



Innovative Absperr- und Regelarmaturen für unterschiedliche Brennstoffe zur gezielten Optimierung des Feuerungssystems in Energieerzeugungsanlagen

Stephan Simon und Uwe Krabbe
KÜHME Armaturen GmbH, 44894 Bochum / Germany
Tel.: +49 (0) 234 / 298 02 – 0
simon@kuehme.de krabbe@kuehme.de



Veröffentlicht in:
Kraftwerkstechnik 2014 - Strategien, Anlagentechnik und Betrieb
Michael Beckmann, Antonio Hurtado.
Freiberg: SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH, 2014
ISBN 978-3-934409-62-0

Innovative Absperr- und Regelarmaturen für unterschiedliche Brennstoffe zur gezielten Optimierung des Feuerungssystems in Energieerzeugungsanlagen

Stephan Simon und Uwe Krabbe

1.	Einleitung	1
2.	Grundlagen, Normen und gesetzliche Richtlinien	2
3.	Optimierter Brennerbetrieb durch kombinierte Regel-Schnellschlussarmaturen	5
4.	Regelung und Mischung von Brenngasen mit schwankenden Heizwerten	7
5.	Selektive Onload-Absperrung einzelner Kohlenstaubbrenner	10
6.	Fazit und Zusammenfassung	13
7.	Quellen.....	13

Die Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen hinsichtlich Betriebsflexibilität sind besonders in der jüngsten Vergangenheit immer weiter gestiegen. Die Notwendigkeit zur Steigerung der Betriebsflexibilität resultiert einerseits aus dem sich ändernden Stromerzeugungsmarkt, aber andererseits auch aus strengeren Emissionsanforderungen. Als Konsequenz für den Anlagenbetrieb bedeutet dies, dass unterschiedliche Brennstoffe eingesetzt werden müssen oder, bei weiterer Reduzierung des Teillastminimums, auch möglichst schnelle Lastwechsel gefahren werden müssen. In diesem Zusammenhang liegt der Fokus verstärkt auf der Optimierung des Feuerungssystems mit den zugehörigen Absperr- und Regelarmaturen als wichtige Stellglieder für den Prozess. Innovative Lösungen auf dem Technologiesektor der Absperr- und Regelarmaturen für Brennstoffe können einen erheblichen Beitrag für diese Optimierungsaufgabe leisten.

Nachfolgend werden drei Beispiele für neue Lösungen auf diesem anspruchsvollen Einsatzgebiet der Kraftwerksarmaturen erörtert.

1. Einleitung

Zur Erzeugung der Feuerungswärmeleistung werden in den meisten Dampferzeugern mehrere unterschiedliche Brennstoffe verfeuert. In kohlegefeuerten Anlagen z. B. wird Stein- oder Braunkohle als Hauptbrennstoff eingesetzt. Für die Zünd- und Stützfeuerung wird außerdem Erdgas und Öl als Brennstoff verwendet. Bei Dampferzeugern, die zur Stromerzeugung an Stahlwerke gekoppelt sind,

ist die Brennstoffvielfalt noch größer. In diesen Anlagen werden sogar oft noch zusätzliche Brennstoffe wie Gichtgas und/oder Koksgas eingesetzt.

Grundsätzlich geht von einem Brennstoff als Medium für eine Armatur ein erhebliches Gefahrenpotenzial aus. Sicherheit und Zuverlässigkeit sind deswegen bei Brennstoffarmaturen von zentraler Bedeutung. Kühme Armaturen in Bochum hat sich seit über 45 Jahren mit der Entwicklung und Produktion von Spezialarmaturen für höchste Anforderungen und den Einsatz mit Brennstoffen etabliert. Die Spezialarmaturen für Brennstoffe zeichnen sich besonders durch die folgenden drei Kriterien aus:

- verlässliche, langlebige, erprobte Absperrfunktion auch im rauen Kraftwerksbetrieb durch Einsatz von baumustergeprüfter Ausführung
- Gewährleistung schnellster und schlagartiger Brennstoffabspernung mit Schießzeiten von bis zu 0,1 Sekunden
- sichere Brennstoffabspernung mit absoluter Dichtheit auch bei kritischen Brennstoffen

2. Grundlagen, Normen und gesetzliche Richtlinien

Bei der Zuführung von Brennstoffen zur Feuerung einer Verbrennungsanlage müssen definierte Parameter eingehalten werden. Da die Brennstoffzuführung heutzutage überwiegend automatisch erfolgt, muss sie absolut sicher unterbrochen werden, wenn eines der Sicherheitskriterien der Verbrennungsanlage (z. B. fehlgeschlagene Zündung) anspricht.

Das sichere Zünden des Brennstoffes und die Überwachung einer Feuerung während des Betriebes sind sicherheitsrelevante Kriterien, um eine Verpuffung mit gravierenden Schäden zu verhindern. Daher müssen in die Einrichtungen für den Brennstofftransport zur Feuerung Absperr- und Regeleinrichtungen integriert werden und Ausrüstungsteile eingebaut werden, die den Brennstoffzufluss sicher unterbrechen [1].

Bei der weiteren Betrachtung werden als Brennstoff hauptsächlich Gas bzw. Öl berücksichtigt. Die grundlegende Anordnung des Absperrsystems vor Gas- oder Ölbrennern zeigt Abbildung 1.

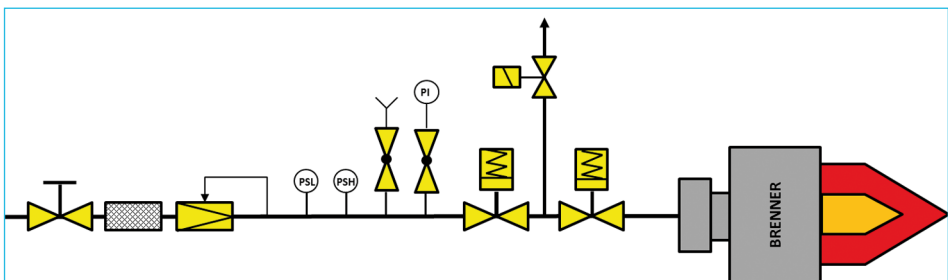


Abb. 1: P+I-Diagramm eines Sicherheits-Absperrsystems vor einem Gasbrenner

Für das Absperrsystem vor einem Brenner (Abbildung 2) sind aus sicherheitstechnischen Gründen u. a. folgende wichtige Grundvoraussetzungen zu beachten [2]:

- Aus Redundanzgründen sind zwei hintereinander geschaltete Sicherheits-Absperrsysteme mit Zwischenentlüftung und/oder zuverlässiger Dichtheitskontroll-einrichtung vorzusehen.
- Die Schließzeit des Sicherheits-Absperrsystems muss kleiner als eine Sekunde sein.
- Sicherheits-Absperrrichtungen müssen bei Ausfall der Stellantriebsenergie oder bei Versagen eines für die Wirkungsweise wichtigen Bauteils die Gaszufuhr selbstständig absperrern.
- Für die Ausrüstung vor Gas- und Ölbrennern sind grundsätzlich nur zugelassene Bauteile und typgeprüfte Absperrrichtungen erlaubt.



Abb. 2:
Gasbrenner im Kraftwerk mit
Sicherheits-Schnellschlussab-
sperrsystem

Bei der Projektierung und Planung von Feuerungssystemen und deren zugehöriger Absperrsysteme sind außerdem die einschlägigen Gesetze, Vorschriften und technischen Regelwerke unbedingt anzuwenden. Das sind z. B.:

Gesetzesebene

Druckgeräterichtlinie 97/23/EC

Europäisches Gesetz, welches in nationalen Gesetzen umgesetzt wurde, zur Festlegung von Anforderungen an Druckgeräte, die innerhalb Europas in Verkehr gebracht werden.

Gasgeräterichtlinie 2009/142/EG

Europäisches Gesetz, das für das Inverkehrbringen sowie die Inbetriebnahme von Geräten und Ausrüstungen gilt, die gasförmige Brennstoffe umwandeln.

Festlegungen für die Anlagenausführung

EN 12952-8; EN 12953-7	Norm, welche die technische Ausführung von Gasfeuerungen und Ölfeuerungen festlegt.
EN 746	Norm mit Festlegungen zur Ausführung von industriellen Thermoprozessanlagen.

Festlegung zur Produktausführung (Armaturen Anforderung)

EN ISO 23553-1	Norm mit Festlegungen für Sicherheits-, Regel- und Steuereinrichtungen für Ölbrenner und Öl verbrennende Geräte.
EN 161	Automatische Absperrventile für Gasgeräte (Drücke bis 5 bar).
EN 16678	Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Gasbrenner und Gasbrennstoffgeräte – automatische Absperrventile für einen Betriebsdruck über 500 kPa bis einschließlich 6.300 kPa

Vorschriften für besondere Anforderungen

ATEX 94/9/EG	Europäisches Gesetz, welches die Ausführungsrichtlinien beinhaltet für Produkte, die in explosiven Bereichen eingesetzt werden.
SIL (IEC 61508)	Internationale Norm mit Festlegungen zur Einstufung der funktionalen Sicherheit von Geräten.
Fire Safe	Richtlinien zur Festlegung der Funktionsanforderung an Armaturen, die auch noch unter starker Feuereinwirkung gewährleisten müssen (z. B. API 6FA; API 607; ISO 10497).
TA-Luft	Regelung, welche Leckagemenge an Armaturen maximal in die Atmosphäre emittiert werden darf z. B. durch eine Undichtigkeit am Spindeldichtsystem (Ersatz durch EN ISO 15848-1).

Gemäß den geltenden Vorschriften und Normen müssen die eingesetzten Geräte und Absperr- bzw. Regelarmaturen ihre Eignung und Verlässlichkeit in umfangreichen intensiven Tests während der Baumusterprüfung nachweisen, was mit entsprechenden Zertifikaten belegt wird.

Abbildung 3 zeigt eine Kombination aus zwei Sicherheits-Absperrarmaturen mit automatischer Zwischenentlüftung, die in der Brennstoff-zuführung einer Gasturbine eingesetzt wird. Für diese Armaturen gelten grundsätzlich die hohen Anforderungen und Normen wie vorher beschrieben. Zum Schutz der Gasturbine muss die vollständige Brennstoffzufuhr in diesem Anwendungsfall jedoch sogar innerhalb von 0,1 Sekunden gesichert sein.



Abb. 3: Sicherheits-Schnellschlussabsperrung vor Gasturbine

Die Anforderungen an Sicherheits-Schnellschlussarmaturen sind im Laufe der letzten Jahre stark angestiegen. Geänderte Anlagenbedingungen wie z. B. neue Brennstoffe oder erhöhte Gastemperaturen erfordern immer häufiger die Entwicklung neuer innovativer Speziallösungen für besondere Anwendungsfälle. Nachfolgend werden exemplarisch drei neue Einsatzfälle aus der Praxis detailliert beschrieben.

3. Optimierter Brennerbetrieb durch kombinierte Regel-Schnellschlussarmaturen

Für den optimalen Brennerbetrieb ist es erforderlich, dass die Brennstoffmenge über ein Regelventil vor dem Brenner gezielt eingestellt werden kann. Um die Anzahl der Regelventile vor jedem einzelnen Brenner zu minimieren, wird bei größeren Verbrennungsanlagen auch eine Ebenenregelung vorgesehen – d. h., ein zentrales Regelventil übernimmt die Brennstoffregelung für die komplette Brennerebene. Solche Stellventile für eine Ebenenregelung müssen einen großen Regelbereich abdecken. Bei einer Ebenenregelung von vier Brennern und einem Brennerregelbereich von 1:4 bedeutet dies z. B., dass das Stellventil für einen Regelbereich von 1:16 ausgelegt sein muss. Die Regelgenauigkeit und die Güteanforderungen werden grundsätzlich jedoch umso problematischer, je größer der Regelbereich des Stellventils wird. Die Probleme bei der Regelgenauigkeit der Stellventile haben dann wiederum zur Folge, dass Schwierigkeiten beim Zünden und beim optimalen Betrieb der Brenner entstehen.

Aus den oben genannten Gründen ist es deswegen ratsam, die Anlage als Brenner-einzelregelung auszuführen. Dabei wird vor jedem Brenner ein separates Regelventil eingebaut. Der Vorteil der Brenner-einzelregelung ist, dass jeder Brenner ideal und ökonomisch betrieben werden kann. Dieser Vorteil ist von Kühme mit der Entwicklung eines kombinierten Regel-Schnellschlussventils (Abbildung 4) weiter ausgebaut worden. Dieses wird als zweites Ventil der Sicherheitsabsperrentil-Kombination verwendet.

Die Vorteile sind:

- geringerer Platzbedarf durch Einsparung eines separaten Regelventils
- Schließzeit kleiner als eine Sekunde
- hohe innere Dichtheit
- optimaler Regelbereich für den Brenner
- geringe Regeltoleranz
- kurze Reaktionszeit der Regelung
- bauteilgeprüfte Armatur



Abb. 4:
Kombiniertes Regel-Schnellschlussventil vor Brenner

Anforderungen an das kombinierte Regel-Schnellschlussventil

Die konventionellen Regelventile sind mit einem Membranantrieb ausgerüstet, der auf die Regelfunktion ausgelegt ist, aber nicht für einen Schnellschluss geeignet ist. Es muss weiterhin der Steuerluftdruck begrenzt werden, da die Membrane nur einem bestimmten Druck Stand hält. Die Anforderungen an die innere Dichtheit von konventionellen Regelventilen sind ebenfalls wesentlich niedriger als bei Sicherheitsabsperrentilen.

Da für ein kombiniertes Regel-Schnellschlussventil ebenfalls die in Kapitel 2 genannten Grundlagen gelten, ergeben sich die folgenden Hauptanforderungen:

- robuster Kolbenantrieb
- hohe innere Dichtheit
- gute Regelgenauigkeit
- Verwendung bewährter Bauteile aus den Sicherheitsabsperrentilen

- Schließzeit kleiner als eine Sekunde
- gezielte Auslegung für den jeweiligen Brenner zur Sicherstellung eines optimalen Betriebes

Auslegung und Prüfung des kombinierten Regel-Schnellschlussventils

Die Auslegung des Regel-Schnellschlussventils erfolgt auf Grundlage der entsprechenden Betriebsdaten mit einer für Regelventile speziell entwickelten und in der Branche gut eingeführten Berechnungs-Software. Grundsätzlich wurden die Berechnungen und die Einstellung der Parameter durch Prüfstandsmessungen verifiziert. Bei der Auslegung wird der für die Betriebsdaten ideale Regelkörper (z. B. Parabolkegel oder Lochdrosselkörper) festgelegt, sodass der optimale Betrieb des Brenners beim Startvorgang und im Leistungsbetrieb gewährleistet ist.

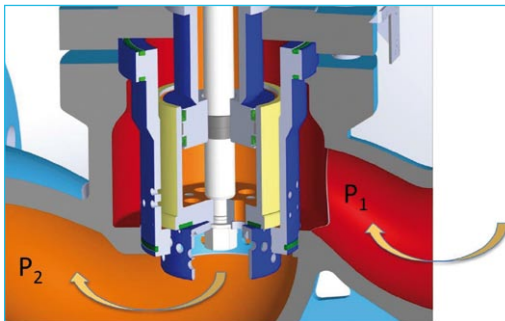


Abb. 5: Mehrstufiger Lochdrosselkörper

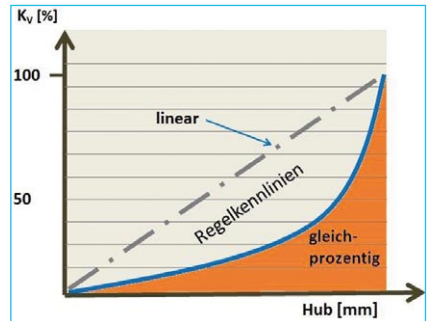


Abb. 6: Unterschiedliche Regelcharakteristik

Auswirkung auf Anlagenneu- und -umbauten

Mit dem kombinierten Regel-Schnellschlussventil wird einerseits die optimale Einzelregelung je Brenner ermöglicht. Andererseits wird aber auch die sichere verlässliche Absperrung gemäß Regelwerk gewährleistet. Zusätzlich bietet diese Spezialarmatur einen sehr interessanten ökonomischen Aspekt, da beide Funktionen in einem Produkt kombiniert werden. Es werden Investitionskosten minimiert, laufende Wartungskosten reduziert und die Lösung ist sehr kompakt und platzsparend. Wegen dieser Vorteile werden kombinierte Regel-Schnellschlussarmaturen bevorzugt beim Neubau von Anlagen und auch immer häufiger bei Retrofit-Projekten eingesetzt.

4. Regelung und Mischung von Brenngasen mit schwankenden Heizwerten

Gasgemische sind Gase aus mindestens zwei verschiedenen chemischen Elementen oder chemischen Verbindungen. Gasgemische sind immer homogene Stoffgemische. Technische Gasgemische werden mit Hilfe von Gasmischanlagen aus Einzelgasen oder Gasgemischen erzeugt. Die Aufgabe von Gasmischanlagen

ist ein Gas mit schwankender Qualität durch Beimischung eines zweiten oder dritten Gases auf eine konstante Qualität zu regeln. Die Qualitätsregelung regelt den Heizwert, den Brennwert oder die Wobbe-Zahl des Gasgemisches auf einen konstanten Wert.

Typische Gase mit schwankender Qualität sind Biogas, Deponiegas, Konvertergas, Gichtgas sowie Prozessgase. Zur Qualitätsregelung wird Gas mit höherer und konstanter Qualität verwendet. Dies können z. B. folgende Gase sein: Erdgas, Propan, Butan oder Wasserstoff (H_2).

Gasgemische werden als Brennstoffe bei folgenden Anwendungen eingesetzt:

- Verbrennungsprozesse in Öfen und Kesseln
- Einspeisung ins Erdgasnetz, z. B. als Biomethan oder als Austauschgas Propan-Luftgemisch
- Thermoprozesse zur exakten Temperaturregelung (z. B. Glaswannenbeheizung)

Konventionell erfolgt die Gasmischung mittels einzelner Regelsysteme wie Regelventile oder Ejektoren. Die einzelnen Regelstrecken werden dann über einen sogenannten Header zusammengeführt. Die Nachteile solcher Anlagen sind, dass sich die gewünschte Gasqualität erst nach einer gewissen Zeit einstellt. Während des Anlagenbetriebs ergeben sich dadurch erhebliche Probleme, da die Qualität des Mischgases nicht unmittelbar vorhanden ist, sondern das System träge reagiert.

Ausgangssituation

In der schwedischen Hauptstadt Stockholm wird in den meisten Haushalten Gas zum Kochen verwendet. Der Gasversorger Gas-Stockholm möchte sein Gasnetz auf ein Gemisch aus Erdgas und Biogas umstellen. Mit dem Bioerdgas sollen dann 90.000 Wohneinheiten versorgt werden. Für die Umstellung auf Bioerdgas ist es erforderlich, dass die Qualität (Heiz- und Wobbe-Wert) des Mischgases zu jeder Zeit konstant bleibt, damit die einwandfreie Funktion der Haushaltsgasherde gewährleistet ist.



Abb. 7: Gas-Mischstation mit zweidimensionalem Mischventil

Anforderung an die Mischarmatur

Zielsetzung war es, eine neue Mischarmatur einzusetzen, die eine schnelle Regelung und Gasmischung ermöglicht. Für diese Aufgabenstellung hat sich der Anlagenbetreiber für das zweidimensionale Mischventil des Typs ZDM entschieden, eine seit Jahren bewährte Spezialarmatur von Kühme. Dieses System zur selektiven Gasmischung erfüllt besonders die folgenden Anforderungen:

- sofortiges Vorhandensein der frei wählbaren Gasqualität
- hohe Qualitätskonstanz des Mischgases
- exakte Regelung der Gasqualität
- Mengenregelbereich 1:30
- kurze Reaktionszeit bei Änderung der Gaseinspeisung



Abb. 8: Zweidimensionales Mischventil des Typs ZDM

Mit dem Zweidimensionalen Mischventil (ZDM) werden die folgenden beiden Parameter innerhalb einer einzelnen Armatur gezielt geregelt

- Mischungsverhältnis der beiden Eingangsgase
- Lieferdruck des Mischgases auf der Ausgangsseite

Das ZDM kann wahlweise mit Elektro- oder Pneumatikantrieben ausgerüstet werden. Zur Sicherstellung einer konstant stabilen Gasmischung ist auf der Abströmseite zusätzlich ein Vortex-Mischer integriert.

Betriebsergebnisse

Die nach nunmehr fünfjähriger Betriebszeit erzielten Ergebnisse übertreffen bei weitem die Erwartungen des Betreibers. Die Anlage war während dieser Zeit täglich in Betrieb. Damit wurde die geforderte hohe Verfügbarkeit erreicht.

Die Mischung der Gasqualität erfolgt auf einem äußerst stabilen Niveau und übertrifft alle Erwartungen. Der vom Betreiber vorgegebene Toleranzwert von fünf Prozent Abweichung in der Gasqualität wurde durch die erreichte Toleranz von 0,5 % deutlich unterschritten.



Abb. 9: Gasmisch-Station der Stadtwerke Stockholm

5. Selektive Onload-Absperrung einzelner Kohlenstaubbrenner

Neben der zuvor beschriebenen Anwendung von Absperrarmaturen für die Brennstoffe Öl und Gas ist der Einsatz von Armaturen für das Medium Kohlenstaub eine besondere Herausforderung. Bei der nachfolgend beschriebenen Installation wurden neue Kohlenstaubklappen zur gezielten Absperrung einzelner Kohlenstaub-Brenner eingesetzt. Dabei erfolgt die Schaltung der Absperrklappen unter Vollastbedingungen.

Ausgangssituation

Das Heizkraftwerk im Südwesten von Sachsen wird mit heimischer Braunkohle befeuert und hat eine Frischdampfleistung von 352 t/h. Der Dampferzeuger wurde 2008 auf NO_x -arme Fahrweise umgebaut. Kurze Zeit später folgte dann die Umstellung auf Braunkohleversorgung aus einem neuen Tagebau. Der damit verbundene Wechsel der Kohlequalität für die Anlage erforderte erneute gezielte Optimierungsmaßnahmen, damit die NO_x -Emissionen gesichert unterhalb des Grenzwertes von 200 mg/m^3 reduziert werden.

Der Feuerraum des Dampferzeugers ist mit vier Eckenbrennern ausgerüstet, die jeweils mit drei Teilbrennerebenen (obere/mittlere/untere) ausgestattet sind (Abbildung 10).

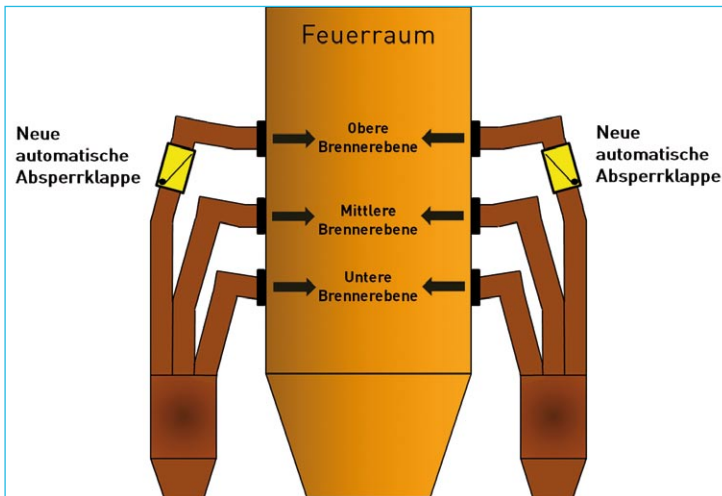


Abb. 10: Brenneranordnung – Dampferzeuger mit Braunkohlefeuerung

Pro Eckenbrenner soll eine Absperrklappe eingesetzt werden, mit der jeweils die obere Brennerebene selektiv bei Vollastbetrieb abgeschaltet werden kann. Damit sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Verbesserung der Feuerraumquervermischung
- Erhöhung des Brennerimpuls und damit der Austrittsgeschwindigkeit des Kohlenstaubs zur besseren Anzündung
- Verbesserung des Ausbrands und damit Verringerung des primären NO_x -Anteils

Anforderungen an die Absperrarmatur

In der Vergangenheit wurden in einigen Anlagen konventionelle Messerschieber zur Kohlenstaubabspernung eingesetzt. Diese Produkte weisen jedoch erhebliche Nachteile auf, da diese Schieber durch Kohleablagerung blockiert werden – sogenannter Schubladeneffekt. Deswegen ist es nicht empfehlenswert, Messerschieber zur sicheren Brennstoffabspernung einzusetzen.

Für die sichere Absperrung von Kohlenstaub haben sich in der Praxis Absperrklappen bewährt, die auf der erprobten Konstruktion der Kühme-Kohlenstaubklappe basieren. Neben den Anforderungen für den verlässlichen und dauerhaften Kraftwerksbetrieb mussten außerdem die folgenden Kriterien für den vorliegenden Einsatzfall erfüllt werden:

- Einbau im vertikalen Teil der Kohlenstaubleitung
- strömungsoptimierter rechteckiger Klappenquerschnitt entsprechend dem Leitungsquerschnitt von 860 x 650 mm
- verschleißfeste, robuste Ausführung mit Edelstahlpanzerung im Sitzbereich von Gehäuse und Klappenteller
- Ausführung von mehreren Schaltungen pro Tag
- staubdichter Abschluss des Kohlenstaubstroms und Schaltungen unter Volllast

Entwicklung, Produktion und Einbau der Absperrarmatur

Die vier neuen Klappen wurden innerhalb von sechs Monaten konstruiert, optimiert, produziert und geprüft. Abbildung 11 zeigt den konstruktiven Aufbau der Kohlenstaub-Absperrklappe mit rechteckigem Querschnitt. Bei der Realisierung dieser neuen rechteckigen Kohlenstaubklappe wurden folgende besondere Eigenschaften erreicht:

- robustes Gehäuse in geschweißter verstärkter Stahlblechausführung
- Elektroschwenkantrieb zur Sicherstellung einer Schließzeit von maximal 25 Sekunden
- Sicherstellung eines minimalen Druckverlustes bei geöffneter Absperrklappe durch komplette Freigabe des rechteckigen Strömungsquerschnitts von 650 x 860 mm
- Reduzierung der Strömungsverluste durch Anordnung des Klappentellers in geschützter Parkposition – vollkommen aus dem Strömungsquerschnitt herausgeklappt
- servicefreundliche Ausführung, da Wartungsarbeiten wegen großer Serviceöffnung in Mannlochausführung an eingebauter Armatur erledigt werden können
- separate handliche Öffnung zur Durchführung von Inspektionen oder Endoskoparbeiten

- strömungsoptimierter Aufbau und Ausführung der Einbauteile zur Minimierung von Kohlenstaubablagerungen im Inneren der Absperrklappe
- stabile Antriebswelle mit gekapselter Lagerung, besonders konzipiert für den Einsatz bei Kohlenstaubbelastung
- Klappenteller und -sitz mit auswechselbaren Dichtleisten aus verschleißresistentem Edelstahl, ausgelegt für dauerhaften Kraftwerksbetrieb
- staubdichte Absperrung durch abgestimmtes System aus zentralem Antriebshebel und beweglich gelagertem Klappenteller zur optimierten Verteilung der Anpresskräfte auf den Rechtecksitz

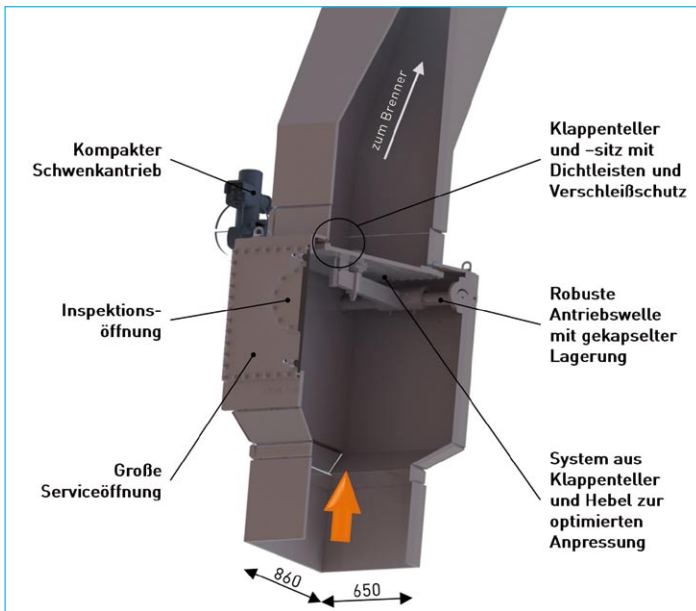


Abb. 11:
Kohlenstaub-
Absperrklappe

Betriebsergebnisse

Während eines Anlagenstillstands im Frühjahr 2013 wurden die vier Kohlenstaub-Absperrklappen eingebaut. Dafür wurde die rechteckige Kohlenstaubleitung aufgetrennt und das Gehäuse der Klappe in robuster Stahlblechausführung eingeschweißt. Neben der elektrischen Verdrahtung des Stellantriebes und der Endlagenschalter wurde in Strömungsrichtung hinter der Kohlenstaubklappe ein Thermoelement in die Kohlenstaubleitung eingebaut. Dieses Thermoelement dient zur Kontrolle der Temperatur innerhalb der Leitung bei geschlossener Klappe. Diese Messung wurde vorsorglich eingebaut, falls sich problematische Mengen von Kohlenstaub ansammeln, die sich entzünden können. Solche Betriebszustände werden mit dieser Messung signalisiert und die Klappe kann gezielt geöffnet werden, damit der Kohlenstaubstrom Richtung Brenner wieder freigegeben wird.

An die Installationsphase haben sich die Inbetriebnahmephase mit Versuchen und der Probetrieb angeschlossen. Während dieses Zeitraums wurden die Betriebsweise der Klappe und die Einbindung in den Anlagenbetrieb optimiert. Außerdem wurde die Auswirkung der selektiven Abschaltung der oberen Brennebene auf den Dampferzeuger untersucht.

Als Ergebnis dieses Testbetriebs wird je nach Anlagenzustand die obere Brennebene mittels der vier neuen Kohlenstaub-Absperrklappen gezielt abgeschaltet. Dafür wurde ein entsprechendes Betriebsregime festgelegt und die Klappen werden fernbetätigt von der Leitwarte aus geschaltet. Das gesicherte Erreichen der Auf- oder Zustellung wird über die jeweiligen separaten Endlagenschalter signalisiert. Im Betriebsregime wurde u. a. auch festgelegt, dass die Absperrklappe mindestens alle 16 Stunden für einen kurzen Zeitraum wieder geöffnet wird. Damit soll die Gefahr der Kohlenstaubablagerung zusätzlich minimiert werden.

Durch die gezielte Abschaltung der oberen Brennebene und die damit verbundene Optimierung des Verbrennungsverhaltens werden die geforderten NO_x -Grenzwerte von 200 mg/m^3 eingehalten. Diese selektive Vorgehensweise bietet eine größere Flexibilität und Reaktionsmöglichkeit für den Anlagenbetrieb – so wurden zwischenzeitlich z. B. auch nur zwei Brenner abgeschaltet, anstatt der gesamten oberen Brennebene.



Abb. 12:
Kohlenstaub-Absperrklappe
in Einbauposition

6. Fazit und Zusammenfassung

Die drei oben geschilderten Praxisbeispiele zeigen deutlich, dass neue innovative Armaturensysteme zur gesicherten Absperrung brennbarer Medien einen wichtigen Beitrag leisten, damit die geänderten Anforderungen an Brennstoff, Betriebsweise und Flexibilisierung des Anlagenbetriebes erfüllt werden. Entscheidende Erfolgsfaktoren bei der Entwicklung dieser neuen Absperr- und Regelarmaturen sind die Umsetzungsgeschwindigkeit und die fundamentale Erfahrungsbasis auf diesem Technologiesektor. Dabei müssen die individuellen Anlagen- und Betriebsbedingungen berücksichtigt werden, damit diese Hochleistungsarmaturen dauerhaft und verlässlich zur Absicherung der Brennstoffzuführung vor dem Brenner funktionieren.

7. Quellen

- [1] www.wikipedia.de
- [2] Armaturen in Wärmekraftwerken; T. Wiesner, W. Mönning; Vulkan Verlag; ISBN 978-3-8027-2753-5