

Müllheizkraftwerk Ruhleben: Garant der Entsorgungssicherheit in Berlin

Das Müllheizkraftwerk Ruhleben steht wie keine andere Anlage der BSR für Entsorgungssicherheit in Berlin. 1967 in Betrieb genommen, anschließend permanent modernisiert, ausgebaut und nachgerüstet, verwertet das Kraftwerk heute jedes Jahr über 520.000 Tonnen Abfälle. Das ist mehr als die Hälfte des in der Hauptstadt anfallenden Hausmülls.



Wir verbrennen diesen Müll nicht einfach, sondern ermöglichen, dass daraus Strom und Wärme gewonnen werden. Genug, um 5 Prozent der Berliner Haushalte mit nachhaltiger Energie zu versorgen. Außerdem gewinnen wir Wertstoffe wie Eisen oder Kupfer aus dem Abfallstrom zurück, um sie wieder in den Wirtschaftskreislauf einzuschleusen.

Die Anlage hilft so aktiv beim Schutz des Klimas und natürlicher Ressourcen. Erlöse aus der Energieproduktion und der Rohstoffverwertung nutzen wir, um die Berliner Müllgebühren dauerhaft niedrig zu halten. Luft und Umwelt belastet das MHKW nicht: Es unterschreitet selbst strengste Grenzwerte deutlich.

Vorbildlich sind auch Verfügbarkeit und Gesamtwirkungsgrad der Anlage. Durch Einbau einer neuen hocheffizienten Verbrennungslinie und umfangreiche Ertüchtigung ist das Kraftwerk für die Zukunft bestens gerüstet. 150 Millionen Euro haben wir dafür allein zwischen 2008 und 2012 in die Hand genommen.

50 Jahre nach Inbetriebnahme zählt unser MHKW damit weiterhin zu einem der modernsten und saubersten Europas. Es schafft ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Mehrwert und leistet einen spürbaren Beitrag zur hohen Lebensqualität in der wachsenden Metropole Berlin.



Müllheizkraftwerk Ruhleben

890 km²
betreute Fläche

2 Mio. Haushalte
mit 420.000 ausgestellten Abfallbehältern

> 520.000 Tonnen
Abfall jährlich verwertet

=
60% des Hausmülls
der Hauptstadt durchlaufen die Anlage im Jahr

Zahlen im Überblick

Jährliche Verbrennungsleistung: ca. 520.000 Mg, nahezu ausschließlich gemischter Siedlungsabfall
Mittlerer Heizwertbereich: 8,5 bis 9,0 MJ/kg
Dampferzeugung pro Jahr: ca. 1,3 Mio. Mg

	Linien 1–4	Linie A
Inbetriebnahme	Erstmals 1967, danach kontinuierliche Modernisierungen und Erneuerungen	2012
Anlagenkonfiguration	4 separate Verbrennungslinien mit jeweils nachgeschalteter, trockener Rauchgasreinigung; je 2 Linien sind einer Katalysatoranlage zur Entfernung der Stickoxide zugeordnet.	Eine Verbrennungslinie mit nachgeschalteter Rauchgasreinigung, die Entfernung der Stickoxide erfolgt in 2 Katalysatoranlagen.
Bunker Abkipfstellen Nutzbare Länge Nutzbare Breite Nutzbares Volumen Anzahl Kräne	20 (+2) 114,5 m 12,5 m 21.000 + 3.400 m ³ n. Ertüchtigung 3 x 6 m ³	6 29,7 m 18,1 m 12.100 m ³ 2 x 10 m ³
Feuerung Typ Feuerungswärmeleistung Nominale Verbrennungsleistung Rostsystem Rostgeometrie (Breite x Länge) Neigung Rostfläche	Gleichstrom 4 x 29,6 MW _n 4 x 13,0 Mg/h Walzenrost mit 7 Walzen 3,0 m x 11,7 m (effektiv) 25° 35,1 m ²	Mittelstrom 1 x 90,0 MW _n 1 x 36,0 Mg/h Vorschubrost mit 2 Stufen 11,1 m x 12,0 m 12,5° 133,8 m ²
Dampferzeuger Typ und Konstruktion Dampfzustand am Überhitzeraustritt Dampfleistung	Naturumlauf, 4 Vertikalzüge 460 °C, 65 bar 4 x 32 Mg/h	Naturumlauf, 3 Vertikalzüge, ein Horizontalzug mit Konvektionsheizflächen 460 °C, 65 bar 1 x 105 Mg/h
Rauchgasreinigung Bauart Konditionierung/Sprühabsorption	CDAS-System FLÄKT Je 2 Konditionierungs- und Absorptionsreaktoren pro Linie Verdampfungskühler-Teil Wasserdosierung	System Fisia Babcock Environment Sprühabsorber zur Konditionierung und Absorption mit Drehtellerzerstäuber Wasser- und Kalkmilchdosierung
Trockensorption	Weißkalkhydrat im Gemisch mit Herdofenkoks Rezirkulat	Weißkalkhydrat (2 Dosierstellen) Herdofenkoks Rezirkulat
Entstaubung Entstickung	Gewebefilter DeNOx-Anlage (SCR-Reaktor) Je ein Reaktor für 2 Linien	Gewebefilter DeNOx-Anlage (SCR-Reaktor) 2 Reaktoren 135.000 Nm ³ /h
Energienutzung Produzierte Hochdruck-Dampfmenge aus BSR-HD-Dampf produzierte Elektroenergie Fernwärme	Verwertung des BSR-Hochdruck-Dampfes in Entnahme-Gegendruck-Turbine nach dem Kraft-Wärme-Prinzip (Standort Kraftwerk Reuter) ca. 1,3 Mio. Mg HD-Dampf/a >180.000 MWh _n /a >640.000 MWh _n /a	

Rost: „Brennpunkt“ der thermischen Verwertung

Wir verbrennen den Müll auf einem vierbahnigen, geneigten **Vorschubrost** mit jeweils fünf Rostzonen. Die einzelnen Zonen haben die folgenden Aufgaben:

Die fünf Rostzonen

Zone 1
Trocknung des Mülls und Ausgasen der flüchtigen Bestandteile

Zone 2
Zünden und Beginn der Verbrennung

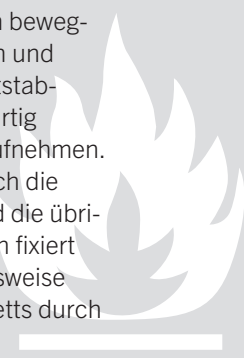
Zone 3
Hauptverbrennung

Zone 4
Abschluss Verbrennung und Ausbrand

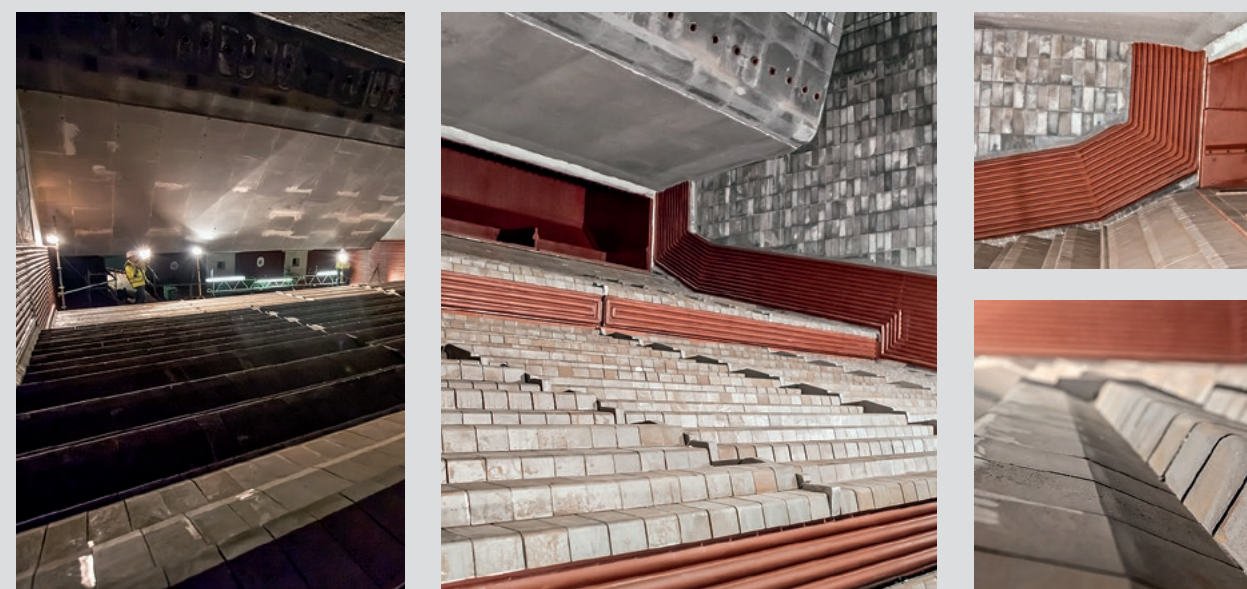
Zone 5
Sicherstellung des Ausbrandes und Abkühlung der Schlacke

Alle **Rostelemente** können unabhängig voneinander bzgl. Mülltransport und Primärluftmenge geregelt werden, um eine individuelle Kontrolle und Eingriffsmöglichkeiten je Zone in Übereinstimmung mit den Anforderungen an optimale Verbrennungsbedingungen zu gewährleisten. Der gesamte Vorschubrost wird durch den Primärluftstrom, der von unten durch den Verbrennungsrost in das Müllbett eindringt, luftgekühlt.

Jedes **Rostelement** besteht aus einem feststehenden Grundrahmen und einem beweglichen Rostwagen. Auf Grundrahmen und Rostwagen sind im Wechsel die Roststabträger befestigt, die den dachziegelartig übereinanderliegenden Rostbelag aufnehmen. Jede zweite Roststabelle kann durch die Rostwagen bewegt werden, während die übrigen Stabreihen fest im Grundrahmen fixiert sind. Diese intermittierende Betriebsweise ermöglicht den Transport des Müllbetts durch den Feuerraum.



11,15 m Breite, 12 m Länge



Der Rost der Verbrennungslinie A weist eine beeindruckende Breite von 11,15 m und Länge von 12 m auf und ist damit einer der größten existierenden Roste in Müllheizkraftwerken.

Luft: Lebenswichtig. Auch für eine optimale Verbrennung

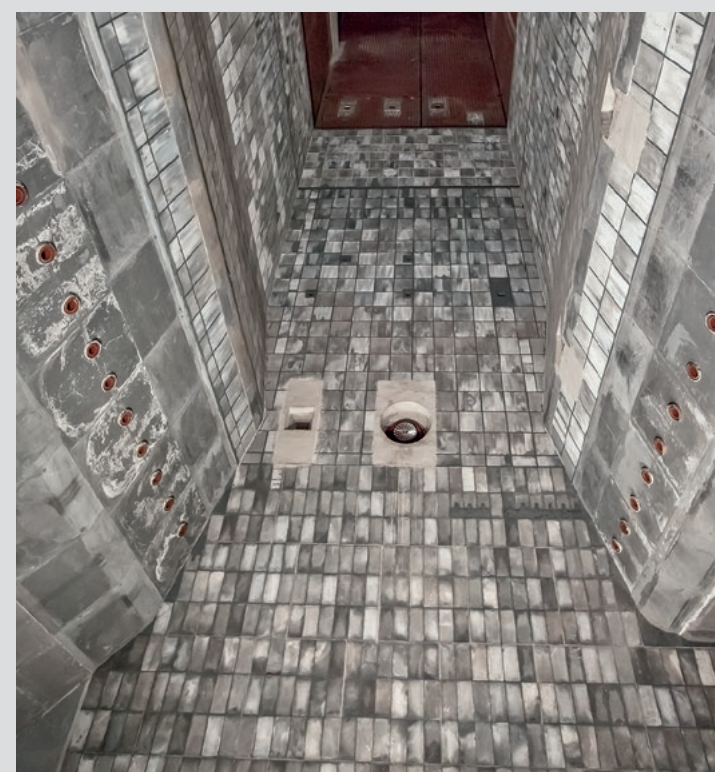
Die für die Verbrennung des Abfalls erforderliche, sogenannte **Primärluft** wird im Normalbetrieb aus dem Bunker abgesaugt und dem Rost von unten durch die 20 Luftkanäle der einzelnen Zonen zugeführt. Die Primärluft kann, insbesondere bei niedrigen Heizwerten des Mülls, über einen zweistufigen Primärluftvorwärmer (LUVVO) auf die für die Verbrennung optimale Temperatur vorgewärmt werden. Im Normalbetrieb wird die Primärluft auf Stufe 1 vorgewärmt. Bei Absinken der Feuerraumtemperatur z. B. aufgrund eines sich verschlechternden Müllheizwertes kann die Vorwärmtemperatur durch Zuschaltung der 2. Stufe entsprechend erhöht werden.

Die sogenannte **Sekundärluft** wird an drei Stellen in einem einstellbaren Verhältnis im Kesselhaus in Höhe der Kesseldecke, im Entschlackungssystem sowie im Schlackebunker angesaugt und dem Feuerraum oberhalb des Rostes zur Nachverbrennung und Homogenisierung des Rauchgases zugeführt. Die Sekundärluft wird durch je eine an der Vorder- und Rückwand des ersten Kesselzuges angeordnete, lange Sekundärluftdüsenreihen unterhalb des engsten Querschnitts in das Rauchgas eingesüßt. Die für eine gute Vermischung erforderliche Turbulenz wird durch Ausbildung eines sogenannten

doppelten Doppel- bzw. Quadwirls sichergestellt, der durch feste Ausrichtung und Größe der Düsen in den beiden Reihen an Vorder- und Rückwand des ersten Zuges erreicht wird.

Darüber hinaus wurde für die Linie A eine besondere Lösung realisiert, die die Segmentierung der Sekundärluft über die große Kesselbreite an der Vorder- und Rückwand des ersten Zuges gestattet. Durch verstellbare Klappen ist bei Bedarf eine Vertrimmung dieser Sekundärluftzonen untereinander über die Kesselbreite umsetzbar, um zu verhindern, dass dauerhaft ungleichmäßig verteiltes Rauchgas mit all den möglichen Folgen wie Belagsbildung und Korrosion in die nachfolgenden Kesselzüge dauerhaft entlassen wird.

Feuerfeste Auskleidung des ersten Kesselzuges über dem Verbrennungsrost sowie Sekundärluftdüsenreihen und Brenner



Zonenweise Aufteilung der Sekundärluft über die Breite des ersten Zuges (Rückwand)

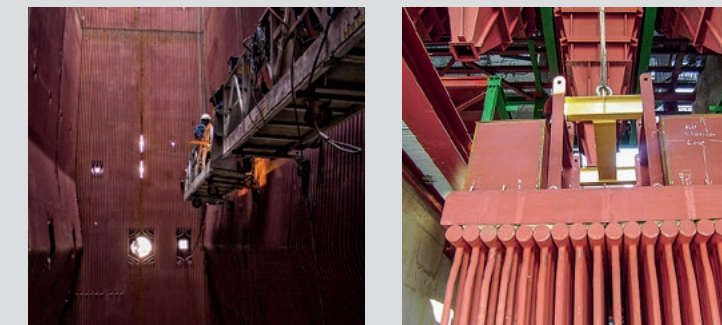
Dampferzeuger: Voraussetzung für effiziente Energienutzung

Die im MHKW Ruhleben behandelten Abfälle eignen sich für eine thermische Verwertung. Dabei handelt es sich um einen komplexen Prozess mit modernster Technik. Die in den Abfällen enthaltene, chemisch gebundene Energie kann direkt in Elektroenergie und Fernwärme umgewandelt werden.

Die bei der Verbrennung der Abfälle freigesetzte Wärme dient zunächst der Dampferzeugung. Bei dem Dampferzeuger der Linie A handelt es sich um einen **Trommelkessel** mit Naturumlauf, der als hängender Vierzugkessel konzipiert wurde. Die Rauchgaszüge 1 bis 3 sind vertikal aufgestellt, der vierte Zug in horizontaler Anordnung („Dackelkessel“).

Der Dampferzeuger umschließt den gesamten **Feuerraum** und den nachfolgenden Weg der heißen Rauchgase bis zum Eintritt in die Rauchgasreinigung. Die gasdicht verschweißten Rohr-Steg-Rohr-Wände werden von Speisewasser durchströmt, das durch die übertragene Strahlungswärme verdampft. Im Überhitzerzteil des Kessels wird das verdampfte Wasser weit über den Siedepunkt hinaus überhitzt. Die Überhitzerbündel ragen ebenso wie die Rohrpakete zur Speisewasser-

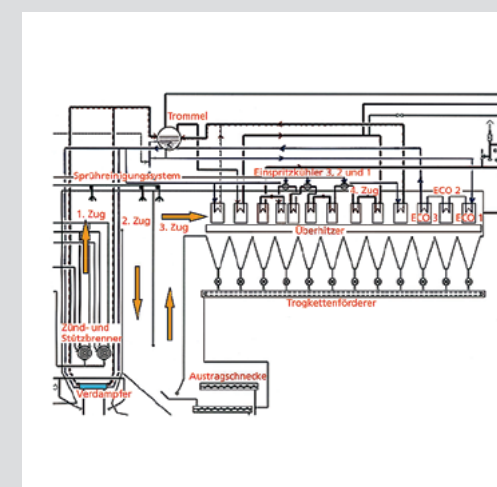
460 °C, 65 bar



Blick ins Innere: Verdampferwände und Überhitzerpakete bei der Montage

Vorwärmung in den Rauchgasweg hinein und werden entsprechend von den heißen Rauchgasen direkt umströmt.

Am Ende des letzten Überhitzerbündels tritt der erzeugte **Frischdampf** mit Temperaturen von 460 °C unter einem Druck von 65 bar aus und wird zu einer Turbine geleitet. Diese sogenannte Entnahme-Gegendruck-Turbine wandelt die im Heißdampf enthaltene Energie in Strom und Fernwärme um.



Schema des Dampferzeugers Linie A

Wärmetauscher

Zug 1
Ohne Einbauten, reiner Strahlungszug mit Verdampferwänden

Zug 2
Strahlungsheizflächen für Verdampfer

Zug 3
Strahlungsheizflächen für Verdampfer

Zug 4
Konvektionsheizflächen für Verdampfer, Überhitzer und Economizer

Rauchgasreinigung: Endstation für Schadstoffe

Das bei der Verbrennung des Abfalls entstehende Rauchgas enthält zunächst noch eine Reihe von Schadstoffen. In der Hauptsache handelt es sich um Stickoxide (NO_x), Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF) und Schwefeloxide (SO₂, SO₃); des Weiteren können sich Flugstäube mit partikelgebundenen und gasförmigen Schwermetallen (z. B. Quecksilber) sowie organische Komponenten im Rauchgas befinden. Die Anlagen zur Rauchgasreinigung (RGR) sind modular

aufgebaut und haben hinsichtlich der Zufuhr von Sorbenzien eine hohe Variabilität. Sie sind großzügig dimensioniert und relevante Baugruppen sind redundant ausgeführt. Die RGR befindet sich auf dem neuesten Stand der Technik und ermöglicht die Entfernung aller Schadstoffe mit maximalem Abscheidegrad. Die RGR arbeitet abwasserfrei. Als einziges Restprodukt wird ein trockenes Mischsalz erzeugt, das in Untertagedeponien eingelagert wird.

↓

Modul 1

Halbtrockene Rauchgasreinigung:
Die erste Komponente der RGR bildet der Sprühabsorber. Dort werden durch Eindüsung von Kalkmilch und Wasser die im Rauchgas enthaltenen sauren Schadgase wie HCl, SO₂ und HF chemisch gebunden. Gleichzeitig wird durch die Wasserverdampfung die Temperatur des Rauchgases auf etwa 135 °C abgesenkt und die Reaktionsprodukte aus der Umsetzung mit den Schadgasen getrocknet. Die trockenen Feststoffe (Flugstaub, Reaktionsprodukte und überschüssiges Kalkhydrat) werden mit dem Rauchgas zum Gewebefilter transportiert und dort abgetrennt.

↓

Modul 2

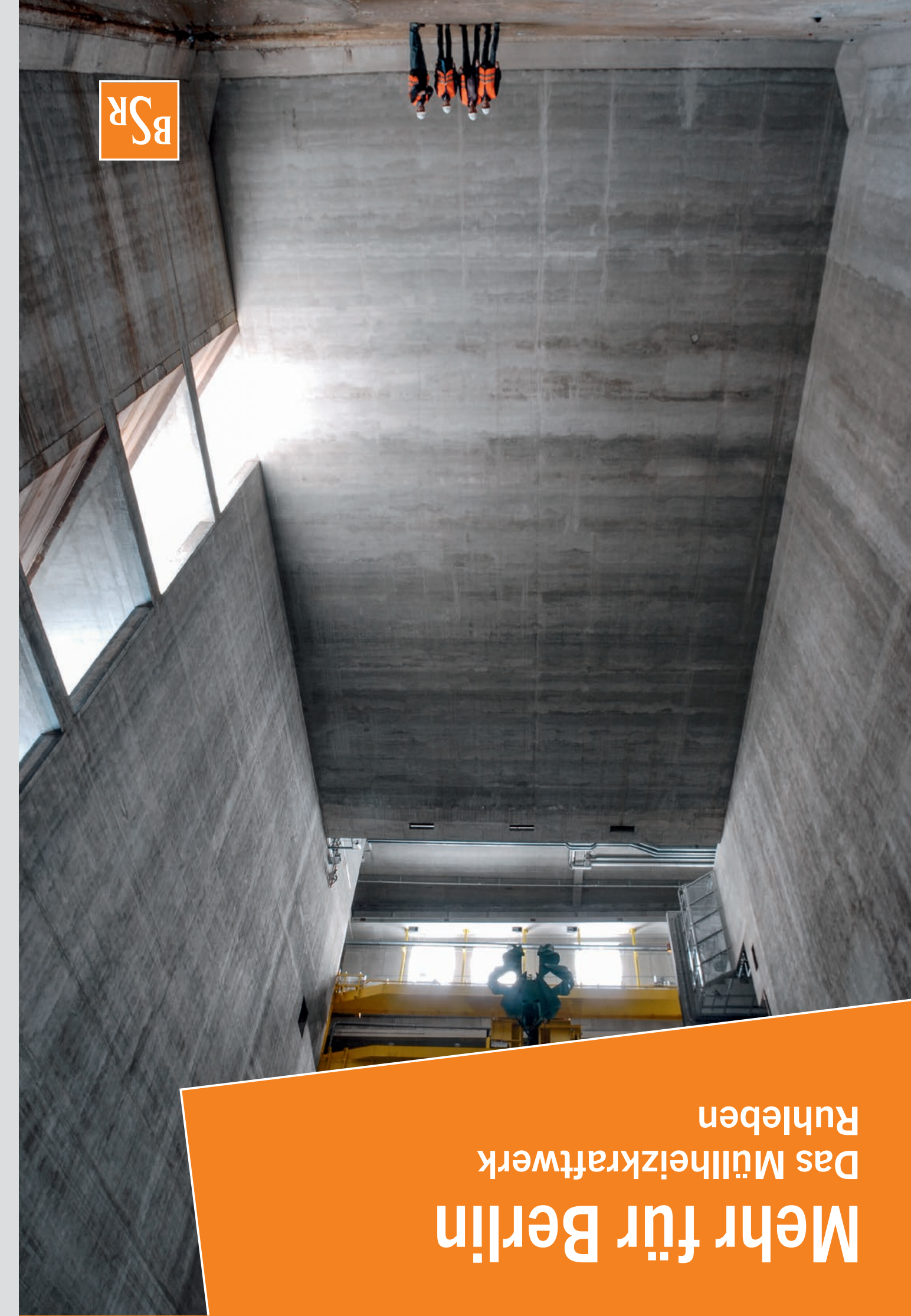
Konditioniert trockene Rauchgasreinigung und Rezirkulation:
Zur trockenen Absorption saurer Rauchgasinhaltsstoffe wird ein hochreaktives Kalkhydrat und zur Adsorption organischer sowie gasförmiger metallischer Spezies ein mahliktivierter Herdofenkoks (HÖK*) in das Rauchgas eingesüßt. Diese Zuführungen erfolgen im Normalbetrieb in dem als Flugstromreaktor dienenden Kanälstück zwischen Sprühabsorber und Gewebefilter. Kalkhydrat kann zum sicheren Abfangen von hohen Schadstoffbelastungen auch noch an einer zweiten Stelle, vor dem Sprühabsorber, zugeschaltet werden. Darüber hinaus wird damit eine Redundanz der Trockensorbenzienzuführung sichergestellt. Zur besseren Ausnutzung der Reaktivität der zugeführten Sorptionsmittel wird der größte Anteil der im nachgeschalteten Gewebefilter abgeschiedenen, aber noch reaktionsfähigen Reststoffe zurückgeführt und erneut zur Schadstoffbindung zusätzlich eingesüßt.

↓

Modul 3

Entstickung und Rauchgasableitung:
Nach dem Austritt aus dem Gewebefilter werden die gereinigten und entstaubten Rauchgase durch einen drehzahlgeregelten Saugzugventilator zur sogenannten DeNO_x-Anlage geführt. Dort erfolgt an einem Katalysator die Reduzierung der Stickoxide mit Ammoniak-Wasser zu ungefährlichem Stickstoff und Wasserdampf. Über den vorhandenen Kamin wird ein gereinigtes Rauchgas in die Atmosphäre entlassen, das eine bessere Qualität aufweist als viele Teile der Berliner Innenstadt. Ergänzt wird die Rauchgasreinigungsanlage durch alle peripheren Einrichtungen und Aggregate, die zur Ver- und Entsorgung erforderlich sind, im Wesentlichen bestehend aus:

- Brauchwasserversorgung
- Kalkmilchversorgung
- Kalkhydratversorgung
- Herdofenkoksversorgung
- Inertierungsanlage
- Reaktionsprodukt- und Kesselscheentsorgung
- Instrumenten- und Druckluftversorgung



Mehr für Berlin
Das Müllheizkraftwerk
Ruhleben

Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR)
Ringbahnstraße 96
12103 Berlin
Tel. 030 7592-4900
Fax 030 7592-2262
service@BSR.de
www.BSR.de

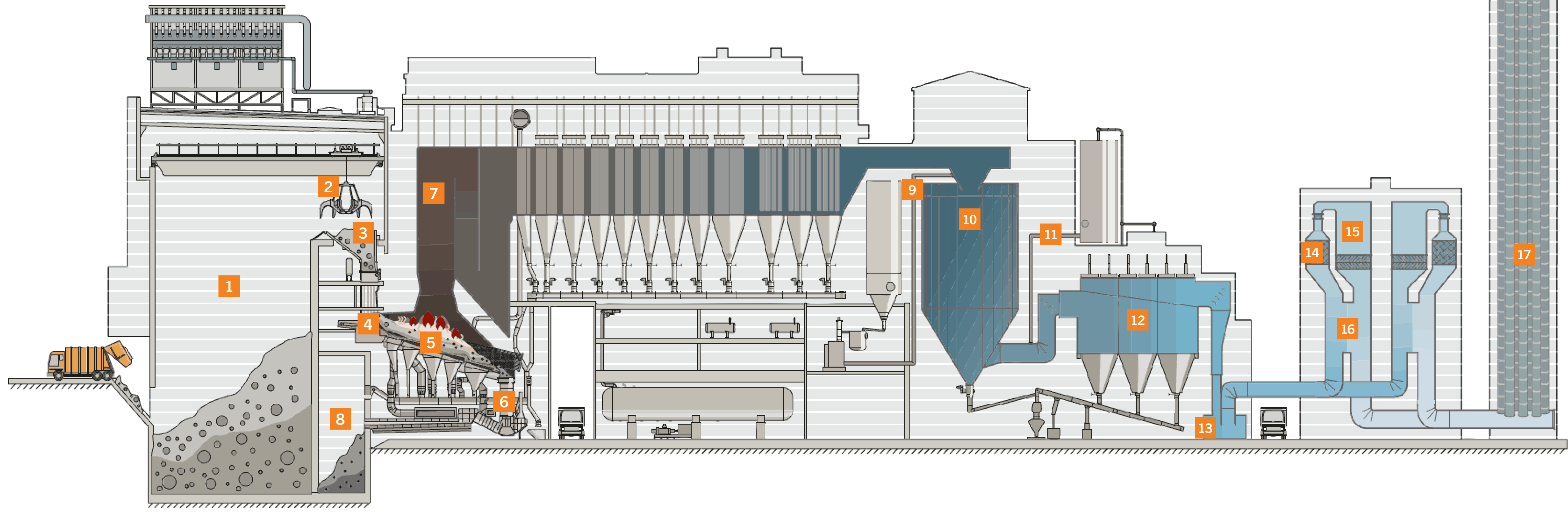
Stand: September 2017

Linie A: Neueste Technik zum Schutz der Umwelt

Die wesentlichen Anlagenkomponenten des MHKW Ruhrleben lassen sich gut anhand des abgebildeten Querschnitts der erst vor wenigen Jahren errichteten Linie A erkennen. Der Müllbunker 1 dient der Aufnahme und Bevorratung der angelieferten Abfälle, damit die Anlage auch an Wochenenden und Feiertagen durchgehend wirtschaftlich betrieben werden kann. Hierzu fahren die Sammelfahrzeuge der BSR auf eine Anlieferplattform in 7,20 m Höhe und entleeren den Abfall an sechs möglichen Kippstellen über eine Schräge in den Bunker, dessen

Volumen für mehr als vier Tage Lagerkapazität ausgelegt ist. Der im Bunker gemischte Müll wird durch eine Krananlage mit 10 m³ Greiferinhalt 2 in den Aufgabetrichter 3 eingefüllt und rutscht von dort durch einen wassergekühlten Müllschacht in Richtung der hydraulisch angetriebenen Zuteiler 4, die die Aufgabe haben, den Verbrennungsrost 5 kontinuierlich mit Müll zu beschicken. Die in jeder zweiten Reihe beweglich ausgeführten Roststäbe transportieren das Müllbett durch den Feuerraum. Zwei Roststufen sorgen für das Aufbrechen

des Müllbetts und ermöglichen eine optimale Schürwirkung. Am Ende des Rostes ist der Müll vollständig ausgebrannt und fällt in einen Nassentschlacker 6, wird dort gekühlt und in den Schlackebunker 8 transportiert. Die Komponenten Vorschubrost und Verbrennungsluftsystem 9, Dampferzeuger 7 und Rauchgasreinigung 10 bis 17 haben wir auf den Klappseiten noch etwas detaillierter dargestellt.



- | | | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|------------------|----------------------------|
| 1 Müllbunker | 5 Vorschubrost und Verbrennungsluftsystem | 8 Schlackebunker | 12 Gewebefilter | 16 Wärmeverchiebungssystem |
| 2 Krananlage | 6 Nassentschlacker | 9 Kalkmilchzugabe | 13 Saugzug | 17 Schornstein |
| 3 Aufgabetrichter | 7 Dampferzeuger | 10 Sprühtrockner | 14 Wärmetauscher | |
| 4 Zuteiler | | 11 Kalk- und Aktivkohleendigung | 15 Katalysator | |

Bunkerbauwerk

Dampferzeuger/Kesselhaus

Rauchgasreinigung

1

Müllbunker

Der Abfallbunker dient der Aufnahme und Bevorratung der angelieferten Abfälle. Er weist eine Länge von 29,70 m auf; die Breite bis zur Schüttwand unterhalb der Trichterebene beträgt 18,10 m, im oberen Teil 26,60 m. Bei voller Ausnutzung der Stapelmöglichkeiten des Bunkers können auch beim Maximaldurchsatz der Linie A die Abfälle fünf Tage sicher gepuffert werden. Das sind etwa 4.850 Tonnen.

2

Krananlage

Die Krananlage des Bunkers besteht aus zwei Kränen und wurde so ausgelegt, dass mit Ausnahme des Freiraumens der Kippstellen in der Spitzenanlieferungszeit ein Kran als Standby-Einheit zur Verfügung steht.

3

Aufgabetrichter

Der im Bunker gemischte Abfall wird mit der Krananlage in den Aufgabetrichter der Linie A eingefüllt und rutscht von dort durch einen wassergekühlten Müllschacht in Richtung der hydraulisch angetriebenen Zuteiler 4, die die Aufgabe haben, den Verbrennungsrost 5 kontinuierlich mit Müll zu beschicken. Die in jeder zweiten Reihe beweglich ausgeführten Roststäbe transportieren das Müllbett durch den Feuerraum. Zwei Roststufen sorgen für das Aufbrechen des Müllbetts und ermöglichen eine optimale Schürwirkung.

4

Zuteiler

Vier hydraulisch angetriebene Brennstoffzuteiler beschicken den Vorschubrost kontinuierlich mit Abfall. Zylindergeschwindigkeit und der Hub sind einstellbar, so dass die Rostbeschickung nach den Anforderungen der Feuerleistungsregelung auf den Verbrennungsvorgang abgestimmt werden kann.

5

Vorschubrost und Verbrennungsluftsystem

Der Rost der Linie A zählt zu den größten für die Abfallverbrennung eingesetzten Rosten. Er weist eine beeindruckende Breite von 11,15 m auf und ist 12 m lang; die nutzbare Rostfläche beträgt 133,8 m². Die Verbrennung des Abfalls erfolgt auf einem vierbahigen, um 12,5 Grad geneigten Vorschubrost mit jeweils

6

Nassentschlacker

Ist der Abfall vollständig ausgebrannt, fällt er in einen Nassentschlacker, wo er gekühlt und in den Schlackebunker transportiert wird. Das Wasserbad des Entschlackers wirkt gleichzeitig als Wasserschloss und verhindert den unkontrollierten Eintritt von Außenluft in den Feuerraum.

7

Dampferzeuger

Der Dampferzeuger – oft einfach auch als Kessel bezeichnet – besteht aus unzähligen Rohren und dient der Wärmeübertragung der heißen Rauchgase aus der Verbrennung des Abfalls auf das im Inneren der Rohre umlaufende Wasser. Wie bei einem Teekessel wird das Wasser durch die Hitze verdampft. Da die Dampferzeuger des MHKW aber unter wesentlich höherem Druck betrieben werden als ein Teekessel, kann der erzeugte Dampf weit über 100 °C hinaus erhitzt werden. Wenn der Heißdampf die Kessel verlässt und zur Turbine geleitet wird, steht er

8

Schlackebunker

Der Schlackebunker wurde so ausgelegt, dass der Anlagenbetrieb der Linie A an einem verlängerten Wochenende (etwa vier Tage) durch dessen Lagerkapazität abgepuffert werden kann. Bei Ausnutzung der Stapelkapazität des Schlackebunkers steht ein Raum für etwa 1.160 Tonnen Schlacke zur Verfügung; dies entspricht etwa fünf Tagen Anlagenbetrieb.

9 – 17

Rauchgasreinigung

Die moderne, mehrstufig aufgebaute Rauchgasreinigungsanlage arbeitet abwasserfrei und erzeugt als einziges Restprodukt ein trockenes Mischsalz. Die für die Linie A errichtete Rauchgasreinigungsanlage ist in der Lage, gleichermaßen eine außerordentlich hohe Verfügbarkeit sowie die Beherrschung und Abscheidung selbst höchster Schadstoffkonzentrationen sicherzustellen.

