

Dampfumformstationen fit für die Energiewende

BERTRAM GÖGELEIN

An Bauelemente und damit an Armaturen in Wärmekraftwerken ergeben sich durch die Energiewende neue Anforderungen aufgrund der nun extrem dynamischen Fahrweise mit häufigem An- und Abfahren. Die Armaturen müssen nun sowohl höchsten Wechselbelastungen standhalten als auch ein viel größeres Spektrum abdecken. Den damit verbundenen besonders hohen Anforderungen an Sitzflächen und Dichtelementen halten konventionelle Armaturen nicht ausreichend lange stand. Eine mögliche Lösung für dieses Problem sind Armaturen mit Hochleistungsbeschichtungen wie sie in diesem Beitrag vorgestellt werden.

Mit der Energiewende ergaben sich neue Anforderungen an die Bauelemente in der Kraftwerkstechnik: Heute brauchen Anlagenbetreiber eine extrem dynamische Fahrweise. Sie müssen ihre Kraftwerke in kürzester Zeit an- und abfahren. Mehrmals täglich gibt es extreme Lastwechsel, und die Armaturen müssen nun sowohl höchsten Wechselbelastungen standhalten als auch ein viel größeres Spektrum abdecken. Die minimalsten Lasten führen meist zu sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten mit höchsten Strapazen für die Sitzflächen und Abdichtungselemente der Armaturen. Den daraus entstehenden besonders hohen Anforderungen halten konventionell hergestellte und instandgesetzte Armaturen heutzutage nicht ausreichend lange stand.

Darüber hinaus hat die Energiewende dazu geführt, dass die Kraftwerksunternehmen unter einem enormen finanziellen Druck stehen. Sie sind derart oftmals gezwungen, Mitarbeiter freizusetzen, etwa ihren Inhouse-Service zu reduzieren und – notgedrungen – ihre Instandhaltungs-Philosophie zu überdenken. Es ist zudem bekannt, dass sich die Marktpreise von Strom in den letzten Jahren für Kraftwerke erheblich verschlechtert haben. Daher ist es nachvollziehbar, dass die Kosten für die Instandsetzung aktuell unter besonderer Aufmerksamkeit stehen.

Der Hebel sollte entsprechend bei der Optimierung aller Bauteile im Kraftwerksbetrieb liegen, um über längere Wartungsintervalle die Wartungskosten

deutlich zu reduzieren. Hersteller von Armaturen können durch wirksame Innovationen an den Verschleißkomponenten dieser Entwicklung gerecht werden.

DIE TECHNOLOGISCHE LÖSUNG: HOCHLEISTUNGSBESCHICHTUNGEN

Aus diesem Dilemma muss also nicht zwangsläufig eine unternehmerische Sackgasse entstehen. Dafür setzt BOMAF A auf technologische Innovationen. Neben konstruktiven Maßnahmen sind Hochleistungsbeschichtungen der zentralen Innenteile der Bauelemente die optimale Lösung. Sie sorgen für den maximalen Verschleißschutz.

Und so funktioniert das Verfahren mit Namen KS-InductiveCoat: Durch Beschichten der Innenteile mit Nickel-Basislegierungen mittels Pulverflammspritzverfahren und anschließendem induktiven Einschmelzen werden die Verschleißigenschaften deutlich verbessert. Der Kraftwerksbetreiber kann damit den gewachsenen Anforderungen optimal entsprechen, dem Verschleiß konstruktiv entgegenwirken.

Technisch ausgedrückt, erreichen die Beschichtungen bei den Innenteilen:

- eine hohe Temperaturbeständigkeit
- die Wechselstandfestigkeit verbessert sich stark
- die Innenteile bekommen bessere Führungseigenschaften
- das Gleitvermögen wird verbessert
- es entsteht eine extreme Abrasions- und Erosionsfestigkeit

- eine bessere Sicherheit gegen Abplatzen
- und es entsteht eine langjährige Dichtheit der Sitzflächen

Diese Art von Beschichtungen ist grundsätzlich nicht neu, aber das Unternehmen Karl Schumacher (mittlerweile Teil der BOMAFAGruppe) hat sie im Laufe mehrerer Jahrzehnte verfeinert, weiterentwickelt und im Kraftwerks-, Chemie-, und Petrochemiesektor erfolgreich erprobt (Bild 1). Hat man diese Beschichtungen aus Kostengründen früher fast ausschließlich bei Reparaturen angewendet, sind sie nun auch für neue Armaturen nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll. Führen die Beschichtungen doch zu maßgeblichen Standzeitverlängerungen der Spindeln und Sitzbüchsen und sind damit eine technologisch notwendige Antwort auf die neusten gestiegenen Ansprüche an Armaturen im Kraftwerksbereich. Das bedeutet: Mehr Prozesssicherheit, weniger Stillstandzeiten, geringere Wartungskosten sind das Ergebnis dieser Innovation.

Die Materialprüfanstalt (MPA) der Universität Stuttgart hat im Auftrag des VGB verschiedene Beschichtungstechnologien vergleichend geprüft. Dabei wurden die herausragenden Eigenschaften der KS-InductiveCoat Beschichtung bestätigt (Tabelle 1).

**KS-INDUCTIVECOAT:
BESTER VERSCHLEISSCHUTZ**

Was aber macht die Besonderheit von KS-InductiveCoat aus: Diese induktiven Schmelzverbund-Beschichtungen sind absolut gas- und dampfdicht und metallurgisch mit dem Untergrund verbunden.



Bild 1: Regelarmatur mit vor Verschleiß geschützter Spindel

Sie schützen hervorragend vor Korrosion und bieten eine maximale Ausfallsicherheit, da die Schichten nicht abplatzen können. Dies selbst bei sehr hohen Betriebstemperaturen bis zu 900 °C.

Die Beschichtungswerkstoffe selbst weisen eine sehr gute chemische Beständigkeit auf und erlauben dadurch ein breites Anwendungsfeld. Durch das induktive Einschmelzen der Beschichtungen werden die Vergütungseigenschaften der Grundwerkstoffe nicht geschwächt. Selbstverständlich wird die Temperatureinwirkung durch den Schmelzvorgang bei der Planung des Beschichtungsprozesses berücksichtigt.

Tabelle 1: Urteil der MPA Stuttgart zum Verschleißschutz KS-InductiveCoat (Quelle: Abschlussbericht der MPA Stuttgart Februar 2015 „Optimierung von Spindelabdichtungen in Armaturen hinsichtlich Funktion und Emissionsverhalten durch Oberflächenbeschichtung (Phase II)“)

MPA Ergebnisse	Bedeutung für Armaturen
Absolute Dichtheit der Schicht	besonders gute Eignung z. B. nach den Vorgaben nach TA Luft
Besonders hohe Kratzfestigkeit der Schicht	sehr hohe Verschleißfestigkeit und Langlebigkeit sowie Ausfallsicherheit
Geringer Abrieb an Grafitpackungen	Langlebigkeit der Packungen, lange sichere Abdichtung, geringerer Wartungsaufwand
Kaum messbarer Unterschied zwischen Haft und Gleitreibung	Verhinderung des unliebsamen „Stick-Slip-Effekt“ daher erhöhte Regelgüte. Insbesondere bei pneumatischen Antrieben wird das sonst öfter auftretende ruckelige Regeln fast gänzlich verhindert

Bei den Eigenschaften der Schichten ist die Aufwertung des Regelverhaltens besonders hervorzuheben. So lässt sich die Differenz von Gleit- und Haftreibung auf ein kaum messbares Minimum senken. Das ermöglicht insbesondere bei pneumatischen Antrieben mit kompressiblem Antriebsmedium eine wesentlich gleichmäßigere Fahrweise. Unliebsames ruckartiges Regeln entfällt dadurch. Weiterhin kann der Nutzer durch die Minimierung der Reibung die Lebensdauer von Grafitpackungen zur Abdichtung erheblich erhöhen. Auch lässt sich die dauerhafte Dichtigkeit über eine lange Lebensdauer sicherstellen.

Eine besonders wichtige Eigenschaft ist aber die Verschleißfestigkeit bei großer Härte der Schichten trotz ausreichender Zähigkeit. Ergebnis: Die Verschleißfestigkeit durch abrasive Einflüsse ist dadurch so stark erhöht, dass sogar direkt angeströmte Bauteile, wie beispielsweise in den Sitzen von Armaturen, eine deutliche höhere Lebensdauer haben.

Diese technologischen Vorteile führen zu signifikant reduzierten Kosten. Ein in der angespannten finanziellen Lage der Branche notwendiger Positiverfekt im Kraftwerksbudget. Darüber hinaus erhöht der Anwender durch die zuverlässigeren Bauteile auch die Verfügbarkeit seiner Kraftwerke.

KONTINUIERLICHE HERAUSFORDERUNGEN DER KRAFTWERKE

Diese aktuell gestiegenen Anforderungen an die Beschaffenheit von Armaturen und somit Ansprüche an Werkstoffe und Abdichtungen sind indes nicht die einzigen Herausforderungen, denen sich die Branche kontinuierlich stellen muss.

Vor der Energiewende lag der Schwerpunkt der technologischen Entwicklung auf den klassischen Innovationsfeldern unterkritische Druckreduzierung, optimierte Heißdampfkühlung in kurzen Auslaufstrecken und präziser Regelung. Zudem kommt es sehr häufig zu neuen Vorschriften bei Betriebssicherheit und Schallschutz. BOMAFAs hat auch hier die passenden technologischen Antworten in konsequent mehrstufigem unterkritischem Druckabbau. Und zwar im gesamten Arbeitsspektrum der Regelarmaturen und sicherer und präziser Heißdampfkühlung.

DRUCKABBAU DURCH BEWÄHRTE LOCHBÜCHSENTECHNOLOGIE

Dafür wurde eine bereits bewährte Lochbüchsentekhnologie verfeinert und optimiert (Bild 2). In verschiedenen Versuchen wurde die Stellung von

Löchern zueinander sowie der Einfluss der Abstände zwischen den Entspannungsstufen untersucht. Dazu hat man modellhaft als kompressibles Medium Luft verwendet. Dabei wurden die Druckverhältnisse in eine entsprechende Analogie zu den Verhältnissen mit Dampf gebracht. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse konnten so direkt in eine optimierte Bauweise hinsichtlich Schall und Vibrationen münden.

OPTIMIERTE HEISSDAMPFKÜHLUNG

Bei der Heißdampfkühlung wird die Qualität von dem Zerstäubungsgrad des Kühlmediums Wasser bestimmt. Dabei lässt sich zwischen einer alleinstehenden Einspritzkühlung oder einer kombinierten Druck- und Temperaturreduzierung unterscheiden. Bei Letzterer lässt sich bei einer Einspritzung für die Zerstäubung als Hilfsmedium Dampf (Treibdampf) mit höherem Druck verwenden. Alleinstehende Einspritzkühler ermöglichen die Zerstäubung des Wassers mittels Druckzerstäubung oder auch mit Federdüsen, bei denen sich ein Einspritzspalt gemäß der Menge des Mediums selbsttätig einstellt.

Insbesondere bei den Treibdampfkühlern hat BOMAFAs im letzten Jahr mit Unterstützung von Strömungssimulationen (Bild 3) eine erneute Optimierung erzielt für die notwendige flexiblere Fahrweise und den Betrieb bei Kleinstlasten.

REGELUNG AUF DEN PUNKT GENAU

Für die präzise Regelung der Armaturen führten die BOMAFAs-Ingenieure eine neuartige, extrem schnelle und elektronisch gesteuerte Betätigungseinheit („Speed Controlic“) in eine neue Leistungsklasse. Damit gelingt es auch, eine Teillast in einer Schnellfunktion unter 0,5 s ohne Überschwingen zu realisieren (Bild

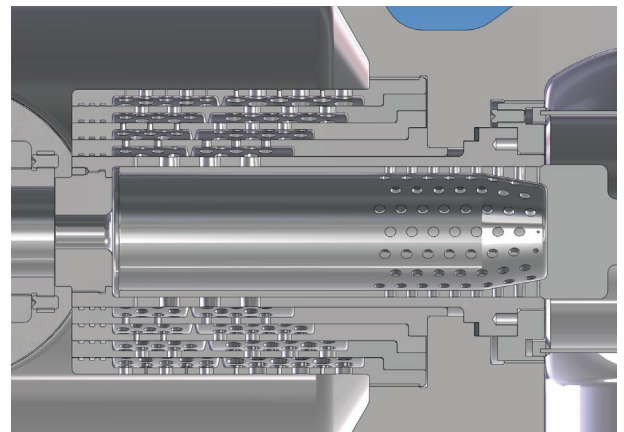


Bild 2: Schnitt durch eine Lochbüchse für mehrstufige Regelung

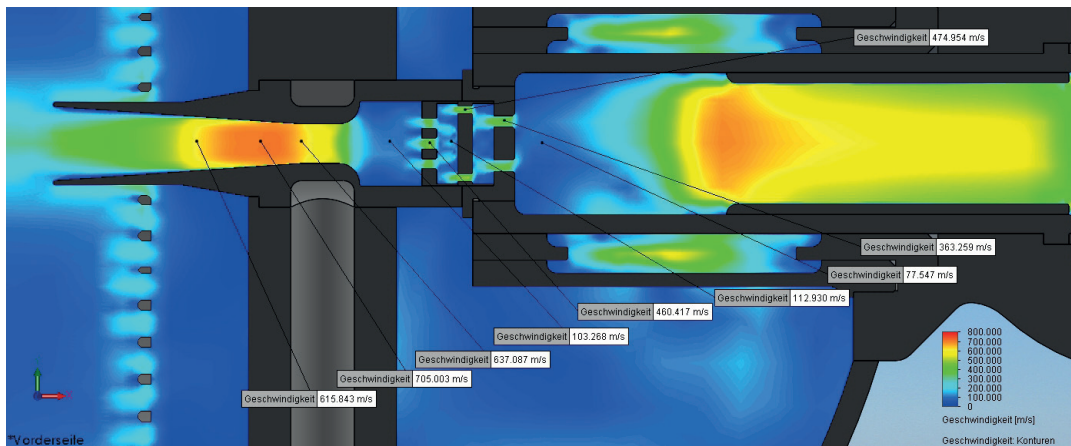


Bild 3: Strömungssimulation an einer Treibampfdüse für die Heißdampfkühlung zur Optimierung des Zerstäubungsgrades mit hohen Dampfgeschwindigkeiten an der Einspritzstelle.

4). Diese einzigartige, über einen Controller gestützte Regelfunktion schafft es, den sehr hohen Regelungsansprüchen in chemischen und petrochemischen Anlagen gerecht zu werden. Diese wurde gemeinsam mit der Schwesterfirma asfa Antriebssysteme entwickelt und nun schon vielfach erfolgreich eingesetzt.

ENGINEERING PARTNER FÜR SPEZIAL-ARMATUREN

Ganz bewusst stellt sich das mittelständische Unternehmen BOMAFAs als Unternehmensgruppe den veränderten Rahmenbedingungen. Für die Kraftwerke

entwickelt es höchsten Ansprüchen gerecht werdende Technologien, die die finanziellen Folgen der Energiewende wirksam abfedern.

Partnerschaftlich und auf Augenhöhe können Kraftwerksbetreiber mit BOMAFAs derart auch schwierigste Herausforderungen gemeinsam meistern. Dabei versteht sich das Unternehmen als flexibler Engineering Partner der Kraftwerke und kann so einerseits technologische Sicherheit in der Entwicklung von Lösungen bieten. Und andererseits Sicherheit bei der Produktion in einer Unternehmensgruppe mit besonders hoher Fertigungstiefe garantieren.

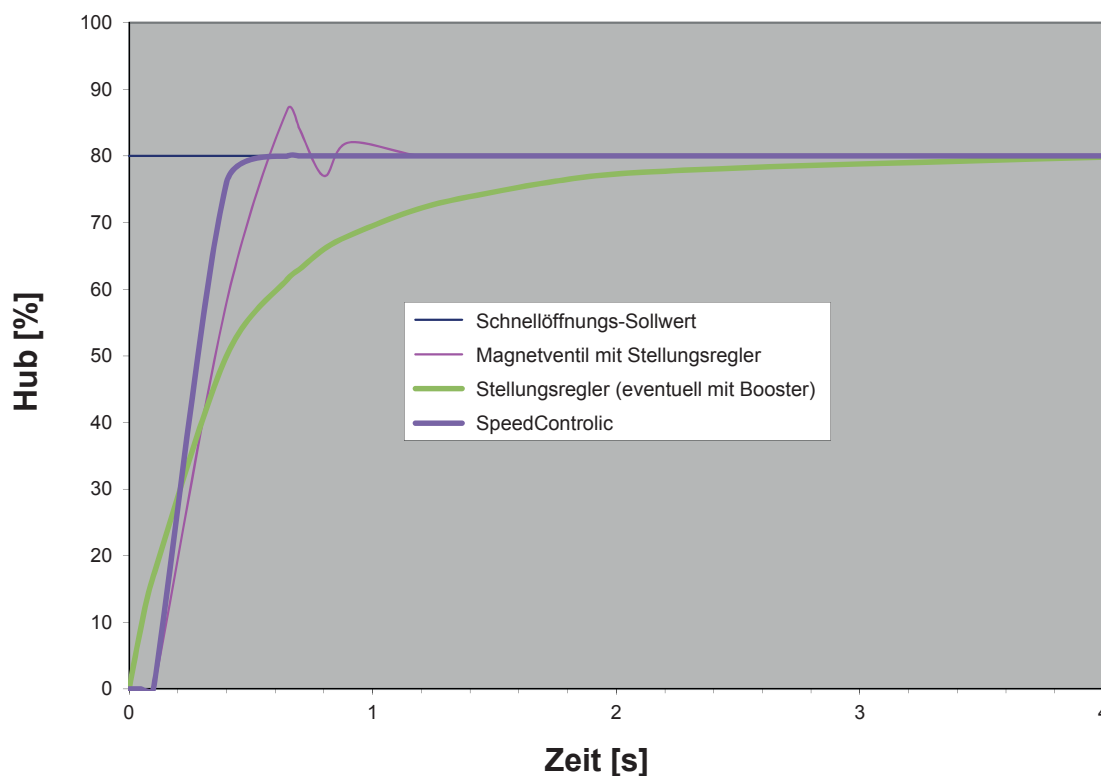


Bild 4: Das Regelverhalten der Betätigungseinheit („SpeedControlic“) übertrifft dasjenige von konventionellen Systemen deutlich

Partnerschaft bedeutet hier immer auch die technologische Weiterentwicklung der Werkstoffe und Armaturen auf einer gemeinsamen Basis. Mit Blick auf die Herausforderungen durch der Energiewende muss die Kommunikation zwischen dem Service vor Ort in den Kraftwerken und BOMAFA in zwei Richtungen gehen.

„Engineering Partner im Kontext der Energiewende bedeutet für mich, dass wir durch unsere Innovationskraft Verschleiß so gut wie technisch möglich verhindern. Das ist mit Blick auf die Kostenstruktur und auf den Investitionsdruck ein umso notwendiger Beitrag zur Reduzierung von Kosten auf Seiten der Kraftwerksbetreiber. Wir leisten hier einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz“, sagt Dipl.-Ing. Friedrich Appelberg, Geschäftsführer BOMAFA.

LITERATUR

[1] Gögelein et al. (2011): Unverzichtbar im Sicherheitssystem von Wärmekraftwerken: Die Turbinenumleitstation. In: Armaturen in Wärmekraftwerken. Essen: Vulkan-Verlag. S 65-82.

[2] Logar, Depolt und Gobrecht (2002): Advanced Steam Turbine Bypass Valve Design for Flexible Power Plants. In: ASME Conf. Proc. 2002, S. 43-49.

[3] Strauß (2009): Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen. 6., Auflage, Heidelberg [u.a.]: Springer.

[4] Ottens,W. (2010): FORSCHUNGSVORHABEN AiF-Nr. 15722N / VGB-Nr. 317 „Optimierung von Spindelabdichtungen in Armaturen hinsichtlich Funktion und Ausblastsicherheit durch Oberflächenbehandlung“, Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart (MPA), Abschlussbericht..

Autor



DIPL.-ING. BERTRAM GÖGELEIN

Geschäftsführer

BOMAFA Armaturen GmbH

44866 Bochum

Tel. +49 2327-992-0

goegelein@bomafa.de
