Regelkreisoptimierung durch drehzahlveränderbare Stellantriebe in einem Müllheizkraftwerk

Moderne Energieerzeugungsanlagen wie das Müllheizkraftwerk der Stadtwerke Rosenheim bilden eine komplexe Einheit verschiedener Anlagenteile und setzen eine perfekte Abstimmung der einzelnen Komponenten voraus. Um ein optimales Gesamtergebnis zu gewährleisten, ist es notwendig, eventuelle Funktionsungenauigkeiten in jedem einzelnen Teil der Gesamtanlage so gering wie möglich zu halten. Dazu wird im folgenden Beitrag am Beispiel der Regelung einer Stellklappe im Notkühlkreislauf gezeigt, wie mit drehzahlveränderbaren Stellantrieben ein schonendes und sauberes Regelverhalten erzielt wird.

GERHARD KOLBECK

MÜLLHEIZKRAFTWERK MIT DREI GASMOTOREN

Das Müllheizkraftwerk der Stadtwerke Rosenheim ist ein mit Gas, Heizöl und Müllverbrennung betriebenes Kraftwerk zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme. Im Kraftwerk werden jährlich rund 60.000 Tonnen Hausmüll und Gewerbeabfälle durch Verbrennung in Energie für Strom, Prozessdampf und Fernwärme umgewandelt. Da nach 40 Jahren Betrieb ein Teil der Anlagen ersetzt werden musste, wurden verschiedene Modernisierungsstrategien entwickelt. Die Entscheidung fiel auf den Einsatz von drei Gasmotoren mit jeweils 3,3 MW elektrischer und thermischer Leistung. Ziel war dabei nicht nur die gesicherte Versorgung der Privathaushalte und Unternehmen mit Strom und Fernwärme, sondern auch einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad der Anlage bei gleichzeitigem möglichst niedrigem Schadstoffausstoß zu erreichen. In ***Bild 1*** ist das Anlagenschema nach der Modernisierung dargestellt.

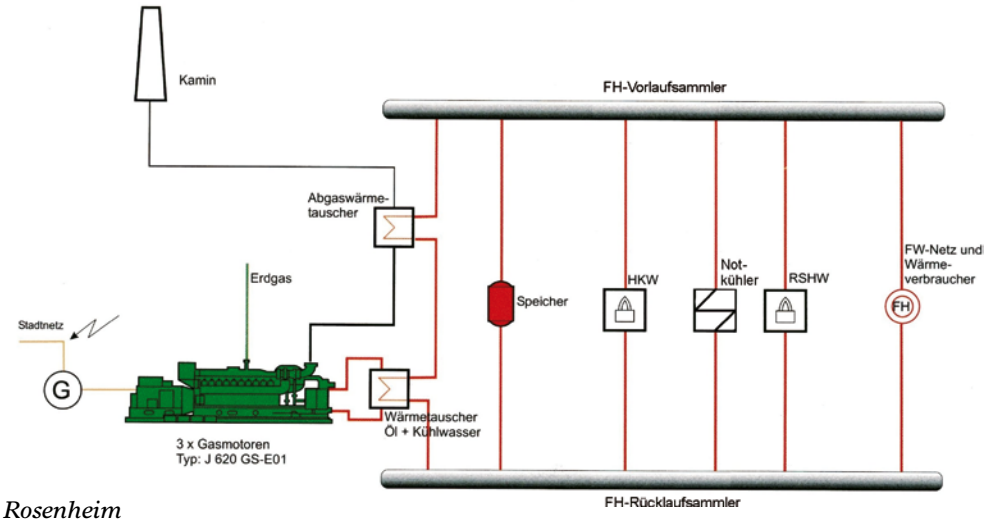

Bild 1: *Schema des Müllheizkraftwerks Rosenheim*

Bild 2: Mit drehzahlveränderbaren Stellantrieben werden im Müllheizkraftwerk Rosenheim die Regelkreise stabilisiert

NOTKÜHLER ALS FUNKTIONSGARANT

Das Herzstück des Müllheizkraftwerks – die Gasmotorenanlage mit den drei neu installierten Gasmotoren – bedarf der gesicherten Kühlung, also der Abführung der beim Betrieb entstehenden Verbrennungswärme. Grundsätzlich ist dies keine Schwierigkeit, da das Gesamtkonzept des Müllheizkraftwerks die Nutzung dieser Abwärme als Beitrag zur Bereitstellung von Heizenergie für das Fernheizungsnetz vorsieht. Allerdings muss auch für den Fall des Teil- oder Schwachlastbetriebs (deutlich geringere Wärmeabnahme durch die Verbraucher beispielsweise im Sommer) die Kühlung gewährleistet sein.

Zu diesem Zweck wurde eigens eine Notkühlanlage installiert. Mit einer Wärmetauscherleistung von 12 MW, einem Kühlwasservolumenstrom von 500 m^3/h und rund 100 Ventilatoren soll sie für die richtigen Temperatur- und Druckverhältnisse im Kühlwasserkreislauf sorgen.

SCHWACHPUNKT: REGELVERHALTEN DER ARMATUR

Der Notkühler ist so dimensioniert, dass die Abwärme der drei Gasmotoren bei Volllast gesichert abgeführt werden kann. Im Kühlwasserkreislauf ist eine Stellklappe der Größe DN 250 installiert, die den Volumenstrom des Kühlwassers abhängig von dessen Temperatur regeln soll.

Die Problematik entsteht im Schwachlastbetrieb: Bei einem Kühlwasservolumenstrom, der sich in der Größenordnung von 5 bis 10 % der Gesamtmenge bewegt, liegt der Arbeitspunkt im untersten Bereich der Stellklappen-Kennlinie, der von einem linearen Abschnitt – in der Regel bei einem Öffnungsgrad von 60 bis 70 % – weit entfernt ist. Entsprechend schwierig ist es, über den Stellantrieb ein sauberes Regelverhalten und damit die notwendige Stabilität im Regelkreis zu erreichen. Ein ständiges Überschwingen des Regelkreises hätte Auswirkungen in der gesamten Anlage bis hin zu Schwankungen im Fernheiznetz oder dem gleichmäßigen Lauf der Gasmotoren.

ENTSCHEIDEND: DIE WAHL DES RICHTIGEN STELLANTRIEBS

Im Kraftwerksumfeld gehört eine kleine Anzahl von Antriebsherstellern zu den Standardlieferanten, die sich mit ihren Antrieben aufgrund von Stellkräften, besonderen technischen Merkmalen oder dem Grad der Verfügbarkeit entsprechend qualifiziert haben. Nach umfangreichen Prüfungen wurden die Antriebe des Altdorfer Herstellers SIPOS Aktorik eingesetzt (***Bild 2***).

Entscheidend hierfür war letztlich ein Aspekt, der für den Aufbau und den Betrieb der Anlagen im Müllheizkraftwerk Rosenheim eine Reihe von Vorteilen mit sich bringt: Die Antriebe verfügen grundsätzlich über integrierte Frequenzumrichter. Daraus ergaben sich für die Stadtwerke

- Einsparungen in den Schaltanlagen durch in den Antrieben integrierte Steuer- und Leistungsteile,
- Vermeidung von Druckschlägen in den Rohrleitungen oder Kavitation in den Armaturen durch veränderbare Stellgeschwindigkeiten in den Endlagen,
- gute Anpassungsmöglichkeiten an die einzelnen Anlagenabschnitte durch unterschiedliche Drehzahlen für „Auf"- und „Zu"-Bewegung,
- Wegabhängig können verschiedene Drehzahlen über maximal zehn Stützpunkte zur Linearisierung der Ventilkennlinie verwendet werden.

In dem speziellen Fall des Notkühler-Regelkreises war entscheidend, dass mit 5 min^{-1} eine extrem niedrige

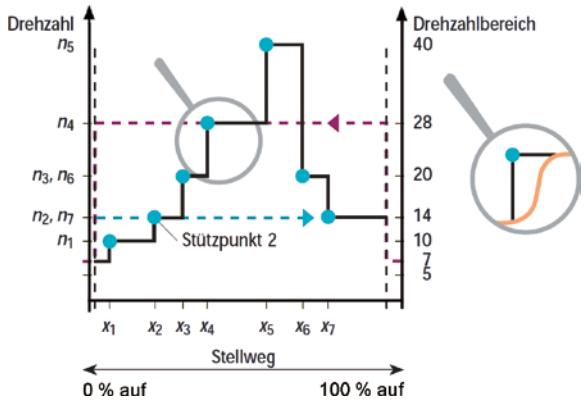

Bild 3: Unterschiedliche Drehzahlen über den Stellweg der Armatur verteilt

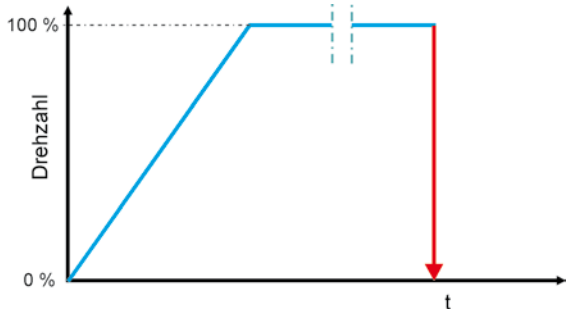

Bild 4: Idealisierte Darstellung der Auswirkung von verlängerter Hochlaufzeit und Verwendung der Bremskraft

Drehzahl an der Abtriebswelle des Antriebs gewählt werden kann. Um bei unkritischen Öffnungswinkeln – bezogen auf die Kennlinie der Stellklappe – nicht ein unnötig träges Verhalten des gesamten Regelkreises zu erhalten, können im mittleren Kennlinienbereich trotzdem höhere Stellgeschwindigkeiten gewählt werden (***Bild 3***).

Zusätzlich wurde die Hochlaufzeit verlängert, sowie die angewandte Bremskraft erhöht. Bei Rücksetzen des Fahrbefehls wird dadurch erreicht, dass nicht bereits beim Anfahren des Antriebs der Regelkreis überschwingt bzw. dass der Antrieb bei „Stopp" auch wirklich stehen bleibt, und nicht aufgrund gespeicherter kinetischer Energie über den vom Regler festgelegten Stopp hinausfährt (***Bild 4***).

VERWORFENE ALTERNATIVE: DER BYPASS

Eine der in Erwägung gezogenen Alternativen zu der letztlich vorgenommenen Lösung wäre die Installation eines Bypasses zur vorhandenen Stellklappe gewesen. Auch wenn die Ansteuerung der Antriebe in Sequenz keine Änderung der Programmierung der Anlagensoftware erfordert hätte – über die Split-Range-Funktion der gewählten SIPOS-Antriebe kann ein Sequenzbetrieb direkt realisiert werden – wurde diese Alternative verworfen: Der erforderliche verfahrenstechnische Umbau in der Anlage wäre mit hohem Installationsaufwand und hohen Kosten verbunden gewesen.

UMWELTBEWUSSTE ERGÄNZUNG

Dass erzeugte Wärmeenergie ungenutzt in die Atmosphäre entlassen wird, kann einen energiebewussten Betreiber nicht auf Dauer zufriedenstellen. Um den gebotenen Sparbemühungen Rechnung zu tragen, wurden Wege gesucht, den Einsatz des Notkühlers zu reduzieren: Zur Aufnahme aktuell nicht benötigter Wärmeenergie wurden zunächst zwei Wärmespeicher mit einem Volumen von jeweils 243 m³ installiert (***Bild 5***); diese Erweiterung der Anlage hat man im Jahr 2006 in Betrieb genommen. Im Anschluss daran wurde die Anlage auf insgesamt vier Wärmespeicher erweitert. Bei der Durchflussmengenregelung wird auf bewährte Technik gesetzt: Stellantriebe mit Frequenzumrichter werden auch hier zuverlässig ihren Dienst verrichten.

ZUVERLÄSSIGER REGELBETRIEB DER ANLAGE

Ausschlaggebend in den Überlegungen des Betreibers des Müllheizkraftwerks Rosenheim, welche Art

Bild 5: Wärmespeicher mit einem Volumen von jeweils 243 m³ zur Aufnahme aktuell nicht benötigter Wärmeenergie

Bild 6: Dampfdruckreduzierstation mit Stellantrieben im Müllheizkraftwerk Rosenheim

der Armaturenverstellung zu wählen ist, waren folgende Kriterien:

- zuverlässiges Erreichen des eingestellten Drehmoments an der Abtriebswelle. Nicht weniger, aber auch nicht mehr als geplant, eingestellt und für die Armatur verträglich,
- zuverlässige Drehmomentabschaltung ohne möglicherweise notwendiges Nachjustieren der Drehmomentschalter,
- Einstellbarkeit der Abschaltmomente – unterschiedlich für jede Laufrichtung – jederzeit in weiten Bereichen möglich,
- unterschiedliche Drehzahlen für jede Laufrichtung,
- variable Drehzahlen innerhalb einer Laufrichtung zur Anpassung des Regelkreises,
- hohe Verfügbarkeit der Antriebe und Schutz der Antriebsmotoren vor Einflüssen aus der angelegten Versorgungsspannung.

Der zuverlässige Regelbetrieb der Anlage – sei es nun für die oben beschriebene Regelung des Notkühler-Kreislaufs oder an der Dampfdruckreduzierstation (***Bild 6***) – über den gesamten Betriebszeitraum gibt den Verantwortlichen recht: hochwertige Technik hat sich bewährt.

AUTOR

GERHARD KOLBECK
Bereich MSR-Technik, Instandhaltung,
Müllheizkraftwerk Rosenheim
Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG
83022 Rosenheim
Gerhard.Kolbeck@swro.de