

# Nachrüst-Katalysator für Dieselfahrzeuge

Christian Bernhart\*



Ein neuer Lastwagen der Stadtgärtnerei Bern wurde mit Partikelfilter und dem SCR-Katalysator der Umtec Technologie AG ausgerüstet.

**Acht Kehrlichtlasten der Abfallentsorgung Stadt Bern sind mit Katalysatoren nachgerüstet, welche die Stickoxide der Dieselabgase nach dem Partikelfilter verringern. Die am Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik der Hochschule für Technik Rapperswil entwickelte Technik hat eine kommerzielle Chance, wenn die Euro-5-taugliche Nachrüstung in einer vereinfachten Typenprüfung anerkannt wird.**

Als die Abfallentsorgung Stadt Bern vor ein paar Jahren nach umweltfreundlichen Lastern für die Kehrlichtabfuhr Ausschau hielt, stand zunächst der Gasantrieb im Vordergrund. Diese Option wurde aber bald fallen gelassen. «Der voluminöse Tank hätte zuviel Platz beansprucht und eine einzige Gasfüllung nicht gereicht für ein Tagespensum», erklärt Beat Hunziker, Leiter der Abfallentsorgung Stadt Bern. Da kam die Nachrüstungstechnik des Instituts für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec) der Hochschule für

Technik Rapperswil (HSR) wie gerufen. «Das war die einzige Technik, welche die Euro-5-Normen erfüllen konnte», so Hunziker. Seit Januar 2005 entsorgen nun acht nachgerüstete Kehrlichtlasten den Abfall der Stadt Bern und erfüllen dabei die Abgasnormen, die gemäss Euro 5 ab 2009 von Neufahrzeugen gefordert werden.

## Partikelfilter mit Nachteil

Zwar hätte die Berner Abfallentsorgung vor ein paar Jahren schon Lastwagen mit Partikelfiltern nachrüsten können, welche die Dieselabgase von den kanzerogenen Russpartikeln reinigen. Diese Partikelfilter sind mit einem vorgeschalteten Oxidationskatalysator versehen, der bei den Stickoxiden den Gehalt von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) erhöht, um die kontinuierliche Oxidation der Russrückstände zu ermöglichen. Nachteilig ist jedoch, dass dabei viel NO<sub>2</sub> ausgestossen wird. Dieses Reizgas ist aber zusammen mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ver-

antwortlich für die Ozonbildung. Diese Technik ist also nur die halbe Lösung: Sie eliminiert zwar das Problem der Partikelemissionen, verschärft aber die NO<sub>2</sub>-Problematik.

## Kombination mit SCR-Katalysator

Die ab 2009 gültige Euro-5-Abgasnorm fordert eine starke Reduktion der Stickoxid-Werte. Das Paul Scherer Institut hat untersucht, wie diese Werte zusammen mit einem Partikelfilter erreicht werden können. Die Experten konnten zeigen, unter welchen Bedingungen ein nachgeschalteter Katalysator vom Typ selektiver katalytischer Reduktion (SCR) mit dem Reaktionsmittel Harnstoff die Stickoxide in Wasser und harmlosen Stickstoff umwandeln kann.

Seit 1999 befasst sich auch das Umtec in der angewandten Forschung mit SCR-Katalysatoren. Das Institut hat mit der Firma Hug Engineering einen Industriepartner gefunden, der sich vor allem mit stationären Abgasreinigungsanlagen, beispielsweise für Not-

## UMWELTECHNIK

stromgruppen, einen Namen geschaffen hat. In solchen stationären Anlagen werden die Stickoxide heute in der Regel mit einem SCR-Katalysator eliminiert, der mit Ammoniak als Reduktionsmittel arbeitet. Dabei bewirken eingedüstes Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ), dass sich die Stickoxide ( $\text{NOx}$ ) in harmlosen Stickstoff ( $\text{N}_2$ ), den Hauptbestandteil der Luft, und Wasser umwandeln. Diese Reaktion läuft nur bei Temperaturen von über  $650^\circ\text{C}$  direkt ab, bei niedrigeren Temperaturen braucht es einen Katalysator. In der Regel ist dies ein wabenartig aufgebauter, mit Metall-oxiden beschichteter Keramikzylinder mit möglichst grosser Reaktionsfläche.

#### Herausforderung mobile Anwendung

Im stationären Bereich lässt sich die Dosierung des eingedüsten Reaktionsmittels relativ leicht regeln, weil die Abgabe in gleichmässiger Konzentration anfallen. Bei Dieselmotoren in Fahrzeugen hingegen wechselt deren Konzentration je nach Beschleunigung und Last. Die Herausforderung für das Umtec bestand vor allem darin, eine Regeltechnik für eine der Fahrweise angepasste Dosierung zu entwickeln. Die Regelung erfolgt nach zwei Parametern, der Temperatur der Abgase und deren Gehalt an Stickoxiden. Beide Grössen werden hinter dem SCR-Katalysator von einem Temperatur- und einem  $\text{NOx}$ -Sensor erfasst und an eine SPS-Regelung geleitet. Aus den kontinuierlich ändernden Daten leitet die SPS-Regelung die Dosierung der zehnpromtigen Ammoniak-Lösung ab. «Die Messung ist genügend schnell, weil der leichte zeitliche Rückstand durch die Speicherfähigkeit des Katalysators aufgefangen wird», erklärt der Maschineningenieur Markus Zürcher vom Umtec. Weil nicht Grössen der Motorcharakteristik wie Drehmoment und Drehzahl die Kerndaten zur Regelung der Eindüsung des Reaktionsmittels liefern, ist diese Technik anpassungsfähig und als Nachrüstung für unterschiedliche Motortypen geeignet.

In der Stadt Wil hat das Umtec einen Prototyp des SCR-Katalysators während 18 Monaten auf einem Linienbus mit Jahrgang 1992

getestet. Umtec-Projektleiter Heiri Hafner zog anfangs Juli vor den Medien eine positive Bilanz: «Mit unserem System konnten wir den Stickoxidausstoss konstant um über 90% reduzieren.» Um das System breiter auf den Markt zu bringen und weiter zu entwickeln, wurde ein Spin-Off, die Umtec-Technologie AG gegründet. Ausser den acht Kehrrihtlastern der stadtbernerischen Kehrrihtabfuhr sind zurzeit aber erst ein Lastwagen der Stadtgärtnerei Bern und ein Wechselmuldenlastwagen in Hinwil mit dieser Technik ausgerüstet.

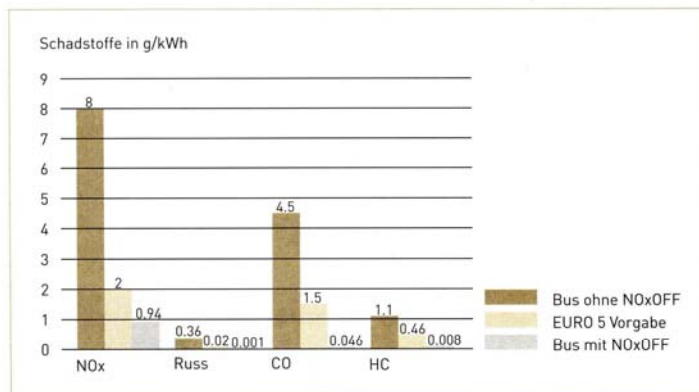
#### Typenprüfung für Nachrüstung?

Ob sich diese Nachrüst-Technik durchsetzt, hängt primär davon ab, ob der Nutzer die Aufwendungen über einen Umweltbonus in absehbarer Zeit wieder wettmachen kann. «Der Staat muss Anreize schaffen, damit die Nachrüstung auf Euro 5 die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) reduziert», fordert Markus Zürcher. Die Abgasnorm Euro 5, die auf Oktober 2009 in Kraft tritt, gilt wie die bisherigen Normen ausschliesslich für typengeprüfte Motoren in Neufahrzeugen. Zurzeit steht Umtec mit dem Bundesämter für Umwelt (Bafu) und dem Bundesamt für Strassen (Astra) in Verhand-

lung, damit nachgerüstete Fahrzeuge auf einem Rollenprüfstand eine vereinfachte Typenprüfung ablegen können. Testprüfstände für nachgerüstete Laster sind dazu beispielsweise an der Hochschule Biel in Entwicklung, einer besteht bei der Wiler Motoren- und Nutzfahrzeuggruppe LARAG.

Die Investitionen in den Umtec-Nachrüstungskatalysator lassen sich in rund 2,5 Jahren amortisieren, falls dieser als Euro-5-konform eingestuft und mit einem reduzierten LSVA-Tarif honoriert wird. Die Abstufung von Euro 3 und 4 zu Euro 2 beträgt zurzeit 0,37 Rappen pro Tonnen-Kilometer. Wird diese Abstufung auch von Euro 4 zu Euro 5 angewendet, könnte ein 40 Tonnen schwerer Lastwagen mit Partikelfilter, der durch die Nachrüstung mit einem SRC-Katalysator auch Euro 5 erreicht, bei 80000 Kilometer im Jahr 11840 Franken einsparen. Zurzeit veranschlagt die Umtec-Technologie AG ihren Nachrüstungssatz mit Katalysator, Ammoniak-Tank und Steuerung auf rund 25000 Franken. Bei grösserer Stückzahl dürfte der Preis noch erheblich sinken, hofft Markus Zürcher. ■

\* Christian Bernhart, Journalist, lic. phil I, Bern



Vergleich der Emissionen eines Busses, der mit dem SCR-Katalysator und Partikelfilter ausgerüstet ist, mit den Vorgaben von Euro 5 und den ursprünglichen Emissionen.