

VDI nachrichten

TECHNIK · WIRTSCHAFT · GESELLSCHAFT

Wassereinspritzung verspricht mehr Effizienz bei großen Schiffsdieseln

SCHIFFSMOTOREN: Lange Zeit „flogen“ die großen Diesel der Binnenschiffe unter dem Radar der Emissionsgesetzgebung. Das hat sich jetzt geändert – zum Wohl der Umwelt. Allerdings stellen neue Grenzwerte Ingenieure weltweit vor neue Herausforderungen. Eine vielversprechende Lösung präsentiert das Troisdorfer Ingenieursunternehmen Exomission. Sein Ansatz: Wassereinspritzung in den Brennraum.

VDI nachrichten, Düsseldorf, 12. 9. 14, mah

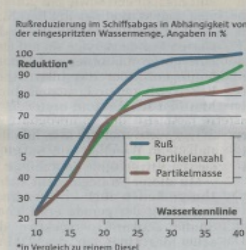
Während der Gesetzgeber die Abgasemissionen von Pkw und Nutzfahrzeugen mit scharfen Grenzwerten bedachte, genossen große Diesel für Lokomotiven oder Binnenschiffe bisher kaum Beachtung. Das ändert sich nun. Allerdings nur langsam, denn hier hat es der Gesetzgeber nicht mit wenigen Automobilfirmen zu tun, sondern – vor allem im maritimen Bereich – mit einer unüberschaubaren Vielzahl von Motorenbetreibern und teilweise Jahrzehnte alten Motoren, deren Nachrüstung extrem teuer werden kann.

Durch die Initiative eines jungen Ingenieurunternehmens namens Exomission kommt in die Schadstoffreduzierung großer Diesel nun Bewegung, zumal der Gesetzgeber Versäumnis nachzuholen gedankt. Dabei ist Ruß das Hauptproblem, während Schwefel keine Rolle spielt. Seit dem 1. 1. 2011 enthält der Dieselmotorkraftstoff für Binnenschiffe nur noch 10 ppm Schwefel wie für die Straßenfahrzeuge. Lediglich das Schweröl für die Überseeschiffe enthält heute noch bis zu 4 % Schwefel, der bei den Abgasemissionen eine erhebliche Rolle spielt.

Bisher standen für die Schadstoffreduzierung bei Binnenschiffen lediglich die auch für Straßenfahrzeuge üblichen Mittel wie Partikelfilter und SCR-System zur Verfügung. Eine weitere, vielversprechende Option ist die Einspritzung von Wasser in den Brennraum. Zwar ist seit vielen Jahrzehnten bekannt, wie die Abgasemissionen – aber auch Verbrauch und Leistung – durch die zusätzliche Einspritzung von Wasser in den Brennraum von Otto- und Dieselmotoren beeinflusst werden könnten. Eine großflächige Anwendung gab es jedoch nicht. Als Hauptproblem galt, dass Kraftstoff und Wasser ohne chemische Zusätze keine stabile Emulsion bilden. Emulgatoren aber sind nicht nur teuer, sie können auch bei der Verbrennung Nebenprodukte bilden, die niemand wünscht.

Vor knapp drei Jahren gründeten die beiden erfahrenen Ingenieure Stefan Fischer und Uwe Israel das Unternehmen Exomission. Sie entwickelten ein Verfahren, mit dem Wasser ohne chemische

Rußreduzierung durch Wassereinspritzung



Viel Potenzial zur Rußreduzierung: Die „Wasserkennlinie“ bezeichnet den volumetrischen Anteil an Wasser zu Diesel unter Vollast.

Zusätze in den Kraftstoff einemulgiert werden kann. Dazu erwarben sie alle Rechte an einem mechanisch-hydraulischen Mischer von Scarabaeus, der keine bewegten Teile besitzt und keine zusätzliche Energie benötigt. Sie richteten ihr Augenmerk zunächst auf die Dieselmotoren der Binnenschiffe, bei denen die Schadstoffreduzierung besonders dringlich ist. Diese Motoren mit Hubräumen um 50 Liter sind zum Teil über 60 Jahre alt und sprechen jeder Schadstoffnorm Hohn. Zwar wird der nachträgliche Einbau von Partikelfiltern und SCR-Reaktor staatlich gefördert, doch die Nachfrage von Seiten der Schiffseigner ist bisher extrem gering.

In Deutschland gibt es rund 4000 Binnenschiffe, von denen etwa 400 jeden Tag den Rhein zwischen Köln und Bonn befahren und dabei mehrere Umweltschritte passieren. Dabei emittieren sie so

viel Ruß wie 3,8 Mio. Pkw, die für die Euro 5-Norm ausgelegt sind. Jede Maßnahme, die Emissionen des Straßenverkehrs noch stärker zu begrenzen verläuft angesichts der Schiffsemissionen im Ergebnis somit fast im Sande.

Aus der Literatur sind viele Möglichkeiten der zusätzlichen Wassereinspritzung bekannt: Emulsionseinspritzung, direkte Wassereinspritzung zusätzlich zur Kraftstoffeinspritzung oder die Befuchtung der Ansaugluft differieren im Ergebnis sehr stark voneinander. Die Ergebnisse waren allesamt nicht befriedigend, obwohl sie von den großen Motorenherstellern über längere Zeiträume versucht wurden. Zudem war der Aufwand oft untragbar hoch.

Für Stefan Fischer und Uwe Israel kam nur die Emulsionseinspritzung ohne chemische Emulgatoren infrage. Gegenüber Straßenfahrzeugen vereinfacht sich das Problem, weil die großen Diesel nahezu ausschließlich mit konstanter Last und Drehzahl laufen. Exomission entwickelte ein Kraftstoff-Wasser-Emulsionssystem (KWE), bei dem der Scarabaeus-Mischer in die Kraftstoffleitung vor den Hochdruckpumpen eingefügt wird. Ein Steuergerät sorgt dafür, dass der Motor mit reinem Dieselmotorkraftstoff gestartet und die Wasserezufuhr vor Stilllegung des Motors abgeschaltet wird, um Korrosionsschäden zu vermeiden.

Außerdem regelt das Steuergerät die Wasserezufuhr, wenn der Motor mit schwankender Last und Drehzahl läuft, um stets eine optimale Rußreduzierung zu erreichen. Verwendet wird normales Trinkwasser, das in der KWE eine Aufbereitung durchläuft und mit etwa 10 bar in den Kraftstoff einemulgiert wird.

Prüfstandsversuche und erste Einbauten lassen aufhorchen

Sowohl die Testergebnisse bei Untersuchungen des TÜV Nord in Essen wie in der Praxis ergaben eine Rußminderung von 100 %, wenn der Wasseranteil 40 % beträgt. Dann sinkt die Partikelanzahl um 94 % und die Partikelmasse um 83 %.

Bei einem Wasseranteil von 40 % wird nicht nur der Ruß vollständig beseitigt, auch NO_x sinkt bis zu 30 % und der Verbrauch um 2,2 %. Die höchste Verbrauchsreduzierung um 2,8 % ergab sich im TÜV-Test bei einem Wasseranteil von 25 %, wobei die NO_x-Minderung immer noch rund 20 % betrug und Ruß zwischen 91 % und 95 % eliminiert wurde. Die hier genannten Zahlen werden von Motor zu Motor differieren. So auch der Kraftstoffverbrauch, der bei einigen Motoren laut den vorliegenden Angaben bis zu 10 % sinken kann.

Entscheidend ist, dass mit der Wassereinspritzung der Einbau des ungeliebten Partikelfilters vermieden werden kann, dessen nachträglicher Einbau bei älteren Schiffen auf nahezu unüberwindbare Schwierigkeiten stößt. Er muss zudem bei einem Binnenschiff etwa viermal pro Jahr ausgebaut und gereinigt werden. Wie auch bei Straßenfahrzeugen steigt der Kraftstoffverbrauch mit zunehmender Beladung des Filters an, um nach der Säuberung wieder den Ausgangswert zu erreichen („Sägezahnverbrauch“). Ohne Partikelfilter, jedoch mit Wassereinspritzung wird zugleich NO_x reduziert und die notwendige SCR-Anlage kann kleiner ausfallen. Sie wird passgenau von Emitec geliefert und benötigt viel weniger Harnstofflösung („AdBlue“) als in Kombination mit einem Partikelfilter.

Nach den Prüfstandsversuchen rüstete Exomission das neue, 110 m lange Ge-

fahrtsschiff „TMS Rudolf Deimann“ mit einer Tonnage von 2322 t mit einer KWE aus. Das Schiff wird von einem Wärtsilä-Motor 6L20 mit einem Hubraum von 52,8 l angetrieben, der je nach Fahrweise zwischen 80 und 200 l Kraftstoff pro Stunde verbraucht. Der moderne Sechszylinder-Vierventil-Turbodiesel mit Ladeluftkühler arbeitet mit Einzelspritzpumpen (Pumpe-Leitung-Düse, PLD) und einem Einspritzdruck von 1500 bar. Nach Fertigstellung wurde das Schiff auf der dafür vorgesehenen Teststrecke in den Niederlanden durchgemessen und übertraf die Erwartungen

aller Beteiligten. Seither lief der Motor mit dem KWE rund 1800 h.

Durch die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der AdBlue-Menge, aber auch durch den Wegfall des Partikelfiltereinbaus und seiner Wartung amortisiert sich die KWE schon nach etwa einem Jahr und entlastet die Umwelt. Da die KWE modular aufgebaut ist, lässt sie sich jedem Anwendungsfall optimal anpassen. Kein Wunder, dass der Staat den Einbau der KWE von Exomission finanziell fördert. Nun muss er nur noch den Weg aus Wasser finden.

CHRISTIAN BARTSCH

Wie wird ein Schritt Fortschritt?

Erleben Sie es bei

Sicher haben Sie schon gehört, dass Lenovo plant, das Business mit IBM System x® Servern zu übernehmen. Eine entsprechende Vereinbarung haben IBM und Lenovo bereits unterzeichnet*. Bei so weitreichenden Neuigkeiten fragen sich Kunden natürlich, was das für Sie bedeutet. Darauf möchten wir – das gesamte System x Team – heute antworten: Sie können sicher sein, dass diese strategische Zusammenarbeit für alle Beteiligten von Vorteil ist – ganz besonders für Sie.

Ein perfektes Team.
Genau wie IBM hat auch Lenovo weitreichende Pläne für x86 Systeme. IBM gilt schon lange als Vorreiter bei kundenorientierten Innovationen bei System x Servern und Lösungen mit Intel® Xeon® Prozessoren. Auch Lenovo setzt auf die x86 Plattform, das beweist schon sein Erfolg als weltweiter Marktführer bei PCs. Lenovo wird seine Stärken bei Skalierbarkeit und operativer Effizienz und seine Präsenz in den verschiedensten Vertriebskanälen einsetzen, um Ihnen auch weiterhin innovative System x Server und Lösungen zu bieten. So, wie Sie es von IBM gewohnt sind. System x kann dadurch seine Führungsrolle im x86 Segment weiter ausbauen.

Wir arbeiten für Sie.
Die verbindliche Übereinstimmung zwischen IBM und Lenovo bedeutet für Sie, dass Sie weiterhin die gleichen Vorteile erhalten werden, die Sie von unserem Team erwarten können. Unser Team wird immer noch für Sie da sein, um Ihnen die bestmögliche Servicequalität und Zuverlässigkeit zu bieten. Daher freuen wir uns, dass IBM den Service für Ihre Transaktion längerfristig garantiert. Ihre Servicepartner kennen und schätzen Sie, ebenso wie Ihre Mitarbeiter, die derzeit mit Ihnen zusammenarbeiten. Und das ist ein Team, das sich für Sie einsetzt, um Ihre Bedürfnisse zu verstehen und zu erfüllen. Wenn Sie mehr über die Zusammenarbeit erfahren möchten, besuchen Sie uns. Herzlichst, Ihr System x Team.

*Der Abschluss dieses Geschäfts steht unter Vorbehalt rechtlicher Prüfung. IBM, das IBM-Logo und System x sind eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern. Die IBM-Logos und System x sind eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie auf www.ibm.com/legal/copytrade.shtml.



Premiere: Das Motorbinnenschiff Rudolf Deimann fährt als erstes Binnenschiff rußfrei dank Wassereinspritzung. Foto: C. Bartsch