

Emissionsminderung und Verbrennungsoptimierung durch gezielte Lufteindüsung mittels Sekundärluftbalken

K. Schneider, Dr. M. Weng (*aixenviro*, Aachen)

1. Einleitung

Ein Großteil der Emissionen von z.B. Stickoxiden, Kohlenmonoxid oder Flugasche entstehen durch ungünstige Strömungszustände und Inhomogenitäten im Feuerraum. Durch dreh- und verschiebbar angeordnete Düsenbalken (Ecotubes) kann zielgerichteter und lokaler Einfluss auf Gasgeschwindigkeiten, Temperaturen oder Sauerstoffgehalte genommen werden.

Dadurch lassen sich Bildung und Abbau von Schadstoffen sowie der Transport von Partikeln in Verbrennungsprozessen kontrollieren und deren Emissionen reduzieren. Darüber hinaus können über die Düsenbalken andere Stoffe wie Wasser, Ammoniak oder pulverförmige Feststoffe wie Harnstoff, Natriumbikarbonat und Kalkprodukte zur aktiven Reduktion von Schadstoffen direkt im Brennkammerinneren eingesetzt werden.

Der Vortrag beschreibt die Wirkungsweise solcher Sekundärluftbalken und erläutert die Auswirkungen auf die Emissionen von Verbrennungsprozessen. Anhand bereits ausgeführter Anlagen werden reale Messwerte vor und nach Installation der Düsenbalken vorgestellt. Die technischen und wirtschaftlichen Folgen dieses neuartigen Verfahrens, etwa hinsichtlich der erzielbaren Feuerungsleistung oder einer Brennstoffsubstitution, werden gegenübergestellt und bewertet.

2. Aufbau der Anlage

Das ECOTUBE® SYSTEM ist eine innovative, kostenwirksame Optimierungsmethode für die meisten Verbrennungsverfahren und besteht im wesentlichen aus ein-/ausfahrbaren Lanzen (Düsenbalken), welche mit mehreren Düsenreihen über den Umfang verteilt, ausgerüstet sind. Luft sowie Flüssigkeiten und feinkörnige Feststoffe können durch die Düsen mit hohem Druck und damit hohen Geschwindigkeiten in das Innere des Kessels eingeblasen werden. Die ECOTUBES werden strategisch innerhalb des Kessel positioniert, so dass die injizierten Stoffe eine radikal verbesserte Mischung der Verbrennungsprodukte ermöglichen, in dem die laminaren Gasstrahlen zerstört werden und sich vollständig gemischte, turbulente Ablaufmuster einstellen.

Das System besteht aus fünf Basiseinheiten, ausgelegt für den jeweiligen Einsatzzweck:

- A Düsenbalken mit Zubehör
- B Steuer- und Kontrollsystem
- C Luftversorgung
- D Kühlwasser System
- E Zusatzeinrichtungen

Jede ECOTUBE® ist ausgerüstet mit:
 Schienensystem inkl. Antrieb zum Ein- und Ausfahren der Lanzen Reinigungsmechanismus, der die Kesselablagerungen beim Einfahren von der Lanzenoberfläche entfernt.

Drehbaren Lanzen mit Düsenreihen für Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe

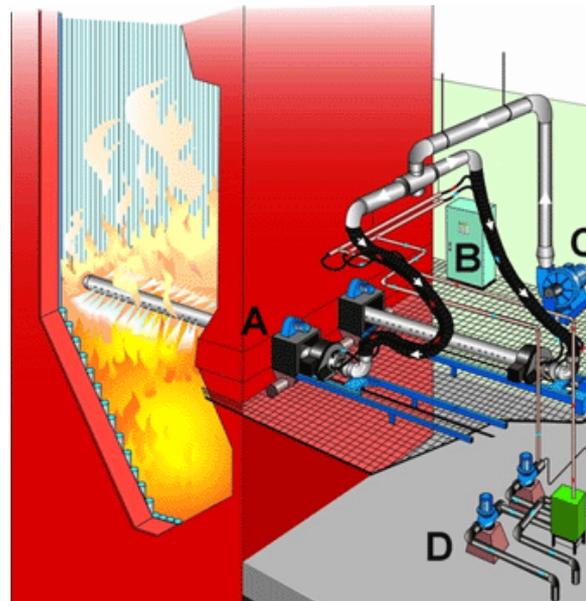


Bild 1: Aufbau eines Düsenbalkensystems

Steuer- und Kontroll-System

Ein PLS-basiertes Monitoring- und Kontrollsystem ermöglicht einen vollautomatischen Betrieb des Lanzensystems. Überwachungs- und Alarmdaten werden zur Leitwarte übertragen.

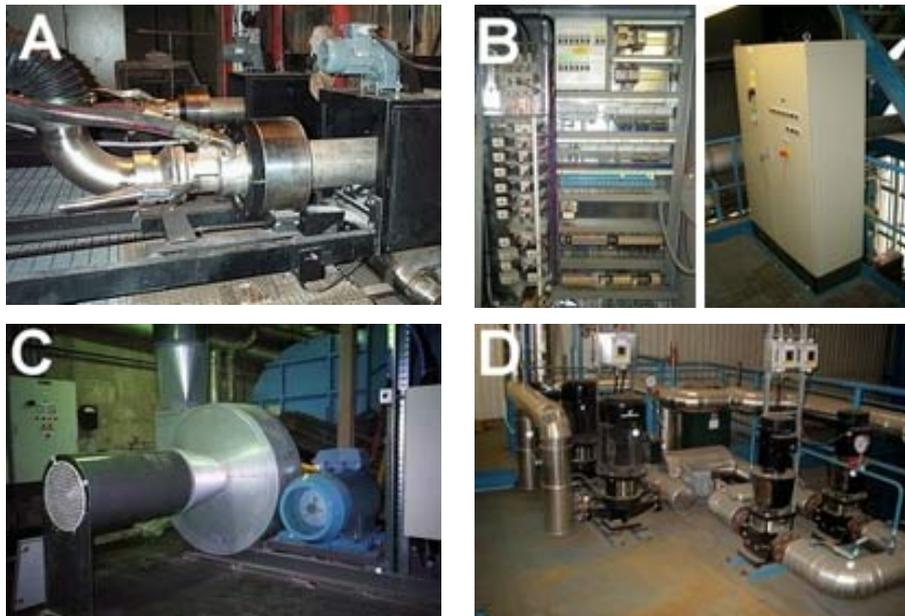


Bild 2: Fotos der Hauptkomponenten

Luftversorgung

Hochdruck-Ventilatorsystem, bestehend aus einem vormontierten Gebläse inkl. Luftleitung und zusätzlichen Komponenten wie Armaturen, Mess- und Regeltechnik etc., sorgt für Turbulenzerhöhung und Vermischung der Rauchgase im Kessel.

Kühlwassersystem

Das Kühlwasser System, welches den ständigen Betrieb von ECOTUBE® innerhalb des Kessels ermöglicht, besteht aus Pumpen, Wärmetauschern und zusätzlichen Komponenten wie Armaturen, Mess- und Regeltechnik etc. Die so ausgekoppelte Wärme kann für verschiedene Zwecke innerhalb des Kraftwerkes eingesetzt werden.

Zusatzeinrichtungen

Unter Zusatzeinrichtungen versteht man die Lager-, Dosier und Förderanlagen für die evtl. aufzugebenden Zusatzstoffe wie Ammoniak oder Feststoffe.

3. Anlagenauslegung und Inbetriebnahme

Zur effektiven Auslegung der Düsenbalken werden sowohl rechnerische Methoden (CFD) angewandt als auch im Vorfeld an bestehenden Anlagen Videountersuchungen durchgeführt und zur Verfügung stehende Betriebs-Messungen ausgewertet. Danach werden Anzahl und genaue Position der Düsenbalken festgelegt. Je nach Größe und Form des Feuerraums werden 1 bis 3 Düsenbalken in vorgegebener Anordnung positioniert. (siehe Bild 3)

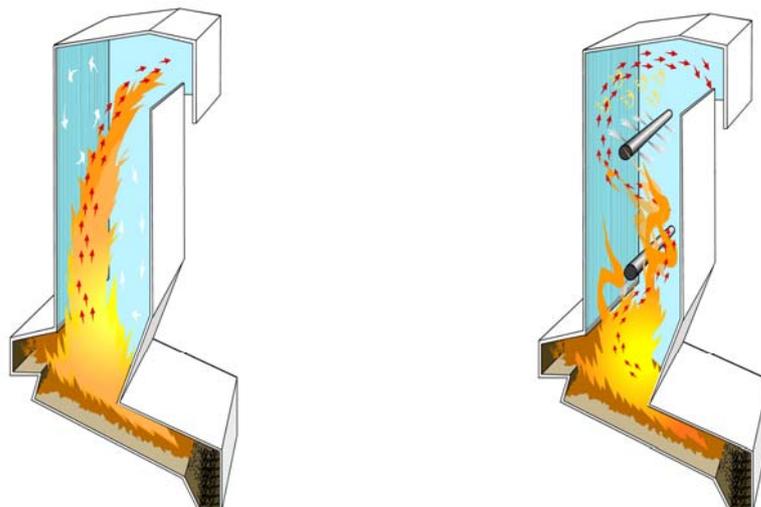


Bild 3: Änderung des Strömungsprofils in einem Feuerraum durch Düsenbalken

Die Kolbenströmung im Kessel wird durch die Vermischung über die Düsenbalken wesentlich vergleichmäßigt, wie auch Bild 4 zeigt:

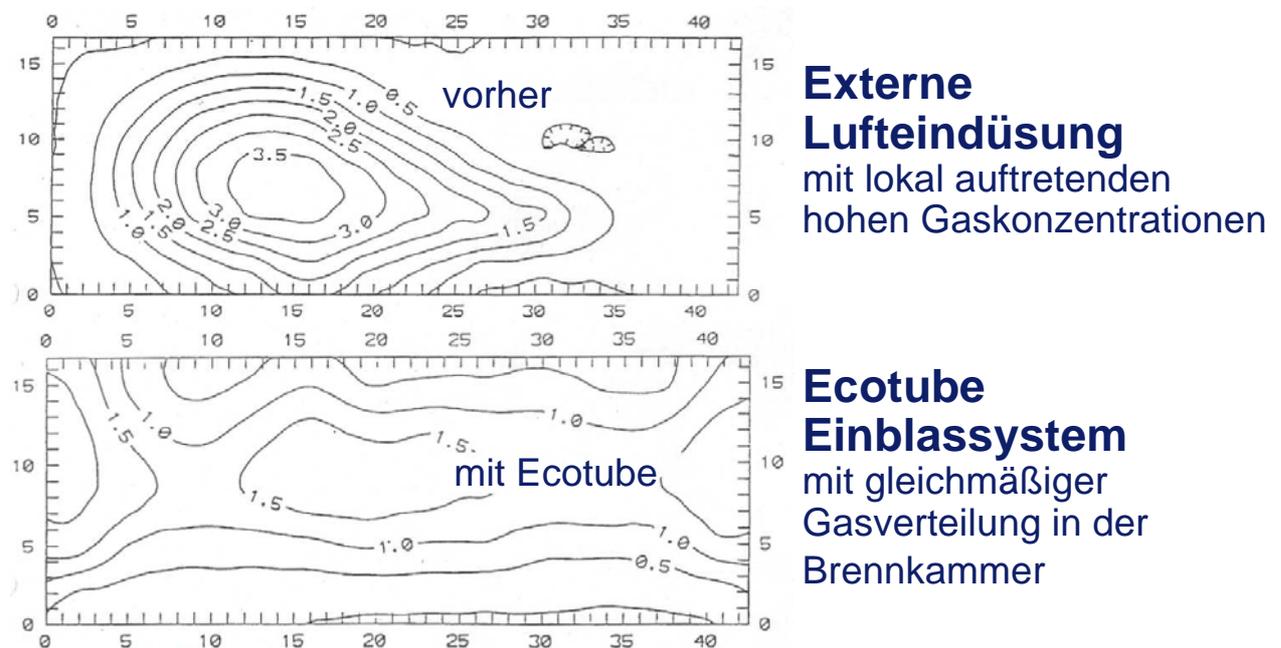


Bild 4: Änderung des Strömungsprofils in einem Feuerraum durch Düsenbalken

4. Ergebnisse

Verschiedene Anlagenergebnisse sollen kurz vorgestellt werden. Insgesamt wurde das System mehr als 25 Mal in bestehende Anlagen integriert. Hierbei handelte es sich meist um Anlagen zur Hausmüll- und zur Biomasse-Verbrennung. Aber auch bei Rost- (Ignifluidfeuerungen) und Staubfeuerungen von Kohle haben sich die Düsenbalken bestens bewährt.

4.1. Einsatzbeispiel Hausmüllverbrennung Econotre

MVA Toulouse Nord (ECONOTRE) mit 2 Linien je 11,4 t/h Durchsatz

Eigentümer: SUEZ

Kessel Alstom + EF + Wäscher 1 Kalk + Wäscher 2 AK für DeSO_x und DeDiox

Anzahl Ecotube: 2 Stück nebeneinander pro Linie

Ergebnisse:

2004: NOx 440 mg/Nm³ **ohne Ecotube** O₂-Bezugswert 11%!

2005: NOx 180 mg/Nm³ **mit Ecotube**

Weitere Vorteile:

- Primärluft Reduzierung um 10%
- Sekundärluft Reduzierung um 50%
- Tertiärluft über 2 Ecotube Eindüsung

- Flugaschemenge um 10% verringert
- 4000 m³/Jahr Wassereinsparung
- Kessel können jetzt mit Nennlast gefahren werden

2007: NOx < 80 mg/Nm³

- Bestätigungstest mit Harnstoff
- Harnstoff-Stöchiometrie kleiner als 2
- Ammoniak Slip < 5 mg vor Wäscher



4.2 Einsatzbeispiel Heizkraftwerk CPCU Paris Nord

2 Kohlekessel (Ignifluid) 340 t/h Dampf +Kalk Eindüsung in den Feuerraum und EF

O₂-Bezugswert 6%

2007 Kessel 3: NOx < 250 mg/Nm³,
2 mit 600l/sh Harnstoff

2007 Kessel 4: NOx < 450 mg/Nm³

2008 Kessel 4: NOx < 150 mg/Nm³
Staub < 50 mg/Nm³

zwei Ecotube + FGR + Harnstoff 150 l/h
O₂ 6% auf 2,5%

2009 Kessel 3: NOx < 150 mg/Nm³
Staub < 50 mg/Nm³

zwei Ecotube + FGR + Harnstoff 150 l/h O₂ 6% auf 2,5%



5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Einsatz von Düsenbalken dem Betreiber eine große Flexibilität bei der Feuerungsoptimierung bietet:

- Überdeckung eines Querschnittsprofils im Feuerraum
- Verbesserung der Verbrennung durch gleichmäßige Geschwindigkeiten
- Reduzierung des Luftüberschusses
- Gleichzeitige Verwendung als
- Eintragorgan für Ammoniak oder Harnstoff (SNCR)
- Eintragorgan für Sorbentien (DeSO_x,) oder Abfallwasser
- Reduzierung der Flugaschemenge

Bisher sind die Möglichkeiten noch nicht vollständig erforscht, es ist jedoch klar, dass eine Beeinflussung der Feuerungsführung im allgemeinen nur durch solche Düsenbalken möglich ist.

Literaturhinweise:

- [1] 10.VDI-Fachkonferenz, Feuerung und Kessel – Beläge und Korrosion - in Großfeuerungsanlagen, 07./08. Juni 2011 in Kassel: „Experience with a new Combustion-Tool (Ecotube) after 6 years commercial Operation in a French WtE-Plant“
- [2] 6. Fachtagung: Trockene Abgasreinigung für Feuerungsanlagen und Thermische Prozesse, 11./12. November 2010 in Essen (Haus der Technik): „Das ECOTUBE[®] – System: Erfahrungen mit einem innovativen System zur Emissionsminderung und Optimierung der Verbrennung in MVA´s und kohlegefeuerten Heizkraftwerken“
- [3] XXXVII. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 18./19. Oktober 2005 in Dresden: „ Ein innovatives System zur Optimierung von Verbrennungsverfahren & Emissionsminderung“

Referent und Auto: Dipl.-Phy.-Ing. Klaus Schneider

KS-Engineering GmbH & Ingenieurbüro Klaus Schneider, Köln +
aixenviro, Aachen

Mitautoren: Dr. Martin Wenig, aixprocess GmbH, Aachen + aixenviro, Aachen
Stefan Tschunko, aixprocess GmbH