



BOSCH
Technik fürs Leben

Fachbericht

www.bosch-industrial.com

Zweiflammrohr-Kessel

Dipl.-Ing. Jochen Loos

Dipl.-Wirtschaftsingenieur (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH

In den 50er Jahren hat die Bosch Industriekessel GmbH Zweiflammrohr-Kessel in Dreizug-Kompakttechnik neu entwickelt und baut sie heute bis Leistungen von 55 t/h. Als bahnbrechender Gesichtspunkt gilt noch immer die durchgehende Trennung der beiden Feuerungen und deren Rauchrohrzüge bis hin zur Abgaskammer. Die Kesselbaureihe ZFR wurde patentiert und hat allen industriellen Einsatzbedingungen auf Antrieb entsprochen.

Das Konstruktionsprinzip des ursprünglichen ZFR-Patents wurde bis heute beibehalten. Doch blieb es nicht aus, die Kessel details auf Grund des Fortschritts und der zunehmenden Anlagenvielfalt weiterzuentwickeln.

Gute Gründe für den Einsatz von Zweiflammrohr-Kesseln

Eine viel diskutierte Frage ist immer wieder „Wann kann ein Zweiflammrohr-Kessel eingesetzt werden?“. Die Antwort ist: „Immer dann, wenn auf einen zweiten, vollwertigen Standby-Kessel verzichtet werden kann“. Die folgenden Argumente belegen die überragenden Vorteile des Zweiflammrohr-Kessels:

- ▶ Kostengünstiger als zwei Einflammrohrkessel

- ▶ Weniger Platzbedarf
- ▶ Geringerer Installationsaufwand
- ▶ Günstigeres Kesselhaus
- ▶ Einfache Warmhaltung
- ▶ Schnellere Leistungsbereitstellung
- ▶ Geringerer Wartungsaufwand
- ▶ Einfachere Revisionsmöglichkeiten
- ▶ Höhere Betriebsdrücke realisierbar

Einführung in die Problematik des Betriebs von Zweiflammrohr-Kesseln

Natürlich ist es ein wichtiges Funktionskriterium, ob ein Zweiflammrohr-Kessel immer mit beiden Feuerungen simultan betrieben werden muss, oder ob er auch bei unabhängiger Leistungsregelung seiner Brenner bis hin zum Einzelbrennerbetrieb einwandfrei seinen Dienst tut. Hier kommt es – wie sollte es auch anders sein – ganz wesentlich auf die Kesselkonstruktion an.

Zweiflammrohr-Kessel mit Parallelbetrieb der Brenner

Bei Zweiflammrohr-Kesseln mit Parallelbetrieb der Brenner hat sich eine gemeinsame, hintere Rauchgaswendekammer, auch als Wasserrohrumlenkammer ausgeführt, nicht bewährt. Rauchgase aus den Flammrohren werden dort bereits vermischt. Optimale Brennerjustierungen sind kaum möglich. Andererseits können sich die Betriebsfrequenzen beider Feuerungen gegeneinander aufschaukeln. Folge: Brennerjustierungsprobleme, Geräuschbildung, materialbelastende Schwingungszustände. All diese Nachteile entfallen bei Zweiflammrohr-Kesseln, deren Rauchgaswege bis zur Abgaskammer getrennt verlaufen.

Zweiflammrohr-Kessel mit uneingeschränktem Einzelbetrieb der Brenner

Zweiflammrohr-Kessel, die auch mit nur einem Brenner betriebsbereit sein sollen, bedürfen getrennter Rauchgaswege bis hin zur Abgaskammer und erfordern am Kesselende einen abgasseitigen Druck von ≤ 0 mbar. Das allein genügt jedoch nicht. Denn Spannkraft im Kessel, die durch ungleiche Wärmedehnung auftreten, müssen von vornherein konstruktiv neutralisiert sein.

Solches Know-how erkennt man:

- ▶ an großen Abständen zwischen beiden Flammrohren sowie zwischen Flammrohren und Kesselmantel
- ▶ an stabilen Verbindungen beider Flammrohre auch mit dem hinteren Kesselboden
- ▶ an robust eingebetteten Rauchgaswendekammern.

Es gilt, Kesselboden/Flammrohre und Kesselboden/Rauchgaswendekammer steif miteinander zu verankern.

Große Festigkeit besteht, wenn Flammrohre und Rauchgaswendekammer den hinteren Kesselboden durchdringen und dort rundum verschweißt sind. Die Wärmedehnung wird in diesem Fall vom vorderen Kesselboden, dem Dynamik gegeben ist, problemlos absorbiert.

Des Weiteren ist es ein gutes Zeichen, wenn das Kesselwasser ungehindert umlaufen kann, schnell die Heizflächen passiert und so für einen weitestgehend nivellierten Wärmehaushalt im Kessel sorgt. Und das bei jeder Last. Dies betrifft Dampfkessel mit Wassereigenzirkulation, aber auch Heißwasserkessel mit Kesselwasserpumpe. Der Rücklauf eines Zweiflammrohr-Heißwasserkessels wird direkt in die Kesselsohle zwischen die beiden Flammrohre geleitet. Dadurch wird schnell vermischt und auch die Kesselsohle gut durchströmt.

Wasserlenkelemente, die das Zirkulieren des Kesselwassers verbessern, helfen kritische Temperaturgefälle zu vermeiden. Und das ganz besonders in Schwachlastphasen sowie bei Inbetriebnahme bzw. Außerbetriebsetzung eines Kessels.



Aufgesetzter Economiser für uneingeschränkter Einzelbetrieb der Brenner getrennt. Somit ist der Einzelbetrieb der Brenner zulässig.

Abgas-Wärmerückgewinnung an Zweiflammrohr-Kesseln

Schon die Betriebskostenrechnung sagt, dass Kessel hoher Leistung – wie es Zweiflammrohr-Kessel nun mal sind – immer einen Economiser haben sollten. Am besten gleich huckepack verbunden. Zweiflammrohr-Kessel, die zeitweise mit nur einem Brenner arbeiten, haben folgerichtig auch im Economiser getrennte Abgasführungen. Ein freier Abzug der Abgase ist auf Grund eines abgasseitigen Drucks von ≤ 0 mbar am Economiser normal. Es sei denn, strömungshindernde Zusatzaggregate, wie z. B. Abgasschalldämpfer, sind noch zu berücksichtigen. Hier sind im Einzelfall die Widerstände der abgasseitigen Zusatzaggregate zu ermitteln und zu klären, ob diese Widerstände durch den Brenner oder den Kaminzug überwunden werden.

Zwei Arten getrennter Abgasführungen gibt es:

1. Jeweils einen kompletten Economiser für die erste sowie die zweite Feuerung.
2. Einen einzigen Economiser-Körper mit mittiger Abgastrennwand, jedoch durchgehendem Wasserrohrbündel für beide Feuerungen.

Die letzte Variante ist unproblematisch. Als Wärmerückgewinnungssystem für beide Feuerungen berechnet, wird auch bei einem Kesselbetrieb mit Brenner-Einzelregelung die Abgaswärme gut genutzt und das Wasser im Economiser durchweg kontinuierlich aufgeheizt. Es gibt keine stufenweise Erwärmung, und schon gar nicht Dampfschläge.

Regelung für Economiser an Zweiflammrohr-Kesseln

War in früheren Zeiten das Hauptaugenmerk auf den Schutz der dem Economiser nachgeschalteter Komponenten, wie beispielsweise gemauerte Schornsteine, gerichtet, steht heute zunehmend der Wirkungsgrad der Kesselanlage als wichtiges Entscheidungskriterium an erster Stelle.

So sind bei neu zu errichtenden Anlagen die taupunktgefährdeten Teile von Schornsteinen nahezu ausschließlich korrosionsbeständig.

Zur Erzielung eines optimalen Wirkungsgrades ist es am günstigsten, den Economiser in jedem Lastzustand vollständig abgasseitig zu durchströmen, d. h. der Economiser wird unregelt ausgeführt.

Bei Kesselanlagen, die in bestehende, korrosionsgefährdete Abgassysteme eingebunden sind, oder mit Schweröl betrieben werden, ist eine Abgastemperaturregelung zu empfehlen.

Markantes zum Betrieb der Brenner an Zweiflammrohr-Kesseln

Zweiflammrohr-Kessel haben zwei einzelne Brenner und eröffnen somit die Möglichkeit, den Regelungsbereich zu erweitern. Für eine ganze Reihe von Kesselanlagen, wie beispielsweise Heizzentralen, die zwischen Sommer und Winter einen stark variierenden Wärmebedarf zu decken haben, ist ein weitgespannter Regelungsbereich geradezu unabdingbar.

Parallelbetrieb der Brenner

Natürlich gibt es Kesselanlagen, für die niemals Schwachlastphasen in Frage kommen. Da ist das Regeln beider Brenner im Parallelbetrieb gut denkbar. Doch Tatsache ist, dass bei jeder Betriebsstörung eines Brenners wegen stockendem Brennstofffluss oder eines Defektes auch der andere nicht mehr arbeiten kann. Notbetrieb mit nur einem Brenner ist hier nicht möglich, Folgesteuerung der Brenner auch nicht.

Vorteile des Parallelbetriebs findet man nur in den etwas geringeren Anlagekosten: Gebläse, Belastungsregler, Feuerungsautomat sowie Gasfilter, Gasabsperrventil und Gasdruckregler für Gasbrenner können Gemeinschaftsaggregate sein.

Einzelbetrieb der Brenner

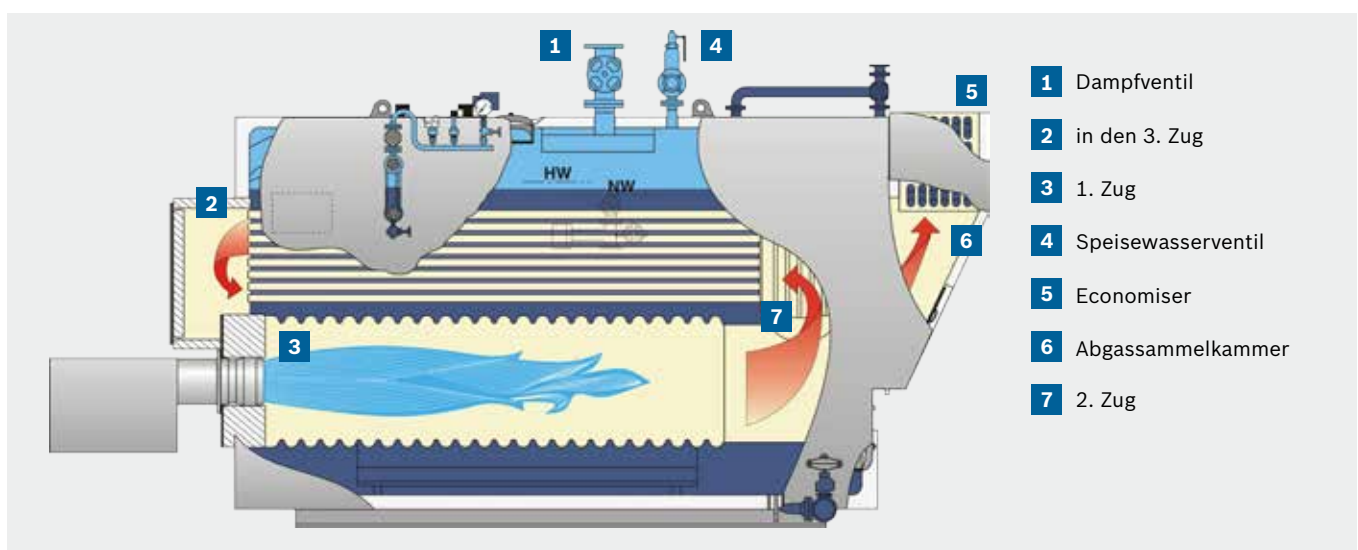
Hier erstreckt sich der Regelungsbereich von der unteren Leistungsgrenze eines Brenners bis hinauf zur maximalen Leistung beider Brenner. Dieser Vorteil setzt voraus, dass

der Zweiflammrohr-Kessel einschließlich seines Economisers weitgehend getrennte Rauchgaswege hat und dass jeder Brenner separat arbeiten kann: autark mit Betriebs- und Regelungsautomatik, Gebläse, Abgaswärmenutzung, Brennstoffversorgung. Wird Gas als Brennstoff gewählt, so gibt es auch getrennte Gasdruckregler. Deren kleinere Nennweiten verbessern zudem das Regelungsverhalten. Automatisches Zu- und Abschalten der Brenner in Abhängigkeit des Wärmebedarfs erfolgt ganz einfach mittels Folgesteuerung, wie es bei Mehrkesselanlagen weitestgehend üblich ist.

Zusammenfassung

Zweiflammrohr-Kessel decken einen hohen Wärmebedarf. Die Praxis zeigt, dass es auch Zeiten gibt, in denen der Betrieb mit nur einem Brenner wichtig ist: in Schwachlastphasen und bei Störungen einer der beiden Feuerungen. Zweiflammrohr-Kessel die einen uneingeschränkten Einzelbetrieb der Brenner zulassen, bieten eine hohe Lastflexibilität und beschränken brennstoffintensive und kesselschleifende EIN/AUS-Schaltungen auf ein Minimum.

Durchgehender Brennerbetrieb aufgrund eines weiten Regelungsbereiches bringt Kontinuität in den Wärmehaushalt der Kessel: Wasserumlauf und Wärmekonvektion werden nicht unterbrochen. Dies verhindert auch Materialspannungen wegen scharfer Temperaturwechsel. Bei der Bewertung unterschiedlicher Zweiflammrohr-Kesselbauarten ist auch ein Augenmerk auf die schadensfreie Lebensdauer zu legen. Das gilt für Dampfkessel ebenso wie für Heißwasserkessel. Ist ein Zweiflammrohr-Kessel für uneingeschränkten Einzelbetrieb der Feuerungen gebaut und zugelassen, so wird dies vom vorprüfenden TÜV testiert. Diesen Nachweis sollte man unbedingt vom Kessellieferanten verlangen. Empfehlenswert ist auch das Besichtigen von Referenzanlagen, die 10 Jahre und länger in Betrieb sind, durch wechselnde Lasten beansprucht werden und einer hohen Jahresnutzung unterliegen. Gerade bei Zweiflammrohr-Kesseln sind Zuverlässigkeit und technisches Know-how nicht zu unterschätzende Auswahlkriterien.



Schnitt durch einen Dampf-Zweiflammrohr-Kessel in Dreizug-Kompakttechnik und huckepackangeschweißtem Economiser. Die beiden Rauchgaswege verlaufen bis hin zum Abgasanschluss getrennt. Somit ist der Einzelbetrieb der Brenner zulässig.

Bosch Industriekessel GmbH

Nürnberger Straße 73
91710 Gunzenhausen
Deutschland
Tel. +49 9831 56253
Fax +49 9831 5692253
vertrieb-de@bosch-industrial.com
Service-Hotline +49 180 5667468*
Ersatzteil-Hotline +49 180 5010540*

Bosch Industriekessel Austria GmbH

Haldenweg 7
5500 Bischofshofen
Österreich
Tel. +43 6462 2527310
Fax +43 6462 252766310
vertrieb-at@bosch-industrial.com
Service-Hotline +43 810 810300**
Ersatzteil-Hotline +49 180 5010540*

info@bosch-industrial.com
www.bosch-industrial.com
www.bosch-industrial.com/YouTube

*0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz; Mobilfunkhöchstpreis 0,42 Euro/Min.

**max. 0,10 Euro/Min. aus dem österreichischen Festnetz

Kosten für Anrufe aus den Mobilfunknetzen und internationale Verbindungen können abweichen.

© Bosch Industriekessel GmbH | Abbildungen nur beispielhaft |
Änderungen vorbehalten | 10/2017 | TT/MKT-CH_de_FB_ZFR_02