Fraunhofer IKTS

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS

Dr. Uwe Petasch, Stephanie Schlotza, Jörg Adler

Potenziale eines integrierten Abgasbehandlungssystems für die Emissionsminderung bei Einzelraumfeuerstätten

Potenziale eines integrierten AGN-Systems für Einzelraumfeuerstätten

Gliederung

- **Hintergründe und Motivation**
- **Konzept für ein integriertes Abgasnachbehandlungssystem für Einzelraumfeuerstätten**
  - Minderung von Partikel-, CO und HC-Emissionen
- **Entwicklung und Grundcharakterisierung von Schaumkeramikfiltern und -katalysatoren**
  - Entwicklung Filtermedien und Optimierung Filtereigenschaften
  - Katalytische Funktionalisierung und Charakterisierung des katalytischen Verhaltens
- **Erprobung des integrierten Abgasbehandlungssystems im Feuerstättenbetrieb**
  - Erprobung des Abgasbehandlungssystems und Adaption an Feuerstättenbetrieb
  - Funktionsprüfung in erweiterter Typprüfung nach „Blauem Engel“
- **Zusammenfassung**

 © Fraunhofer

Hintergründe und Motivation

Abgas-Schadstoffe bei der Holzverbrennung

- **Fest („Feinstaub“):** Asche, Ruß, HC-Verbindungen
- **Flüssig (Tröpfchen-Aerosole):** Asche, HC-Verbindungen
- **Gasförmig:** CO, HC-Verbindungen, NO_x

Parameter	1. BImSchV, Stufe 2	EU 2015/1185	Blauer Engel DE-ZU 212
Staub-Massegehalt	0,04 g/m³	0,04 g/m³	0,015 g/m³
Staub-Partikelanzahl	Keine Vorgabe	Keine Vorgabe	3 x 10^6/cm³
CO-Massegehalt	1,25 g/m³	1,5 g/m³	0,50 g/m³
OGC-Massegehalt	Keine Vorgabe	0,12 gC/m³	0,07 gC/m³
NOx-Massegehalt	Keine Vorgabe	0,2 g/m³	0,18 g/m³
Wirkungsgrad	> 75 %	Keine Vorgabe	> 75 % (Nenn- und Teillast)

 © Fraunhofer

Konzept für integriertes Abgasnachbehandlungssystem

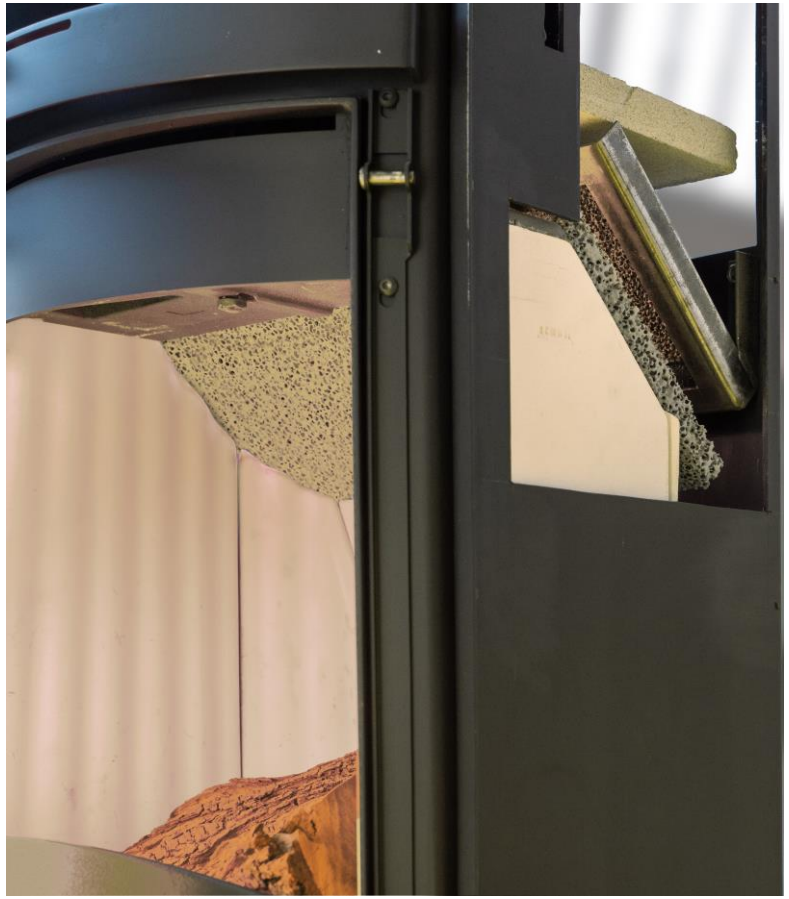
Projekt „CleanKFA“

Zielstellung

- Entwicklung einer integrierten Abgasbehandlungstechnik für Scheitholz-Einzelraumfeuerungsanlagen
- Kombination von keramischem Feinstaubfilter- und Katalysatortechnologie

Anforderungen

- Hohe Wirksamkeit für Schadstoffreduzierung
  - ➢ Senkung der Staub-, CO- und HC-Emissionen
  - ➢ Orientierung an Grenzwerten Blauer Engel
- Beachtung nutzertypischer Bedingungen
- Langzeitstabilität in Anwendung
- Akzeptiertes Kostenniveau



 © Fraunhofer

Konzept für ein integriertes Abgasnachbehandlungssystem

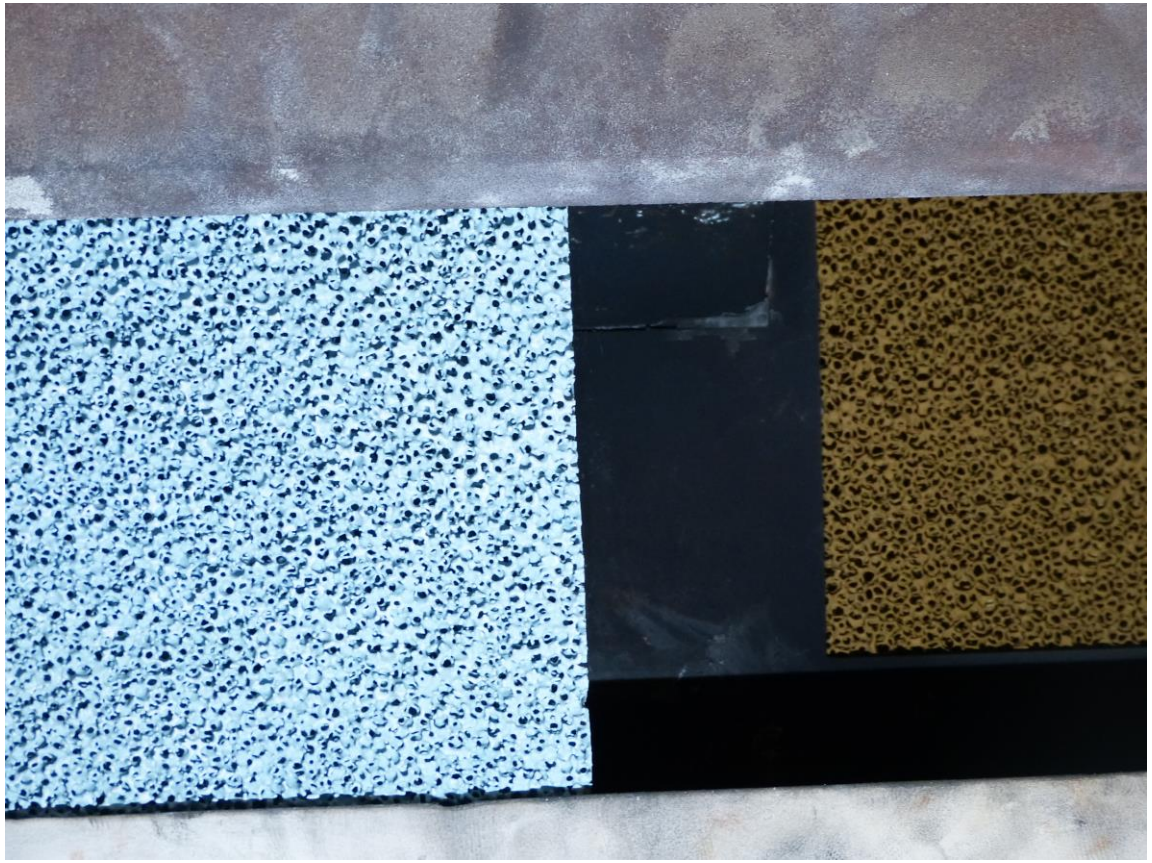
Feuerstätte mit integrierten Abgasbehandlungskomponenten als Prüfanlage

Integration Abgasbehandlungssystem in Feuerstätte

- Kaminofen 5 kW als Prüfanlage
- Schaumkeramik-Feinstaubfilter oberhalb Feuerraum
- Katalysator nachgeschaltet zum Feinstaubfilter
- Trennung von Katalysator und Filter

  ➔ Schutz vor Übertemperaturen und Vergiftung
- Bypass – um Katalysator
- Einbau zusätzliche Wärmespeicherelemente

  oberhalb Katalysator für Temperaturhomogenisierung



 © Fraunhofer

Entwicklung von Schaumkeramikfiltern und -katalysatoren

Herstellung keramischer Schäume

Konfektionierung Polymerschaum

↓

Keramische Suspension

↓

Beschichtung Schaumstege

↓

Sinterung Schaumkeramik

↓

Washcoatbeschichtung

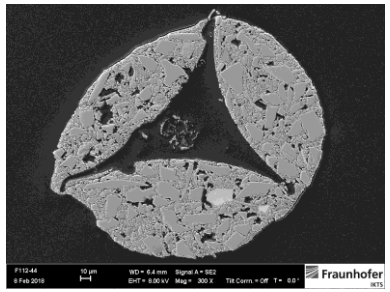
↓

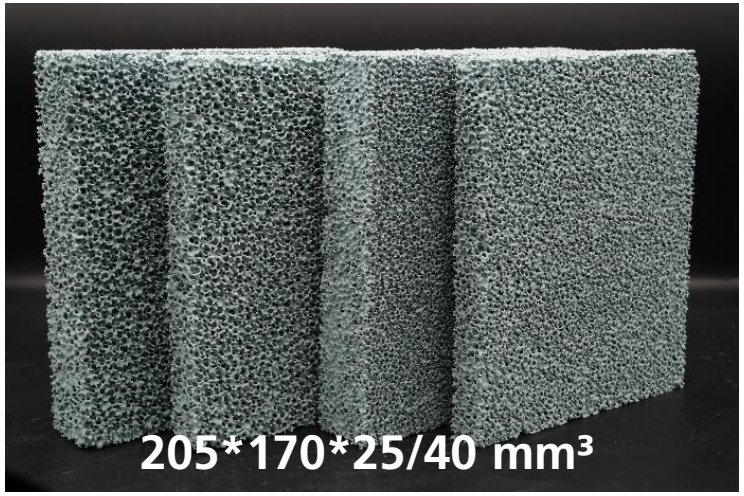
Calcinierung Washcoat

Filterplatten

- **SB-SiC**
- **Zellweiten:**

  ppi 10, 15, 20

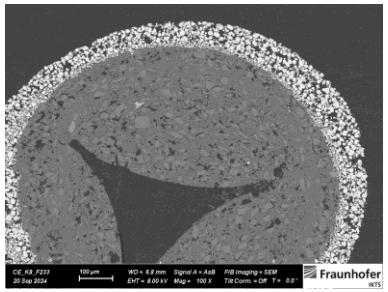


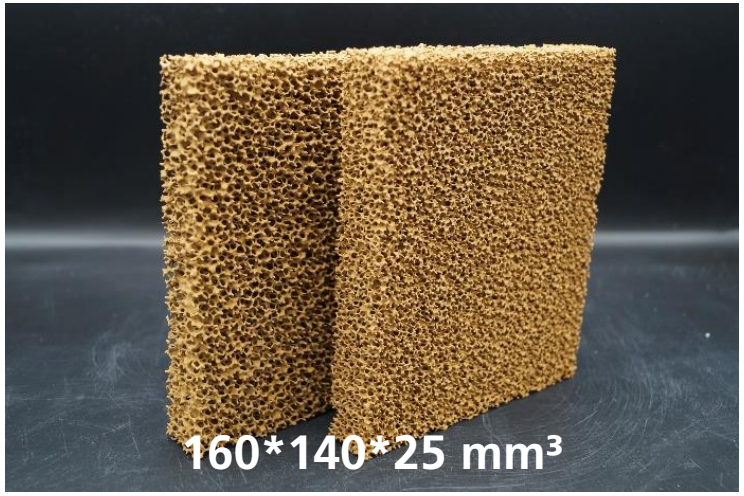


Katalysatorplatten

- **Cordierit**
- **Zellweiten:**

  ppi 10, 15





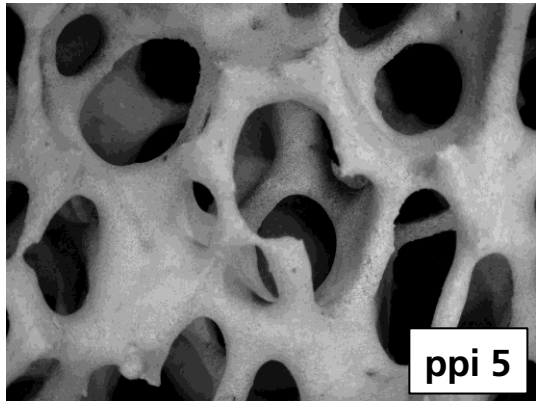
K. Schwartzwalder, A. Somers, Method of making porous ceramic articles, US 3.090.094

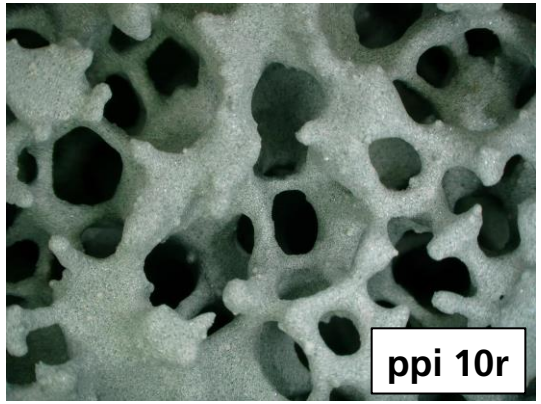
 © Fraunhofer

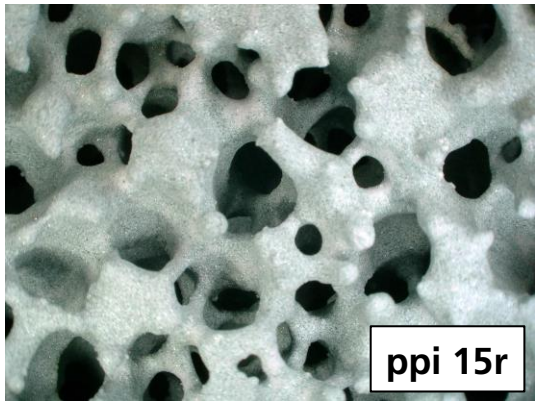
Entwicklung und Grundcharakterisierung von Schaumkeramikfiltern

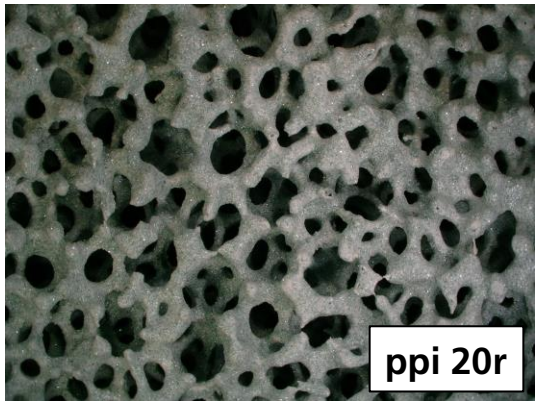
Materialparameter Schaumkeramikfilter

Zellstruktur Schaumkeramikfilter

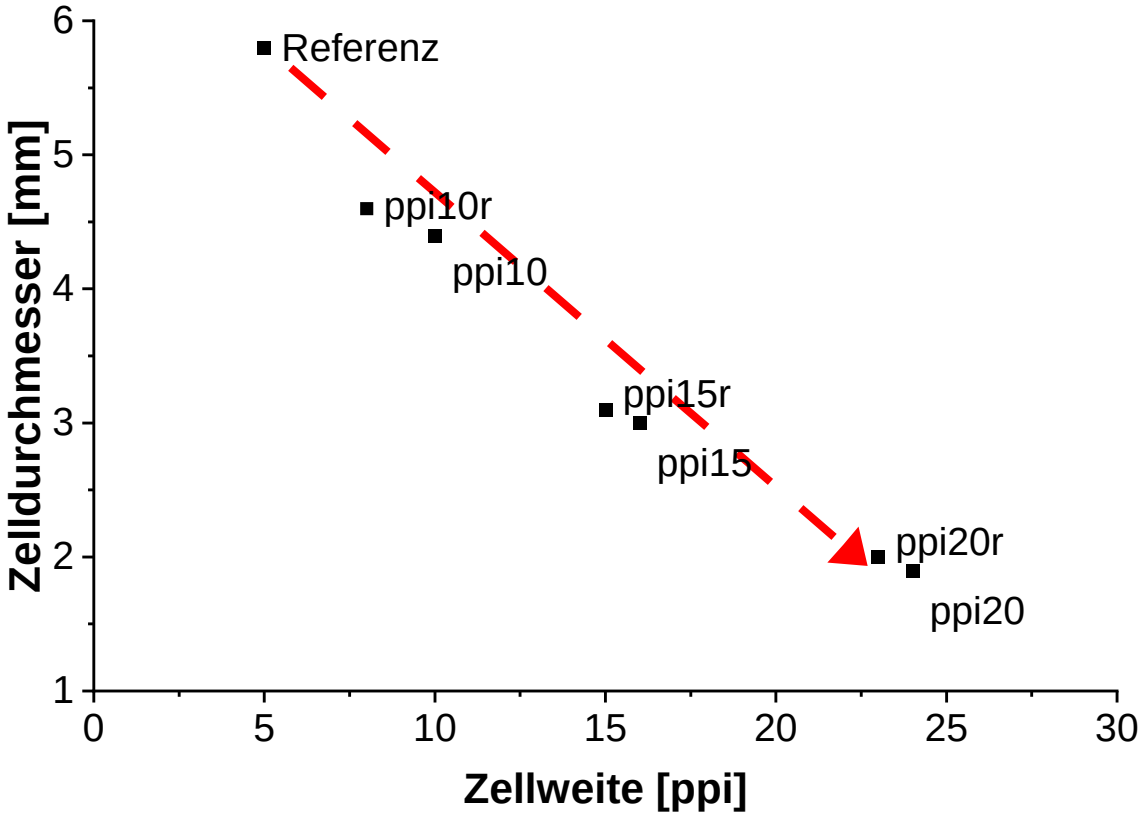








Geometrieeigenschaften

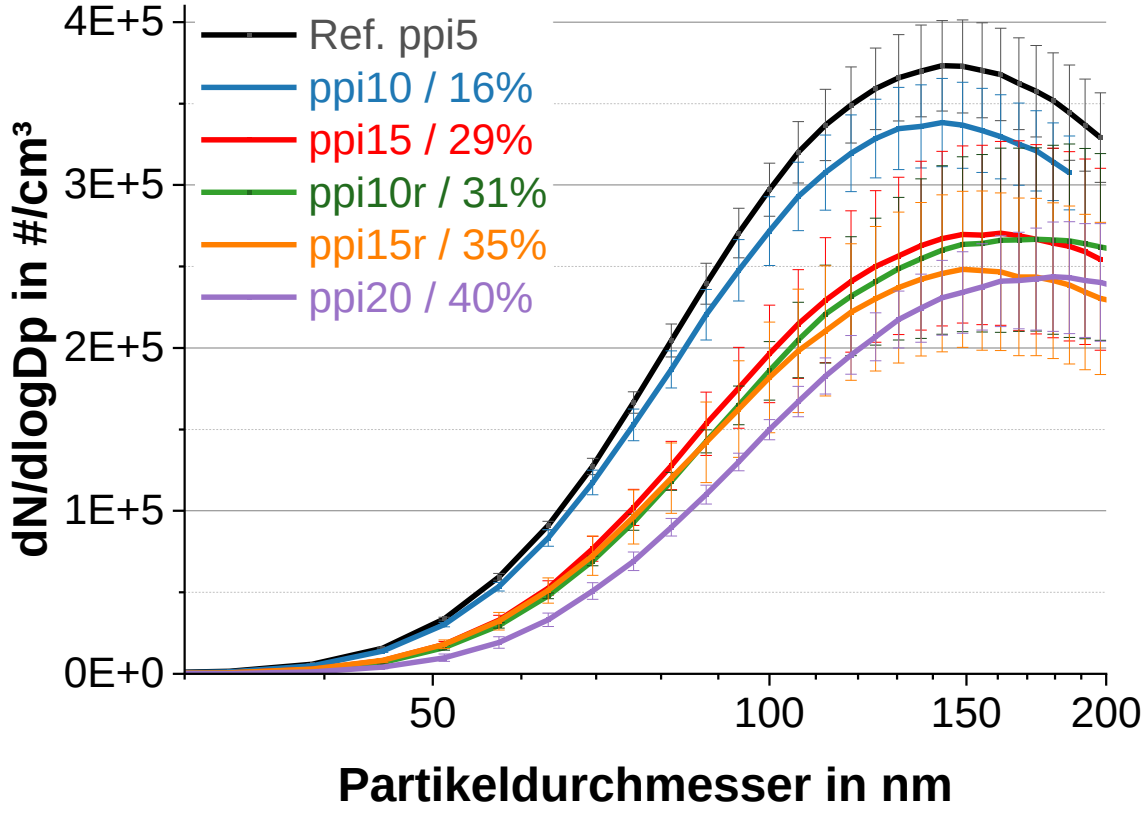


 © Fraunhofer

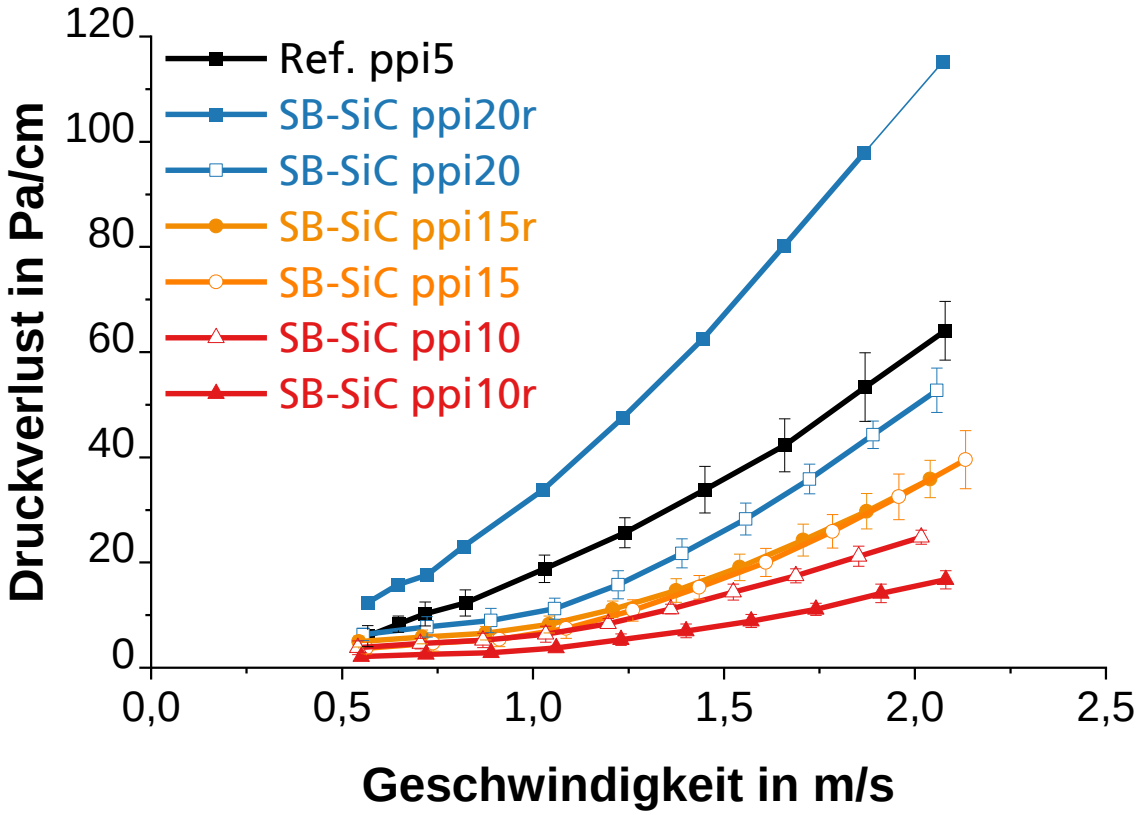
Entwicklung von Schaumkeramikfiltern

Laborvergleich Filtereigenschaften von Schaumkeramiken

Filtrationsverhalten / Abscheideleistung



Gegendruckverhalten



 © Fraunhofer

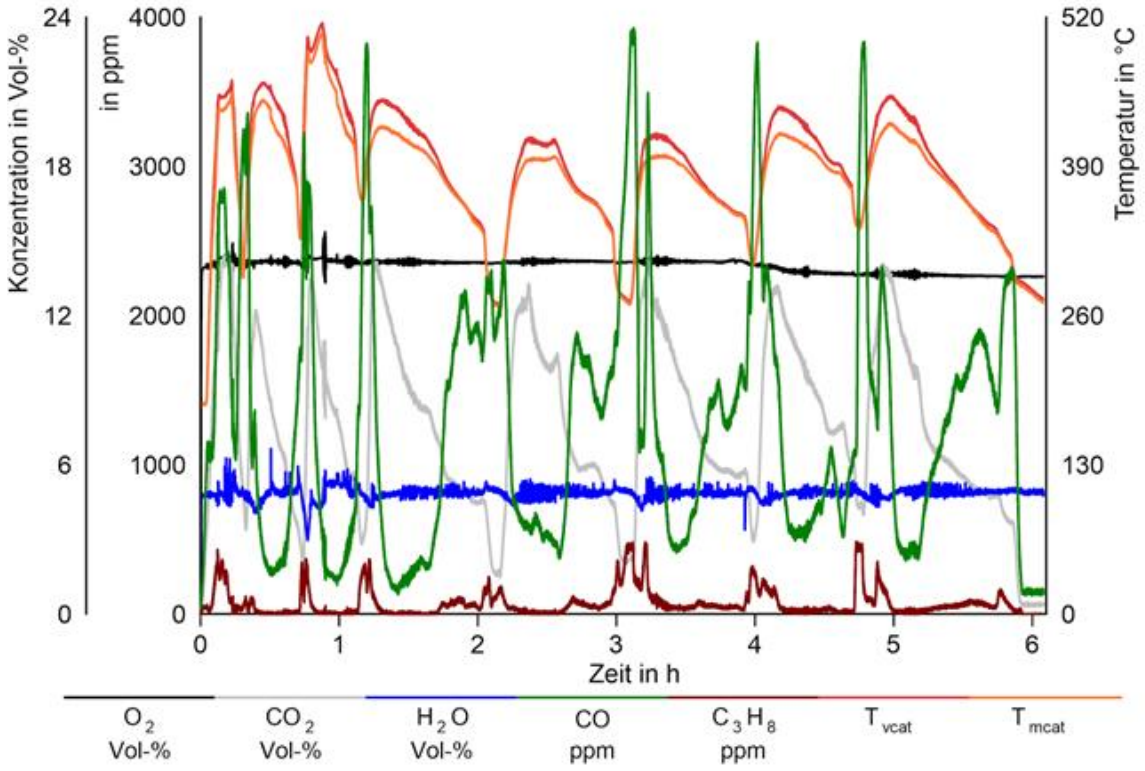
Entwicklung und Grundcharakterisierung von Katalysatoren

Laborvergleich von Katalysatoren

Modellgasprüfstand IKTS

GHSV	CO	C_3H_8	H_2O	O_2
100.000 h^{-1}	55,7 g	4,98 g	~5 %	~13 %

Simulierter Feuerstättentest ohne Katalysator

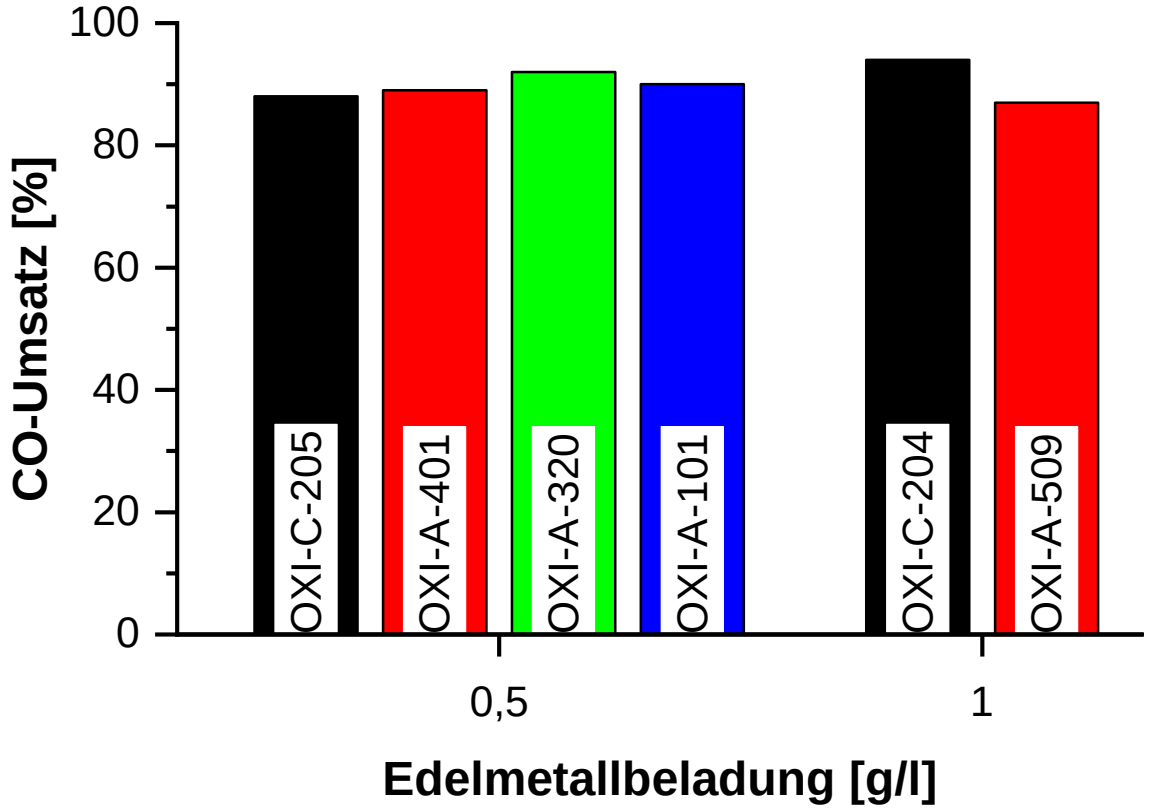


 © Fraunhofer

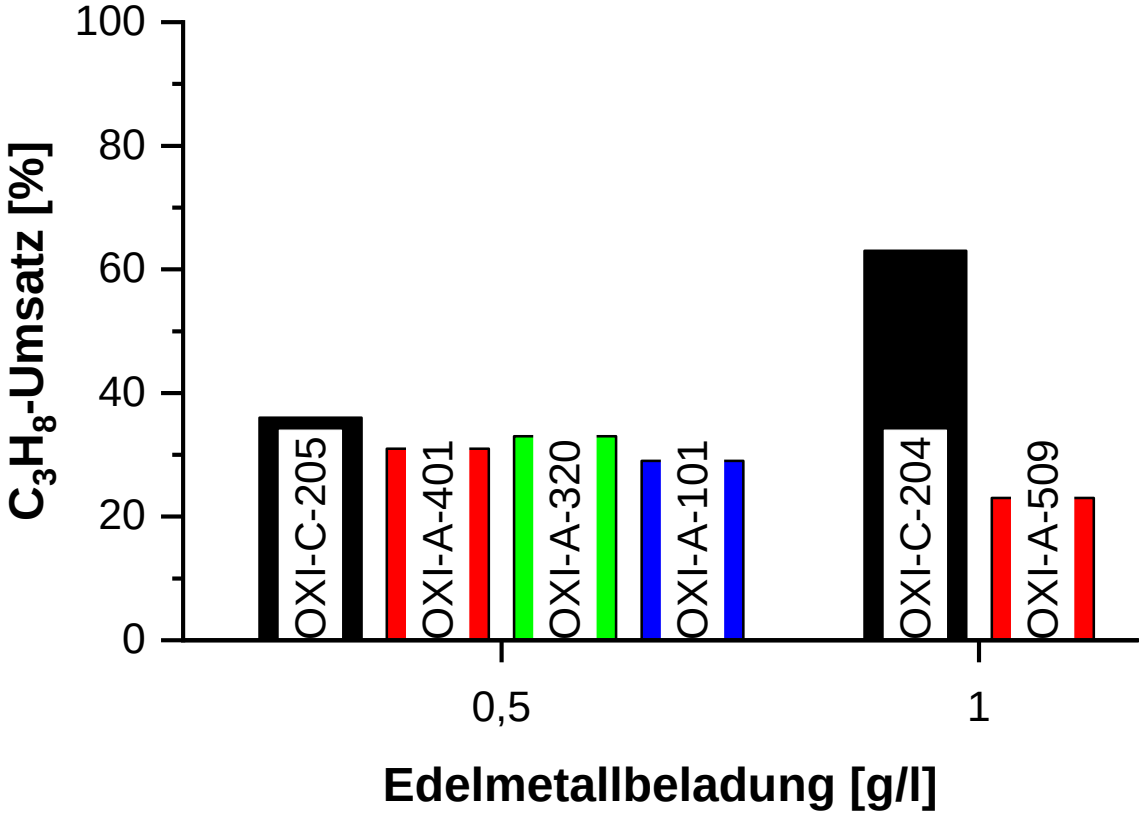
Entwicklung und Grundcharakterisierung von Katalysatoren

Laborvergleich von Katalysatoren

CO-Umsatz durchgängig > 85 %



C_3H_8-Umsatz stark Katalysatorabhängig

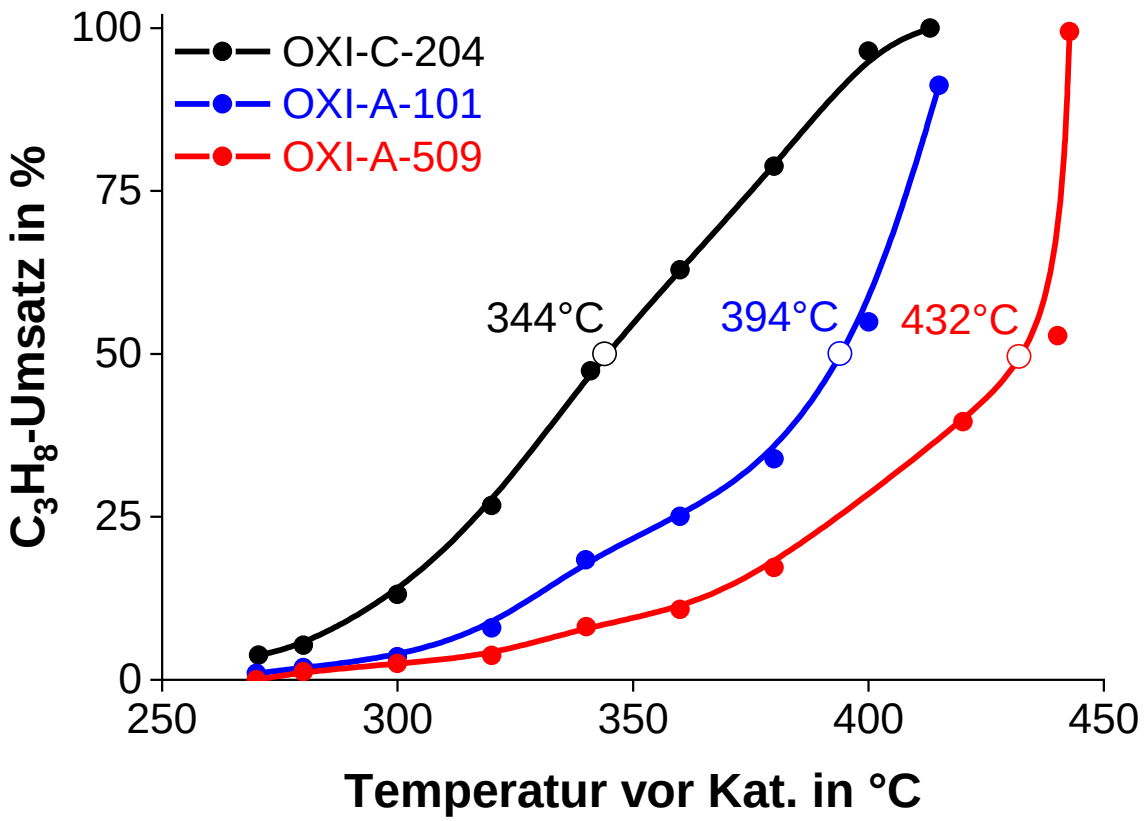


 © Fraunhofer

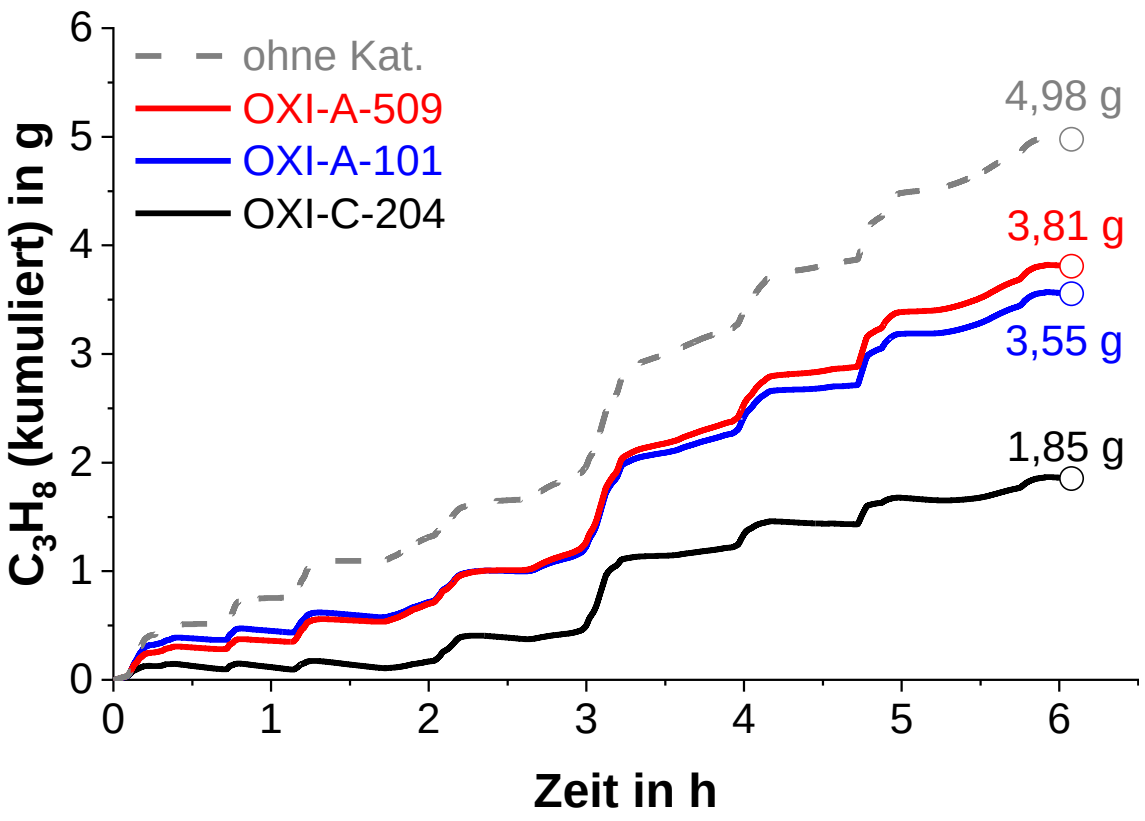
Entwicklung und Grundcharakterisierung von Katalysatoren

Laborvergleich von Katalysatoren

C_3H_8-Umsatz vs. Temperatur



Kumulierte C_3H_8-Emission über Prüflauf



 © Fraunhofer

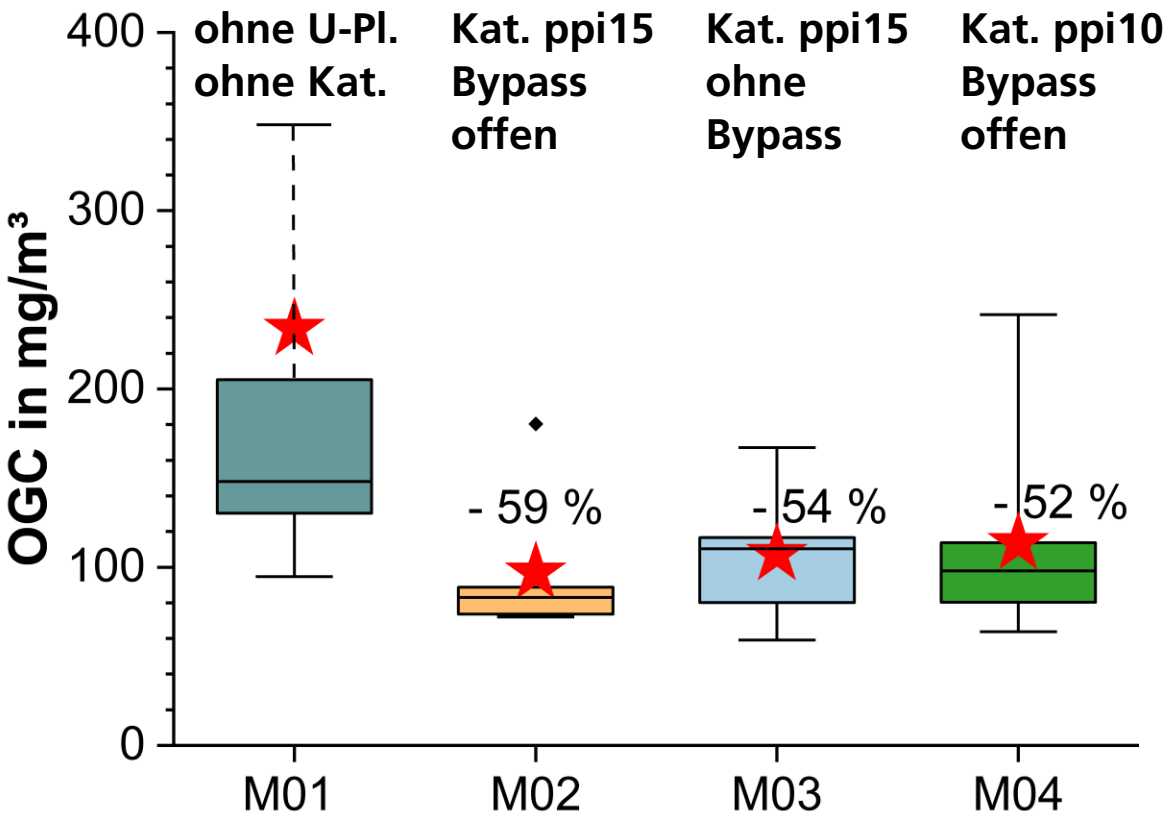
Erprobung des Abgasbehandlungssystems im Feuerstättenbetrieb

Erprobung des Abgasbehandlungssystems und Adaption an Feuerstättenbetrieb

Bedingungen Vortests

- **M01** - Referenz
  Filter ppi5 / ohne Kat
- **M02** - Bypass offen
  Filter ppi10r / Kat. ppi15
- **M03** - Bypass geschlossen
  Filter ppi10r / Kat. ppi15
- **M04** - Bypass offen
  Filter ppi15r / Kat. ppi10

Bypass ohne Einfluss bei Reduzierung OGC



 © Fraunhofer

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Erprobung des Abgasbehandlungssystems im Feuerstättenbetrieb

Funktionsprüfung in erweiterter Typprüfung nach „Blauem Engel“

Bedingungen Typprüfung

- **T01** - Referenz

  Filter ppi5 / ohne Kat
- **T02** - Bypass offen

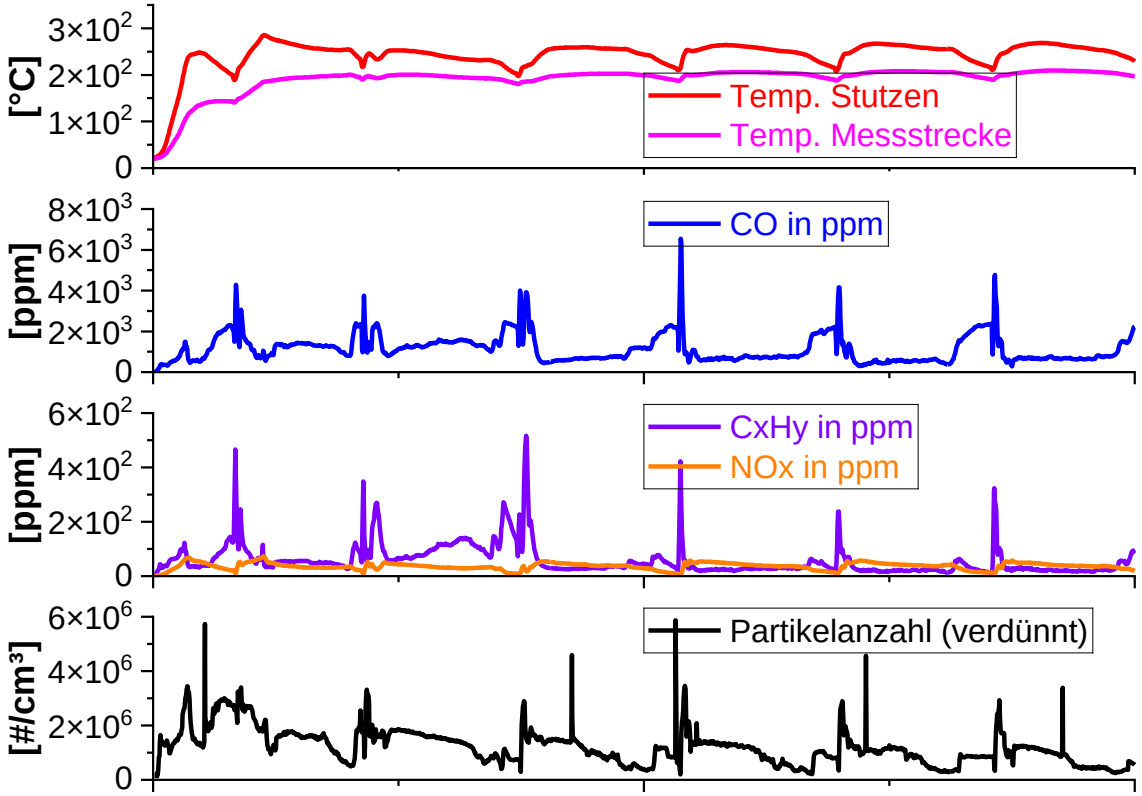
  Filter ppi15 / Kat. ppi10
- **T03** – nach Alterung

  Filter 40 mm / Kat. 100 h

Prüfablauf

- Anzündphase
- 5 x Nennlastphase

Typprüfung vor Integration AGN-System



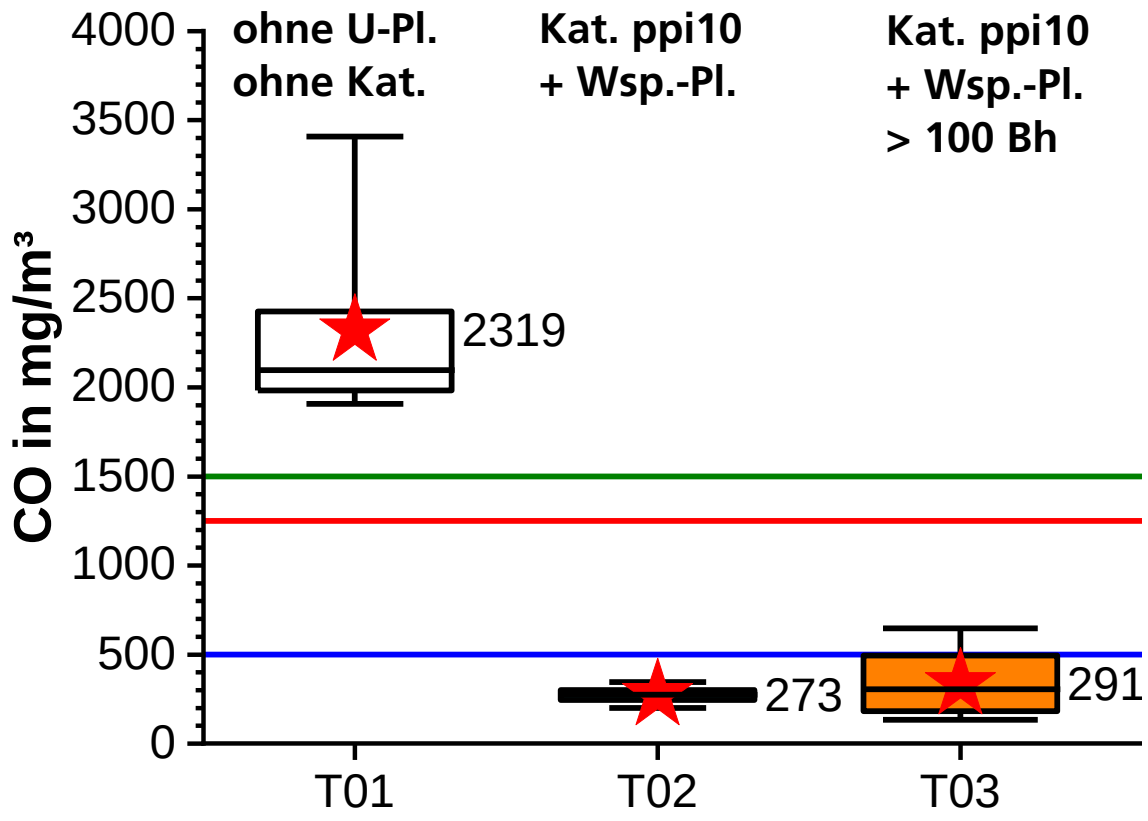
 © Fraunhofer

DBI Gastechnologisches Institut gGmbH, DVG Prüflaboratorium Energie

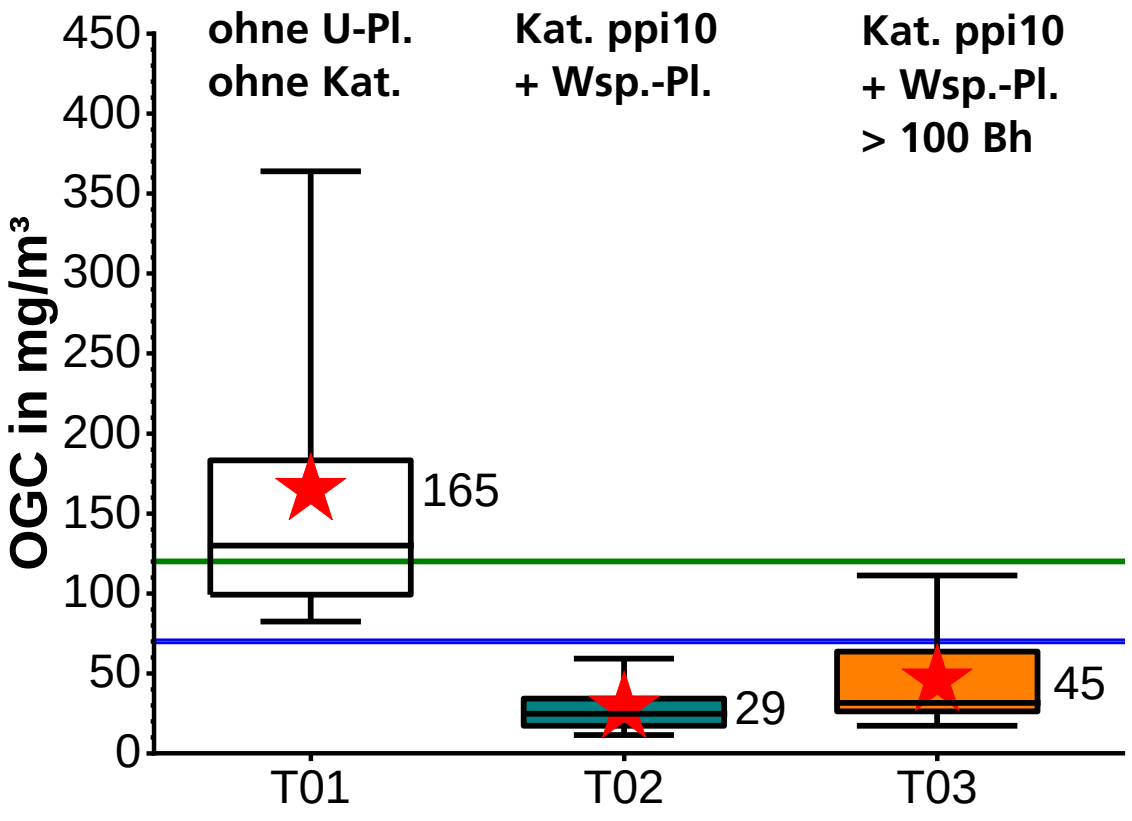
Erprobung des Abgasbehandlungssystems im Feuerstättenbetrieb

Funktionsprüfung in erweiterter Typprüfung nach „Blauem Engel“

CO mit AGN-Komponenten dauerhaft gesenkt



OGC mit AGN-Komponenten dauerhaft gesenkt

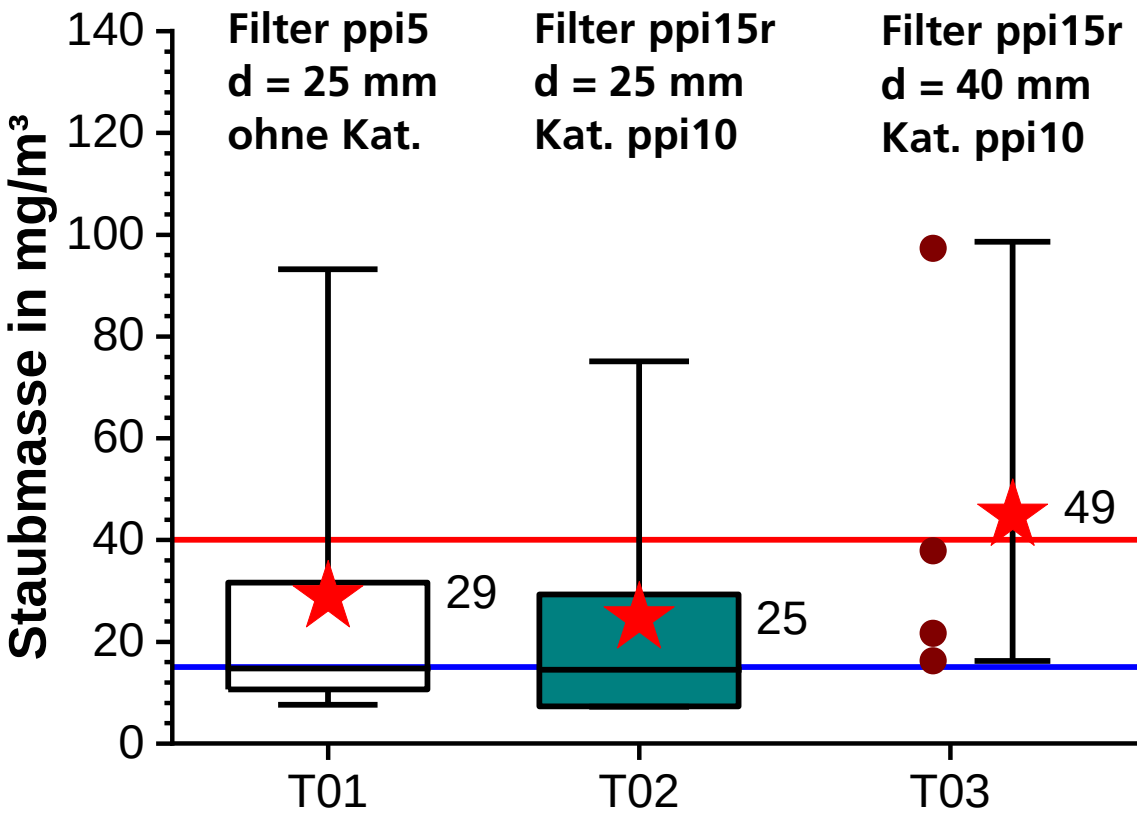


 © Fraunhofer

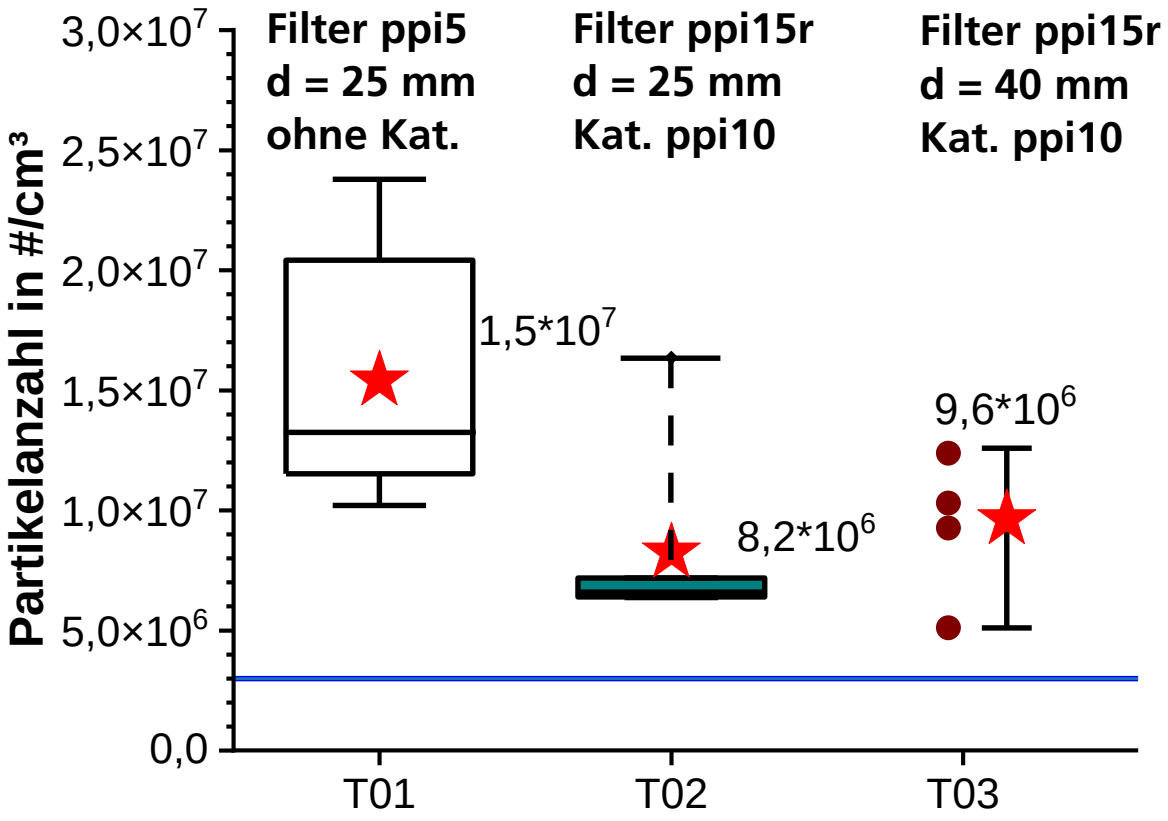
Erprobung des Abgasbehandlungssystems im Feuerstättenbetrieb

Funktionsprüfung in erweiterter Typprüfung nach „Blauem Engel“

Staubmasse



Staubanzahl



 © Fraunhofer

Potenziale eines integrierten AGN-Systems für Einzelraumfeuerstätten

Zusammenfassung

- integrierte Abgasbehandlungstechnik für Scheitholz-Einzelraumfeuerungsanlagen
  - Weiterentwicklung Schaumkeramikfilter + nachgelagerter Abgaskatalysator + Wärmespeicherelemente

Gasförmige Emissionen

- CO: Reduzierung Massegehalt > 85 % auf unter 500 mg/m³ ➔ Wert stabil nach Alterung
- OGC: Reduzierung Massegehalt > 70 % auf unter 70 mg/m³ ➔ Wert stabil nach Alterung
- NOx: unbeeinflusst von Filter/Katalysator immer unterhalb 180 mg/m³

Partikel-Emissionen

- Staub-Partikelanzahl: Reduzierung um ~ 45 %
- Staub-Massegehalt: geringfügige Verbesserung durch Filter/Katalysator
  - Werte mit dickeren Filterplatten schlechter (Einfluss Filtergegendruck und Bypass?)
  - für Staubreduzierung in Richtung „Blauer Engel“ weiterführende Entwicklungen notwendig

Potenziale eines integrierten Abgasbehandlungssystems für die Emissionsminderung bei Einzelraumfeuerstätten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Realtestung Feuerstätte	**DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH**
Prüfstellenuntersuchungen	**DBI Gastechnologisches Institut gGmbH** **DVG Prüflaboratorium Energie**
Fördervorhaben „CleanKFA“	Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages FNR

 © Fraunhofer