

4.3 Katalytisch-pyrolytische Nachverbrennung

- Heidrun Grycz
St. Gobain Advanced Ceramics Lauf GmbH
Lauf a.d. Pegnitz

Die Folien finden Sie ab Seite 368.

Katalytische Abgasreinigung

Katalysatoren finden Einsatz in vielen Anwendungen, die nicht mit der bekanntesten, dem Auto, zu tun haben.

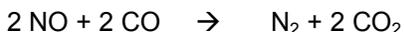
Genannt werden sollen nur einige:

Blockheizkraftwerke, holzbefeuerte Kesselanlagen, Kaffeeröstereien, Räumereien, Haushalte mit selbstreinigende Backöfen und Chemie-Anlagen.

Abgaskatalysatoren werden seit 1975 serienmäßig in Kraftfahrzeugen eingesetzt; von den rund 400 Millionen Katalysatoranlagen, die seitdem produziert worden sind, basieren mehr als 95% auf Cordierit-Waben.

In Europa hat die Erkenntnis, dass Motorabgase umweltschädlich sind, erst spät eingesetzt. Eine 1985 erlassenen EG-Richtlinie schrieb den Katalysator zunächst für großvolumige Motoren vor; die Richtlinie vom 20.12.1989 verlangt dann, dass alle neu zugelassenen PKW mit Ottomotoren europaweit ab 1992 mit Katalysator auszurüsten sind.

Nach den Reaktionsgleichungen:



sollen die Hauptschadstoffe in die unschädlichen Produkte Kohlendioxid, Stickstoff und Wasser umgewandelt werden; CO dient dabei als Reduktionsmittel für die Stickoxide. Diese Reaktionen erfordern einen

Katalysator. Anders als beim einfachen Oxidationskatalysator, der nur HC und CO konvertiert, reduziert ein Dreiwege-Katalysator auch Stickoxid.

Ein kontinuierlich arbeitendes Sauerstoffmessgerät, die Lambdasonde, ermittelt den Sauerstoffgehalt im Abgas und sorgt über ein elektronisches Kraftstoff-Einspritzsystem dafür, dass dem Kraftstoff stets die stöchiometrisch erforderliche Verbrennungsluftmenge zugemischt wird.

Als Katalysator dient ein Gemisch aus Platinmetallen (Platin, Rhodium, Palladium). Damit die Katalysatorstoffe mit dem Abgas in Kontakt treten, müssen sie auf einen Träger mit möglichst großer Oberfläche verteilt werden.

Der Wabenkörper teilt den Abgasstrom in mehrere tausend parallele Kanäle auf, so dass jedes Gasmolekül auf seinem Weg durch den Konverter die Chance der Wandberührung hat. Dadurch, dass die Zellwände des Wabenkörper vor dem Aufbringen des Katalysators mit einer feinkörnigen Trägerschicht (Washcoat) beschichtet werden, erhöht sich die Wirksamkeit der Katalysatorschicht.

Der fertig beschichtete Katalysator wird in ein Blechgehäuse gepackt, das dann in die Abgasanlage des Kraftfahrzeuges eingebaut wird.

Geforderte Produkteigenschaften wie große Oberfläche, minimaler Druckverlust sowie thermische und mechanische Belastbarkeit bestimmen Zelldichte und Zellwanddicke.

Cordieritkeramik erfüllt die Forderung nach Temperaturbeständigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit und Wirtschaftlichkeit am besten. Ihr Hauptbestandteil ist Cordierit $2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$, ein Mineral mit sehr geringer Wärmeausdehnung und einer hohen Schmelztemperatur (1.450°C).

Im Fertigungsprozess der Katalysatoren werden Wärmeausdehnungskoeffizient, die Porosität und die mechanische Festigkeit ständig überwacht. Darüber hinaus erfordert die Weiterverarbeitung enge Maßtoleranzen bezüglich der Kontur und der Rechtwinkligkeit des Mantels zu den Stirnflächen sowie ausbruchfreie Kanten.

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 12) finden sich auf den folgenden Seiten.

Chemie- und Prozesstechnik

Katalytische Abgasreinigung Ein Überblick

Heidrun Grycz
Saint-Gobain Advanced Ceramics Lauf GmbH
Lauf a.d. Pegnitz

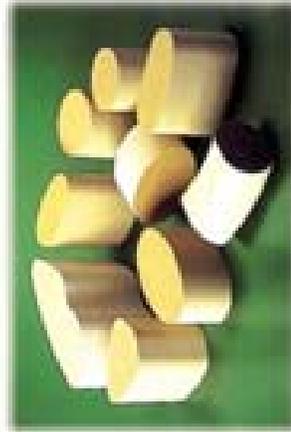


Einsatzgebiete



Anwendungen

Blockheizkraftwerken
holzbeheizte Kesselanlagen
Automobile
Kaffeeröstereien, Räucherereien
selbstreinigende Backöfen
Chemie





4.3 Folie 3

Definitionen

Katalysator

Katalysatoren sind Stoffe, die die Geschwindigkeit einer chem. Reaktion erhöhen, ohne dabei selbst verbraucht zu werden.

Katalysatorarten

Oxidationskatalysatoren wandeln Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (HC) in Kohlendioxid (CO₂) und Wasser um.

Dreiwege-Katalysatoren arbeiten mit dem Motor in einem Regelkreis, indem eine Lambda-Sonde das Verhältnis von Luft und Kraftstoff einstellt. Die katalytisch wirksame Beschichtung kann CO und HC zu CO₂ plus Wasser oxidieren und gleichzeitig NO_x zu Stickstoff reduzieren.



Auswahlkriterien

- Abluftzusammensetzung
- Geforderter Umsetzungsgrad
- Ablufttemperatur
- Abluftdruck
- Abluftmenge



Dreiwegkatalysator für einen Gas-Oxi-Motor
(100 bar)
3-way catalyzer for a gas-fuel engine (100 bar)

Anforderung



- Hohe Aktivität bei niedriger Arbeitstemperatur
- Hohe Selektivität = Unterdrückung unerwünschter und schädlicher Nebenprodukte
- Hohe thermische und mechanische Stabilität
- Niedriger Druckverlust
- Hohe Standzeit



Beispiel

Katalytische Abgasreinigung bei stöchiometrisch betriebenen Gas-Otto-Motoren

NSCR = None Selective Catalytic Reduction

Alle drei im Abgas vorhandenen Schadstofftypen (HC, CO, NO_x) werden an einem multifunktionalen Katalysator entfernt.



Funktionsweise

Lambda = 1

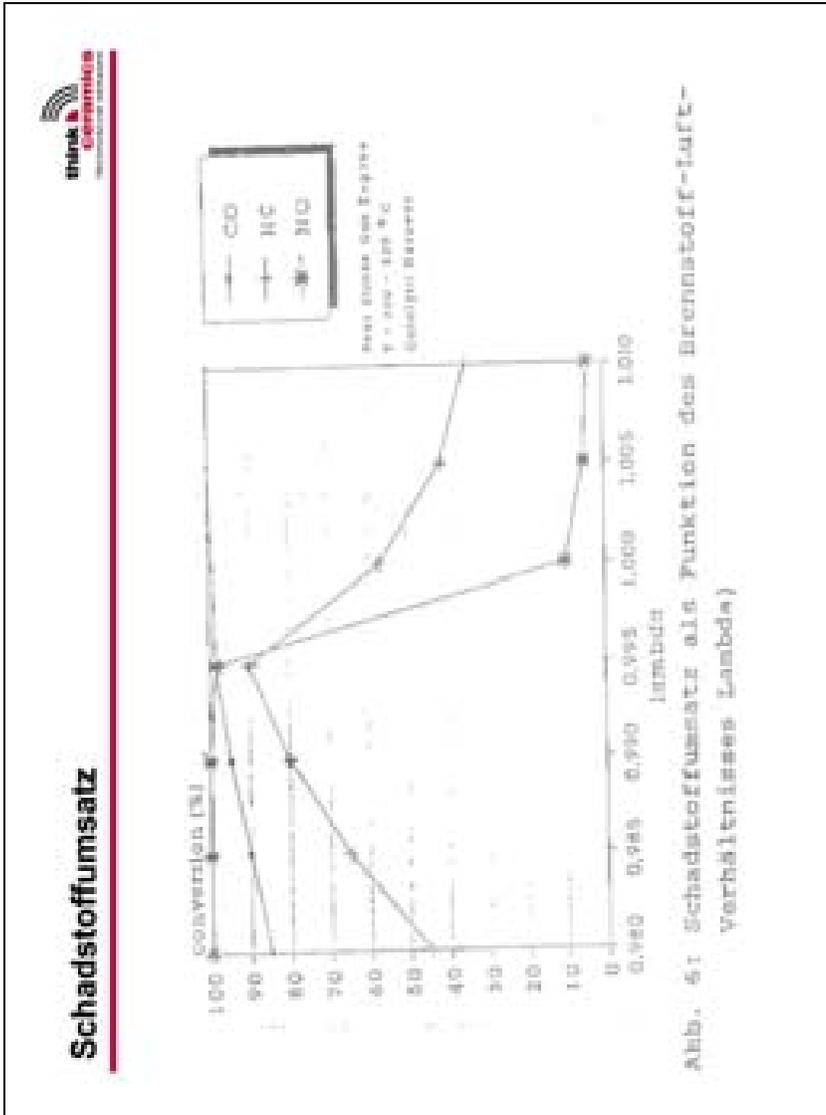
Voraussetzung für eine ausreichende Konvertierungsrate ist das Brennstoff-Luft-Gemisch. Knapp unterhalb des stöchiometrischen Gemisches erfolgt die optimale Umsetzung.

Lambda > 1

Oxidation von HC und CO zu CO₂ und Wasser

Lambda < 1

Reduktion der NO_x zu Stickstoff





Funktionsweise

Über eine Mikroprozessor-gesteuerte Lambdaregelung wird das optimale Brennstoff-Luftverhältnis eingestellt.

Eine vor dem Katalysator im Abgasrohr befindliche Lambdasonde mißt den im Abgas vorhandenen Restsauerstoff und steuert damit in Abhängigkeit von der Drehzahl das Lambda-Regelventil bzw. den Gas - Luftmischer.

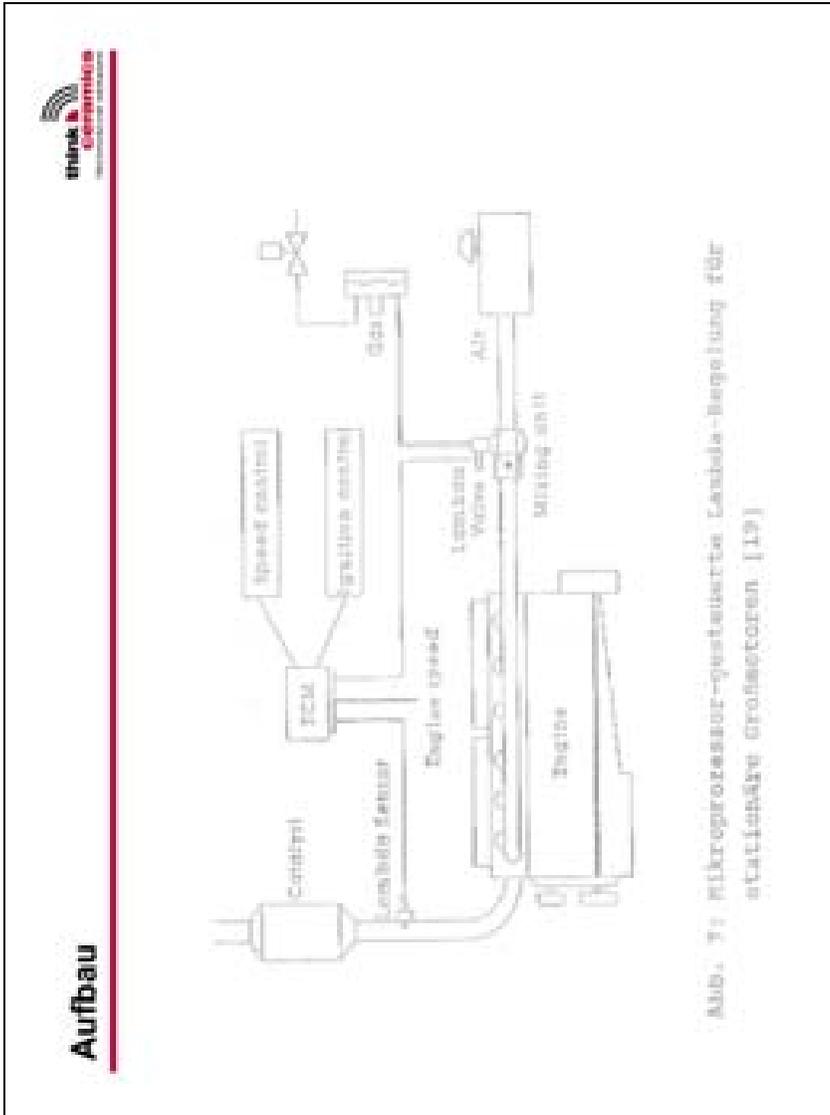


Abb. 7: Mikroprozessor-gesteuerte Lambda-Begleitung für stationäre Großmotoren [19]

Katalysator

Keramische Monolithe

- Material: Cordierit
- Zelldichten: 100 - 400 cpsl
- Wandstärken: 0,41 mm - 0,17 mm
- Herstellung: Extrusion

→ Washcoat

Edelmetall

- Platin und Rhodium im Verhältnis 5:1 bis 10:1
- Edelmetallgehalt: 1g/l bis 2,5g/l

