



„FRAGLICH IST, OB DIE POLITIK SO LANGE WARTET“

Die Reduzierung von Emissionen bleibt ein hochaktuelles Thema bei der Entwicklung von Otto- und Dieselmotoren. Im Interview mit der MTZ erläutert Professor Dr. Thomas Koch vom KIT, mit welchen Entwicklungen er künftig bei Konzepten zur Emissionsreduzierung rechnet und welche Auswirkungen Immissionsbetrachtungen auf die künftigen Emissionsgesetze haben könnten.

Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch wurde 1973 in Lampertheim geboren. Nach dem Studium des Allgemeinen Maschinenbaus diplomierte er im Jahr 1998 an der damaligen Universität Karlsruhe (TH). Bis 2003 arbeitete Koch als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Professor Boulouchos an der ETH in Zürich und wechselte nach Promotion und Postdoktorandenstellung zur damaligen DaimlerChrysler AG in die Vorentwicklung des Nutzfahrzeug-Motorenbereichs. Er wirkte bei der Entwicklung der neuen Medium-Duty-Dieselmotorenbaureihe OM934/936 mit und begleitete diese von der Konzeptfestlegung bis zum Serien-

start im Jahr 2013. Als Leiter „Grundlagen, Verbrennung“ verantwortete er unter anderem die Auslegung von Brennverfahren, Air-Management und Kraftstofffragestellungen. Seit dem 1. Februar 2013 ist Koch Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen (IFKM) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Wichtige Forschungsschwerpunkte seiner künftigen Tätigkeit sieht Koch neben der Weiterführung der aktuellen Aktivitäten im Bereich der Brennverfahrensanalyse für verschiedene Kraftstoffe vor allem in der Gesamtsystementwicklung unter Einbeziehung der Abgasnachbehandlung und Restwärmenutzung.

MTZ _ Was wird die künftige Motorentwicklung bestimmen, Verbrauch oder Emissionen?

KOCH _ Beides, das lässt sich nicht eindeutig priorisieren. Insbesondere bei Dieselmotoren sehe ich auch langfristig vier Emissionsformen, denen man begegnen muss: NO_x, Ruß, CO₂ und das Geräusch. Der heutige gesetzliche Rahmen mit Euro 6 und OBD C ist bei NO_x und Ruß schon relativ eng gesteckt. Der künftige Hebel ist aus meiner Sicht weniger, die Ist-Grenzwerte weiter zu senken, als vielmehr die Emissionen im Realbetrieb weiter zu konkretisieren und zu reduzieren.

Warum könnte es für den Gesetzgeber attraktiv sein, die gesetzlichen Rahmenbedingungen weiter zu verschärfen?

Eine Triebfeder zur weiteren Reduzierung der klassischen Emissionen NO_x und Partikel könnten die Immissionen sein. Die öffentliche Wahrnehmung, dass die Luft jährlich schlechter wird, ist jedoch falsch. Gerade an den oft zitierten Messstellen wie Freiburg oder Stuttgart ist von 2006 bis 2012 eine Verbesserung der Luftqualität festzustellen. Am Neckartor in Stuttgart kommen wir beispielsweise bei den NO₂-Immissionen von 120 auf 90 µg/m³. Es gibt also einen deutlichen Gradienten nach unten. Zudem wird der Grenzwert von 200 µg/m³ heute nur noch weniger als 80 h im Jahr überschritten, statt 850 h in der Vergangenheit. Man muss aber auch feststellen, dass wir vom eigentlichen Grenzwert von 40 µg/m³ noch ein ganzes Stück entfernt sind. Partikelseitig ist die Situation, auch aufgrund der eingesetzten Partikelfilter, weniger angespannt. Was hier Probleme macht sind die tageweisen Überschreitungen. Hier kommen wir am Neckartor in Stuttgart von 180 Tagen und liegen heute bei 79 Tagen, an denen wir Partikelimmissionen von mehr als 50 µg/m³ messen. Langfristig kommen wir also ins Zielfenster. Fraglich ist, ob die Politik so lange wartet oder mit weiteren Maßnahmen reagiert. Ich vermute langfristig eine moderate weitere Absenkung der Emissionsgrenzwerte mit Augenmaß.

Sehen Sie da eher den Pkw oder das Nfz in der Pflicht?

Wieder bezogen auf die Immissionsmessstellen stammt ein Großteil des Eintrags von Pkw, daher vermute ich, dass dort ein Betrag erwartet wird. Bei der Vertei-

lung der Gesamtemissionen ist der Pkw aufgrund seines innerstädtischen Anteils etwas mehr in der Bringschuld als das Nfz.

Neben den klassischen Emissionen gerät ja auch der CO₂-Ausstoß immer mehr in den gesetzgeberischen Fokus?

Das ist richtig. Speziell bei Nfz muss aus meiner Sicht allerdings zunächst einmal ein Prozess gefunden werden, der die CO₂-Emissionen realistisch und praktikabel bestimmt. Bei Lkw-Anwendungen kommt man allein über Achsformeln, Getriebe, Motoren und Kabinenformen auf einige Tausend Varianten, die unmöglich alle auf dem Prüfstand gemessen

„Langfristig kommen wir ins Zielfenster.“

werden können. Also muss schnellstens ein vernünftiges Prozedere entwickelt werden, um die CO₂-Emissionen zu ermitteln. Aus meiner Sicht ist es dabei sinnvoll, ein Motorkennfeld zu hinterlegen und den Rest des Fahrzeugs zu berechnen. Das Ergebnis muss die CO₂-Emissionen realistisch abbilden, also genau den Verbrauch aufzeigen, den der Kunde je nach Anwendung, das heißt im Fern-

Künftig sieht Koch durch Systeme zur Abgasenergieerückgewinnung Einsparpotenziale bis 10 %



verkehr oder im Linienbuseinsatz, später auch hat. Zudem müssen fahrzeugseitige Maßnahmen, wie aerodynamische Optimierungen, mitberücksichtigt werden.

Wo sind künftige Innovationen bei Abgasnachbehandlungssystemen zu erwarten?

Eine grundsätzliche Entwicklungsrichtung beim Oxidationskatalysator ist die Reduzierung der Edelmetallbeladung. Das ist eine anspruchsvolle Aufgabe, da dies im Widerspruch zum Anspruch steht, den DPF immer und unter allen Bedingungen regenerieren zu können beziehungsweise gar nicht aktiv regenerieren zu müssen. Hier sind die Hersteller im Vorteil, die in der Vergangenheit schon Erfahrungen mit dem DPF, beispielsweise für EPA '07 und EPA '10, gewonnen haben. Beim SCR-System gibt es keinen einheitlichen Trend. Wenn man es schafft, auf eine Hochtemperaturregeneration zu verzichten, sind Vanadium-Substrate attraktiv. Entscheidend ist die Entwicklung von Technologien, die eine maximale NO_x-Konvertierung auch bei niedrigen Temperaturen unterhalb 200 °C erlauben.

Gibt es sonst noch Kosteneinsparpotenzial?

Der größte Hebel ergibt sich auf Seiten der Edelmetalle bei den Katalysatoren. Die Kunst ist, die Systeme bei geringen Edelmetallbeladungen langzeitstabil zu halten. Einen kleinen Hebel bietet das Substraktvolumen, über das Canning wird dieser Vorteil vergrößert. Bei der Fertigung der Gehäuse und bei den Isolationskonzepten sehe ich ebenfalls Einsparmöglichkeiten. Potenzial bietet zudem auch die Peripherie mit NO_x-, Ruß-, Temperatur- und Drucksensorik. Durch intelligente Rechenmodelle könnten Sensoren entfallen. Und nicht zu vergessen sind modulare Konzepte: Bei Nfz hat man sehr schnell eine große Systemmatrix für unterschiedliche Anwendungsfälle. Diese Vielfalt zu beherrschen und mit wenigen Standardlösungen abzudecken, reduziert die Kosten erheblich.

Wie können Variabilitäten im Ventiltrieb beim Dieselmotor bei der Emissionsreduzierung helfen?

Variabilitäten im Ventiltrieb werden auch beim Dieselmotor im großen Umfang kommen. Die Frage ist, welches Konzept sich durchsetzen wird: Phasensteller oder variabler Ventilhub, auf der Ein- oder der Auslassseite? Beim Nfz hat die



Bei Nutzfahrzeugen hat für Koch eine Ventiltriebsvariabilität auf der Auslassseite großen Charme

Variabilität auf der Auslassseite einen großen Charme. Mercedes-Benz beispielsweise kann bei der Baureihe 930 für leichte Nfz den Partikelfilter auch bei Außentemperaturen unter 20 °C und in einem schwachlastigen Zyklus voll regenerieren. Der eingesetzte Phasensteller ist im Pkw schon millionenfach bewährt. Man kann sich darüber hinaus variable Hubkonzepte vorstellen, allerdings hat ein Verteiler-Lkw eine Lebensdauer von 600.000 bis 1 Millionen km, das ist sehr schwierig zuverlässig umzusetzen. Für Fernverkehrs-Lkw sehe ich solche Konzepte zur DPF-Regeneration nicht. Bei Abgastemperaturen, die immer oberhalb von 250 °C liegen, ist die Realisierung von Light-Off-Temperaturen am Oxidationskatalysator kein Problem.

Es gibt ja auch das Konzept der späten Nacheinspritzung?

Wenn man es schafft, den Partikelfilter nur selten aktiv regenerieren zu müssen, kann man eine Strategie mit sehr später Nacheinspritzung umsetzen. Das bedingt aber, das Gesamtsystem sehr gut zu kennen und im Griff zu haben. Zudem muss man sich die Ölwechselintervalle sehr genau anschauen.

Was halten Sie von Überlegungen, das Reduktionsmittel AdBlue für SCR vor Turbolader einzuspritzen?

Das theoretische Potenzial ist sehr verlockend, da man eine sehr homogene

AdBlue-Verteilung im Abgasstrang erzeugen kann. Allerdings ist der Injektor vor Turbolader erheblichen thermischen Belastungen ausgesetzt. Auch muss noch weiter untersucht werden, wie die Turbine auf das AdBlue reagiert. In Summe ist das keine Lösung, die ich in den nächsten fünf bis zehn Jahren bei Pkw oder Lkw sehe.

„Der größte Hebel ergibt sich auf Seiten der Edelmetalle.“

Welches System wird sich bei Diesel-Pkw durchsetzen, NO_x-Speicherkat oder SCR-System?

Für Euro 6 wird es beide Lösungen geben, und es wird spannend sein zu sehen, welches System sich am Markt behaupten wird. Der Vorteil des SCR-Systems ist die Kontrolle der Stickoxidemissionen im gesamten Kennfeld. Zudem muss man bei der Applikation keinen Fettsprung berücksichtigen. Das erkaufte man aber mit Herausforderungen bei der NO_x-Konvertierung bei niedrigen Abgastemperaturen.

Künftig wird die Abgaswärme nicht nur durch Turboaufladung und die Abgasnachbehandlung genutzt, sondern auch über Systeme zur Energierückgewinnung. Wie kann die Energie sinnvoll verteilt werden?

Zum einen muss möglichst viel Enthalpie in das Abgas statt ins Kühlwasser gebracht werden, zum anderen müssen Wärmesenken vor dem SCR-System vermieden werden. Systeme zur Restwärmenutzung können immer erst nach der Abgasnachbehandlung positioniert werden. Daraus ergeben sich für sie aber auch Vorteile, denn nach der Abgasnachbehandlung ist das Temperaturprofil des Abgasstroms in der Regel viel gleichmäßiger. Es gibt deutlich weniger Spitzen, die die Regelung der Restwärmenutzung extrem schwierig machen. Die Herausforderungen bei Systemen zur Restenergienutzung sind, noch ausreichend Enthalpie zur Verfügung zu haben, und die Kühlung, um die Kondensation und einen niedrigen unteren Prozessdruck darstellen zu können. Diese Systeme werden kommen und langfristig Einsparpotenziale von 10 % realisieren. Kurzfristig wird man bei der ersten Generation aber nur ein Potenzial von 2 bis 4 % heben können.

Herr Professor Koch, herzlichen Dank für das Gespräch.

INTERVIEW: Richard Backhaus
FOTOS: Martin Lober