

BBM-Impulsbefeuerungstechnik mit integrierter LAMBDA Automatik

von **Ralph Kiem, Tobias Kiem**

Impulsbrenntechnik zur Optimierung der Brennqualität mit Energieeinsparung auf SPS Technik in der keramischen Industrie, hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Um den mittlerweile immer höher angesiedelten gesetzlichen Umweltbestimmungen (TA Luft/BlmSchG) in der Industrie gerecht zu werden, sind weiterführende Entwicklungsschritte von erprobten und im Einsatz befindlichen Systemen erforderlich. Der Impulsgebläse Brenner mit automatischer Verbrennungsluftanpassung ist die entwicklungstechnische Antwort auf flexibel automatisierte Turbulenzen in der Brennatmosfera unter Einhaltung der gesetzlichen Emissionsrichtlinien und mit zusätzlichen Energieeinsparungen von ca. 20 % gegenüber der bisher eingesetzten Impulsbrennsystemen.

BBM-Impulse firing technology with integrated LAMBDA- automatic

During the last few years, the use of impulse burning technology to optimise the combustion quality and energy efficiency on PLC technique in the ceramic industry, has gained in importance. To keep up with the steadily increasing environmental clause (TA Luft/BlmSchG) in the industry further developments of field-tested systems are needed. The impulse-fan-burner with automatic combustion air adjustment is the answer to flexible automated turbulences in the firing atmosphere in compliance with the emission guidelines by law and with additional energy savings of 20 % compared to any impulse burning systems up to now.

1992 wurde die erste Impulsbefeuerung auf SPS Basis SIMATIC S5 bei den Dachziegelwerken Heisterholz in Minden eingesetzt. Die Deckenbefeuerung war in Brennzone je 10 Injektorbrenner eingeteilt und mit einem Impulszonenventil 0 bis 300 Imp./min ausgestattet. Die komplette Messwerterfassung wurde mittels einer SIMATIC S5 SPS Steuerung realisiert. Die Steuerungssoftware wertet die momentane Temperatursituation aus und berechnet die erforderliche Impulsfrequenz. Für die hochfrequente Ansteuerung der Impulsventile mit (6 A) Stromaufnahme wurden Thyristormodule eingesetzt. Durch die Umstellung der Brennanlage auf Impulsbetrieb wurden Energieeinsparungen von 20 % sowie Qualitätsoptimierung am Brenngut erreicht.

Trotz der zu diesem Zeitpunkt erzielten Erfolge war das Problem der Druckverluste, verursacht durch das Zonenventil und die unterschiedlichen Brennstoffwege zu den Brennaggregaten in einer Brennzone, noch immer vorhanden, was zu der Überlegung führte, ein elektromagnetisches Kleinventil mit hohen Schalzhäufigkeiten und einem geringen Kostenfaktor zu entwickeln.

DAS BRENNSTOFFVENTIL

Das Impulsventil (**Bilder 1a** und **1b**) ist das elektromagnetische Herz der Impulsbefeuerung und wird extremen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Um die zuvor beschriebenen Nachteile der Zonenventile zu eliminieren, wurde 1993 in Zusammenarbeit mit der Firma DAN-

Bild 1a:
Impulsventile
DN6 u. DN 10



Bild 1b: Ventil-
komponenten
aus VITON und
Spezialmateri-
alien Schalts-
piele <200 Mio.



FOSS die Entwicklung von einem Kleinventil für hochfrequenten Betriebseinsatz begonnen.

Die technischen Eigenschaften wurden wie folgt ermittelt:

- kleinstmögliche bautechnische Dimensionen
- verschleißfreie Materialkomponenten
- hochfrequenter Betriebseinsatz 0-1000 Imp./min
- minimale Stromaufnahme < 0,4 Amp
- Betriebsspannung 24 V DC.

Das Spezialventil ging nach kurzer Entwicklungszeit in Produktion und erfüllte alle erforderlichen Voraussetzungen.

Die erste Pilotbefuerung mit den neuen Spezialventilen wurde bei den Dachziegelwerken Heisterholz Minden am Tunnelofen 1 eingesetzt und getestet. Die Umrüstung einer Brennzone mit 10 Brennaggregaten auf Einzelimpulsbetrieb je Brennstelle ergibt im Vergleich zum Impulszonenventil eine Investitionseinsparung von ca. 50 %. Bedingt durch die geringe Stromaufnahme der Impulsventile von max. (0,37 A) kann die elektrische Ansteuerung direkt über die SPS Ausgangsseite erfolgen, wodurch weitere Einsparungen bedingt durch den Wegfall von Koppelkomponenten und Verdrahtungsaufwand zum Tragen kommen.

VORTEILE BEIM EINSATZ VON EINZELIMPULSVENTILEN

- Direkte Ansteuerung des Brennstoffventils von der SPS – Digitalbaugruppe durch die geringe Stromaufnahme von max. (0,37 A)
- Bei Ausfall eines Brennstoffventils werden die übrigen in der Brennzone befindlichen Brennstellen nicht beeinträchtigt
- Unabhängige Einstellungen der Brennstoffdurchsatzmengen von jeder Brennstelle
- Uneingeschränkte Flexibilität der Ansteuermöglichkeiten von einzelnen Brennern in einer Brennzone (Schürlochbelastung). Parallelbetrieb: Folgeansteuerung kreiszyklisch; Asymmetrischer Betrieb: Betrieb mit unterschiedlichen Impulslängen.

HOCHGESCHWINDIGKEITS-ZÜNDBRENNER MIT IMPULSBETRIEB

Die bisher aufgeführten Impulsbrennverfahren kamen ausschließlich im Injektorbrennerbereich ohne Zündvorrichtung zum Einsatz, wodurch der Impulsbefuerung unterhalb der Zündtemperatur von 650° eine Grenze gesetzt war. Dieser Umstand erforderte eine zusätzliche Ausbaustufe, die das Betreiben von Hochgeschwindigkeitsbrennern mit Zünd- und Flammenüberwachungsvorrichtung ermöglichte, um im Vorfeuer- und Aufheizbereich unterhalb der Zündtemperatur mit Turbulenzen zu arbeiten und somit eine homogene Brennatmosfera in allen Ofenbereichen zu erzielen.

Der Hochgeschwindigkeitsbrenner konnte nicht so wie der Injektorbrenner eingesetzt werden, wo das Brennstoffgemisch bei Eintritt in den Brennraum gezündet wird, da der zeitliche Verlauf von Zündung, Ionisationsaufbau und Ansteuerung vom Sicherheitsventil (DVGW Richtlinien) im Impulsbetrieb nicht möglich war. Unter Einhaltung der erforderlichen DVGW Richtlinien wurde sehr schnell klar, dass der Brenner zuerst im kleinstmöglichen Leistungsbereich von ca. 10 % gestartet werden muss, wodurch der Ionisationsaufbau (Flammenstabilität) erreicht wird. Dieser Leistungszustand vom Brennaggregat (Zündlastbetrieb) erfordert eine minimale Flammenleistung, die keine temperaturtechnische Auswirkung auf den Brennprozess hat und dennoch ein stabiles Brennverhalten zum Zuschalten vom Impulsbetrieb aufweist, wodurch der regeltechnische Prozess stattfindet.

DER IMPULS- BYPASS (AUFBAU UND FUNKTION)

Unter Berücksichtigung aller erkannter Problemaufkommen für den Impulsbetrieb von selbstzündenden Brennaggregaten wurde 1994 der Impuls-Bypass entwickelt. Der Impuls-Bypass (**Bild 2a**) ist in drei Bypass Abschnitte A, B, C aufgeteilt, wodurch je Zuschaltung der integrierten Magnetventile 4 und 7 unterschiedliche physikali-

sche Brennstoffwege entstehen. Der erforderliche Brennstoffdurchsatz der einzelnen Brennstoffstrecken wird individuell mittels der Feindosiervorrichtungen 5 und 6 vorgenommen.

Bei Brenneranforderung wird das Gassicherheitsventil 7 geöffnet und der Zündlastbetrieb über den Bypass Abschnitt C aufgebaut. Nach erfolgter Zündung und Ionisationsaufbau (Flammenüberwachung) wird durch die Feuerungselektronik (DVGW) vom Brennaggregat der Zündlastbetrieb an die dezentrale Steuerungseinheit (S7) signalisiert und der Medienfluss Impulslastbetrieb (Bild 2b) über den Bypass Abschnitt A freigegeben. Die von der Steuerung berechnete Impulsfrequenz 0 bis 500 Imp./min regelt die Brennstoffzufuhr über das Impulsventil 4 (Bild 2c). Die mess- und regeltechnische Ansteuerung erfolgt mittels spezifischer Softwarebausteine auf Basis von (SIMATIC S5, S7 und VIPA S7 Steuerungstechnik).

DAS IMPULSREGELVERFAHREN

Die Software basierende Impulsregeltechnik benötigt keine konventionellen Komponenten, wie z.B. Temperaturregler, Messumformer, Koppelglieder etc., da die komplette Messwerterfassung, sämtliche Statusdaten und die Aggregatansteuerung direkt über die Ein- und Ausgangsperipherie (Analog und Digital) von der SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) erfolgt.

Mittels der modular aufgebauten Steuerungssoftware werden sämtliche Eingangsdaten mess- und regeltechnisch ausgewertet und temperaturtechnisch berechnet. Die Ansteuerung der Brennaggregate (Ionisationsüberwachung, Freigabe und Impulsfrequenz) erfolgt direkt über die Ausgangsseite (Bild 3).

Durch unkomplizierte Erweiterungsmöglichkeiten der SPS Hard- und Softwarestruktur kann jede Brennanlage vom Teilbereich bis hin zur Komplettrekonstruktion kostengünstig umgerüstet werden.

Für den Einsatz unterschiedlichster Brenn- und Befeuungsprobleme stehen verschiedene Impulsregelverfahren zur Verfügung, welche individuell an allen gasbefeuerten Industriefeuersanlagen zum Einsatz kommen können:

- symmetrisches Impulsregelverfahren
- asymmetrische Impulsregelverfahren mit Bandbreitenmodulation [BBM]
- Die „intelligente“ Bandbreitenmodulation über Produktverfolgung [IBBM]
- Die „intelligente“ Bandbreitenmodulation über Temperaturdifferenzen im Ofenquerschnitt [IBBM/TC3]
- Impuls- Gebläse Brenner mit LAMDA Automatik (Neuentwicklung).



Bild 2a: Impuls Bypass DN6 u. DN10

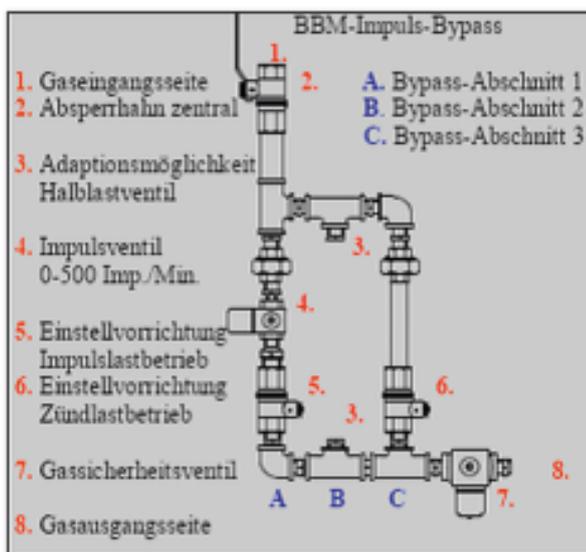
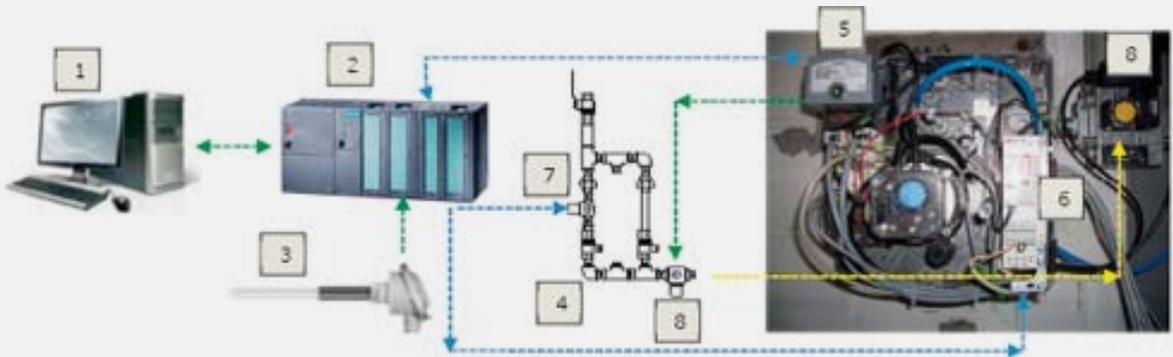


Bild 2b: Medienfluss Impuls Bypass



Bild 2c: HG Brennzonen Tunnelofen

Bild 3: Funktionsaufbau Peripherie mit Signalfluss Impulsgebläse Brenner mit LAMBDA Automatik



DIE NEUENTWICKLUNG

Die zuvor beschriebenen Impulsbrennverfahren haben sich in der keramischen Brenntechnik durch hervorragende Betriebseigenschaften, Energieeinsparung und Qualitätsoptimierung bewährt und kommen noch heute in der Keramik und anderen Industriezweigen zum Einsatz.

Bedingt durch die immer höher angesiedelten Umweltrichtlinien TA Luft und BImSchG, die als Maßstab zum umweltgerechten Betreiben industrieller Brennanlagen erforderlich sind, bedarf es innovativer Weiterentwicklungen, die den Verbrennungsprozess im Brennaggregat optimieren. Auch erfordert die erfolgreiche Teilnahme am Wettbewerb zusätzliche Eigenschaften, die sich gegenüber der Konkurrenz deutlich hervorheben.

- Optimierung der energietechnischen Effizienz
- Reduzierung der Abgasemissionen durch die Optimierung der ablaufenden Verbrennungsvorgänge
- Reduzierung der notwendigen Primärenergien
- Einsparung kostenintensiver Medienverteilersystemen mit Regel und Stellorganen.

Die oben aufgeführten Punkte sind die Basis für eine absolut neuartige und kostengünstige Impulsbefeuerungstechnik, die in allen Bereichen der Industrie zum Einsatz kommen kann. Durch diverse Modifikationen (gas und luftseitig) am zweistufigen Industriegebläse Brennaggregat inklusive individuell angepasster Brennerrohre entstand der erste Impulsgebläse-Brenner mit 0 bis 500 Imp./min in den Leistungsbereichen 50, 100, 200 und 350 kW Flammenleistung.

DER IMPULSBETRIEBENE GEBLÄSE BRENNER

Grundprinzip: Der zweistufige Gebläse-Brenner besitzt eine eigenständige Verbrennungsluftversorgung und kann durch zwei integrierte motorische Drosselklappen für Gas- und Verbrennungsluft modulierend eingesetzt

werden. Die Drosselklappen können unabhängig voneinander elektrisch angesteuert werden. Die Ansteuerung der Gas- und Luftdrosselklappe erfolgt prozessabhängig im Arbeitsbereich von 0 bis 100 % analog über das SPS Steuerungssystem, wodurch das erforderliche Gas- und Luftvolumen im optimalen Verhältnis bei jedem Leistungsbereich dem Verbrennungsprozess in der Brennkammer zugeführt und somit eine ideale Verbrennung erzielt wird.

Durch Vorschalten der Impuls Bypass Peripherie (Bild 2a), kann das zweistufige Gebläse Brennaggregat für industrielle Feuerungsanlagen mit Impulsbetrieb symmetrisch oder mit Bandbreitenmodulation [BBM] zum Einsatz kommen. Für unterschiedliche Einbausituationen stehen verschiedene Brennerrohrausführungen in SICROMAL und SIC bis 1.600 °C in individuellen Längen von 300 bis 1500 mm zu Verfügung.

Bei herkömmlicher Impulsbetriebsweise von Brennaggregaten wird die Flammenleistung 0 bis 100 % von der Temperatursituation im Brennprozess durch Erhöhen bzw. Erniedrigen der Impulsfrequenz im Bereich von 0 bis 500 Imp./min geregelt, d.h. die erforderliche Flammenleistung wird ausschließlich durch Veränderung vom Gasvolumen zum Brennprozess erreicht. Die erforderliche Verbrennungsluftmenge wurde bisher in der Regel konstant eingestellt.

Für eine oxidierende Brennweise muss die V-Lufteinstellung im Bereich von 90 bis 100 % fest eingestellt werden, da der Impulsregler in der Praxis ein Schwingungsverhalten im Fensterbereich 60 bis 100 % YA Reglerleistung annimmt. Durch das festeingestellte Verbrennungsluftvolumen wird im hohen Impulsfrequenzbereich gewährleistet, dass eine relativ vollständige Verbrennung stattfindet und akzeptable Abgaswerte erreicht werden (Lambda 1,0 bis 1,4). Der hohe Luftanteil in der Verbrennung stellt auch sicher, dass bei keramischer Brennware keine Reduktionsauswirkungen auftreten.

NACHTEILE BEI FESTEINGESTELTLEM VERBRENNUNGSLUFTVOLUMEN:

Bei Erreichen der Solltemperatur wird regeltechnisch die Impulsfrequenz erniedrigt, jedoch das Verbrennungsluftvolumen bleibt unverändert, was zur Auswirkung hat, dass dem Brennprozess ein zu großes Luftvolumen zugeführt wird, wodurch im unteren und mittleren Impulsregelbereich eine ungewollte Abkühlung durch Luftüberschusseintrag in den Brennraum stattfindet.

Den daraus resultierenden Temperaturabfall versucht der Impulsregler wieder zu kompensieren, wodurch die Regelung ein schwingendes Verhalten annimmt und dadurch der temperaturtechnische Wirkungsgrad negativ beeinflusst wird.

Während der Verbrennung in Bereichen mit hohem Luftüberschuss (unvollständige Verbrennung) entstehen ungünstige bis unzulässige Emissionswerte, die über das Abgas in die Umwelt gelangen (SO_x ; CO_x ; CO ; NO_x ; Formaldehyd) (Bild 4a).

Fazit: Ein optimaler Verbrennungsprozess energie- und emissionstechnisch findet nur im oberen Leistungsbereich des Brenners statt.

LAMBDA- AUTOMATIK AN IMPULSBETRIEBENE GEBLÄSE-BRENNER

Die energietechnische Effizienz in Verbindung mit minimaler Emissionsbelastung der Umwelt über Verbrennungsabgasrückstände steht im direkten Zusammenhang und ist abhängig vom Verbrennungsluftverhältnis. Das Verbrennungsluftverhältnis setzt die tatsächlich für die Verbrennung zur Verfügung stehende Luftmasse $m_{L,tats}$ ins Verhältnis zur mindestens notwendigen stöchiometrischen Luftmasse $m_{L,st}$, die für eine vollständige Verbrennung benötigt wird.

Um bei impulsbetriebenen Brennaggregaten über den gesamten Impulsleistungsbereich 0 bis 500 Imp./min eine vollständige Verbrennung zu erreichen, ist es erforderlich, das Verhältnis Brennstoff zur Verbrennungsluft

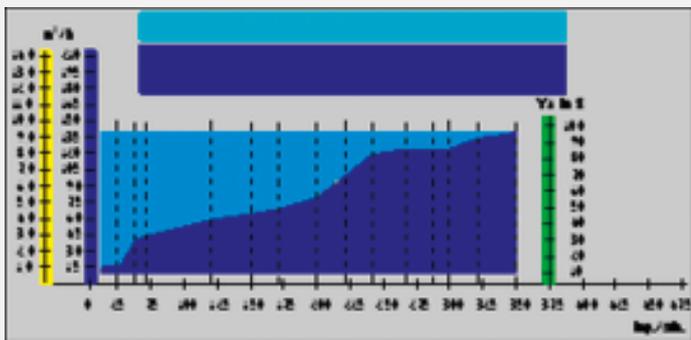


Bild 4a: Unvollständige Verbrennung durch Luftüberschuss (hellblau)

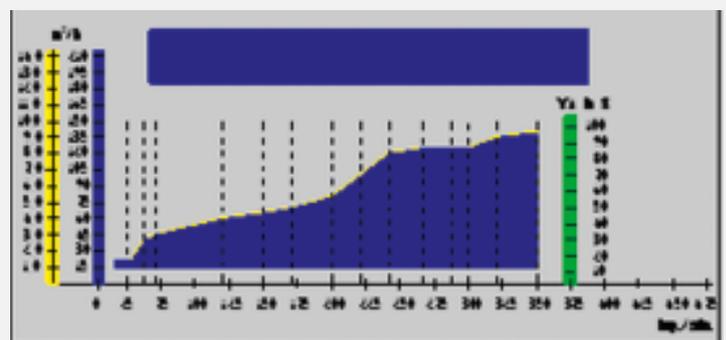


Bild 4b: Geregelttes Verbrennungsluftvolumen für vollständige Verbrennung (LAMBDA 1,0 – 1,2)[erforderliches Verbrennungsluftvolumen für vollständige Verbrennung dunkelblau]

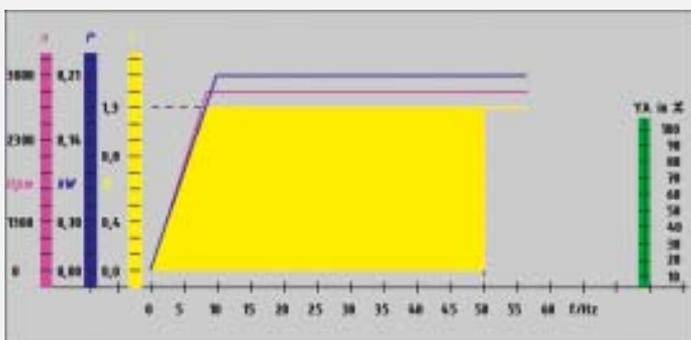


Bild 4c: Permanente Stromaufnahme 100 % Verbrennungsluftventilator (gelb)

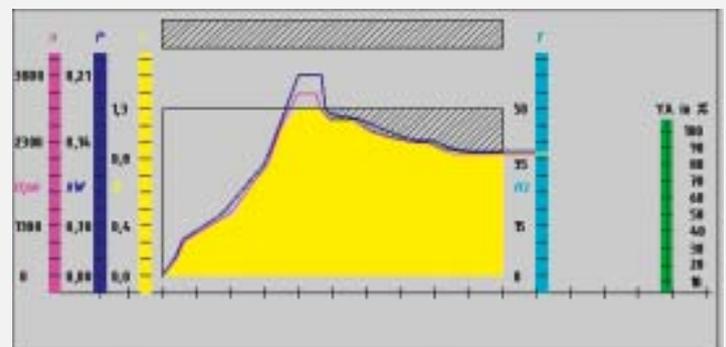


Bild 4d: Variable Stromaufnahme 30 bis 100 % Verbrennungsluftventilator (gelb) (elektr. Energieeinsparung im Bereich von 30 bis 50 %) abhängig vom Regelbereich YA

automatisiert an die sich kontinuierlich ändernde Impulsfrequenz anzupassen bzw. nachzuführen (**Bilder 4c** und **4d**). Durch Einbeziehung der notwendigen primären physikalischen Parameter Gaseingangsdruck PE am Impulsventil und kV Wert Impulsventil entsteht in Abhängigkeit von der Ventilöffnungszeit t_i bzw. bei der Band-

breitenmodulation (BBM) (t_{i1} ; t_{i2} ; t_{i3}) ein energietechnisch definierbarer Brennstoffimpuls. Der Impulssoftwareregler in der SPS Steuerung berechnet abhängig von der Temperatursituation in Verbindung mit den prozessbedingten Impulsparametern die Impulsfrequenz, Ventilöffnungszeit und Einspritzimpulsdauer t_x vom Brennstoff. Durch die softwaretechnische Verknüpfung der physikalischen und steuerungstechnischen Informationen in der Programmstruktur des Reglers resultiert ein berechnetes brennstoffabhängiges Verbrennungsluftvolumen, das vollautomatisch über die SPS Steuerung die analogen Stellorgane für die Prozessluftversorgung im Gebläse Brennaggregat (stetiger Antrieb oder integrierter Frequenzrichter) ansteuert und somit über den gesamten Impulsfrequenzbereich 0 bis 500 Imp./min eine vollständige Verbrennung gewährleistet wird (**Bild 4b**).

1. PC Leitstandvisualisierung
2. S7 SPS Steuerung
3. Temperaturerfassung
4. Impuls-Bypass
5. Gasfeuerungsautomat LME
6. Frequenzrichter Verbrennungsluft
7. Impulsventil 0...800 Imp./min
8. Gassicherheitsventil.

ENERGIETECHNISCHE EINSPARUNG

Energieeinsparungen sind in der Regel meistens relative Angaben gegenüber der Realität. Um erfolgreich am Wettbewerb von brenntechnischen Anlagen teilnehmen zu können, spielt die energietechnische Seite eine sehr große Rolle, denn über den erforderlichen Energieeinsatz bei nahezu 100 %-iger Produktqualität in Verbindung mit dem Investitionsvolumen bei der Modernisierung einer Brennanlage, steht Energieeinsparung an vorderer Stelle. Zu berücksichtigen ist, dass keinesfalls von an Pilotanlagen erzielte Werte bei abweichend baulichen und technischen Gegebenheiten zutreffend sind, im Gegenteil, verbindliche Zusagen beziehungsweise auf Energieeinsparung kann bei zu großzügiger Auslegung eine durchaus kurzlebige Teilnahme am Wettbewerb bewirken.

Die Energieeinsparung bei impulsbefeuerten Brennanlagen von Kammeröfen, Herdwagenöfen, Tunnelöfen etc. liegen im Bereich von ca. 18 bis 25 %, vorausgesetzt der Ofenkörper ist konstruktiv in Ordnung und weist normale Betriebseigenschaften (akzeptable Strahlungsverluste der Isolierung, Falschlufauftreten, etc.), auf.

Bei der Umrüstung bestehender impulsbefeuertener Brennanlagen mit LABDA- Automatik werden weitere energietechnische Einsparungen durch die vollständige Verbrennung erzielt und die emissionstechnische Effizienz erhöht, wodurch die Abgaswerte den gesetzlichen Umweltvorschriften entsprechen. Die Energieeinsparung an der modernisierten Kammerofenanlage erhöht sich durch die Softwareintegration ohne sonstige Verände-



Bild 5: Tunnelofenrekonstruktion mit Gebläseimpulsbrenntechnik.



rungen an der Brennanlage von 18 auf 25 %. Der Energieverbrauch wurde bei mehreren Ofenreisen mit unterschiedlichem Besatz digital erfasst und die Einsparung blieb konstant.

Bei der Ausrüstung von Brennanlagen im Bereich Kammer-, Herdwagen- und Haubenöfen mit Impulsgebläse Brenntechnik, entfällt die komplette Medienverteilung (Rohrleitungsbau mit zentralen Ventilatoren, aufwendigen Mess- Stell- und Drosselvorrichtungen und die erforderliche elektr. Anbindung zur Steuerung). Diese Kosteneinsparung kann im Bereich von ca. 15 % vom Anlagenpreis angesiedelt werden. Die komplette Schnellkühlung wird durch die Gebläse Brennaggregate im stufenlosen Einzel- oder Verbundbetrieb realisiert, wodurch auch sämtliche Kühlperipherie entfällt. Bei Ausfall von einem dezentralen Ventilator für die Versorgung von mehreren Brennern kommt der Ofenbetrieb beim Brennen wie auch beim Kühlen zum kompletten Stillstand, und je nach Situation und Brennbesatz kann ein kostenintensiver Schaden entstehen. Der Ausfall von einem Impulsgebläse-Brenner bei Anlagen mit beispielsweise 6 Brennaggregaten hätte keine gravierende Auswirkung auf den im Betrieb befindlichen Brenn- bzw. Kühlprozess, wodurch die Ofenreise ohne nennenswerten Schaden, wenn überhaupt, beendet werden kann. Auch kann ein während der Betriebsphase ausgefallener Brenner mit minimalem Zeitaufwand im Bereich von max. 10 min ausgetauscht werden.

TUNNELOFENREKONSTRUKTION 75 M LÄNGE

Bei der Umrüstung einer seitenbefeuerten Tunnelofenbrennanlage (**Bild 5**) auf Gebläse Impulsbrenntechnik mit 20 Brennaggregaten je max. 300 kW Flammenleistung und einer Brenntemperatur von 1.300 °C wurden die ersten Ergebnisse beim Großinsatz über einen Zeitraum von 12 Monaten ermittelt und ausgewertet.

Zielsetzung vor den Rekonstruktionsmaßnahmen:

- homogener Temperaturnausgleich im Brennkanalquerschnitt in den Feuerungszonen
- Verbesserung der Wasseraufnahmetoleranzen
- Reduzierung der Energiehaushalte (Erdgas und elektr. Energie)
- Reduzierung der CO₂-Emission im Abgas
- Reduzierung der Lärmemissionen durch zentrale Verbrennungsluftventilatoren im Produktionsgebäude
- Umstellung der Mess- und Regelanlage auf SIMATIC S7/ VIPA mit Profibuskommunikation und dezentraler Signalerfassung
- allgemeine Verbesserung der Brennqualität.

Nach erfolgter Rekonstruktion und Inbetriebsetzung der neuen Brennanlage wurden die oben aufgeführten Ziele

alle erreicht. Die Energieeinsparung gegenüber der vorher im Betrieb befindlichen Brennanlage hat sich konstant auf 19 bis 20 % Erdgaseinsparung im Dauerbetrieb über einen Zeitraum von 12 Monaten eingependelt. Durch die primäre Energieeinsparung wurde auch der CO₂-Ausstoß anteilig verringert, wodurch eine nennenswerte Emissionsentlastung durch die Abgase an die Umwelt erreicht werden konnte.

Bei Industriebefeuerungsanlagen im mittleren bis größeren Bereich (1 bis 6 MW Flammenleistung) können Energieeinsparungen mit der Gebläseimpulsbrenntechnik (Erdgas- Flüssiggas) im Bereich von 20 bis 25 % angesiedelt werden.

FAZIT

Unter Berücksichtigung aller zuvor aufgeführten und in der Praxis angewandten Impulsbrennverfahren an den verschiedenen Brennanlagen, die in der keramischen Industrie anzutreffen waren, sind die unterschiedlichsten Brennprobleme aufgetaucht, die zu eliminieren waren. Der Hauptaspekt einer Brennanlagenmodernisierung war aber grundsätzlich eine rechenbare Energieeinsparung in Verbindung mit der optimalen Produktqualität, was eine häufig sich ändernde Aufgabenstellung ergab und somit eine stetige Optimierung und Weiterentwicklung der bisher eingesetzten Impulsbrennsysteme erforderte, wodurch eine modular aufgebaute Systemstruktur entstand und für jedes Problemaufkommen spezifisch die erforderlichen Softwarekomponenten eingesetzt werden können.

Die neuste Entwicklung der „BBM-Impulsgebläse Brenner mit LAMBDA- Automatik“ basierte auf dem Grundprinzip von optimaler Produktqualität durch automatisierte Impulse im Brennraum, jedoch mit zusätzlicher energietechnischer Effizienzsteigerung bei kleinstmöglicher Umweltbelastung.

AUTOREN



Ralph Kiem

BFT-Industriefeuerungstechnik

Deutschland/ Portugal

Tel.: 0171/ 4947-086

bft-industriefeuerungstechnik@web.de



Tobias Kiem

BFT-Industriefeuerungstechnik

Deutschland

Tel.: 0171/ 4947-086

bft-industriefeuerungstechnik@web.de