Experimentelle und messtechnische Ausstattung

Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

www.gwi-essen.de

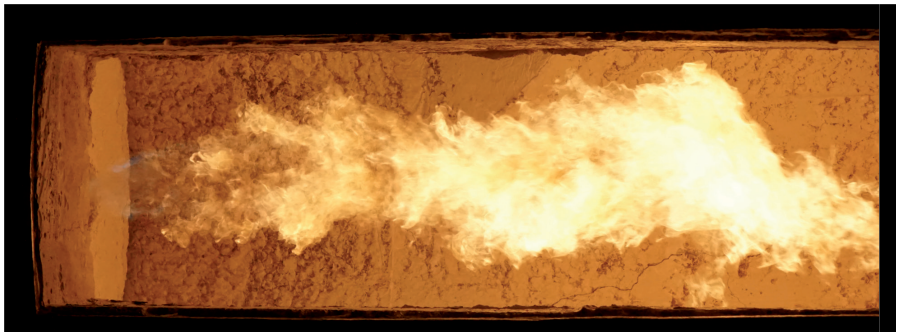
Für die Betreiber von thermoprozesstechnischen Anlagen, aber auch für Brennerhersteller, bietet das GWI verschiedene Prüfstände und Messeinrichtungen an, um die Energieeffizienz, die Schadstoffemissionen und die Einbindung alternativer Brennstoffe in Industrieprozesse zu untersuchen. Hierzu zählen zwei leistungsfähige, mit moderner Messtechnik ausgestattete Hochtemperaturversuchsöfen mit einer Feuerungsleistung von bis zu 1,3 MW.

Für die messtechnische Untersuchung von Hochtemperaturprozessen mit großer Brennerleistung und hoher Luftvorwärmung steht der Versuchsofen 1 zur Verfügung, welcher mit verschiedenen Brenngaszusammensetzungen betrieben werden kann. Durch fünf Beobachtungsfenster (Ø 250 mm) und 13 kleinere Probeentnahmeöffnungen (Ø 50 mm) ist der Zugang zum Feuerungsraum sowohl für Sonden als auch für optische Messverfahren gegeben.

Versuchshalle für den Bereich Industrie- und Feuerungstechnik

Hochtemperaturversuchsofen 1

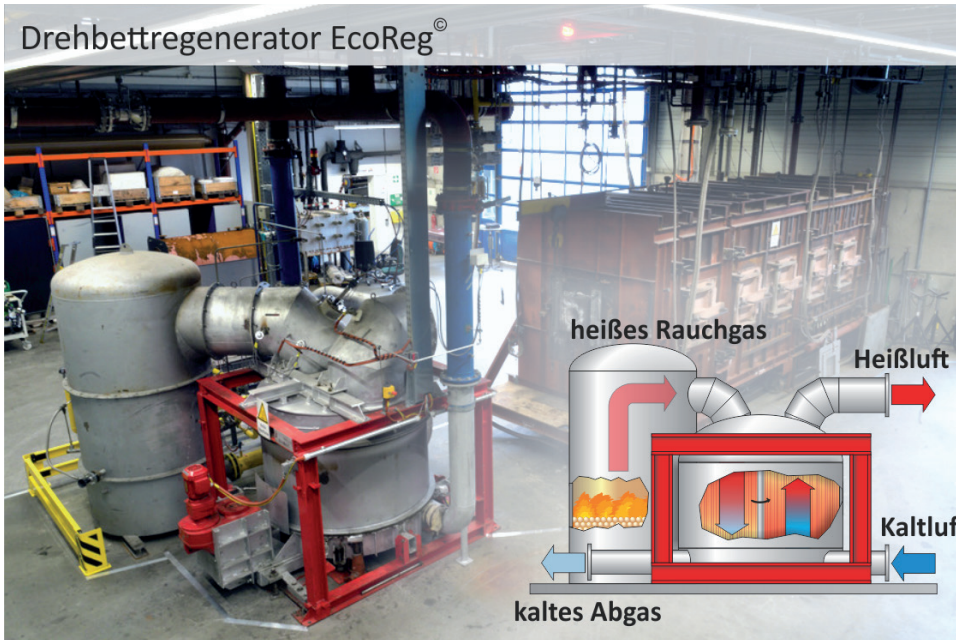
Max. Feuerungsleistung:	1,3 MW
Max. Ofenraumtemperatur:	1.600 °C
Max. Luftvorwärmung:	1.250 °C
Abmessungen L x B x H:	5 m x 1 m x 1,2 m
Brennstoff:	Erdgas, Heizöl EL, Gasgemische
Oxidator:	Luft, Sauerstoff, O_2-angereicherte Luft



Hochtemperaturversuchsofen 1

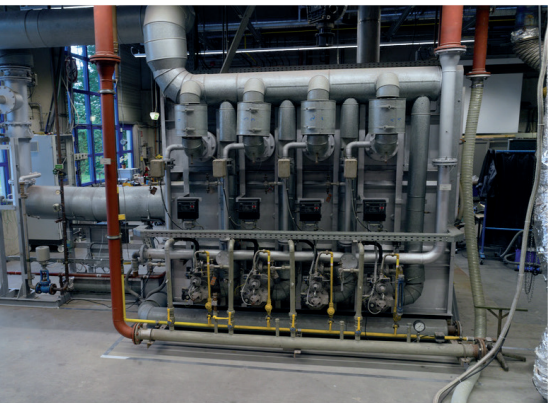
Typische Betriebszustände, wie sie bei Hochtemperaturprozessen, z. B. in Glasschmelzwannen, auftreten, können mit Hilfe einer Luftvorwärmung realitätsnah nachgestellt werden. Ein angekoppeltes Kühlsystem, bestehend aus fünf variabel einsetzbaren, wassergekühlten Edelstahlrohren, ermöglicht es, die Ofenraumtemperatur bei verschiedenen Betriebszuständen konstant zu halten.

Für experimentelle Untersuchungen in unteren Leistungsbereichen von bis zu 300 kW und einer Luftvorwärmung von maximal 550 °C steht dem GWI ein weiterer Hochtemperaturversuchsofen zur Verfügung, welcher sich durch besonders flexible Einsatzmöglichkeiten auszeichnet.



Drehbettregenerator zur Luftvorwärmung bis zu 1.250° C

Die Beheizung erfolgt dabei durch vier auf der unteren Ebene des Versuchsofens installierte und mit Erdgas befeuerte Strahlheizrohre. Diese Versuchsanlage kann direkt oder indirekt bis 1.300 °C beheizt werden und bietet somit nicht nur die Möglichkeit für Brenneruntersuchungen, sondern auch für die thermische Behandlung von Wärmgut. Das integrierte Luftkühlsystem, welches sich in der oberen Ebene des Versuchsofens befindet, sorgt bei Untersuchungen mit variablen Betriebsleistungen für eine konstante Ofenraumtemperatur. Durch ein großzügiges Beobachtungsfenster (200 mm x 600 mm) und sechs kleinere Probeentnahmestellen (Ø 50 mm) ist auch bei diesem Versuchsofen die Zugänglichkeit sowohl für optische als auch nicht-optische Messverfahren in vollem Umfang gegeben.



Hochtemperaturversuchsofen 2

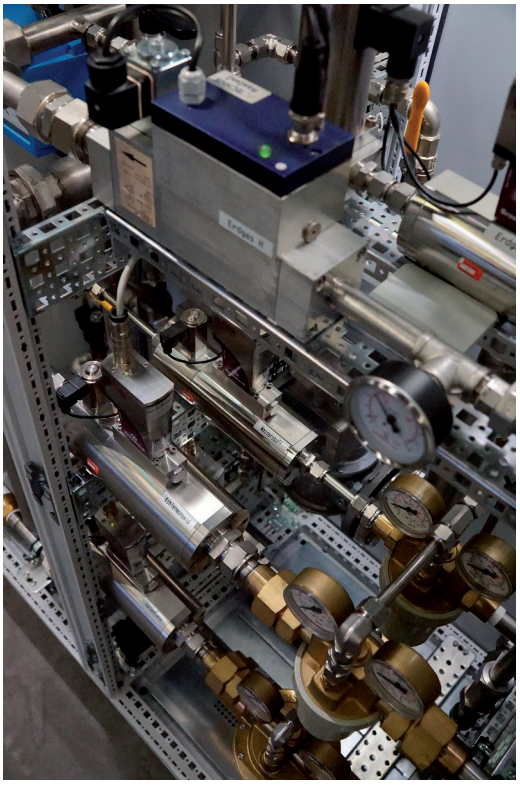
Max. Feuerungsleistung:	300 kW
Max. Ofenraumtemperatur:	1.300 °C
Max. Luftvorwärmung:	550 °C
Abmessungen L x B x H:	2,7 m x 1,2 m x 1,8 m
Brennstoff:	Erdgas, Heizöl EL, Gasgemische
Oxidator:	Luft, Sauerstoff, O_2-angereicherte Luft

Hochtemperaturversuchsofen 2

Die eigens für die hohen Ansprüche des Versuchsbetriebs konzipierten Gasmischanlagen ermöglichen die Herstellung synthetischer Gemische in kleinen und großen Gasmengen. Je nach erforderlicher Gaszusammensetzung können auch Versuche mit niederkalorischen Gasen bei einer hohen Brennerleistung durchgeführt werden. Die Einstellung der jeweiligen Gasvolumenströme erfolgt rechnergesteuert über moderne Massendurchflussregler. Die Messbereiche der jeweiligen Gase sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Gaskomponente	min.	max.
Erdgas H	0,1 m^3_N/h	130 m^3_N/h
Kohlendioxid (CO_2)	0,1 m^3_N/h	100 m^3_N/h
Kohlenmonoxid (CO)	0,3 m^3_N/h	100 m^3_N/h
Propan (C_3H_8)	0,1 m^3_N/h	6 m^3_N/h
Stickstoff (N_2)	0,1 m^3_N/h	300 m^3_N/h
Wasserstoff (H_2)	0,1 m^3_N/h	330 m^3_N/h

Alternative Brenngase, wie beispielsweise Wasserstoff, Hochofengas, Biogas, etc. können so unter realen Prozessbedingungen getestet werden und damit Brennersysteme hinsichtlich ihres Verbrennungs- und Emissionsverhaltens messtechnisch untersucht werden.



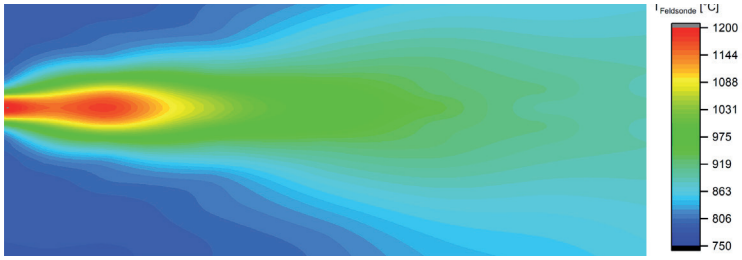
Gasmischanlage 1 für grosse Gasmengen

Messtechnische Ausstattung und Methoden

Neben der Messung der Schadstoffemissionen im Kamin sind an den Hochtemperaturanlagen des GWIs noch weitreichendere Methoden zur Untersuchung von Verbrennungsprozessen möglich. Mit Hilfe von wassergekühlten Sonden können sowohl Spezieskonzentrationen als auch Gastemperaturen gemessen werden. Mittels zweidimensionaler Feldmessungen können somit Konturplots von Temperaturen und relevanten Konzentrationen (CO_2, CO, CH_4, H_2, NO, NO_2 und O_2) im Ofenraum erstellt werden.

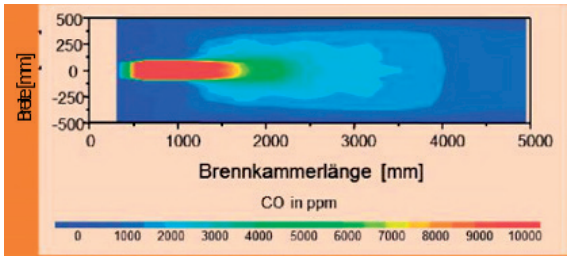
Ein weiteres messtechnisches Verfahren zur Evaluierung von Verbrennungsprozessen stellt die UV-Flammenvisualisierung dar. Flammeneigenschaften, wie etwa die Flammenform, -stabilität oder -länge, können so ermittelt werden. Im „kalten Ofen“ sind Flammen vor dem Hintergrund kalter Ofenwände gut sichtbar. Steigt die Ofenwandtemperatur jedoch über 900 °C, ist die Wandstrahlung im sichtbaren Spektrum so groß, dass die Flammen mit bloßem Auge kaum bis gar nicht mehr zu erkennen sind. Durch die Verwendung eines speziellen optischen Lichtfilter- und Verstärkungssystems kann jedoch in einem sehr engen Bereich des UV-Spektrums, in dem die Wandstrahlung keine Rolle spielt, ausschließlich die Flamme selbst dargestellt werden.

Ermittlung der Temperaturverteilung im Ofenraum



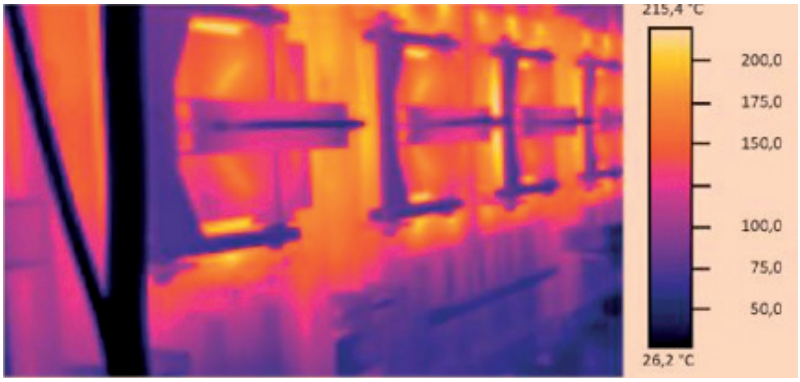
Konturplot einer 2-dimensionalen Temperaturmessung

Vermessung der Flamme anhand der CO-Konzentration

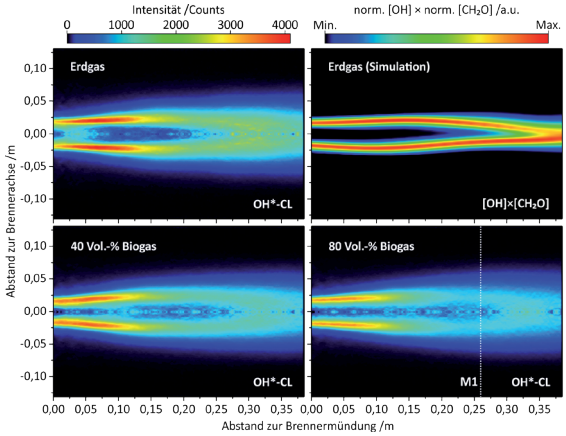


Konturplot einer 2-dimensionalen CO-Feldmessung

Dies wird möglich durch die Ausnutzung der Chemilumineszenz. Das in der Flamme entstehende OH-Radikal entwickelt dabei ein charakteristisches Eigenleuchten bei einer Wellenlänge von 306,4 nm. Auf diese Weise können Aussagen über die Flammenform und -länge getroffen werden. Des Weiteren stehen Brenngas- und Abgasanalysegeräte als auch Drucksonden für die Geschwindigkeitsbestimmung (Staurohr, Prandtl-Sonde) zur Vervollständigung der messtechnischen Erfassung zur Verfügung.



Beispiel für eine thermografische Auswertung



Flammenvisualisierung mittels OH-Kamerasystem

Impressionen der Arbeiten am GWI und an Industrieanlagen vor Ort

Unsere qualifizierten Mitarbeiter verfügen über langjährige Erfahrung in der Anwendung der genannten Messtechnik und führen alle Messungen auch an Industrieanlagen vor Ort durch.

Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. | Hafenstraße 101 | 45356 Essen

Wir helfen Ihnen gerne bei der Lösung Ihrer Herausforderungen – sprechen Sie uns an!

Abteilungsleiterin Industrie- und Feuerungstechnik

Dr.-Ing. Anne Giese

Telefon: 0201 3618-257

anne.giese@gwi-essen.de