



INFORMATIONEN

für Mitglieder

aus der umfassenden Kompetenz der Technischen Kommission der SSM

*Antriebstechnologien
Treib- und Schmierstoffe*

*Reglemente & Politik
Infos aus der SSM*

Editorial

Am 25. September 2014 findet in Sursee die traditionelle SSM-Vortragstagung statt. Dass der Verbrennungsmotor Zukunft hat, wird mit Überzeugung dargestellt werden. Zukünftige Entwicklungen bei Verbrennungsmotoren, offensichtlich vorerst bezüglich CO₂-Reduktion, werden an der Tagung angesprochen. Der heutige Stand der Emissionsreduktion, insbesondere der NO_x-Reduktion bei Dieselmotoren, wird in dieser Ausgabe behandelt. Damit ist das Thema der Fahrzeugabgase aus heutiger Sicht vorerst erledigt. Für einzelne Fälle müssen noch praktikable Lösungen erarbeitet werden, grundsätzlich ist aber die Entwicklung Richtung near-zero-Emissionen eingeleitet.

SSM-Tagung, Programm und Anmeldung: <http://www.strasseschweiz.ch/index.php?id=784>

Ueli Wolfensberger

AdBlue-Einspritzung im Dieselabgas: Schlüsselrolle für die NO_x-Reduktion

Potis Dimopoulos Eggenschwiler, Empa

Die effizienteste Methode zur Stickoxidreduktion (SCR) basiert auf der Einspritzung einer flüssigen Harnstoff-Wasser-Lösung (AdBlue) ins Abgas und einem nachfolgenden SCR-Katalysator. Aufgrund der hohen Temperatur verdampft das AdBlue im Abgas. Bei der Verdampfung zerfällt der Harnstoff in Zwischenprodukte wie Ammoniak und Isocyanäure (Thermolyse), die in einem nächsten Schritt mit Wasser reagiert (Hydrolyse) und schlussendlich auch Ammoniak bildet. Das Ammoniak reduziert dann im SCR-Katalysator die Stick-

oxide. Die AdBlue-Dosierung muss dynamisch den vom Motor emittierten Stickoxid-Mengen angepasst werden. Zu wenig AdBlue führt zu tiefem Stickoxidabbau, zu viel kann zu unerwünschten Ammoniakemissionen führen. Gleichzeitig ist eine möglichst homogene Verteilung des Ammoniaks im Abgas anzustreben. Des Weiteren soll vermieden werden, grosse Mengen von AdBlue direkt auf die Rohrwände zu sprühen, da der Harnstoff dabei in feste Beiprodukte zerfallen kann, die den SCR-Katalysator verstopfen könnten.

Herausgeber: SSM, Postfach 8224, 3001 Bern
 Meinrad Signer (Präsident), Christian Bach (Technische Kommission), Dr. Armin Heitzer (Technische Kommission),
 Hans Koller (Sekretär SSM)
www.strasseschweiz.ch/portraet_SSM.html

1

Redaktion: Ueli Wolfensberger E-Mail: fam.wolfensberger@bluewin.ch Tel. 044 929 18 92
 Dr. Andreas Paul (Stv.) E-Mail: andreas.paul@sunrise.ch Tel. 044 920 37 91

Die Abteilung Verbrennungsmotoren der Empa betreibt für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der AdBlue-Einspritzung ein Hochtemperatur-Strömungslabor. Mit laserbasierten Messverfahren werden die Bahnen und die Grössen der AdBlue-Tröpfchen verfolgt. Gleichzeitig geben chemische Analysen Auskunft über die Zusammensetzung bzw. die Verdampfungs-, Thermolyse- und Hydrolyseprozesse.

Bisher wurden verschiedene AdBlue-Injektoren detailliert verglichen, wobei zwischen druck- und luftunterstützten Konzepten unterschieden wird. Erstere spritzen komprimiertes AdBlue ein, während letztere verdichtete Luft zur Zerstäubung nutzen. Diese Untersuchungen zeigten, dass luftunterstützte Injektoren im Strömungskanal deutlich feiner sprühen, das AdBlue besser mit dem Abgas vermischt wird und weniger an den Wänden haften bleibt. Dafür ist aber die Installation aufwändiger.

Weitere Informationen:

- A. Spiteri et al.; Experimental Fluid Dynamic Investigation of Urea-Water Sprays for Diesel SCR-DeNOx Applications, Industrial Engineering Chemistry & Research, 53(8), 3047-3055, 2014

SCR beim LKW eingeführt – was kommt jetzt?

Meinrad Signer

Mit der Einführung von Euro IV für Nutzfahrzeuge wurde erstmals die Selektive Katalytische Reduktion SCR als Emissionsminderungstechnologie eingesetzt. Bei Euro VI haben alle Hersteller die SCR-Technologie angewandt, jedoch noch mit unterschiedlichen Wirkungsgraden. Iveco hat mit ‚SCR-only‘ neue Massstäbe in der Effizienzausnutzung gesetzt, Scania ist nun mit einigen Motorversionen dem Trend gefolgt. Auch im non-road Bereich (Baumaschinen und landwirtschaftliche Fahrzeuge und Maschinen) ist SCR durchgängig eingeführt, bei CNH ist die bei Iveco erfolgreich angewandte ‚SCR-only‘ Lösung in Produktion. Die SCR-Technologie hat sich also vollständig etabliert.

Wie gehts nun weiter? Nachdem mit Euro VI die Emissionen auch im aktuellen Fahrbetrieb auf fast null gesenkt werden konnten, gilt die Aufmerksamkeit der Verbesserung des Treibstoffverbrauches und der Reduktion der CO₂-

Emissionen. Hier steht wiederum SCR im Rampenlicht. Die von den meisten Herstellern noch angewandte Abgasrückführung AGR hilft zwar bei der NO_x-Reduktion, führt aber auch zu einem erhöhten Treibstoffverbrauch. Aus diesem Grund bin ich überzeugt, dass früher oder später alle Hersteller auf die ‚SCR-only‘-Lösung setzen werden. Auch ein erhöhter AdBlue-Verbrauch trägt nicht zu CO₂-Emissionen bei. Bei der Auslegung der SCR-Katalysatoren besteht auch noch Entwicklungspotenzial (Effizienz, Kosten, Platzbedarf). Es werden auch schon bald Lösungen mit einem SCR-aktiven Partikelfilter auf dem Markt erscheinen.

Dazu kommen viele technische Massnahmen zur Effizienzsteigerung, wie ‚smart auxiliaries‘, Schmieröle mit geringer Viskosität, Reibungsminderung, Rückgewinnung von Verlustenergie und so weiter. Auch eine Hybridisierung wird in gewissen Fahrzeugtypen Einzug halten.

SCR auch für PKW-Motoren

Hans Willmann (AMAG), Ueli Wolfensberger

Die Abgasnorm Euro 6 für PKW mit Dieselmotoren gilt ab 1. 9. 2014 für die Typprüfung und ab 1. 9. 2015 für die Erstzulassung von Fahrzeugen. Die Grenzwerte werden speziell für die NO_x und die Partikel nochmals verschärft, bei den NO_x von 0.18 auf 0.08 g/km mehr als

halbiert. Dadurch wird fast zwangsläufig das SCR-System auch für PKW-Dieselmotoren aktuell. Nach vereinzelt Versuchen in den USA und bei Mazda setzte die eigentliche Serienentwicklung ab 2009 vor allem bei VW, ab 2010 bei Mercedes und ab 2013 bei Opel ein.

Die AMAG lieferte 2013 in der Schweiz mehr als 4000 Fahrzeuge mit SCR-System aus (VW Personenwagen, Audi, SEAT und VW Nutzfahrzeuge).

Bekanntlich wird im SCR-System mit Hilfe von AdBlue Stickoxid im Abgas reduziert. AdBlue, eine 32.5-prozentige Harnstofflösung, ist wasserklar, ungiftig und ungefährlich in der Handhabung. Es ist nicht brennbar und für die Umwelt unschädlich, kann jedoch Haut, Augen und Atmungsorgane reizen; der Hautkontakt sollte vermieden werden. Zudem ist es empfindlich auf Verunreinigungen und besitzt eine hohe Kriechfähigkeit, weshalb elektrische Bauteile vor dem Eindringen von AdBlue geschützt werden müssen. AdBlue wird in kleinen Mengen eingespritzt und wird in einem ausgeklügelten Tanksystem mitgeführt. Damit AdBlue zwischen den Serviceintervallen nicht nachgefüllt werden musste, rüsteten die Hersteller anfänglich die Fahrzeuge mit ausreichend

grossen Tanks aus. Hauptsächlich aus Gewichtsgründen (CO₂-Reduktion) kam man davon ab, was zur Folge haben kann, dass gelegentlich AdBlue nachgetankt werden muss. VW empfiehlt, dafür eine Vertragswerkstatt aufzusuchen, die mit der nötigen Einrichtung ausgerüstet ist. Das selbständige Nachtanken soll ausschliesslich mit den dafür vorgesehenen Behältern, Befüll-Systemen oder Nachfüllflaschen erfolgen. Damit ist die korrekte Füllgeschwindigkeit gewährleistet, die eine Überfüllung des Tanks verhindert. Zusätzlich werden sämtliche Gase aus dem Tank aufgefangen. Niemals darf zum Befüllen ein Trichter oder etwas Ähnliches verwendet werden. Bei Reduktionsmangel wird der Fahrer in drei Warnstufen visuell und akustisch zum Nachfüllen von AdBlue aufgefordert: bei einer verbleibenden Reichweite von 2400 km, von 1000 km und letztlich bei 0 km. Dann ist ein Motorstart nicht mehr möglich.

Weitere Informationen:

- <http://www.volkswagen.de/de/technologie/technik-lexikon/scr-katalysator.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Abgasnorm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/AdBlue>

AdBlue-Servicestationen in der Schweizer Armee

Christian Messerli

Mit zunehmender Anzahl neuer Fahrzeuge (Euro V) mit SCR-Abgasnachbehandlung ist der Verbrauch an AdBlue in der Schweizer Armee in einem Bereich angelangt, in dem die Betankung von AdBlue ab Kunststoffkanistern nicht mehr praxisgerecht ist. Daher rüstet das VBS, konkret armasuisse Immobilien, derzeit 18 ausgewählte Armee-Tankstellen mit klimatisierten und mit dem Tankautomaten verbundenen AdBlue-Servicestationen aus. Der Aufwand hierzu ist nicht zu vernachlässigen, denn teilweise waren auch Anpassungen an den



Gewässerschutz erforderlich (Entwässerung des Umschlagplatzes). Mittels Tankkarte kann die Armee und Verwaltung nun bis im Jahr

2015 bei jedem Armee-Logistik Center, bei ausgewählten Aussenstellen und teilweise auf Waffenplätzen AdBlue bequem und sicher ab Zapfsäule tanken. Da die Reichweite eines AdBlue-Tanks je nach Fahrzeug zwischen 2500 und 3000 km beträgt, erübrigt sich zukünftig die Betankung mittels Kanister zwar mehrheitlich, aber nicht vollständig. Denn die Schweizer Armee ist einsatz-orientiert und muss sich notfalls auch mobil mit AdBlue versorgen können.

Mit der Inbetriebnahme der Servicestationen sind die Arbeiten jedoch noch nicht abgeschlossen. Nun geht es um die Ermittlung der Verbrauchszahlen pro Standort, damit die zukünftige Befüllung der Container in einem Pflichtenheft für den AdBlue-Lieferanten festgelegt werden kann. Aufgrund des derzeitigen ansteigenden Verbrauchs wird für die Beschaffung von AdBlue eine Ausschreibung nach WTO erforderlich.

SCR oder DPF für Traktoren – oder beides?

Marco Landis

Die Einführung der Abgasstufe IV für Non-Road-Fahrzeuge ab 1.1.2014, wozu auch Traktoren gehören, führt zu einer weiteren Absenkung der Abgasgrenzwerte, insbesondere für Stickoxide auf 0,4 g/kWh. Sie gilt für Motoren im Leistungsbereich zwischen 56 kW und 560 kW. Die hohe untere Leistungsgrenze ist bedingt durch die Kosten der Abgasbehandlungssysteme, die bei leistungsschwachen Motoren unverhältnismässig hoch wären. Lag der Fokus bei der Abgasstufe IIIB bei der Reduktion der Partikelmasse, liegt der Schwerpunkt bei der Stufe IV bei der Absenkung des Stickoxidausstosses. Zur Einhaltung der Stufe IIIB konnte entweder ein Partikelfiltersystem oder ein SCR-System eingesetzt werden. Mit der weiteren Verschärfung der Stickoxidgrenzwerte NOx bei Einführung der Abgasstufe IV wird jedoch zwingend eine Abgasnachbehandlung der Stickoxide notwendig. Alle Hersteller setzen zur NOx-Reduktion auf ein SCR-System, die Mehrheit in Kombination mit einem vorgeschalteten Oxidationskatalysator. Mehrere Hersteller setzen das SCR-

System bei gewissen Baureihen in Kombination mit einem Partikelfilter DPF ein. Viele Motorenhersteller vermindern NOx bereits innermotorisch mittels externer, gekühlter Abgasrückführung und reduzieren die restlichen Stickoxide mittels SCR-Systemen, was den Verbrauch von AdBlue reduziert. Einzelne Hersteller verzichten auf die Abgasrückführung und setzen sehr umsatzstarke SCR-Systeme ein.

Die Versorgung mit AdBlue für SCR-Systeme scheint der Landwirtschaft keine Probleme zu bereiten. Die Mehrheit der Betriebe verfügt über eigene Hoftankstellen für Diesel und lagert dort auch einen Vorrat an AdBlue, sei es in Kanistern, Fässern oder auf grösseren Betrieben in Form von Tanks. Mit der voraussichtlichen weiteren Absenkung der Abgasgrenzwerte in der geplanten Abgasstufe V werden mit deren Einführung um 2019 zwingend beide Abgasnachbehandlungssysteme (Partikelfilter und SCR) kombiniert zum Einsatz kommen.

Weitere Informationen:

- Aktuelle Fassung der Richtlinie EG 97/68

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:01997L0068-20130110&rid=1>

Veranstaltungen und Termine

25. Sept. 2014

SSM-Vortragstagung, Campus Sursee
Der Verbrennungsmotor hat Zukunft!

<http://www.strasseschweiz.ch/ssm/vortragstagungen-ssm/vortragstagung-ssm-2014>

20./22. Jan 2015

10th International Colloquium TAE Stuttgart / Ostfildern
Fuels – Conventional and Future Energy for Automobiles

<http://www.tae.de/de/kolloquien-symposien/maschinenbau-fahrzeugtechnik-und-tribologie/10th-international-colloquium-fuels.html>