

Verbundvorhaben: Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV) auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen;

### **Teilvorhaben 2: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von Gassensorik an Biomassefeuerungen**

Projektträger: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR);

Förderkennzeichen.: 22038718, Laufzeit: Apr. 2019-März 2022

## **Verbrennungsluftregelung für die Scheitholz-Einzelraumfeuerung**

Im Feuerungstechnikum des Instituts für Sensor- und Informationssysteme (ISIS) wurde mit Unterstützung der Brunner GmbH, Eggenfelden, eine Einzelraum-Scheitholzfeuerungsanlage aufgebaut, die durch eine Sensor gestützte Verbrennungsluftregelung mit Datenerfassungssystem ergänzt wurde.

### **Untersuchungen zur Sensitivität und Stabilität von CO/HC-Abgassensoren**

Verschiedene Typen von Mischpotenzialsensoren (Lamtec Meß- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH&Co KG) für die kontinuierliche Erfassung der un- oder teilverbrannten Gaskomponenten (CO/HC) im Abgas (CO, CH<sub>4</sub>, Formaldehyd, PAK, usw.) wurden im Abgasrohr der Feuerungsanlage in ca. 40 Feuerungsexperimenten über mehr als 160 Stunden betrieben. Anhand von zwischenzeitlichen Sensitivitätstest in Modellgasen wurde nachgewiesen, dass bei Betrieb nach einem am ISIS modifizierten Verfahren die Langzeitstabilität einiger Sensortypen sehr gut ist, so dass die Untersuchung der Praxistauglichkeit in Feldtests begonnen werden konnte.

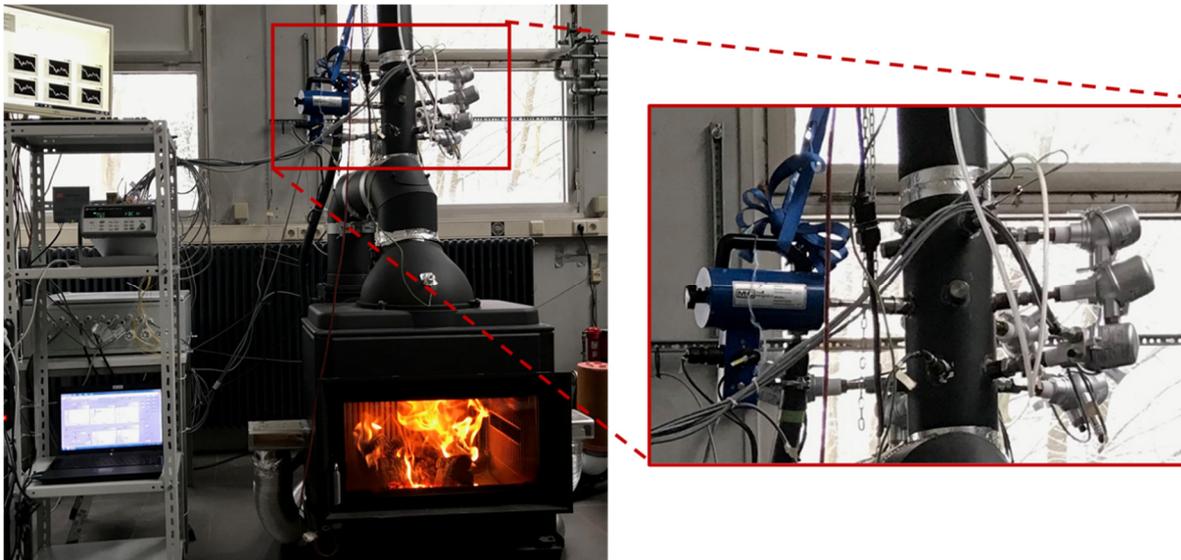


Abb.1: Feuerungsexperimente mit einer HKD7 Scheitholz-Einzelraumfeuerstätte (Brunner GmbH, Eggenfelden) im Technikum des ISIS . Im Abgasrohr sind die zu Testzwecken gleichzeitig betriebenen Abgassensoren und die Gas Entnahmevorrichtung für die Abgasanalyse (Gasmeter, Ansyco GmbH, Karlsruhe, nicht dargestellt) zu sehen.

## Automatisierte Verbrennungsluftregelung für Scheitholzfeuerstätten mit Oxidationskatalysator entwickelt

Eine Einzelraumfeuerstätte (HKD7, Brunner GmbH, Eggenfelden) wurde mit Sensoren für Verbrennungstemperatur, Restsauerstoffkonzentration und Gehalt an CO/HC im Abgas und mit einem Oxidationskatalysator (EmTechEngineering GmbH, Leipzig) nachgerüstet bzw. durch motorgetriebene Stellglieder und Luftmassenströmungssensoren (HFM7, Bosch GmbH) zur Regelung der Verbrennungsluftströme für Primär- und Sekundärluft ergänzt (Abb. 2). Für die verschiedenen Phasen der Verbrennung, beginnend mit dem Zünden der kalten Feuerstätte, wurden für alle Verbrennungsphasen spezifische Software-Algorithmen zur Regelung der Verbrennungsluftströme entwickelt. Diese hatten zum Ziel, die Verbrennungsqualität zu optimieren und auf diese Weise die Emissionen zu minimieren.

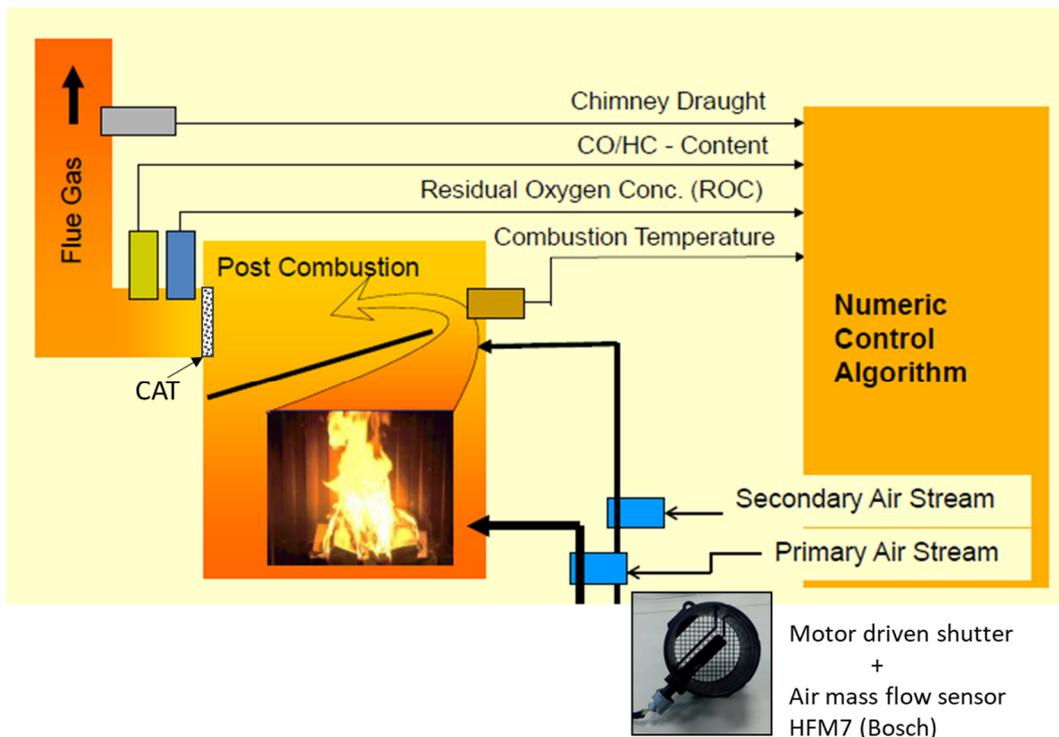


Abb. 2: Schematischer Aufbau der automatisierten Verbrennungsluftregelung.

**Ergebnis-Zwischenstand:** Anhand kontinuierlicher Analyse der Abgaszusammensetzung (FTIR Spektrometer Gaset, Ansyco GmbH, Karlsruhe) wurde gezeigt, dass über das gesamte Feuerungsexperiment in der Zündphase und nach dem Nachlegen auf Glut sehr kurzzeitige CO-Emissionsspitzen bis ca.  $1500 \text{ mg/m}^3$  auftreten können, die CO-Konzentrationen in den übrigen Zeitbereichen jedoch typisch im Bereich zwischen  $35 \text{ mg/m}^3$  und  $500 \text{ mg/m}^3$  liegen. Werden diese bereits außerordentlich niedrigen Emissionswerte, wie bei Holzfeuerungsanlagen üblich, auf 13 Vol% Restsauerstoffkonzentration bezogen, ergeben sich nochmals ungefähr 20-40% geringere Werte.

Die nach dem aktuellen Entwicklungsstand ermittelten Emissionen liegen bereits weit unterhalb des Grenzwertes von  $1250 \text{ mg/m}^3$  für CO, der nach der 1. BImSchV in Labor-Prüfverfahren von der aufgeheizten Feuerstätte ohne Berücksichtigung der Zünd- und Nachlege-Emissionsspitzen einzuhalten ist.

### Test- und Regeneriersystem für CO/HC-Mischpotenzial-Gassensoren

Im Rahmen der Dissertation von Xin Zhang (Electrochemical and Structural Investigations of a layered Au,Pt-YSZ Mixed Potential Gas Sensor Electrode; Bereich Mathematik und

Naturwissenschaften der TU Dresden, 2018) wurde am ISIS ein elektrochemisches CO/HC-Sensor Test- und Regenerierverfahren für die CO/HC-Sensoren entwickelt. Dieses Verfahren ermöglicht es, an im Abgasrohr installierten Sensoren bei Umgebungsluft, also in Stillstandsphasen der Feuerstätte, Sensitivitätsveränderungen infolge Alterung zu bestimmen und ggfls. das Sensorelement zu regenerieren. Dieses neuartige Verfahren wurde bereits in ein Test- und Regeneriersystem überführt, das im nächsten Schritt in die Verbrennungsluftregelung integriert werden soll.

### **Demonstrationsmessungen an einer Feldanlage**

Das neuartige Feuerungsprozess-Regelungssystem wurde zu Feldtests in das Feuerungstechnikum der Brunner GmbH überführt und vom Kooperationspartner an der baugleichen HKD7-Feuerstätte bereits erfolgreich anhand von ganztägigen Abbrandsequenzen über mehrere Tage unter Natur-Kaminzugbedingungen getestet. Von diesen noch laufenden Feldtests werden weitere Aufschlüsse im Hinblick auf die Anpassung der Algorithmen an das Nutzerverhalten, die Langzeit-Stabilität der CO/HC-Sensoren und den Einfluss des Oxidationskatalysators auf die Emissionen erwartet.

### **Weiterführende Informationen**

Heinz Kohler, Andreas Potreck, Thomas Trautmann; Verfahren und Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen, EP 2 066 972 B1

P. Butschbach, F. Hammer, H. Kohler, A. Potreck, Th. Trautmann; Extensive reduction of toxic gas emissions of firewood-fueled low power fireplaces by improved in situ gas sensorics and catalytic treatment of the exhaust gas, Sensors and Actuators B137(1) (2009) 32-41.



Kontakt:

Prof. Dr. Heinz Kohler

Inst. für Sensor- und Informationssysteme

Hochschule Karlsruhe

Moltkestr. 30

D-76133 Karlsruhe (Germany)

e-mail: heinz.kohler@h-ka.de