akquisition von Brennstoffen vorangetrieben. Anfang 2007 wurden die Hauptlose Kessel, Abgasreinigung, Turbine und Bau unter Gremienvorbehalt vergeben, sechzig Prozent der Brennstoffmengen waren kontrahiert und die Genehmigung zum Bau der Anlage lag vor. Diese Rahmenbedingungen bildeten auch die Grundlage für die Bauentscheidung von Vorstand und Aufsichtsrat.

Das MKK besteht aus den Hauptkomponenten Brennstoffbunker, Feuerung, Dampferzeuger, Abgasreinigungsanlage, Turbine, Schlackebunker und Nebenanlagen.

Brennstoffbunker

Der Brennstoffbunker dient zur Anlieferung, Homogenisierung und Zwischenlagerung des Brennstoffs. Er ist durch eine Trennwand in den Annahmehbereich und den Lagerbereich unterteilt und verfügt über vier Annahmestellen. Der Bunker wird durch zwei übereinander angeordnete Brennstoffkräne bewirtschaftet. Zur Beseitigung von Verstopfungen im Brennstoffschacht gibt es einen speziellen Kran mit Greifer. Es ist ein Feuerlöschsystem bestehend aus automatischer Branderkennung, zwei Löschmonitoren, sechs Powerdüsen zur Flächenbeschäumung, Rotorsprinkler für die Krananlagen und Krankanzelberieselung installiert.

Feuerung

Die Feuerung besteht aus Aufgabeschieber und wassergekühltem Vorschubrost, jeweils dreibahnig ausgeführt. Mit dem Aufgabeschieber wird der Brennstoff auf den Rost transportiert. Auf dem Rost erfolgt die Verbrennung. Die Verbrennungsluftversorgung wird mit dem Primärluftgebläse durch Schlitze in den Roststäben und mit dem Sekundärluftgebläse über Düsen in der Vorder- und Rückwand des ersten Zuges sichergestellt. Die Rostentaschung erfolgt über einen Trogkettenförderer je Rostbahn. Die Rostschlacke wird zweibahnig mittels Stößeelentschlacker und Schwingrinne in den Schlackebunker transportiert. Dort erfolgt die LKW-Verladung per Kran. Als Stützfeuerung und zum An- und Abfahren sind zwei Gasbrenner vorgesehen.

Dampferzeuger

Der Dampferzeuger besteht aus drei Leerzügen als Verdampfer, dem Horizontalzug mit Verdampfer- und Überhitzerpaketen und dem ECO als Vertikalzug und erzeugt 127 t/h überhitzten Dampf bei 40 bar und 400 °C. Der erste Zug ist komplett mit Inconell gecladdet und verfügt nur im Ausbrandbereich und am Sturz zwischen Aufgabeschieber und Rost über eine Ausmauerung. Die Kesselreinigung erfolgt im 1. bis 3. Zug mit einer Online-Sprühreinigung mit Wasser, im Horizontalzug mit einer pneumatisch betriebenen Klopf-einrichtung und im ECO mit einer Kugelregenanlage. Die Entaschung erfolgt kombiniert mechanisch und pneumatisch in das Kesselaschesilo, getrennt in Asche aus 2./3. Zug und Horizontalzug mit ECO. Die Kesselasche wird per LKW abtransportiert.

Abgasreinigung

Die Abgasreinigung besteht aus den Hauptkomponenten SNCR, Sprühabsorber, Umlenkreaktor, Gewebefilter, Saugzuggebläse und Kamin. Bereits im ersten Kesselzug erfolgt die Reduktion von NO_x nach dem SNCR-Prinzip durch Eindüsung von Ammoniakwasser in zwei Ebenen. Im Sprühabsorber werden durch Zerstäubung eines Kalkmilch-Wasser-Gemisches Säuren abgeschieden und die Abgastemperatur auf rund 145 °C abgesenkt. Zur weiteren Abscheidung von Säuren wird in den Umlenkreaktor zusätzlich Kalkhydrat eingedüst (bei Auftreten von Emissionsspitzen). Schwermetalle, Dioxine/Furane, Blei und Quecksilber werden durch Eindüsung von Herdofenkoks ebenfalls im Umlenkreaktor gebunden. Im Gewebefilter, der aus acht Kammern besteht, werden die Reaktionsprodukte und der Reststaub aus dem Abgas abgeschieden. Ein Teil der im Gewebefilter abgeschiedenen Reaktionsprodukte wird als Rezirkulat im Umlenkreaktor wieder dem Abgasstrom beigemischt. Der Saugzug transportiert das Abgas durch die gesamte Anlage einschließlich Kamin. Im Kamin sind die Emissionsmessungen installiert. Die Förderung der abgeschiedenen Reaktionsprodukte in die zwei Silos erfolgt kombiniert mechanisch und pneumatisch. Die Reaktionsprodukte werden per LKW abtransportiert.

Turbine

Die im MKK eingesetzte Turbine von Franco Tosi ist eine Entnahmekondensationsmaschine. In Kombination mit dem Generator von Jeumont verfügt das System über eine elektrische Leistung von 33 MW. Die elektrische Energie wird in das Netz von Block 5/6 eingespeist. Bei Turbinenbetrieb wird nur der Abdampf kondensiert, bei Betrieb ohne Turbine kann der gesamte Dampf über die Heißdampfumformstation (HDU) im Kondensator kondensiert werden. Die Kondensator Kühlung erfolgt durch Wasser aus dem angrenzenden Hafenbecken. Eine Auspeisung von Dampf zur Erzeugung von Fernwärme ist möglich.

Nebenanlagen

Folgende Nebenanlagen sind im MKK realisiert: Haupt- und Nebenkühlwasserkreislauf, Wasser-Dampf-Kreislauf, Druckluftversorgung und Kalkmilchaufbereitung. Zu den Kohleblöcken 5 und 6 des Kraftwerkes Hafen bestehen Schnittstellen zur Versorgung des MKK mit den Betriebsmedien Kesselspeisewasser, Erdgas und Ammoniakwasser. Die Infrastruktur am Standort wird vom Kraftwerk Hafen und dem MKK gemeinsam genutzt.

Nach Abschluss der Planungen erhielt die Firma Wandschneider & Gutjahr den Folgeauftrag für die Baubegleitung bis zur Abnahme der Anlage. Die Lose sind an folgende Firmen beauftragt worden.

Bau:	Arge	Gebr. Neumann GmbH & Co KG/ Matthäi GmbH & Co KG
Kessel:	Konsortium	Thyssen Krupp Xervon Energy GmbH/ Baumgarte Boiler Systems GmbH
Abgasreinigung:		LAB GmbH
Turbine:		Franco Tosi Meccanica (FTM)
Wasser-Dampf-Kreislauf:		mce GmbH
Elektrotechnik:		areva GmbH
Leittechnik:		swb Erzeugung GmbH
Technische Gebäudeausstattung:		Caverion GmbH
Kräne:		NKM Noell Special Cranes GmbH



Bild 2: Vormontagefläche, im Hintergrund Kesselhaus und Brennstoffbunker

Im Februar 2007 wurde die Freiluftschaltanlage im Kraftwerk Hafen zurückgebaut. Der Platz wurde dann während der Bauphase als Baufeld für Lagerung und Vormontagen genutzt. Im Anschluss daran wurde das Turbinenhaus der alten Kohlekraftwerksblöcke 1 bis 4 entkernt. In diesen Grundmauern sollte dann später das Turbinenhaus, das Kesselhaus und ein Teil des Brennstoffbunkers integriert werden. Der offizielle Baubeginn mit der Grundsteinlegung startete am 07.09.2007. Im Dezember 2007 wurde dann die erste Kesselstütze gesetzt. Die Fertigstellung des Brennstoffbunkers erfolgte im März 2008.

Nach dem Abschluss der Hauptmontagen wurde die kalte Inbetriebsetzung im Herbst 2008 gestartet. Im Dezember 2008 erfolgte während der heißen Inbetriebsetzung dann das erste Müllfeuer.

Zu dieser Zeit zeichnete sich bereits ab, dass es ernste Probleme mit dem Turbinenhersteller Franco Tosi geben würde. Sowohl finanzielle als auch abwicklungstechnische Schwierigkeiten führten dazu, über Alternativen in der Dampfverwertung nachzudenken.

Da der Wechsel auf einen anderen Turbinenhersteller keine zeitlich akzeptable Lösung darstellte, wurde entschieden, eine zusätzliche Dampfübergabestation zu installieren. Von hier aus lassen sich sowohl Dampfauskopplungen für die Fernwärme, als auch die Hilfsdampfversorgung der Kohleblöcke 5 und 6 realisieren. Dieses Vorgehen ermöglicht einen flexiblen Anlagenbetrieb, etwa bei einem Turbinenausfall. Zudem wurden der Bau und die Einbindung des Kondensators der Firma Franco Tosi entzogen und die Installation erfolgte in Eigenverantwortung mit der Firma E.ON Anlagenservice GmbH. Somit war gewährleistet, dass der Verbrennungsbetrieb jederzeit aufrechterhalten werden konnte.

Zum Jahreswechsel 2008/2009 wurde dann der Brennstoffbunker gefüllt und der Kran in Betrieb genommen. Anfang Februar 2009 erfolgte der Probebetrieb der Verbrennungsanlage zunächst ohne Stromerzeugung.

Während dieser Zeit kam es häufiger zu Unterbrechungen in der Brennstoffzufuhr, weil sich im Abfalltrichter durch den Aufgabeschieber *Brennstoffrollen* bildeten und somit der Aufgabeschacht verstopfte. Dieses Problem wurde mit Hilfe des Kesselherstellers sehr schnell und zielgerichtet gelöst und unverzüglich in einem Wochenstillstand durch die Firma Thyssen Krupp Xervon Energy behoben. Für erfolgreiche Abhilfe sorgte die Erhöhung des Aufgabeschachtes um 180 mm ohne zusätzliche Anpassung der Kesselrohre.

Mittlerweile waren auch alle Komponenten der Turbine in Bremen eingetroffen. Für die Montage der Turbine wurde sichergestellt, dass sie durch eine von swb zugelassene deutsche Firma unter Aufsicht des Herstellers Franco Tosi erfolgte. Ausgewählt wurde die Firma Babcock Borsig Service. Grund für diese Entscheidung war, dass spätere Revisionen auch unabhängig vom Hersteller abgewickelt werden könnten. Bei der anschließenden Inbetriebnahme der Powertrain Komponenten wurde großer Wert darauf gelegt, dass durch swb Erzeugung immer eine kontinuierliche Begleitung erfolgte.



Bild 3:

Erstes Müllfeuer



Bild 4:

Kondensationsturbine Franco
Tosi Meccanica, Leistung
33,0 MW_{brutto}

Danach kam es zu weiteren Schwierigkeiten beim Turbinenhersteller und zudem weigerte sich die Firma Siemens als Lieferant weitere Unteraufträge der Firma Franco Tosi abzuwickeln. Deshalb wurde entschieden, den Vertrag mit dem Turbinenhersteller nach diversen vorherigen Fristsetzungen im September 2009 zu kündigen.

Nach Abstimmung mit der Versicherung und dem VGB Bereich Turbine wurde die Inbetriebnahme in Eigenverantwortung weiter fortgeführt. Noch im September erfolgte die erste Synchronisierung. In den Folgemonaten wurden dann alle Feinabstimmungen durchgeführt und im März 2010 auch der vierwöchige Probetrieb erfolgreich abgeschlossen. Bei der Abnahme stellte sich dann heraus, dass die garantierte Bruttoleistung von 33 MW erreicht und sich erfreulicherweise ein Eigenbedarf von nur 2,6 MW im Vergleich zu den erwarteten drei MW abzeichnete. Im Sommer 2010 wurden dann wieder Gespräche mit der Fa. Franco Tosi Meccanica aufgenommen. Zum Abschluss dieser Gespräche bestand Einvernehmen darüber, dass der Vertrag nach Abzug aller Aufwände wieder aufgenommen werden sollte. Die Gewährleistung wurde übernommen und im Dezember 2011 das Ersatzteilpaket geliefert.

Im Verlauf des weiteren Betriebes der Turbine gab es erneute Betriebsunterbrechungen.

Fehlerhafte Auslegung von Absperrklappen im Turbinenölsystem

Im Turbinenöl- und im Zwischenölkreislauf wurden von der FTM Armaturen gleicher Spezifikation eingesetzt. Die Innengummierung war allerdings nicht tauglich für Turbinenöl. Folglich lösten sich die Gummierungen in den Klappen und verteilten sich im kompletten Ölsystem. Dieses erwies sich als besonders kritisch, da einige Klappen hinter dem Ölfilter eingebaut waren. Nach einer Turbinenschnellschlussauslösung infolge von erhöhten Schwingungen im Radiallager, wurden dann diese Gummiablösungen in den Lagerbohrungen entdeckt. Nach der Spülung und Filterung wurde das Ölsystem mit geeigneten Klappen wieder angefahren.

Defekter Kompensator im Turbinenölsystem

Durch einen Riss im Kompensator der Vorlaufleitung des Turbinenölsystem kam es zu einer Schnellschlussauslösung der Turbine infolge des abgesunkenen Ölstands im Turbinenölbehälter. Dabei wurde das Maschinenhaus in diesem Bereich stark verschmutzt. Nach anschließender Reinigung und dem örtlichen Versetzen der Kompensatoren konnte die Turbine wieder angefahren werden. Zusätzlich wurde eine Überwachung der Höhenstandsveränderung im Öltank nachgerüstet.

Defekter Dichtring am Turbinenlager

Der Dichtring hatte sich aufgrund einer Spielüberbrückung in die Turbinenwelle eingearbeitet. Dieses führte wiederum zum Turbinenschnellschluss durch Schwingungen. Der Dichtring wurde entfernt und in der Revision 2010 ausgetauscht.

Defekte Temperaturmessaufnehmer PT 100 an den Turbinenlagern

Über einen Zeitraum von mehreren Monaten sind mehrere Lagertemperaturmessungen ausgefallen. Diese wurden während der Jahresrevision 2011 gegen Thermoelemente ausgetauscht. Eine Redundanz dazu soll noch in der Revision 2012 nachgerüstet werden.

Seit der Revision 2011 läuft die Turbine störungsfrei.

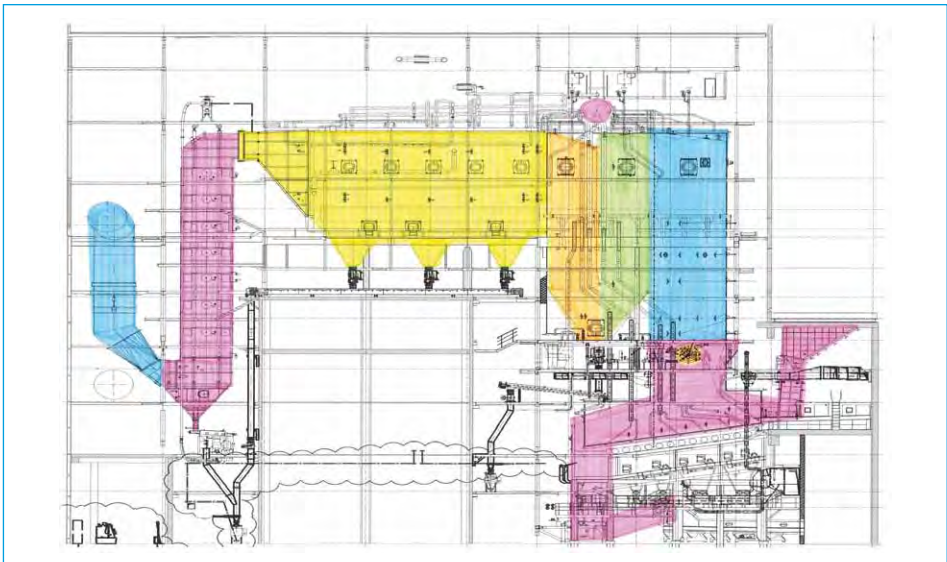


Bild 5: Naturumlaufkessel mit wassergekühlten Vorschubrosten

Der bisherige Kesselanlagenbetrieb übertrifft die Erwartungen an die Verfügbarkeit der Anlage. Trotzdem traten im Bereich des Kessels in den ersten Jahren einige Mängel an einzelnen Komponenten auf:

Schaden am Aufgabeschieber

Aufgrund der Schwergängigkeit der Rollen am Aufgabeschieber sind Schrauben an der Schubstange abgerissen. Diese Rollen sind provisorisch getauscht worden. Im nächsten Stillstand wurden diese Rollen konstruktiv geändert und ausgetauscht.

Diverse Schäden an Messstutzen oberhalb des Rostes

Oberhalb des Rostes sind zehn Messstutzen angeordnet, die aufgrund unzureichender Kühlung thermisch überhitzten und so zu zwei ungeplanten Stillständen führten. Diese Stutzen wurden in der nächsten Revision durch Rohrpaare ersetzt.

Defekt an der Kühlung der Ascheustragsschnecke

An den Ascheustragsschnecken kam es zur Wasserleckage in die Kesselasche. Als Folge mussten in einem Stillstand die Schnecken gereinigt werden. Im Anschluss wurden die Schnecken ohne Kühlung weiter betrieben. Sie wurden ebenfalls im nächsten Stillstand ersetzt.

Diverse Mängel an der Aschetransporteinrichtung, Knollenbrecher, Sendegefäßen usw.

In diesem System gab es nach dem Probetrieb die häufigsten Störungen. Die Behebung dieser Mängel war am zeitaufwendigsten, da es diverse Diskussionen mit dem Lieferanten über die Probleme und deren Lösungen gab. Aber letztendlich wurden auch diese Restpunkte zufriedenstellend abgearbeitet.

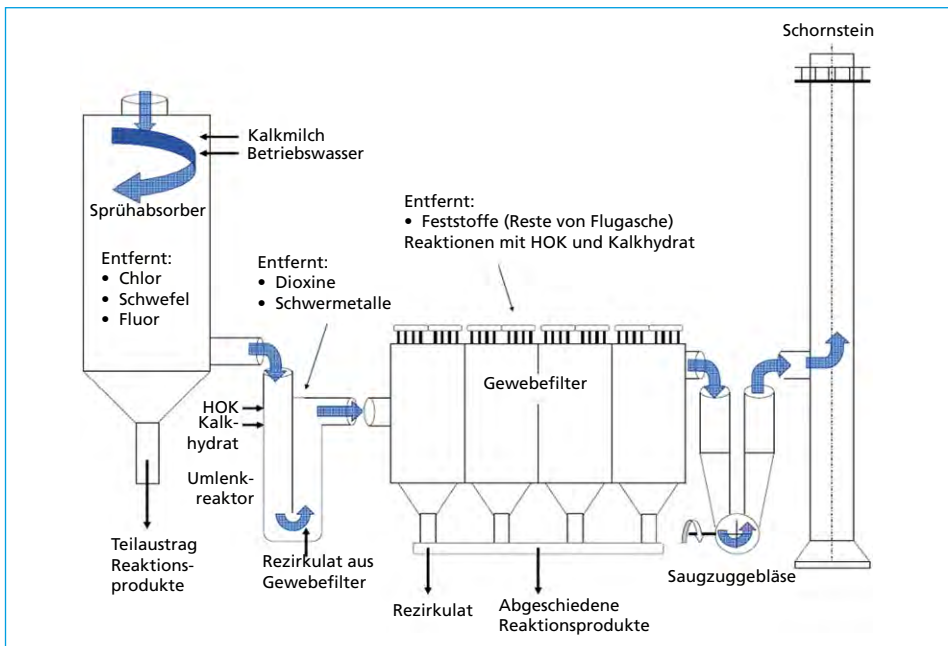


Bild 6: Abgasreinigung bestehend aus SNCR-Anlage, Sprühabsorber, Umlenkreaktor, Gewebefilter, Saugzuggebläse und Kamin

Im Bereich der Abgasreinigung gab es keine stillstandsrelevanten Störungen. In Zusammenarbeit mit dem Hersteller wurden Versuche zur Verringerung der Betriebsmittelverbräuche durch Optimierung des Rezirkulationssystems durchgeführt.

Im MKK werden alle Messwerte gemäß 17. BImSchV sicher eingehalten. Die abschließende Messung zur Verweildauer (850 °C, 2 s) wurde im Voll- und Teillastbereich nachgewiesen und wird ebenfalls sicher eingehalten.

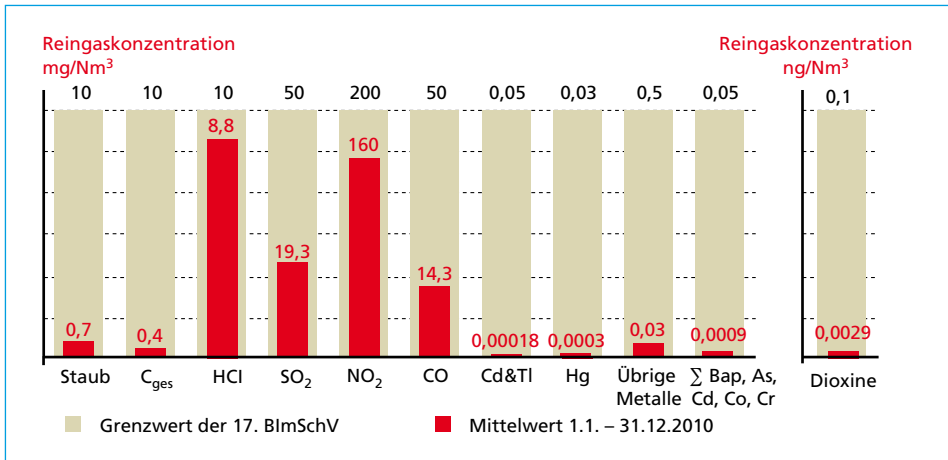


Bild 7: Daten aus der Emissionserklärung 2010

Inzwischen ist das MKK fast drei Jahre in Betrieb. Die Verfügbarkeiten der Anlage sind mehr als eingehalten und die Leistungsreserven werden 2012 gehoben. Alle erforderlichen Abnahmen sind erfolgreich absolviert worden. Die letzten Restpunkte werden in der Revision Januar 2012 abgearbeitet.

Tabelle 1: Ausgewählte Leistungsdaten des Mittelkalorik-Kraftwerks in den Jahren 2009 bis 2011

	Einheit	2009	2010	2011
Verfügbarkeit	%	70	88,5	94
Verbrennung	t/a	123.501	235.119	265.000
Stromerzeugung	MWh	32.951	194.583	230.000
Dampfabgabe	MWh	48.885	30.798	3.000

Nach der neuen Abfallrahmenrichtlinie ist für die Anlagen zur Verwertung ein R1-Faktor von 0,6 für Altanlagen und 0,65 für Neuanlagen gefordert. MKK hat einen R1-Faktor für 2010 von 0,74 und in 2011 wird ein Wert von 0,75 erwartet.