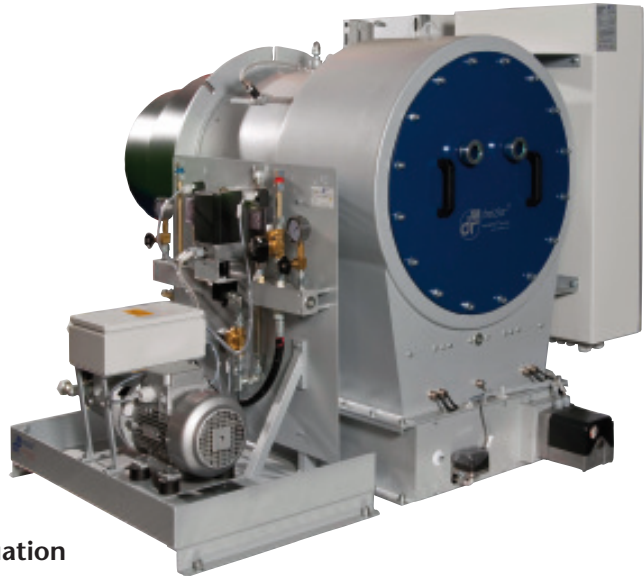


# Mehr Effizienz und Flexibilität durch neue Zweistoffbrenner

Am Standort Geislingen der WMF AG, einem Hersteller von Produkten für Tisch und Küche, wurde durch einen Brenneraustausch an einem bestehenden Wasserrohrkessel die langfristige, sichere und deutliche Unterschreitung gültiger Emissionsgrenzwerte erreicht. Zudem werden durch moderne Feuerungstechnik Effizienzsteigerungen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Betrieb erzielt, so dass auch Beiträge zum Umwelt- und Klimaschutz geleistet werden.



Vor dem Hintergrund verschärfter Klima- und Umweltschutzziele stehen unter anderem auch die Betreiber von Feuerungsanlagen mit Leistungen von mehr als 50 MW vor der Herausforderung, ihre Anlagen für die nächsten Jahre zu ertüchtigen. Dabei geht es aber nicht nur um energetische Optimierungen, sondern auch um die Einhaltung verschärfter Grenzwerte für Emissionen gemäß der 13. BImSchV<sup>1)</sup>, die nach Ablauf der Übergangsfrist ab 2011 gültig sein werden. In der **Tabelle** sind die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für die Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) aus Kesselanlagen der folgenden Leistungsklassen gegenübergestellt:

- Kleinf Feuerungsanlagen mit typischen Leistungen von weniger als 20 MW (1. BImSchV),
- Genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen mit typischen Leistungen von weniger als 50 MW (4. BImSchV),
- Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV) mit typischen Leistungen von weniger als 100 MW.

Durch lokale Vorschriften können diese Grenzwerte noch verschärft werden.

## Autor

Dipl.-Ing. Daniel Dreizler, Jahrgang 1975, Studium des Maschinenbaus mit Fachrichtung Technische Verbrennung an der Universität Stuttgart, Master of Business & Engineering (MBE) an der Steinbeis Hochschule Berlin, Prokurist und Gesellschafter der Walter Dreizler GmbH mit Sitz in Spaichingen.

d.dreizler@dreizler.com

## Ausgangssituation

Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen befasste sich das Team um Dip.-Ing. Harald Dreher, Leiter der Energieversorgung der WMF AG am Standort Geislingen, und Josef Thierer, verantwortlicher Kraftwerksmeister, seit 2003 mit der Frage einer Erneuerung der Anlagentechnik zur Dampferzeugung. Die Gründe hierfür waren veränderte Abnahmelasten, schwankende Energiepreise, eine heterogene Infrastruktur mit teilweise denkmalgeschützten Fabrikbauten, moderne Produktionseinrichtungen mit hohen Anforderungen an eine effiziente Energieversorgung, behördliche Auflagen und der WMF-Anspruch einer kontinuierlichen Qualitätsführerschaft. Daher wurden von einer Vergabe der Energieversorgung an einen Contracting-Anbieter über den Bau neuer, dezentraler Anlagen zur Versorgung des Produktionsstandortes mit Wärme und Dampf an unterschiedlichen Stellen bis hin zur Stilllegung einzelner Energieanlagen zahlreiche Lösungsoptionen untersucht. Aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht stellte sich als beste Lösung ein Austausch der vier Feuerungen des Wasserrohrkessels Nr. 9 heraus, einem Babcock-Fabrikat, Baujahr 1967, ursprünglich für einen Dampfmassenstrom von 50 t/h bei einem Druck von 46 bar ausgelegt. Aus genehmigungsrechtlicher Sicht war es vorteilhaft, dass der Austausch der vier Brenner bei einer Beibehaltung der bisherigen Brennstoffe keine wesentliche Veränderung gegenüber dem Status quo darstellte.

Die Arbeiten im Bereich des Anlagenbaus wurden an die Niederlassung

Stuttgart der BHR Hochdruck-Rohrleitungsbau GmbH vergeben. Darüber hinaus lieferte die Walter Dreizler GmbH, Spaichingen, vier Low-NO<sub>x</sub>-Zweistoffbrenner der Baureihe Marathon Duobloc MC 10003.4 V55. Der Projektauftrag für den Anlagenbau umfasste die komplette Demontage der alten Brennertechnik, die Erneuerung des Kesselbodens mit feuerfester Ausmauerung, Reparaturen am Kesselkörper und an der Kesselabdichtung, die Installation einer neuen Versorgung für den Brennstoff (Erdgas oder Heizöl) und die Verbrennungsluft, Isolierarbeiten, die Montage der neuen Feuerungen mit der zugehörigen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie die Begleitung bei den behördlichen Abnahmeverfahren. Der Umbau der Kesselanlage von der Auftragserteilung im Juni 2009 bis zur Abnahme durch den Auftraggeber im November 2009 wurde in Abstimmung mit den Bedürfnissen der WMF-Produktion am Standort Geislingen durchgeführt. Die Inbetriebnahme der vier neuen Brenner konnte pro Brennstoff jeweils innerhalb von nur einer Woche realisiert werden.

## Anlagentechnik

Die Dampferzeugungsanlage und der modernisierte Wasserrohrkessel zeichnen sich durch Besonderheiten aus, auf die im Folgenden eingegangen wird.

<sup>1)</sup> BImSchV: Bundesimmissionsschutzverordnung

Verordnung		1. BImSchV <sup>1)</sup>				4. BImSchV <sup>2)</sup>		13. BImSchV <sup>3)</sup>	
Feuerungsleistung		0,4 bis 10 MW		weniger als 20 MW		weniger als 50 MW		weniger als 100 MW	
Brennstoff		Erdgas <sup>4)</sup>	Heizöl EL	Erdgas <sup>4)</sup>	Heizöl EL	Erdgas <sup>4)</sup>	Heizöl EL	Erdgas <sup>4)</sup>	Heizöl EL
NO <sub>x</sub> -Grenzwert <sup>5)</sup>		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Medium-Temperatur	< 110 °C	120	185	100	180	0,10	0,18	100	180
	> 110 °C			110	200	0,11	0,20	110	200
	> 210 °C			150	250	0,15	0,25	150	250

<sup>1)</sup> seit dem 22. März 2010 in Kraft <sup>2)</sup> Übergangsfrist endete am 31.10. 2007 <sup>3)</sup> Übergangsfrist endet am 31.12. 2010 <sup>4)</sup> gilt laut Gesetz für Gase der öffentlichen Gasversorgung <sup>5)</sup> bei einem Sauerstoffgehalt von 3 %; alle Angaben ohne Gewähr, lokale Anforderungen können die Werte verschärfen, Stand: August 2010.

## Flexible Leitungen für Bodenbrenner

Die vier Brenner sind im Kesselboden angeordnet (**Bild 1**), und die Feuerung ist vertikal nach oben gerichtet. Durch die mechanische Aufhängung des Kessels am Kesselscheitel mussten im Zuge der Projektarbeiten alle Verbindungsleitungen für die Verbrennungsluft, die beiden Brennstoffe Erdgas und Heizöl sowie die Leitungen für die Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik zu den vier Brennern flexibel ausgeführt werden. Vom kalten Zustand bis zum Nennbetriebszustand dehnt sich der Kesselkörper in Längsrichtung um rund 8 cm nach unten aus. Diese Längenausdehnung wird mit Hilfe von Kompensatoren in den Zuleitungen der vier Bodenbrenner aufgenommen.

## Hohe Verfügbarkeit gefragt

Am Produktionsstandort wird der mit einem Regeldruck von 44 bar und einer Überhitzertemperatur von rund 450 °C produzierte Dampf unter anderem auch für die Stromerzeugung genutzt. Beim Betrieb des Wasserrohrkessels Nr. 9 ist somit auf hohe Verfügbarkeit zu achten, da ein Ausfall der werkseigenen Stromerzeugung zu Lastspitzen führen und hohe Kosten für den Bezug elektrischer Spitzenleistung aus dem öffentlichen Stromnetz nach sich ziehen würde.

## Kesselabwärme nutzen

Im Zuge der Anordnung vier neuer Hochleistungsventilatoren mit je 55 kW

Leistung unterhalb des Kesselbodens wurde überlegt, wie die Abwärme am Kesselscheitel sinnvoll zur Verbrennung genutzt werden kann. Die Lösung lautet: Durch saugseitig an die Brennergebläse angebrachte Luftkanäle, die bis zum Kesselscheitel reichen, wird die dort bis zu 60 °C warme Luft abgesaugt und jetzt als Verbrennungsluft verwendet. Im Vergleich zur relativ kalten Außenluft im Bereich des Kesselbodens resultiert eine Verringerung der Abgasverluste von bis zu 1,12 %.

## Ausgeklügeltes Regelungskonzept

Jeder Brenner ist mit einer Steuerung vom Typ FMS der Lamtec GmbH & Co. KG, Walldorf, ausgerüstet (**Bild 2**). Darüber hinaus verfügt jeder Brenner über ein separates, drehzahlgeregeltes Verbrennungsluftgebläse. Für die übergeordnete Messung des Sauerstoffgehaltes der vier Brenner werden Transmitter und Sonden vom Typ Lamtec LT1 sowie LS1 verwendet. Aus Sicherheitsgründen verfügt der Wasserrohrkessel außerdem über eine übergeordnete Überwachung der Kohlenmonoxidgehalte (CO) im Abgas. Dazu werden Transmitter und Abgassonden vom Typ Lamtec LT2 sowie KS1 eingesetzt. Ein hoher Stellenwert wurde auch der hohen Regelgenauigkeit und dem hohen Regelverhältnis des Kessels mit beiden Brennstoffen beigemessen. So lassen sich die einzelnen Brenner mit Erdgas bei einer minimalen Feuerungsleistung von weniger als 1500 kW betreiben. Somit ist der Kessel

## Tabelle

### NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte für Feuerungsanlagen in Deutschland.

bei einem Betrieb aller vier Brenner mit Erdgas ohne Abschaltung in der Lage, minimale Dampfleistungen von weniger als 6 t/h zu gewährleisten. Über die Voreinstellungen der Brennersteuerung besteht darüber hinaus die Möglichkeit, einzelne Brenner abzuschalten und den Kessel auch mit minimal zwei Brennern sicher zu betreiben. In diesem Fall reduziert sich die minimale Dampfleistung im Erdgasbetrieb auf rund 3 t/h. Daraus resultiert für Erdgas ein Regelverhältnis von rund 1:10 im Vier-Brenner-Betrieb und 1:16 im Zwei-Brenner-Betrieb.

Beim Einsatz von Heizöl beträgt das Regelverhältnis jedes Einzelbrenners 1:4 und in Bezug auf einen minimalen Zwei-Brenner-Betrieb wird ein Regelverhältnis von rund 1:8 erreicht.

## Niedrige Emissionswerte

Durch interne Abgasrezirkulation im Erdgasbetrieb und die Technologie der Hohlflamme im Heizölbetrieb wird das von WMF geforderte niedrige Niveau der Schadstoffemissionen und speziell der NO<sub>x</sub>-Emissionen erfüllt (**Bilder 3 und 4**). Danach liegen die NO<sub>x</sub>-Emissionen mit dem Brennstoff Erdgas H (High Caloric) im Vier-Brenner-Betrieb bei einem Sauerstoffgehalt von 3 % in einem Bereich zwischen 50 und 70 mg/m<sup>3</sup>. Der in der 13. BImSchV vorgeschriebene Grenzwert von 150 mg/m<sup>3</sup> für NO<sub>x</sub>-Emissionen wird somit in jedem Lastpunkt um mehr als 50 % unterschritten. Beim Betrieb mit Heizöl EL (Extra Leicht) und dem selben Sauerstoffgehalt resultieren NO<sub>x</sub>-Emissionen zwischen 100 und 160 mg/m<sup>3</sup>, so dass der in der 13. BImSchV festgelegte Grenzwert von 250 mg/m<sup>3</sup> auch mit dem flüssigen Brennstoff in jedem Lastpunkt deutlich unterschritten wird. Bei Erdgas



Bild 1

Anordnung der Low-NO<sub>x</sub>-Zweistoffbrenner im Boden des Wasserrohrkessels.

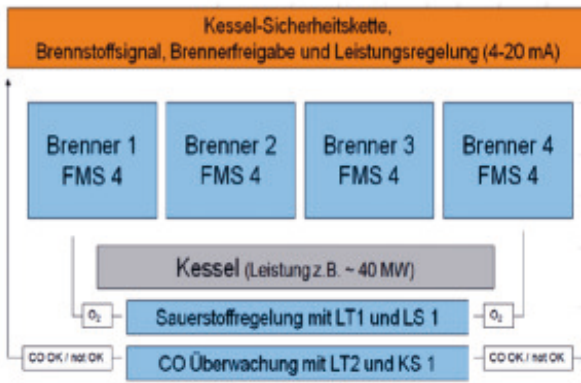


Bild 2

Das Regelungs-konzept für die Brennersteuerung.

Erdgaseinsparung von rund 58000 m<sup>3</sup>. Mit Berücksichtigung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Erdgas (174 g/kWh) entspricht dies einer jährlichen Emissionseinsparung von mehr als 100 t CO<sub>2</sub>.

## Fazit und Ausblick

Bestandsanlagen zeichnen sich häufig dadurch aus, dass sich über viele Jahre hinweg die Energieerzeugung an den Energiebedarf und auch der Bedarf an die vorhandenen Erzeugungsoptionen angepasst haben. Die Optimierung von Energieanlagen durch den Austausch einzelner Hauptkomponenten setzt eine gute Zusammenarbeit von Betreiber, Anlagenbauer und Komponentenhersteller voraus. Das Know-how aller Beteiligten stellt die erfolgreiche Durchführung der Maßnahme auch bei einem laufenden Produktionsbetrieb sicher.

Am WMF-Standort Geislingen wurde durch Einsatz neuer Zweitstoffbrenner in einem bestehenden Wasserrohrkessel die langfristige, sichere und deutliche Unterschreitung der gültigen Emissionsgrenzwerte erreicht. Zusätzlich werden durch die moderne Feuerungstechnik messbare Effizienzsteigerungen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Betrieb erzielt, so dass auch Beiträge für den Umwelt- und Klimaschutz geleistet werden. Durch die moderne Feuerungstechnik kann die Energieerzeugung am WMF-Standort Geislingen auch weiterhin mit der bestehenden Infrastruktur zur Kraft-Wärme-Kopplung verwendet werden.

Bild 4

NO<sub>x</sub>-Emissionen bei einem Betrieb der vier Brenner mit Heizöl.

und Heizöl wurden Luftüberschüsse von 3 Vol-% (Teillastbetrieb) bzw. 2 Vol-% im (Volllastbetrieb) eingestellt. Die CO- und Rußemissionen liegen bei beiden Brennstoffen stets unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen. Die Einhaltung der maximal zulässigen stündlichen Mittelwerte für CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen wird kontinuierlich überwacht.

## Mehr Effizienz beim Primärenergieeinsatz

Durch den Einsatz drehzahl geregelter Verbrennungsluftgebläse wurde im Ge-

einer jährlichen Einsparung von mehr als 170 t CO<sub>2</sub>. Die Betriebserfahrungen über inzwischen mehr als zehn Monate bestätigen diese Berechnungen.

Ähnliches gilt auch für die Sauerstoffregelung in Kombination mit der optimierten Lastregelung und den großen Regelverhältnissen der neuen Brenner. Eine überschlägige Abschätzung der Brennstoffeinsparungen durch die neue Verbrennungstechnologie gemäß Blatt 4 der Richtlinie VDI 2067 führt zu einer Erhöhung des Nutzungsgrads um 0,7 % oder umgerechnet zu einer jährlichen

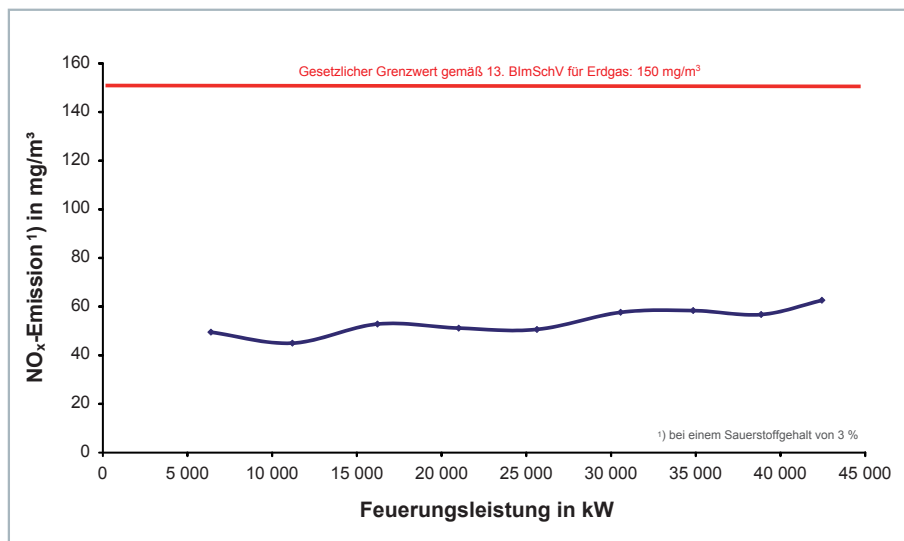


Bild 3

NO<sub>x</sub>-Emissionen bei einem Betrieb der vier Brenner mit Erdgas.

gensatz zur vorherigen Drallregelung eine deutliche Verringerung der Aufnahmeleistung der elektrischen Hilfsenergie zur Förderung der Verbrennungsluft in den Teillaststellungen erreicht. Dadurch kann bei einem typischen Lastprofil ein Einsparpotenzial von rund 400 MWh an elektrischer Hilfsenergie pro Jahr genutzt werden. Umgerechnet entspricht dies bei einer Stromerzeugung in einem GuD-Kraftwerk mit einer spezifischen Emission von 428 g CO<sub>2</sub> pro kWh Strom

