

Zusammenfassung der Diplomarbeit

**„Untersuchung der Fahrweise und Regelungstechnik  
eines Entsorgungsdampfkessels  
und Änderung zur brennstofforientierten Fahrweise“**

von  
Alexander Krenzer  
FH Bingen

durchgeführt bei  
Schering AG  
Werk Bergkamen

Fertigstellung  
Juni 2004

### **Aufgabenstellung:**

Gegenstand der Diplomarbeit ist die Regelung und Fahrweise eines Entsorgungskessels sowie die Untersuchung und Verminderung von den auf ihn einwirkenden Störgrößen. Bei der Anlage handelt es sich um einen vierzügigen Naturumlaufkessel (Baujahr 1997), der zur Erzeugung von 60 bar(ü)-Satttdampf mittels eines Kopfbrenners wahlweise mit Erdgas L und Heizöl, sowie bevorzugt mit am Standort in der Wirkstoffproduktion anfallenden, stofflich nicht weiter verwertbaren flüssigen Lösemittelrückständen und hochkalorischen Gasen, betrieben wird. Ausgelegt ist der als Kessel 2 bezeichnete Dampferzeuger auf eine maximale Dampflieferung von 36 t/h.

Vorrangiges Ziel des Anlagenbetreibers ist es, unter Vermeidung der edlen Energieträger Erdgas und Öl, den Entsorgungskessel bestmöglich und kontinuierlich, unter gleichzeitiger Gewährleistung des Flexibilitätserhalts des gesamten Kraftwerkes, auszulasten. Auf Grund komplexer Zusammenhänge im Regelkonzept des Kraftwerkes und deren Einfluss auf den Entsorgungskessel, sowie durch den Entsorgungsbetrieb mit seinen natürlichen Schwankungen als solchen, z.B. der Brennwerte, lief der Kessel 2 zu Beginn der Studie sehr unruhig und störanfällig. Bislang nicht näher untersuchte Einwirkungen der Anlagenperipherie minderten die Zuverlässigkeit zudem. In Folge derart verursachter Kesselausfälle war der Entsorgungsauftrag von den in der Produktion kontinuierlich anfallenden Reststoffen phasenweise nicht einzuhalten, was zu entsprechenden Folgekosten (z.B. externe Entsorgung) führte. Die Dampfversorgung konnte zu höheren Kosten über Großwasserraumkessel aufrecht erhalten werden, elektrische Leistung wurde von einem EVU zugekauft.

Daher beinhaltete diese Diplomarbeit die Entwicklung eines neuen Regelkonzepts für den Kessel 2. Dazu wurden zunächst im Gespräch mit dem Anlagenpersonal, welches die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine darstellt, die bisherigen Regel- und Störgrößen erörtert und die z.T. verschiedenen Reaktionen und Lösungsansätze für gleiche, problematische Betriebszustände erfasst und verglichen. Nach Auswertung der Gespräche und Einarbeitung in das bisherige Regelungskonzept, in Zusammenarbeit mit den zuständigen Technikern und Experten, wurden anschließend Vorschläge zur Effizienz- und Verfügbarkeitssteigerung, unter Berücksichtigung gängiger Methoden, erarbeitet und die Anwendbarkeit alternativer Regelungsmethoden untersucht. Dabei wurden neben der Prozessleittechnik vor allem wesentliche Einflüsse der Anlagenperipherie überprüft. Einen Überblick der Ziele der Diplomarbeit gibt nachfolgende Abbildung.

### **Ziele für den Betrieb Kessel 2:**

- **Verminderung bzw. Vermeidung des Erdgaseinsatzes, Substitution durch Zusatzbrennstoffe**
- **kontinuierlicher und zuverlässiger Entsorgungsbetrieb**
- **geringere Störanfälligkeit, Erhöhung der Verfügbarkeit**
- **Einstellen einer festen Dampflieferung**
- **Erhalt der nötigen Flexibilität des gesamten Kraftwerks**
- **Niedrighalten des Stromfremdbezugs durch Eigenerzeugung**



### **Ergebnisse:**

Durch eine strukturierte Befragung der Anlagenfahrer wurden die wesentlichen Störgrößen und auf den Kessel einwirkenden Parameter erfasst und dienten als Basis für die Erstellung eines detaillierten Maßnahmenkataloges zur Steigerung der Verfügbarkeit des Entsorgungskessels. Anschließend wurden nach Absprache mit der Kraftwerkführung ausgewählte Schritte zur Optimierung des bestehenden Regelungskonzeptes und Verbesserung der Anlagenperipherie detaillierter ausgearbeitet und z.T. auch realisiert. Nachfolgend die wesentlichsten Ergebnisse:

- Ein erhebliches Problem lag in dem zu geringen Verbrennungslufteintrag. Durch den geregelten Einsatz einer entsprechend umgerüsteten Sekundärluftklappe konnte die maximale Fördermenge des Verbrennungsluftgebläse um 9500 Nm<sup>3</sup>/h erhöht werden, wodurch sich die durchschnittliche Dampflieferung des Kessels um über 25% (8 t/h) auf 35 t/h erhöht. Damit erreicht der Kessel im Entsorgungsbetrieb erstmals dauerhaft seine Auslegungsleistung. Eine Erhöhung der Dampferzeugung des Kessel 2 um 1 t/h ist mit Einsparungen von ca. 52.000 €/a gleichzusetzen (durch verminderten Stromfremdbezug und Einsparung von Primärbrennstoffen an den Großwasserraumkesseln).
- Eine neu entwickelte, automatische Druckregelung in der Zuleitung eines der gasförmigen Entsorgungsbrennstoffe vergleichmäßig und beruhigt die Kesselregelung deutlich. Flammbildänderungen und die zuvor in manueller Fahrweise bestehende Problematik beim Spülen der Brennstoffanlagen mit Stickstoff wurden in der Regelung berücksichtigt und haben keinen störenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Kesselanlage mehr.
- Für folgende, bereits vorhandene Regelungen wurden Optimierungspläne ausgearbeitet, welche gegen Ende des Jahres umgesetzt werden sollen: Feuerraumdruckregelung (Einbringen eines D-Anteils mit Todband), HD-Druckregelung (Einbringen eines D-Anteils) und Sauerstoffkorrekturregelung (Erhöhung der Regelgeschwindigkeit).
- Als alternative Regelungstechniken wurde die Anwendbarkeit von Neuronalen Netzen und Fuzzy-Control untersucht. Es zeigte sich, dass eine durch Fuzzy-Technologie realisierte Verbrennungsluftmengenregelung den Verbrennungsprozess stabilisieren würde, die Anschaffungs- und Installationskosten gegenwärtig allerdings noch zu hoch sind.
- Durch die Optimierung des Entsorgungsbetriebs wurde der Einsatz von Erdgas als Stützfeuerung überflüssig, womit ein wesentliches Ziel der Studie erreicht wurde. Die Einsparungen können, von den Verminderungen der externen Entsorgungskosten um die substituierenden Lösemittelmengen abgesehen, allein durch den reduzierten Erdgasverbrauch von ca. 1,5 Mio. Nm<sup>3</sup>/a mit rund 325.000 €/a beziffert werden. Negative Einflüsse auf das Betriebsverhalten durch die Fahrweise ohne Primärenergieeinsatz sind nicht zu beobachten.

### **Ausblick:**

Basierend auf den ausgearbeiteten Konzepten soll im Spätjahr mit der Optimierung der bestehenden Regelungen begonnen werden, wodurch eine weitere Verbesserung des Betriebsverhaltens des Kessels zu erwarten ist.

Durch die Auswertung der Anlagenfahrerbefragung zeigten sich ferner Verbesserungspotentiale auf organisatorischer Seite, welchen durch Überarbeitung und Neuerstellung entsprechender Betriebsanweisungen und gezielter Mitarbeiterschulungen seitens der Kraftwerkführung berücksichtigt werden.

Weitere durch die Diplomarbeit aufgezeigte Störeinflüsse wie z.B. seitens des Dampfnetzes und der Rauchgasreinigungsanlage (Nasse Wäsche) sind Thematik mehrerer sich anschließender und z.T. bereits begonnener Studien- bzw. Diplomarbeiten.



```
ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND:

STACK:
```