

Kommunikation Produkt und Technologie

Udo Rügheimer
Leiter Kommunikation, Produkt und Technik
Telefon: +49 841 89-92441
E-Mail: udo.ruegheimer@audi.de
www.audi-mediacyenter.com

Kommunikation Produkt und Technologie

Tobias Söllner
Pressesprecher Verbrennungsmotoren
Telefon: +49 841 89-36188
E-Mail: tobias.soellner@audi.de
www.audi-mediacyenter.com

Effizient und sauber: Abgasnachbehandlung für Otto- und Diesellaggregate

- **Gesamtsystem der Abgasnachbehandlung verringert den Stickoxidausstoß bei TDI-Motoren um mehr als 90 Prozent**
- **Audi im Konzern federführend bei Systemen für neue V6-TDI-Motorgeneration**
- **Otto-Partikelfilter komplettiert Abgasreinigung bei Benzinmotoren**

Ingolstadt, 13. November 2020 – Audi setzt zur Erfüllung immer niedrigerer Emissionsgrenzwerte aufwendige Systeme der Abgasnachbehandlung ein. Neben innermotorischen Maßnahmen erfüllen die neuesten Otto- und Dieselmotoren gerade dank leistungsfähiger und hoch entwickelter Abgasreinigungssysteme die strengen Vorgaben. Partikelfilter ergänzen die katalytische Abgasnachbehandlung bei den TDI- wie auch den TFSI-Motoren.

Worin bestehen die aktuellen Herausforderungen bei der Abgasreinigung?

Wie erheblich sich die Emissionsgesetzgebung verschärft hat, zeigen die geforderten Werte am Beispiel der Stickoxidemission für Dieselmotoren. Lag ihr Grenzwert in der Euro-3-Norm ab dem Jahr 2000 noch bei 500 mg/km, so gelten seit 2020 bei neuen Typzulassungen laut Euro 6d nur noch 80 mg/km als zulässig. Innerhalb von zwei Jahrzehnten ist das Limit auf weniger als ein Sechstel gesunken. Allein 56 Prozent der gesamten Verringerung brachte der Schritt von Euro 5 zu Euro 6. Am 1. Januar 2020 löste die Euro-6d-Norm die zuvor gültigen Euro-6d-TEMP-Grenzwerte bei neu homologierten Modellen ab. Ab 1. Januar 2021 müssen dann alle erstmals zugelassenen Neufahrzeuge die neuen Bedingungen erfüllen. Dabei gelten auch die strengen Vorgaben des RDE-Prüfverfahrens (Real Driving Emissions), das auf die Emissionen im realen Verkehrsalltag abzielt. Stickoxide – auch nach ihrem chemischen Kürzel NO_x genannt – entstehen, wenn Stickstoff aus der Luft beim Verbrennungsvorgang mit Sauerstoff reagiert. Der Stickoxidanteil ist beim Dieselmotor besonders hoch, da diese Aggregate prinzipbedingt mit einem Luftüberschuss arbeiten.

Wie hat Audi beim V6 TDI sein Abgasnachbehandlungssystem aufgebaut?

Audi verantwortet im Volkswagen-Konzern die Grundentwicklung der V6-TDI-Aggregate der neuen Generation Evo 3. Mit steigenden Anforderungen durch strengere Abgasnormen müssen die Ingenieure den Wirkungsgrad der Abgasreinigung verbessern. Im Falle der Abgasnachbehandlung erfordert dies unter anderem größere Bauvolumina der Katalysatoren.

Audi ist mit der aktuellen Neuentwicklung für den V6 TDI eine kompakte Kombination aller Technologien gelungen. Die außen an den beiden Zylinderbankseiten liegenden Abgasstränge strömen hinter dem Motor vor der Stirnwand zum Innenraum zusammen. Dort ist der Abgasturbolader angeordnet. Direkt dahinter folgt in der Abgasanlage ein Oxidationskatalysator, genannt NSC. Der Name steht für NO_x Storage Catalyst, also Stickoxid-Speicherkatalysator. Daran schließt sich unmittelbar ein SCR-beschichteter Dieselpartikelfilter an (SDPF). Die Abkürzung SCR steht für Selective Catalytic Reduction. Weiter hinten im Abgasstrang unter dem Fahrzeugunterboden ist der zweite SCR-Katalysator untergebracht.

Wie funktioniert die mehrstufige Abgasreinigung bei TDI-Motoren?

Motornah nutzt Audi einen ersten Oxidationskatalysator (NSC). Die Abkürzung NSC steht für „NO_x Storage Catalyst“, also Stickoxid-Speicherkatalysator. Er nimmt Stickoxide auf, bis er gefüllt ist. Dieser Katalysator entfaltet seine Wirkung schon bei niedrigen Motorbetriebstemperaturen, beispielsweise nach dem Kaltstart. Diese Regeneration erfolgt per kurzzeitiger Gemischanreicherung durch die Motorsteuerung. Außer der Speicherung und anschließenden Neutralisierung der Stickoxide oxidiert er so unverbrannte Kohlenwasserstoffe sowie Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid und Wasserdampf. Dabei nutzt er die Sauerstoffmoleküle der zwischengespeicherten NO_x.

Ein weiterer Schritt zur Verringerung von Stickoxiden erfolgt durch die Einleitung des zusätzlichen Additiv-Stoffes AdBlue. Da diese wässrige Harnstofflösung an zwei Stellen, an denen unterschiedliche Temperaturen herrschen, über je ein Dosiermodul in die Abgasanlage eindosiert wird, heißt das Gesamtsystem Twindosing. In der Abgasanlage erfolgt dann der chemische Prozess der Harnstoff-Thermolyse. Er wandelt das Additiv AdBlue zu Ammoniak um. Dieses reagiert auf dem motornahen SCR-beschichteten Dieselpartikelfilter (SDPF) und am zweiten SCR-Katalysator, der sich weiter hinten in der Abgasanlage befindet, mit den noch nicht umgewandelten Stickoxiden. Dabei entstehen Wasser sowie elementarer Stickstoff, der rund vier Fünftel unserer Erdatmosphäre ausmacht.

Welchen Nutzen bringt ein Twindosing-System?

Die doppelte Eindosierung der wässrigen Harnstofflösung AdBlue ist besonders effektiv. Sie nutzt die unterschiedlichen Bedingungen in verschiedenen Bereichen der Abgasanlage, um angepasst an die diversen Betriebssituationen die Wirksamkeit des Gesamtsystems zu steigern. Auf diese Weise gelingt es Audi, über einen breiten Temperatur- und Betriebsbereich mehr als 90 Prozent der Stickoxide umzuwandeln. Damit trägt das Twindosing entscheidend dazu bei, die NO_x-Emissionsgrenzwerte zu erfüllen. Fährt der Fahrer längere Zeit mit hoher Last, etwa auf der Autobahn oder im Anhängerbetrieb, steigen die Abgastemperaturen am motornahen SDPF deutlich an. Dadurch sinken dessen Stickoxid-Umwandlungsraten. Das ist dann die Bühne für die zweite Eindosierung von AdBlue vor dem zweiten aktiven SCR-Katalysator. Er ist wesentlich weiter hinten im Fahrzeugunterboden auf einem niedrigeren Temperaturniveau. So kann das Gesamtsystem über einen weiten Bereich hohe Umwandlungsraten realisieren.

Wann erscheint dieses V6-TDI-Aggregat und in welchen Baureihen kommt es zum Einsatz?

Der Einsatz der Twindosing-Technologie im V6 TDI erfolgt ab der Generation Evo 3. Sie ist in den Dieselmotoren mit drei Litern Hubraum in drei unterschiedlichen Leistungsklassen im Angebot und zum neuen Jahr in allen Modellen mit diesem Motor im Einsatz.

Auch bei Ottomotoren setzt Audi auf eine aufwendige Emissionsreduzierung. Wie senkt Audi die Schadstoffwerte bei seinen Benzinern?

Die Reinigung von Abgasen beginnt wie auch beim TDI mit verschiedenen innermotorischen Maßnahmen für die TFSI-Motoren, also die Turbo-aufgeladenen Ottomotoren mit Benzindirekteinspritzung. Audi nutzt in verschiedenen Motoren den B-Zyklus, auch als Miller-Brennverfahren bekannt. Er ermöglicht gerade bei gelassener Fahrweise große Verbrauchsvorteile. Bei niedrigerer Last und Drehzahl schließt das zweistufig schaltende Audi valvelift system (AVS) die Einlassventile früher. So ergibt sich eine verkürzte Kompressionsphase, die zusammen mit den geringeren Drosselverlusten und der langen Expansionsphase gezielt im Teillastbereich, der weit überwiegenden Betriebsart, Vorteile bei Emissionen und Verbrauch erbringt. Ein anderer innermotorischer Schritt für eine Verbrauchssenkung ist das System cylinder on demand. Es schaltet einzelne Zylinder in Betriebssituationen mit geringer Lastanforderung ab. Eine alternative Maßnahme ist die indirekte Einspritzung. Sie ergänzt die Benzindirekteinspritzung FSI, senkt den Verbrauch und steigert die Motorleistung. Allen Systemen gemein ist die Verwendung eines Otto-Partikelfilters in der Abgasanlage.

Weshalb benötigen Benzinmotoren einen Otto-Partikelfilter?

Alle benzinbetriebenen Modelle von Audi verfügen über die effiziente FSI-Technik, also über Ottomotoren mit Direkteinspritzung. Bei fast allen Modellen kommt zusätzlich eine Turboaufladung dazu. Das Ziel ist es, auch in ungünstigen Betriebsbereichen das Abgas wirkungsvoll zu reinigen. Der Otto-Partikelfilter verringert den Ausstoß von Kohlenstoffpartikeln, wie sie gerade beim Kaltstart von Benzinmotoren entstehen, um bis zu 90 Prozent. Bereits seit 2018 sind alle entsprechend der Abgasnorm Euro 6d-TEMP zugelassenen Modellreihen von Audi mit einem Otto-Partikelfilter ausgerüstet. Zwei Ausnahmen: Das Zweiliter-TFSI-Aggregat der Baureihe EA888 für Erdgasantrieb, wie es im Audi A4 Avant g-tron* und Audi A5 Sportback g-tron* zum Einsatz kommt, sowie der 1.5 TFSI im Audi A3 Sportback 30 g-tron*. Diese Motoren benötigen einen solchen Filter nicht, denn Methan, das auch CNG (Compressed Natural Gas) genannt wird, verbrennt partikelfrei.

Wie funktioniert ein Otto-Partikelfilter?

Das Abgas muss hinter dem Katalysator durch einen feinporigen Keramikkörper aus Cordierit strömen. Die Funktionsweise dieses Otto-Partikelfilters ähnelt dabei der Abgasreinigung beim Dieselmotor: Das Abgas strömt durch Zellwände aus poröser Keramik. Diese bilden kleine, jeweils zur Ein- oder Auslassseite verschlossene Kanäle. Die Partikel bleiben auf der rauen Keramik-Oberfläche haften. Die Regeneration des Filters verläuft je nach individuellem

Fahrverhalten einfacher als bei einem Diesellaggregat, denn beim Ottomotor entstehen nicht in jeder Betriebssituation Partikel. Ebenso sind die Abgastemperaturen prinzipbedingt höher als beim Selbstzünder. Durch eine über die Motorsteuerung regelbare Sauerstoffversorgung und in der Folge kurzzeitige weitere Temperaturerhöhung im Abgastrakt lässt sich so die im Vergleich zu einem Diesel deutlich geringere Beladungsmenge leicht nachoxidieren und neutralisieren.

Was zeichnet das System von Audi im Wettbewerbsvergleich aus?

Audi setzt auf besonders voluminöse Otto-Partikelfilter. Im Fall des Zweiliter-Vierzylindermotors EA888 hat er ein Volumen von 3,2 Litern. Seine gegendruckoptimierte Auslegung ermöglicht günstige Leistungs- und Drehmomentverläufe. Flächendeckend bei allen Modellen ist der Betrieb sensorüberwacht. Dank dieser Erfassung orientieren sich Häufigkeit und Dauer der Regeneration am Zustand des Filters, der aus den tatsächlichen individuellen Alltags-Fahrprofilen eines jeden Kunden resultiert. Das senkt die Emissionen, schont die Umwelt und steigert die Lebensdauer des Filters.

Verbrauchsangaben der genannten Modelle

(Angaben zu den Kraftstoffverbräuchen und CO₂-Emissionen sowie Effizienzklassen bei Spannbreiten in Abhängigkeit vom verwendeten Reifen-/Rädersatz)

Audi A3 30 g-tron:

CNG-Verbrauch kombiniert in kg/100 km: 3,6–3,5
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km (CNG): 99–96

Audi A4 Avant 40 g-tron:

CNG-Verbrauch kombiniert in kg/100 km: 4,1–3,9
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km (CNG): 111–105

Audi A5 Sportback 40 g-tron:

CNG-Verbrauch kombiniert in kg/100 km: 4,1–3,8
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km (CNG): 111–104

Die angegebenen Verbrauchs- und Emissionswerte wurden nach den gesetzlich vorgeschriebenen Messverfahren ermittelt. Seit dem 1. September 2017 werden bestimmte Neuwagen bereits nach dem weltweit harmonisierten Prüfverfahren für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure, WLTP), einem realistischeren Prüfverfahren zur Messung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen, typgenehmigt. Ab dem 1. September 2018 wird das WLTP schrittweise den neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ) ersetzen. Wegen der realistischeren Prüfbedingungen sind die nach dem WLTP gemessenen Kraftstoffverbrauchs- und CO₂-Emissionswerte in vielen Fällen höher als die nach dem NEFZ gemessenen. Weitere Informationen zu den Unterschieden zwischen WLTP und NEFZ finden Sie unter www.audi.de/wltp.

Aktuell sind noch die NEFZ-Werte verpflichtend zu kommunizieren. Soweit es sich um Neuwagen handelt, die nach WLTP typgenehmigt sind, werden die NEFZ-Werte von den WLTP-Werten abgeleitet. Die zusätzliche Angabe der WLTP-Werte kann bis zu deren verpflichtender Verwendung freiwillig erfolgen. Soweit die NEFZ-

Werte als Spannen angegeben werden, beziehen sie sich nicht auf ein einzelnes, individuelles Fahrzeug und sind nicht Bestandteil des Angebotes. Sie dienen allein Vergleichszwecken zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen. Zusatzausstattungen und Zubehör (Anbauteile, Reifenformat usw.) können relevante Fahrzeugparameter wie z. B. Gewicht, Rollwiderstand und Aerodynamik verändern und neben Witterungs- und Verkehrsbedingungen sowie dem individuellen Fahrverhalten den Kraftstoffverbrauch, den Stromverbrauch, die CO₂-Emissionen und die Fahrleistungswerte eines Fahrzeugs beeinflussen.

Weitere Informationen zum offiziellen Kraftstoffverbrauch und den offiziellen spezifischen CO₂-Emissionen neuer Personenkraftwagen können dem „Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen“ entnommen werden, der an allen Verkaufsstellen und bei der DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Hellmuth-Hirth-Str. 1, D-73760 Ostfildern, oder unter www.dat.de unentgeltlich erhältlich ist.

Der Audi-Konzern mit seinen Marken Audi, Ducati und Lamborghini ist einer der erfolgreichsten Hersteller von Automobilen und Motorrädern im Premiumsegment. Er ist weltweit in mehr als 100 Märkten präsent und produziert an 16 Standorten in 11 Ländern. 100-prozentige Töchter der AUDI AG sind unter anderem die Audi Sport GmbH (Neckarsulm), die Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese/Italien) und die Ducati Motor Holding S.p.A. (Bologna/Italien).

2019 hat der Audi-Konzern rund 1,845 Millionen Automobile der Marke Audi sowie 8.205 Sportwagen der Marke Lamborghini und 53.183 Motorräder der Marke Ducati an Kunden ausgeliefert. Im Geschäftsjahr 2019 erzielte der Premiumhersteller bei einem Umsatz von € 55,7 Mrd. ein Operatives Ergebnis von € 4,5 Mrd. Zurzeit arbeiten weltweit 90.000 Menschen für das Unternehmen, davon 60.000 in Deutschland. Mit neuen Modellen, innovativen Mobilitätsangeboten und attraktiven Services wird Audi zum Anbieter nachhaltiger, individueller Premiummobilität.
