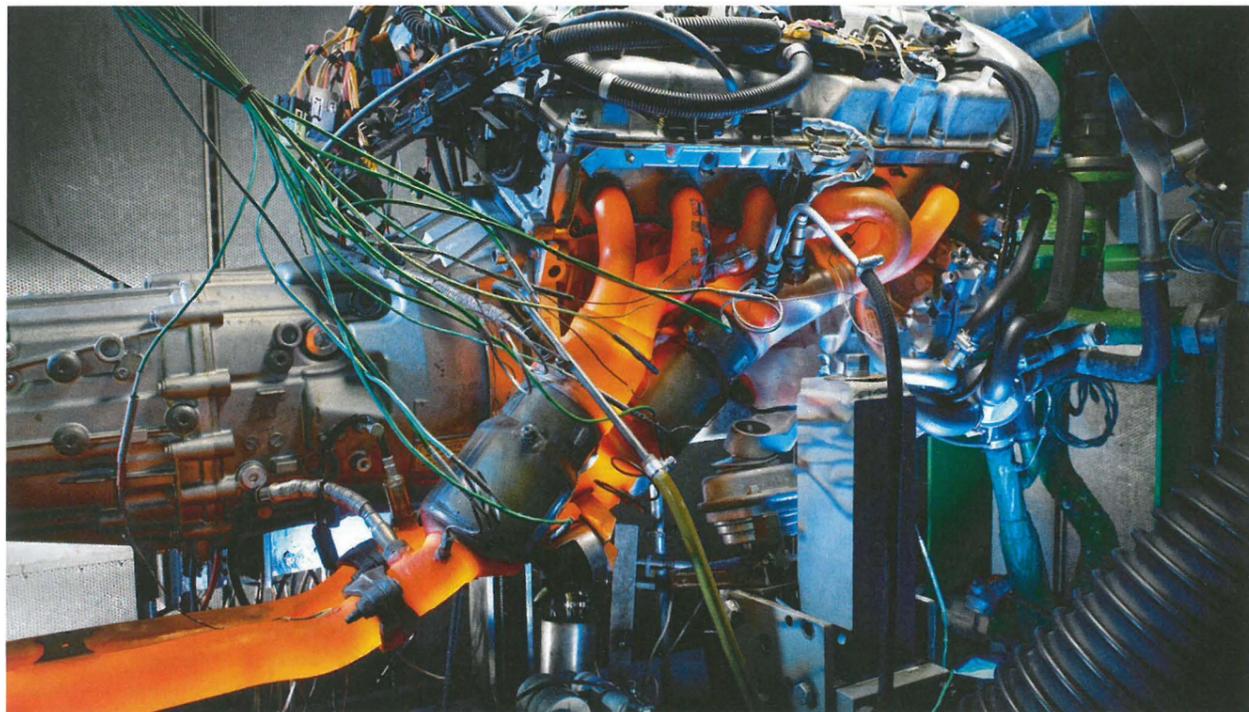


HYBRID BELASTET KAT

Starke Temperaturwechsel können die reaktiven Oberflächen eines Katalysators schädigen. Vor allem bei Fahrzeugen mit hybriden Antriebssystemen kann es zu Thermoschocks kommen, wenn der Verbrenner wieder zugeschaltet wird.



Schnelle Temperaturwechsel können den Katalysator beschädigen. Im Bild: BMW-Sechszylinder mit motornahem Kat auf dem Prüfstand.

Moderne Fahrzeuge mit Hybridantrieb verwenden zur Abgasreinigung herkömmliche Dreiwegekatalysatoren. Während in Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren vor allem das Risiko einer überhöhten Abgastemperatur zu beachten ist, können in Hybridfahrzeugen Schäden am Katalysator auftreten, selbst wenn dieser noch weit unterhalb kritischer Temperaturen arbeitet.

AVL List hat daher das Betriebsverhalten von Katalysatoren in Hybridfahrzeugen genauer untersucht und dabei durchaus kritische Zustände erkennen müssen: Es sind nicht etwa zu hohe Temperaturen, die

zu Schäden führen. Vielmehr sind es schnelle Temperaturänderungen, welche die reaktiven Oberflächenschichten – den Washcoat – angreifen. Beispielsweise können Teile des Washcoats abplatzen, der Katalysator verliert damit seine Funktion. Im Extremfall treten dann Risse im Grundmaterial auf, die nachfolgend zur mechanischen Zerstörung des Keramikträgers führen können.

Mit der Kenntnis dieser kritischen Temperaturwechsel lassen sich die Risiken durch frühzeitiges Altern eines Katalysators besser abschätzen. Hersteller von Katalysatormaterial geben klare Grenzwerte für Temperaturen vor, die im Fahrbetrieb einzuhal-

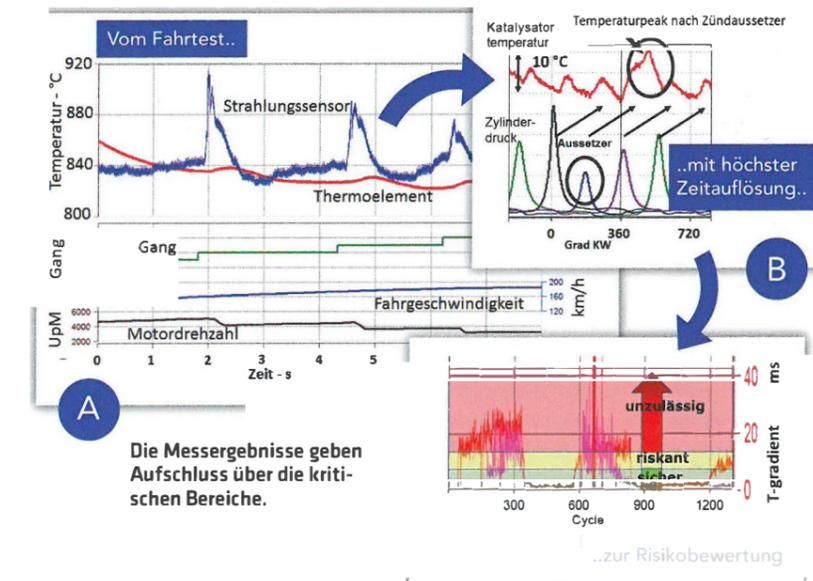
ten sind. AVL stellt diesen Werten nun Grenzwerte für Temperaturgradienten zur Seite (siehe Tabelle S. 67).

TEMPERATURWECHSEL MESSEN

Thermoelemente liefern zwar zuverlässige Messwerte über die im zeitlichen Mittel wirksame Temperatur ihrer Umgebung, sind aber infolge ihrer thermischen Trägheit nicht geeignet, schnelle Temperaturänderungen aufzulösen. Im Gegensatz dazu zeigen die Messkurven (siehe Grafik S. 67), wie schnell eine Katalysatoroberfläche auf den Motorbetrieb reagiert. Sogar einzelne Gaspulse des Abgasstroms werden in ihrer Auswirkung erkennbar (Darstellung B).

→ RISIKOGRENZEN FÜR KATALYSATOREN

	Sicherer Betrieb	Risiko steigt	Hohes Risiko
Belastungsart	Dauerbetrieb	kurzzeitig	unzulässig
Temperatur	950 °C	1.050 °C	> 1.050 °C
Temperaturgradient	< 8 °C/ms	16 °C/ms	16 °C/ms



Die Messergebnisse geben Aufschluss über die kritischen Bereiche.

Gemessen wird dieser schnelle Temperaturwechsel über die von der Katalysatoroberfläche ausgehende Oberflächenstrahlung. Als Sensorelement dient eine Sammellinse, die die erfasste Wärmestrahlung in eine Lichtleitfaser einkoppelt. Über eine Fotodiode wird das Signal dann in einem Datenrecorder erfasst.

Interessant wird diese Messmethode, wenn das Fahrzeug unter Hochlast betrieben wird und bei jedem Gangwechsel kurzzeitig zwischen Last/Leerlauf/Last gewechselt wird. Je nach Schaltstrategie kann es dabei zu erheblichen Übertemperaturen kommen. Der Strahlungssensor wird dazu am Abgaskrümmen oder am Gehäuse des Katalysators über einen Einschweißadapter montiert. Zur Signalkalibrierung wird weiterhin ein Thermoelement verwendet, das aber hier nur die Aufgabe hat, im stationären Fahrbetrieb die Mittelwerte beider Sensorsignale einander anzupassen.

HÖCHSTE BELASTUNG BEI HYBRIDEN

In Messprojekten hat sich gezeigt, dass die höchsten Temperaturgradienten im Wechselbetrieb von Hybridfahrzeugen auf-

treten: Sobald der Elektromotor den Antrieb übernimmt, kühlen Abgaskrümmen und Katalysator ab – der Kat jedoch deutlich langsamer.

Setzt nun der Verbrennungsmotor wieder unter hoher Last ein, tritt zunächst ein kühlerer Abgasstrom in den noch heißen Kat ein. Dieser kühlt zunächst ab und heizt

durch die exothermen Reaktionsvorgänge wieder auf. Die vom Gasstrom betroffenen Oberflächen reagieren darauf mit Temperaturgradienten von bis zu 30 °C/ms – das kann zum Thermoschock führen.

Der Kat wird besonders schnell beschädigt, wenn durch die Gaspulse des Verbrennungsmotors im Abgassystem die Gassäule zum Schwingen angeregt wird. Das Hin und Her der Gase wiederholt den thermischen Stress für das Washcoat. Nachfolgende Gaspulse wiederholen diesen Vorgang solange, bis die Differenz zwischen Abgas- und Katalysatortemperatur wieder Normalwerte erreicht.

SCHNELLES FEEDBACK

Der Strahlungssensor ist Teil eines Messsystems, das am Motorprüfstand ebenso wie im Fahrzeug zum Einsatz kommt. Die Signale werden im AVL X-ion-Recorder erfasst und stehen als Messreihen für Vergleiche mit Motorsignalen zur Verfügung, um Ursachen und Wirkungen im genauen Zeitablauf bewerten zu können.

Bereits während des Messvorgangs werden damit Fahrzustände erkennbar, deren Temperaturen und Temperaturgradienten vorgegebene Grenzwerte überschreiten. Techniker haben damit ein schnelles Feedback zu kritischen Kalibrierparametern und können ihre Abstimmarbeiten entsprechend anpassen: Im oben beschriebenen Fall war das zunächst ein Anpassen der Lastwechseldynamik zwischen Verbrennungs- und Elektromotor. Ein Dämpfen der Gaschwingungen im Röhrenwerk der Abgasanlage bringt dann eine weitere Verbesserung.

LD EBERSPÄCHER

B LIDER AVL L ST