

## Ausweitung der Reisezeit in der Abfallverbrennungsanlage Augsburg auf 18 Monate

Gerald Guggenberger, Hans Fleischmann und Josef Kranz

|      |                                                          |     |
|------|----------------------------------------------------------|-----|
| 1.   | Die AVA Augsburg .....                                   | 427 |
| 2.   | Optimierungsmaßnahmen .....                              | 429 |
| 2.1. | Rost .....                                               | 429 |
| 2.2. | Feuerführung .....                                       | 430 |
| 2.3. | Retrofit 1. Kesselzug .....                              | 431 |
| 2.4. | Krankenhausmüll .....                                    | 435 |
| 2.5. | Wassereindüsung .....                                    | 436 |
| 2.6. | Optimierungen im Bereich des Überhitzers .....           | 436 |
| 2.7. | Vorausschauende Instandhaltung/Qualitätsbegleitung ..... | 438 |
| 3.   | Ergebnisse der getroffenen Maßnahmen .....               | 439 |
| 4.   | Zusammenfassung .....                                    | 439 |
| 5.   | Literatur .....                                          | 440 |

### 1. Die AVA Augsburg

Das Abfallheizkraftwerk Augsburg (Bild 1) ist 1993 mit drei baugleichen Verbrennungslinien in Betrieb gegangen. Die Anlage mit den klassischen Dampfparametern 40 bar/400 °C wird zu etwa 60 % mit Haus- zu etwa 40 % mit Gewerbemüll befeuert, der Heizwert liegt bei rund 10 MJ/kg. Bei einem Mülldurchsatz von inzwischen über 230.000 t/a erreicht sie eine Feuerungswärmeleistung von rund 75 MW.

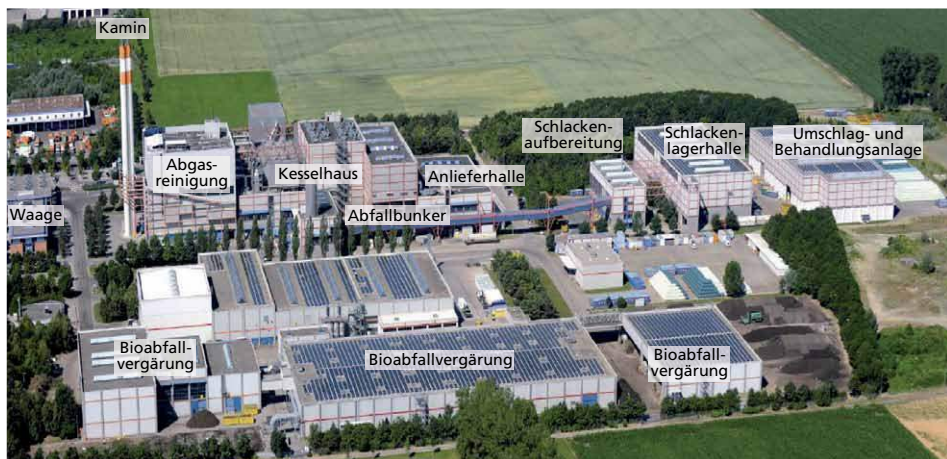
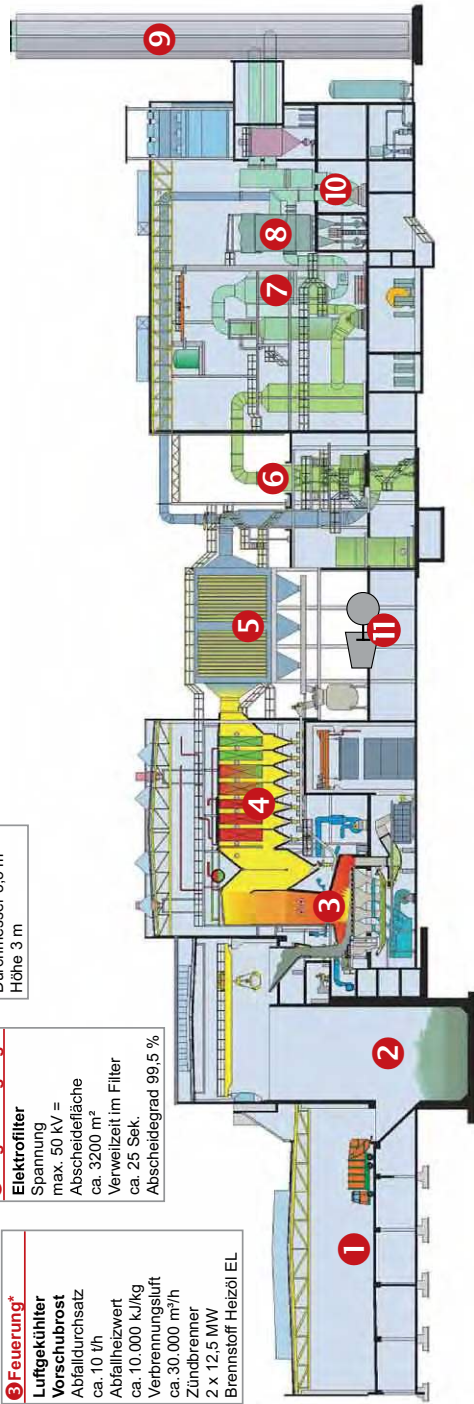


Bild 1: Luftbild der AVA Augsburg

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                          |                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 Anlieferhalle</b><br>ca. 35.000<br>Anlieferungen/Jahr<br>12 Entladestellen<br>1 Sperrmüllschere                | <b>4 Dampferzeuger*</b><br><b>Naturumlauf-<br/>Wasserrohrkessel</b><br>3 Vertikalzüge<br>1 Horizontalzug<br>Dampfleistung<br>ca. 32 t/h<br>Dampfdruck 40 bar<br>Dampftemperatur<br>400°C<br>Abgastemperatur am<br>Kesselende 220°C | <b>6 Abgasreinigung*</b><br><b>Wäscher</b><br>Reaktoren Stahl<br>gummiert<br>Abgastemperatur<br>ca. 60°C<br><b>Saurer Wäscher</b><br>Waschflüssigkeit<br>Wasser<br>Durchmesser 3,5 m<br>Höhe 19 m<br><b>Neutraler Wäscher</b><br>Waschflüssigkeit<br>Natriumhydroxidlösung<br>Durchmesser 3,5 m<br>Höhe 3 m | <b>7 Abgasreinigung*</b><br><b>Stickoxid-<br/>Katalysator</b><br>Abgastemperatur<br>ca. 230°C<br>Ammoniakwasser-<br>Zugabe ca. 20 kg/h<br>Katalysatorvolumen<br>16 m³ | <b>8 Abgasreinigung*</b><br><b>Flugstromreaktor</b><br>Abgastemperatur<br>120°C<br>Adsorbensumsatz<br>ca. 70 kg/h<br><b>Filterschläuche</b><br>Anzahl 704<br>Länge 26 m<br>Durchmesser 0,15 m<br>Material (PPS/PTFE) | <b>9 Kamin</b><br>3 Kamine doppel-<br>wandig aus Stahl<br>Höhe 80 m<br>Durchmesser 1,6 m | <b>10 Saugzugebläse*</b><br>Abgasvolumenstrom<br>ca. 50.000 Nm³/h<br>trocken Unterdruck vor<br>Saugzug -40 mba        |
| <b>2 Müllbunker</b><br>Fassungsvermögen:<br>ca. 5.500 t Abfall<br>2 Mülkräne<br>je Greiferfüllung<br>ca. 3 t Abfall | <b>5 Abgasreinigung*</b><br><b>Elektrofilter</b><br>Spannung<br>max. 50 kV =<br>Abscheidefläche<br>ca. 3200 m²<br>Verweilzeit im Filter<br>ca. 25 Sek.<br>Abscheidegrad 99,5 %                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                          | <b>11 Turbine mit Kraft-Wärme-Kopplung</b><br>max. Stromleistung<br>ca. 17 MW<br>max. Fernwärme-Leistung<br>ca. 30 MW |



\* Die Angaben beziehen sich auf jeweils eine der drei vorhandenen, baugleichen Verbrennungslinien

Bild 2:      Verfahrensfliessbild der AVA Augsburg

Bild 2 zeigt einen Längsschnitt durch die Anlage mit den wichtigsten technischen Daten. Der Müll wird auf einen ungeteilten, luftgekühlten Horizontalrost mit fünf Rostzonen aufgegeben. Das Abgas wird durch die drei Leerzüge in den Horizontalzug mit den Überhitzerbündeln geleitet.

Die Abreinigung der Überhitzer erfolgt mittels Klopfung. Anschließend folgt eine 5-stufige Abgasreinigung mit Elektrofilter, saurer und neutraler Abgaswäsche, Entstickungsanlage und Aktivkohlefilter. Als Besonderheit betreibt die AVA Augsburg zwei Klinikmüllöfen mit einem Durchsatz von maximal 3.500 t/a. Die hier entstehenden Abgase werden in die drei Hausmüllverbrennungskessel eingeleitet.

Wie bei den meisten Anlagen hat sich der wirtschaftliche und gesellschaftliche Anspruch seit Planung und Inbetriebnahme in den 1990er Jahren stark verändert. Neben der Entsorgungssicherheit ist auch der Versorgungsaspekt viel mehr in den Vordergrund getreten und bestimmt die Wirtschaftlichkeit einer Anlage. Damit kommt der Anlagenverfügbarkeit eine wesentlich größere Rolle zu. Diese lässt sich maßgeblich über die Reisezeit mitgestalten.

Wie bei vielen Müllverbrennungsanlagen üblich, wurde jede Linie einmal pro Jahr in Revision genommen. Durch die Identifizierung und Optimierung reisezeitbegrenzender Bauteile und die Optimierung von Verfahrensschritten ist ein sicherer Betrieb über 18 Monate inzwischen möglich. Im Folgenden sollen die Hauptaspekte, die diese Reisezeitverlängerung ermöglicht haben, vorgestellt werden.

## 2. Optimierungsmaßnahmen

### 2.1. Rost

Insbesondere der Verschleiß am Rost ließ eine Reisezeitverlängerung nicht zu. In jeder Revision (nach 12 Monaten) mussten 30 – 35 % Rostschuhe gewechselt werden.

Daher wurden Versuche mit verschiedenen Werkstoffen durchgeführt. Die Gehalte der Legierungselemente Chrom, Mangan, Nickel und Silizium wurden hierbei so lange variiert, bis der für die AVA Augsburg optimale Werkstoff gefunden wurde. Die besten Standzeiten erreicht der Gussstahl 1.4734 (Cr11,5 Ni0,5 Mo1,3 Si3,0). Abhängig von den Verfahrens- und Verbrennungsbedingungen (Heizwert, Luftführung usw.) kann die Zusammensetzung des optimalen Werkstoffs für die einzelnen Anlagen stark unterschiedlich sein.

Zudem wurden die Fertigungstoleranzen sukzessive verbessert. Nach dem Gießen weisen die Luftschlitze der Rostschuhe eine Fertigungstoleranz von  $\pm 2,0$  mm auf. Durch eine spanabhebende Nachbearbeitung jedes einzelnen Rostschuhs wird eine hohe Maßgenauigkeit mit einer Toleranz von inzwischen  $\pm 0,2$  mm erreicht. Die Fertigungskosten liegen zwar um etwa 10 % höher, dies zahlt sich aber durch eine sehr gute Luftverteilung über den ganzen Rost aus. Schmiedefeuer und Verkeilungen werden weitgehend vermieden, was zu einem deutlich geringeren Verschleiß der Rostschuhe führt. Hierdurch wird auch ein sehr guter Ausbrand gewährleistet.

Bei einer Revision nach 18 Monaten müssen inzwischen nur noch rund 15 % der Rostschuhe getauscht werden. Soweit möglich werden die Rostschuhe aufgearbeitet und wiederverwendet.

## 2.2. Feuerführung

Trotz schwankender Brennstoffqualitäten ist in den Kesseln der AVA Augsburg eine gleichmäßige Feuerführung möglich, so dass die angestrebte Leistung von 32,3 t/h Dampf im Jahresschnitt zu 99,3 % erreicht wird. Anders ausgedrückt: die Lasteinbrüche addieren sich im Jahr auf rund 0,7 % bzw. 0,2 t/h.

Für eine gleichmäßige Feuerführung sind verschiedene Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Entscheidende Stellschrauben sind vor allem das Müllbunkermanagement, der Rost, die Feuerleistungsregelung und, im Falle der AVA Augsburg, die Einleitung der Abgase aus der Klinikmüllverbrennung (siehe 2.4).

### Müllbunkermanagement

Das Müllbunkermanagement beginnt bereits bei der Müllannahme. Eine engmaschige Annahmekontrolle mit Kameraüberwachung erlaubt die Rückverfolgung der angelieferten Abfallchargen sowie den Ausschluss bestimmter Müllsorten. Darüber hinaus werden die Qualität der täglichen Müllanlieferungen sowie der Ablageort im Müllbunker dokumentiert. Mit diesen Zusatzinformationen ist es den Kranführern möglich, eine gute Durchmischung des Mülls zu erreichen. Im Ergebnis können somit Heizwertschwankungen minimiert werden.

### Rost

Eine gleichmäßige und vor allem kontrollierte Eindüsung der Primärluft durch den Rost ist ebenfalls essentiell. Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, wird dies durch geringe Fertigungstoleranzen erreicht.

### Feuerleistungsregelung

Erstmals in der AVA Augsburg wurde die sog. Advanced Combustion Control für Horizontalroste realisiert. Gegenüber einer herkömmlichen Feuerleistungsregelung geht eine höhere Anzahl an Prozessparametern in die Regelkreise mit ein. Die signifikantesten Unterschiede sind dabei, dass der Zuteiler mit Rostzone 1 getrennt von Rostzone 2 und 3 angesteuert werden kann und die kontinuierliche Bestimmung der Müllqualität zur Optimierung der Feuerungsführung beiträgt. Vier Regelkreise mit definierten Aufgabenbereichen (Müleintrags-, Leistungs-, Ausbrand- und Verbrennungsluftregelung) sorgen für eine Vermeidung von Überschüttungen bzw. ausgebrannter Stellen im Müllbett, einen konstanten Dampfmassenstrom und eine sehr gute Ausbrandqualität. Die Haupteingangsparameter in diese Regelkreise wurden dabei hinterfragt und optimiert. Beispielsweise wurde bei der Ermittlung der Müllqualität die Roststabtemperatur durch die Heizwertbestimmung nach Boie ersetzt.

## 2.3. Retrofit 1. Kesselzug

Ein wesentlicher Schritt zur Erreichung einer verlängerten Reisezeit und einer Reduzierung der Revisionszeit war der Umbau des 1. Kesselzuges. Dieser Retrofit betraf sowohl den Wasserumlauf als auch die keramische Ausmauerung. Zudem wurden oberhalb der Ausmauerung Rohrwände mit werksgefertigtem Cladding eingebaut.

Der Umbau der drei Kessel erfolgte nacheinander von 2009 bis 2011. Dadurch war es möglich, Erfahrungen vom Umbau der ersten Linie bei den anderen beiden Linien zu nutzen.

Bild 3 zeigt den Kessel vor und nach Umbau.

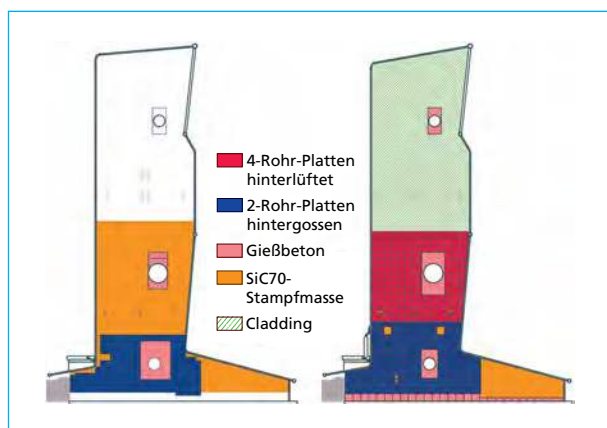


Bild 3:

1. Zug vor und nach Retrofit

### Wasserumlauf

Die Decke des 1. Zuges besaß in der ursprünglichen Ausführung nur eine Neigung von 5 Grad. Diese wurde im Zuge der Umbaumaßnahmen auf 10 Grad erhöht. Zusätzlich wurden Fallrohre der Vorderwand und der Feuerraumseitenwände geprüft und hydraulisch optimiert. Sämtliche Einbauten, die Strömungswiderstände bewirken können, wie Ausbiegungen, Gabelstücken, Entwässerungen und Messstutzen, wurden auf ein Minimum reduziert.

Durch diese Maßnahmen wurde die Umlaufzahl in der Decke und der Vorderwand des 1. Kesselzuges verbessert und eine gleichmäßigere Wärmeabfuhr erreicht. Seit dem Umbau kommt es auch zu deutlich geringeren Anbackungen und Verglasungen im Feuerraum. Zudem gibt es keine Bereiche mehr, die eine überdurchschnittliche Abzehrrate aufweisen.

### Feuerfestsystem

In der ursprünglichen Ausführung war der Feuerraum bis zur Höhe der Sekundärluftdüsen mit hintergossenen 3-Rohr-Platten ausgekleidet. Die restliche keramische Auskleidung (außer um Brenner und Einlass der Klinikmüllabgase) bestand aus SiC70-Stampfmasse. Von dieser mussten in jeder Revision 30 – 40 % getauscht werden.

In der geänderten Ausführung kommen im Bereich des Feuerraumes 2-Rohr-Platten zur Anwendung; durch die so erreichte Erhöhung des Fugenraumes können Dehnungen der Platten besser kompensiert werden. Darüber wurde ein hinterlüftetes Plattensystem eingebaut. Dabei wurde das vom Hersteller vorgeschlagene System seitens der AVA Augsburg überarbeitet und optimal an die Kessel angepasst. Diese Änderungen beinhalteten die Installation von zusätzlichen Druckmessungen zwischen Plattensystem und Membranwand. Die eigentlich vom System getrennte Rückwand wurde als Ringsystem in die Zwangsbelüftung mit eingebunden. Außerdem wurde zusätzlich eine weitere Luftversorgungsleitung installiert, wodurch die Versorgung aller Platten mit Spülluft gewährleistet werden kann.

## Cladding

Das schwarze Rohr oberhalb der Feuerfestauskleidung unterlag vor dem Umbau der Kessel einem hohen Verschleiß. Versuche mit thermischen Spritzschichten führten nicht zu dem gewünschten Erfolg.

Auf Basis positiver Erfahrungen anderer Anlagenbetreiber wurde die Entscheidung getroffen, die korrosionsgefährdeten Bereiche mit Cladding zu schützen. So wurden die Membranwände und die Decke im 1. Zug sowie Gitterrohre, Sammler und die Trennwand im 2. Zug mit Cladding ausgeführt.

Dazu wurde ein detailliertes Leistungsverzeichnis erstellt, das Qualitätskriterien, die über die VD TÜV 1166 hinausgehen, definiert. Dies umfasst neben einer Definition erforderlicher Qualifikationen, der Festlegung der Mindestschichtdicke und des maximalen Eisengehaltes unter anderem, dass möglichst viele Flächen im Werk unter der Bedingung einer Werkstattschweißung gecladdet werden müssen. So müssen vor Ort nur kleine Bereiche auf den Paneelwandstößen zugestellt werden. Festgehalten wurde, dass Ausbiegungen für Mannlöcher und Messstutzen mit Rundschweißungen zu versehen sind und bereits werksseitig in die Membranwände einzuschweißen sind.

Zur Qualitätssicherung durch den Auftragnehmer wurden neben den Werkstoffnachweisen und Prüfprotokollen weitere zu dokumentierende Kriterien festgelegt.

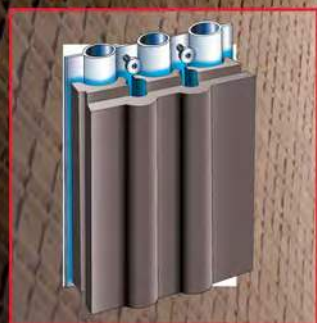
Die Einhaltung und Anwendung dieser herstellerseitigen Qualitätssicherung wurde sowohl bei der Fertigung im Werk als auch beim Einbau vor Ort durch eine intensive Qualitätsbegleitung durch einen unabhängigen Berater sichergestellt.

Auch nach Einbau wird das Cladding während der Revisionen genau begutachtet; für kleinere Ausbesserungsmaßnahmen (vor allem im Bereich des Handcladding vor Ort) stehen Schweißer mit entsprechender Qualifikation bereit.

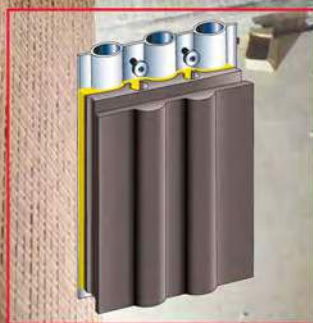
Nach vier Jahren Betriebszeit von Kessel 2 haben sich die Erwartungen sowohl bezüglich des hinterlüfteten Plattensystems wie auch des Cladding erfüllt. Bislang mussten nur einzelne Platten gewechselt werden. Die hinter den Platten liegende Membranwand weist keinerlei Zeichen einer Abzehrung auf (Bild 4). Am Cladding findet nur eine geringe Abzehrung statt (Bild 5). Die projektierte Standzeit des Cladding von mindestens 7 Jahren sollte nach jetzigem Stand deutlich übertroffen werden.

# Sichere Rohrwandschutzsysteme

Mokesys<sup>®</sup> Air 2E



Mokesys<sup>®</sup> Hintergossen



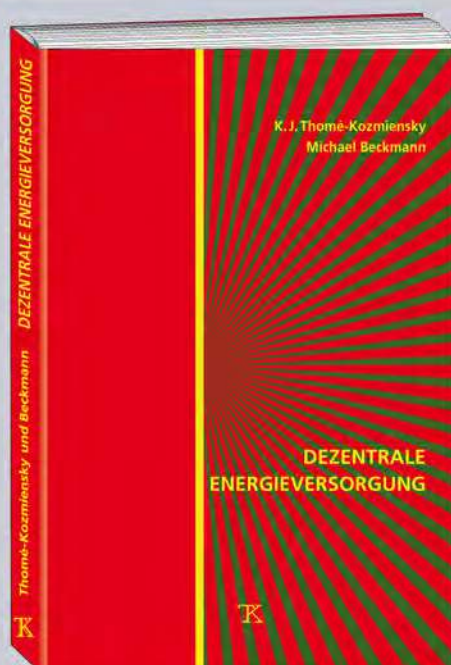
Mokesys<sup>®</sup> Ancor



**[www.mokesa.ch](http://www.mokesa.ch)**

Mokesa AG | Freulerstrasse 10 | CH-4127 Birsfelden | T+41 61 319 99 70 | F+41 61 319 99 79  
[info@mokesa.ch](mailto:info@mokesa.ch)

# Dezentrale Energieversorgung



## Dezentrale Energieversorgung

ISBN: 978-3-935317-95-5  
Erschienen: Juni 2013  
Gebundene Ausgabe: 468 Seiten  
mit zahlreichen  
farbigen Abbildungen  
Preis: 40.00 EUR

Herausgeber: Karl J. Thomé-Kozmiensky und Michael Beckmann • Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Die Energiewende mit der Umstrukturierung des Energieversorgungssystems stellt technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderung dar. Hinsichtlich Ausmaß und Tragweite ist dies eine industrielle Revolution. Die Probleme sind komplex und vielschichtig: Anstrengungen zum Klimaschutz, ungewisse Reichweiten und Verfügbarkeiten fossiler und regenerativer Energieressourcen, Umsetzung des Kernenergieausstiegs bei Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit, dabei stark steigende Energiepreise. Dennoch soll die Versorgungssicherung auch stromintensiver Unternehmen und von Kommunen sicher sein.

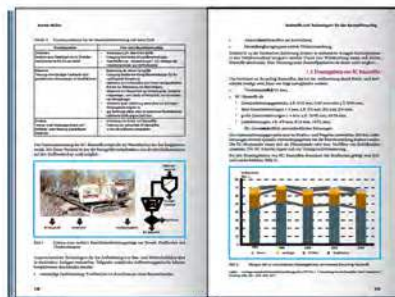
Insbesondere sollen trotz der fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und des zögerlichen Ausbaus der Netze und Speicher die Energieeffizienz gesteigert und ausreichende Kraftwerksreservekapazitäten vorgehalten werden.

Dezentrale Lösungen können im günstigen Fall die entscheidende Maßnahme sein.

Etlche Gebietskörperschaften, Industrieunternehmen und Gewerbeparks haben schon Erfahrungen mit dezentralen Energieversorgungskonzepten. Sie werden ihre Erfahrungen und Aktivitäten bei der Berliner Konferenz präsentieren.

Themenschwerpunkte sind:

- Strategien, Konzepte, Wirtschaft, Recht,
- Stadtwerke und regionale Energieversorger – Modelle und Beispiele –,
- Dezentrale Versorgung mit Strom und Wärme – Systemintegration von Erzeugern, Netzen und Verbrauchern –,
- Energetische Verwertung von Biomasse.



Bestellungen unter [www.vivis.de](http://www.vivis.de)  
oder

Dorfstraße 51  
D-16816 Nietwerder-Neuruppin  
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10  
E-Mail: [tkverlag@vivis.de](mailto:tkverlag@vivis.de)

**vivis**  
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky



Bild 4:

Am schwarzen Rohr hinter den hinterlüfteten Platten ist nach 4 Jahren Betrieb keine Abzehrung zu erkennen

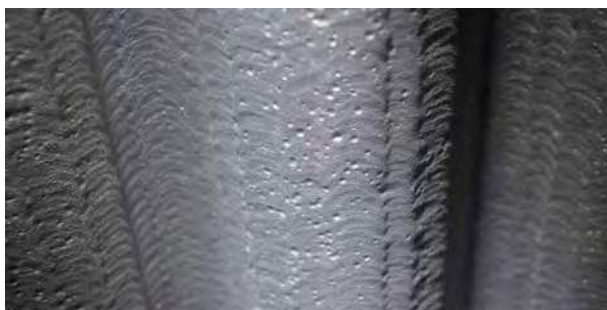


Bild 5:

Cladding direkt oberhalb Feuerfest nach 1, 2,5 und 4 Jahren Betrieb; es findet eine kontinuierliche, aber sehr langsame Abzehrung statt

Die Verschmutzung des 1. Zuges ist im Vergleich zu vor dem Retrofit wesentlich geringer. Dies lässt auf einen sehr guten Wärmeübergang des Plattensystems und der gecladdeten Wände schließen. Durch die nur geringe Verschmutzungsneigung sowohl des Plattensystems als auch des Cladding kann auf eine Online-Abreinigung des 1. Zuges komplett verzichtet werden.

## 2.4. Krankenhausmüll

Wie bereits beschrieben, betreibt die AVA Augsburg zwei separate Öfen zur Verbrennung von in Kliniken und Arztpraxen anfallenden infektiösen und pathologischen Abfällen. Die Abgase des Krankenhausmülls werden etwa 2 m oberhalb des Rostes in die drei Verbrennungslinien eingeleitet. Dabei haben Kessel 1 und 3 je einen Einlass an einer Seitenwand, Kessel 2 zwei Einlässe an beiden Seitenwänden.

2009/10 wurden die Krankenhausmüllöfen modifiziert. So wurde die Geometrie des Abgaseinleitungsrohres verändert, um die Abgasgeschwindigkeit dort zu erhöhen. Dies führt zu einer Reduzierung der Ablagerungen im Abgaskanal und damit zu geringeren Ablagerungen im Mündungsbereich in die Hausmüllkessel. Durch eine Änderung der Ausbiegungen am Kesseleintritt wurde eine Reduzierung der Feuerfestdicke möglich. Vor diesen Umbauten kam es im Eintrittsbereich in die Müllverbrennungskessel zu starkem Schlackefluss und Verglasung der Beläge und damit zu einer starken Schädigung der umgebenden Feuerfestzustellung. Eine Aufschmelzung von Belägen findet jetzt nicht mehr statt. Instandhaltungsmaßnahmen an der Feuerfestauskleidung konnten erheblich reduziert werden.

## 2.5. Wassereindüsung

Seit 2007 wird auf Sekundärluftebene Wasser eingedüst, etwa  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  pro Linie. Damit erhöht sich die Rohgasfeuchte um etwa 10 %. Die Temperaturen vor Überhitzer konnten somit abgesenkt werden.

Die Düse wird dabei durch eine Sekundärluftdüse in der Mitte der Vorderwand geführt. Durch diese Position ist nicht nur die Kühlung der Düse sichergestellt, sondern es wird auch eine gute Durchmischung mit den Abgasen erreicht, es ist keine Strahlenbildung zu erkennen.

Besondere Achtsamkeit sollte dabei auf die Tropfengröße und das Sprühbild gelegt werden, um Schäden an der Feuerfestauskleidung zu vermeiden.

## 2.6. Optimierungen im Bereich des Überhitzers

### Abreinigung des Überhitzers

Versuche an während der Strahlreinigung abgedeckten Rohren, die somit beim Wiederanfahren belagsgeschützt sind, zeigten eine um etwa 80 % reduzierte Abzehrung gegenüber metallisch blank in Betrieb gegangenen Rohren (vgl. auch Bild 6). Die höhere Abzehrung geschieht also vornehmlich während und durch frühe Belagsbildungsprozesse auf blanken Überhitzerrohren. Die noch vorhandenen Belagsbildungen stellen eine Barriere für die stattfindenden Korrosionsprozesse dar.



Bild 6: Vergleich der Rohroberfläche von Überhitzerrohren, die ohne (links) und mit (rechts) schützendem Belag wieder in Betrieb gegangen sind

Seit 2009 wird dieser *Belagsschutzeffekt* genutzt, um die Abzehrung der Überhitzer deutlich zu reduzieren. Die Überhitzerbündel werden nur noch gerüttelt zur Entfernung grober Verschmutzungen.

### Änderung der Einspritzparameter am Überhitzer

Bild 7 zeigt das Überhitzerschaltbild. ÜH1 ist im Gegenstrom geschaltet, ÜH2 als Endüberhitzer im Gleichstrom; beide Überhitzer sind zweigeteilt. Zwischen ÜH1b und ÜH2a sowie zwischen ÜH2a und ÜH2b gibt es eine Einspritzung.

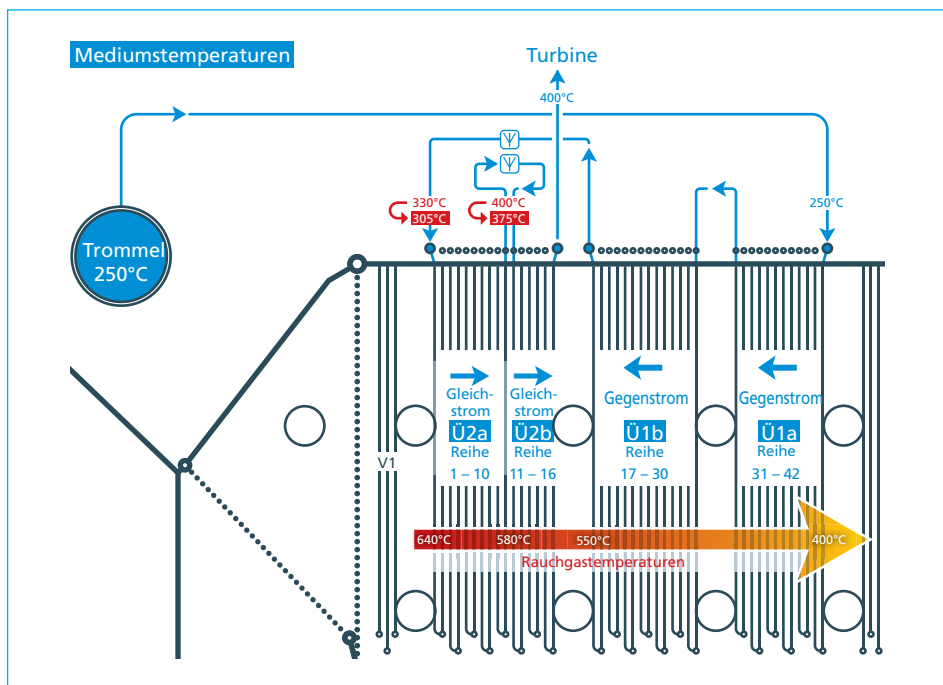


Bild 7: Überhitzerschalbild; durch Änderungen an der Einspritzung wurde eine Absenkung der Frischdampftemperaturen und damit der Temperaturen der Rohroberfläche an einigen Reihen erreicht

Bislang waren beide Zwischeneinspritzungen so ausgelegt, dass in Reihe 10 (vor der zweiten Einspritzung) wie auch an der letzten Überhitzerreihe 16 die Endüberhitzungstemperatur von 400 °C erreicht wurde.

Die Einspritzmenge wurde ab 2010 so abgeändert, dass vor der zweiten Einspritzung in Reihe 10 nur noch eine Temperatur von 375 °C erreicht wird und erst an der letzten Reihe 16 die Endüberhitzungstemperatur 400 °C. Damit konnte die Korrosionsneigung gerade an schwer zugänglichen Überhitzerreihen weiter deutlich reduziert werden.

Die Betriebsdaten belegen, dass ein besserer Wärmeabbau im 1. bis 3. Zug durch das in Punkt 2.1 bis 2.5 ergriffene Maßnahmenbündel erreicht wird. Zusammen mit den geänderten Dampftemperaturen und der neuen Abreinigungsmethode konnte die korrosive Belastung der Überhitzerrohre reduziert werden. Die Abzehraten im konvektiven Teil sind deutlich abgesunken. Inzwischen nähern sie sich Werten von 0,05 mm/1.000 h von vorher bis 0,2 mm/1.000 h an. Damit können deutlich längere Betriebszeiten der Überhitzerbündel erreicht werden. In Bild 8 ist beispielhaft für Kessel 2 die Entwicklung der Überhitzerwanddicken über die Zeit aufgetragen. Anhand der Neigung der Linien ist die Entwicklung der Abzehraten erkennbar – je stärker die Linien geneigt sind, desto höher ist die Abzehr率. In Kessel 2 sind die Reihen 1 – 7 nun bereits 5 Jahre in Betrieb; die momentanen Abzehraten lassen noch höhere Standzeiten zu.

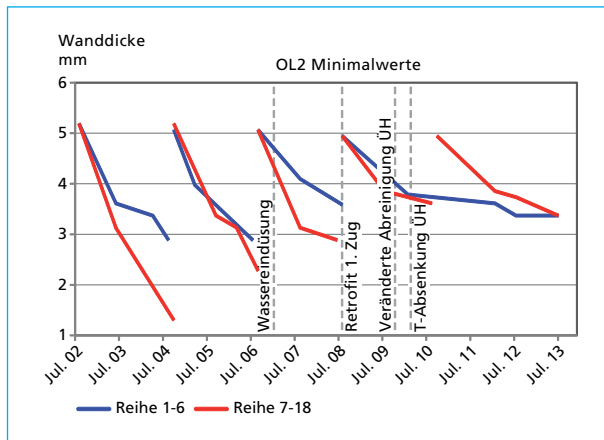


Bild 8:

Entwicklung der Wanddicken der Überhitzerreihen 1 – 6 und 7 – 10 von Kessel 2

## 2.7. Vorausschauende Instandhaltung/Qualitätsbegleitung

Seit 2001 werden die Revisionen durch einen externen Sachverständigen begleitet. Die Revisionen werden durch Begehung, sowohl im verschmutzten, als auch im gereinigten Zustand begleitet. Im verschmutzten Zustand liefern lokale Anomalien in den Eigenschaften der Verschmutzung (Form, Dicke, Farbe, Härte usw.) wichtige Informationen über lokal besondere Bedingungen; hierüber lassen sich potentielle Risikobereiche in Bezug auf Korrosion ableiten. Durch eine Analytik der chemischen Zusammensetzung der Beläge lässt sich ihr Korrosionspotential ermitteln.

Zu den stillstandbegleitenden Maßnahmen gehören unter anderem die Befundung der Feuerfestauskleidung, des Cladding und der ungeschützten Membranwandflächen. Dabei findet eine Qualitätsbegleitung aller Arbeiten von der Neuzustellung bis zum Austausch statt.

Wanddickenmessungen werden nicht nur im Raster vorgenommen, sondern durch das Ableuchten der Wärmetauscherflächen unterstützt. Durch die Messung der Wanddicken auf mehreren Höhen, kann für jedes Bauteil der Bereich der relativ stärksten Abzehrung ermittelt werden. Die ermittelten Restwanddicken werden in einem Wanddickenarchiv dokumentiert. So ist eine Berechnung von Abzehr rates und die Ermittlung der Restnutzungsdauer jedes Bauteils möglich. Durch die Darstellung der Werte an verschiedenen Wänden können Rückschlüsse auf spezifische betriebliche Einflüsse, z. B. die vorwiegende Position der Rauschgasströmung (ggf. Schief lagen) in der letzten Betriebsperiode gezogen werden.

Alle erhobenen Daten werden in Revisionsberichten und Lebenslaufakten der einzelnen Bauteile zusammengefasst. Zusammen mit den Erkenntnissen der vorhergehenden Revisionen werden die erhobenen Befunde ausgewertet. Die *Grenzwerte* der einzelnen Komponenten, sowohl der keramischen wie auch der metallischen Schutzschichten und Bauteile, sind bekannt, was eine vorausschauende Planung für kommende Revisionen ermöglicht.

### 3. Ergebnisse der getroffenen Maßnahmen

Die in den letzten Jahren ergriffenen Schritte stellen ein Maßnahmenbündel dar, das deutlich positive Auswirkungen auf die Lebensdauer einzelner Kesselkomponenten hat. Die Auswirkungen einzelner Maßnahmen sind jedoch kaum voneinander zu trennen.

Die Darstellung in Bild 9 zeigt, in welchem Umfang Verfügbarkeit, Durchsatz und Fernwärmeauskopplung seit 2008 gesteigert wurden. 2012 lag die Verfügbarkeit bei 93,6 %. Die Anzahl der Revisionstage pro Jahr an den drei Linien wurde von etwa 100 Tagen auf etwa 60 Tage gesenkt. Der Durchsatz wurde von 2008 bis 2012 um fast 15 % gesteigert; davon ist etwa 1/3 auf die Erhöhung der Reisezeit zurückzuführen. Optimierungen im Bereich der Turbinen, des Luftkondensators und der Fernwärmeabgabe erlaubten die restliche Steigerung des Durchsatzes. Im Wesentlichen konnten durch das Retrofit und die Verlängerung der Reisezeiten auch die Instandhaltungskosten deutlich reduziert werden, um etwa 40 % gegenüber 2008.

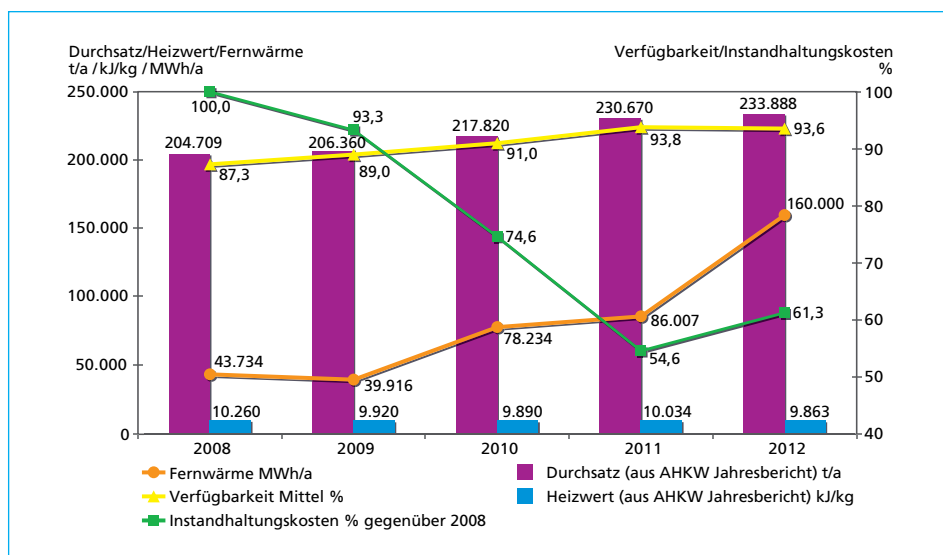


Bild 9: Durchsatz, Verfügbarkeit, Fernwärmeauskopplung, Heizwert und Instandhaltungskosten seit 2008

### 4. Zusammenfassung

Mit der Verlängerung der Reisezeit von 12 auf 18 Monate und der Verkürzung der Revisionszeit konnten bei der AVA Augsburg Verfügbarkeit und Durchsatz gesteigert sowie Instandhaltungskosten reduziert werden. Ermöglicht haben dies verschiedene Optimierungsmaßnahmen an Bauteilen und Verfahrensschritten. Durch ein Retrofit

des 1. Zuges mit Änderung des Wasser-Dampf-Kreislaufs, einer zusätzlichen Wassereindüsung sowie dem Einbau hinterlüfteter Platten und Cladding konnten Betriebsbedingungen realisiert werden, die auch positive Auswirkungen auf die nachgeschalteten Heizflächen zeigen. So wurde der Überhitzertauschzyklus nahezu verdoppelt. Zudem waren langjährige Optimierungen im Rostbereich erforderlich, um eine 18-monatige Reisezeit realisieren zu können.

## 5. Literatur

- [1] Bett, M.: Übersicht von Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Reisezeit. In: Thome-Kozmiensky, K. J., Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2008, S. 353-379
- [2] Zickert, U.: Erfahrungen mit Abfallverbrennungsanlagen am Standort Friesenheimer Insel. In: Thome-Kozmiensky, K. J., Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 6. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 653-667
- [3] Magel, G.; Spiegel, W.; Herzog, T.; Müller, W.; Schmidl, W.: Standzeitprognose durch regelmäßige Kesselkontrolle. In: Born, M. (Hrsg.): Dampferzeugerkorrosion 2011. Freiberg: SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH, Freiberg, 2011, S. 95-112
- [4] Martin GmbH: Funktionsbeschreibung ACC, Feuerleistungsregelung. München, 2007

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Energie aus Abfall** – Band 11

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014

ISBN 978-3-944310-06-0

ISBN 978-3-944310-06-0 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2014

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Fabian Thiel, Cordula Müller, Ina Böhme,  
Janin Burbott

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.