

„Wir erforschen technische Probleme nicht. Wir lösen sie!“
UMTEC

NO_xOPT: NO₂-optimierter CRT

Abgasreinigung

Diskontinuierliche Regeneration von Dieselpartikelfiltern mit NO₂ ohne den NO₂-Ausstosses zu erhöhen



Abb. 1: NO₂-optimiertes Partikelfiltersystem NO_xOPT

Thema Luftreinhaltung

Hintergrund / Problemstellung

Geschlossene Partikelfilter reduzieren den Ausstoss an Russpartikeln eines Dieselmotors um über 97% (meist über 99.9%). Bei schweren Dieselfahrzeugen (z.B. LKW, Busse, Baumaschinen) sind kontinuierlich regenerierende Partikelfiltersysteme (Continuous Regeneration Technology, CRT) aufgrund der relativ tiefen Anschaffungskosten und des geringen Wartungsaufwands am stärksten verbreitet. CRT's bestehen aus einem Partikelfilter zur Abscheidung der Russpartikel und einem Oxidationskatalysator, welcher dem Filter vorgeschaltet ist. Das Rohabgas überströmt zunächst den Oxidationskatalysator, wo das im Rohabgas enthaltene NO (Stickstoffmonoxid) mit überschüssigem Sauerstoff zu NO₂ (Stickstoffdioxid) oxidiert wird. Dieses NO₂ dient anschliessend im Partikelfilter als Oxidationsmittel zur Verbrennung der dort angesammelten Russpartikel ("Regeneration"). Hierbei wird das NO₂ teilweise wieder zu NO reduziert. Problematisch ist bei diesem Verfahren, dass ein grosser NO₂-Überschuss gewählt werden muss, damit die Regeneration des Partikelfilters auch unter ungünstigen Bedingungen einwandfrei funktioniert.

NO₂ ist wesentlich schädlicher als NO und ein starkes Reizgas für die menschlichen Atemwege. Zudem ist es unmittelbar beteiligt an der Bildung von bodennahem Ozon. Insbesondere beim Einsatz in geschlossenen Räumen (z.B. im Tunnelbau), aber auch im Bereich von Innenstädten, sind NO₂-Emissionen in hohem Masse unerwünscht. Durch die konventionelle CRT-Technologie werden zwar die Russpartikel wirksam aus dem Abgas entfernt, jedoch wird der Ausstoss an schädlichem NO₂ gegenüber dem Rohabgas substantiell erhöht. Diese Situation ist deshalb sehr unbefriedigend, weil sich durch einen zusätzlichen NO₂-Ausstoss die bereits brisante Ozonproblematik zusätzlich verschärft.



UMTEC
 Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik
 Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil
 Tel. 055 222 48 60, Fax 055 222 48 61
 info@umtec.ch, www.umtec.ch

Lösung

Das UMTEC hat deshalb einen geregelten Oxidationskatalysator entwickelt. Dieser ist mit einem Bypass (zentrische Bohrung durch den Katalysator) und einer Klappe versehen. Die Klappe ist im Beladebetrieb offen (Abb. 2). Das Abgas strömt in diesem Fall hauptsächlich durch den Bypass, so dass nur wenig NO_2 entsteht. Reicht der über den Oxidationskatalysator strömende Teilstrom nicht zur Regeneration des Partikelfilters aus, steigt der Abgasgedruck wegen der Ansammlung von Russ im Partikelfilter im Laufe der Zeit an. Bei einem definierten Grenzwert des Abgasgedrucks wird über die Druckmesssonde und die elektronische Datenverarbeitung die Klappe geschlossen. Nun strömt das gesamte Abgas über den Katalysator, wodurch soviel NO_2 produziert wird, dass der Russ im Filter oxidiert und damit der Partikelfilter regeneriert wird (Abb. 3). Ist der Filter freigebrannt, sinkt der Abgasgedruck ab und die Klappe wird wieder geöffnet. Auf diese Weise wird der Filter ohne einen kontinuierlichen NO_2 -Überschuss betrieben.

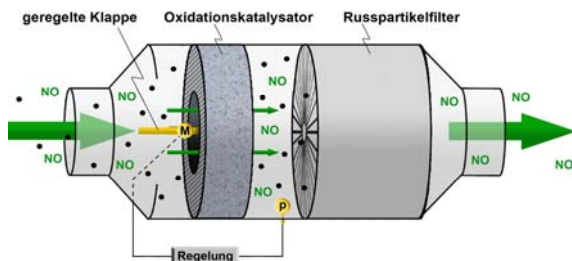


Abb. 2: Beladebetrieb (Klappe offen)

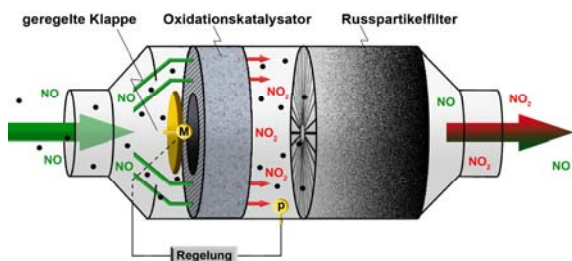


Abb. 3: Regenerationsbetrieb (Klappe geschlossen)

Resultate im Realbetrieb

Bereits 2006 wurde ein NO_xOPT -Prototyp auf einem Bus der Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) erfolgreich getestet. Dabei liessen sich die NO_2 -Emissionen gegenüber dem zuvor verbauten CRT-System um über 70% reduzieren. Mitte April 2008 wurde auf demselben Versuchsfahrzeug der VBZ der eingebaute CRT durch ein seriennahes NO_xOPT -System (Abb. 1) ersetzt. Bis Ende August 2008 hat dieses NO_xOPT -System über 900 Betriebsstunden absolviert.

Dabei wurde der Partikelfilter während $\frac{1}{3}$ der Betriebszeit beladen, $\frac{1}{4}$ der Betriebszeit wurde jeweils für die Regeneration des Partikelfilters benötigt (Abb. 4).

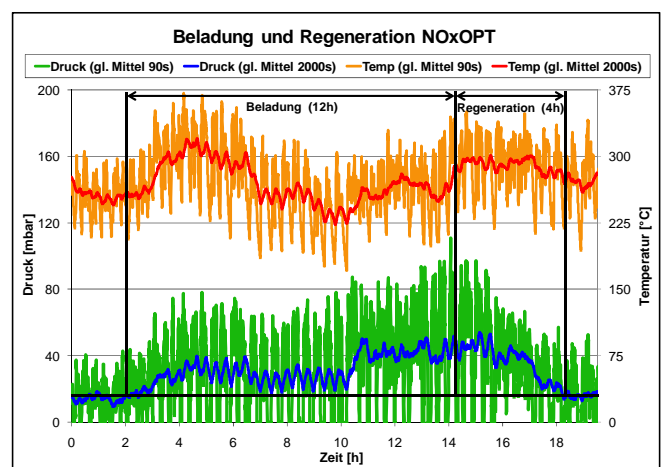


Abb. 4: Beladung und Regeneration

Gegenüber dem CRT-System wurde beim NO_xOPT über die gesamte Betriebszeit 76% weniger NO_2 emittiert als beim CRT (Abb. 5, Beladebetrieb -90% NO_2 , Regenerationsbetrieb -33% NO_2). Im Mittel sind die NO_2 -Emissionen mit NO_xOPT etwa gleich hoch wie die des Rohabgases und damit deutlich unterhalb des Richtwertes von 30% NO_2/NO_x .

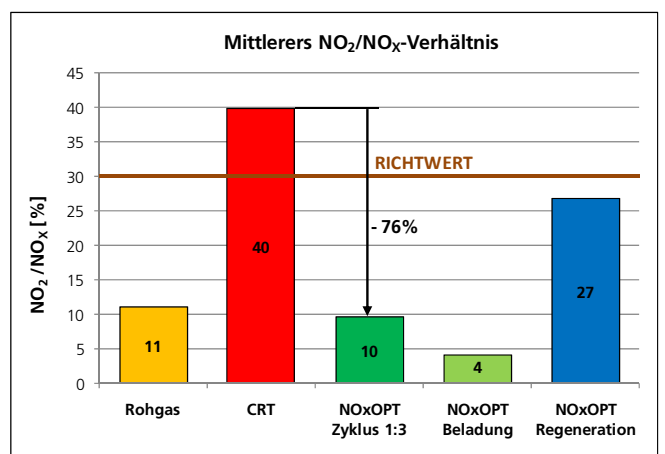


Abb. 5: Mittleres NO_2/NO_x -Verhältnis im Realbetrieb

Das NO_xOPT wird durch die FILTECTA, eine Spin-off des UMTEC, im Markt eingeführt (www.filtecta.ch). Am UMTEC wird zurzeit ein kostengünstiges Umrüstverfahren für die Modifikation bestehender CRT-Systeme auf das NO_xOPT -Prinzip entwickelt („Nachrüstung der Nachrüstung“). Für den NO_xOPT wurde dem UMTEC 2006 das Patent erteilt.