



Partikelanzahl-Messungen an Dieselpersonenwagen

Untersuchung an im Gebrauch stehenden Fahrzeugen der Abgasnorm Euro 5b oder höher

Zusammenfassung

Spätestens seit der Einführung eines Partikelanzahl-Grenzwertes bei der Typgenehmigung von Kompressionszündungsmotoren der Abgasstufe Euro 5b für neue Fahrzeugtypen im September 2011 respektive für neu in Verkehr gesetzte Fahrzeuge ab Januar 2013 sind Diesel-Personenwagen mit Partikelfiltern ausgerüstet. 2017 waren rund 76% des Bestandes der dieselpersonenwagen (Bundesamt für Statistik, 2018) mit einem Partikelfilter ausgerüstet. Diese Abgasnachbehandlungssysteme führen dazu, dass die Partikelemissionen bei der Mündung des Auspuffrohrs gemessen häufig geringer sind als in der Umgebungsluft, gemessen im Leerlauf und bei 2'000 U/min ohne Last. Zwei Studien (Kadijk, Elstgeest, Ligterink, & van der Mark, 2017) (AWEL, ETH-Conference 2018: Combustion Generated Nanoparticles - VERT-Forum 2018) haben jedoch bei Partikelfiltern in der Praxis Fehlerquoten von 5-7% resp. 10% festgestellt. Der TCS hat im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt zur Weiterentwicklung des Messverfahrens sowie zur Überprüfung der Fehlerquoten rund 100 Personenwagen gemessen. Dazu zählten Autos unterschiedlicher Marken, welche dem Emissionscode Euro 4, Euro 5a, 5b oder Euro 6b (88% waren Euro 5b oder neuer) genügten und zum Teil bis zu 200'000 km auf dem Zähler hatten. Alle gemessenen Fahrzeuge waren mit einem Partikelfilter ausgerüstet. Durchgeführt wurden die Messungen mit dem Nanopartikel-Emissionstester (NPET) Modell 3795 von TSI, ein von METAS-zertifiziertes Messgerät für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren. Bei einigen Messungen wurde parallel dazu – zur Verifizierung der Resultate – auch ein Gerät des Typs NanoMet3 von testo eingesetzt. Das NanoMet 3 ist das «golden instrument» für PN-Messungen im praktischen Fahrbetrieb (real driving emissions).

Die mit dem NPET gemessenen Partikelkonzentrationen bei 2'000 U/min waren im Durchschnitt doppelt so hoch wie diejenigen im Leerlauf. Die Messungen mit dem NanoMet3 wiesen mit dem NPET vergleichbare Grössenordnungen der Partikelkonzentrationen auf. Einzelne Messungen waren nicht 1:1 vergleichbar.

Bei sieben (im Leerlauf) resp. neun Fahrzeugen (bei 2'000U/min) waren die Partikelkonzentrationen über dem Ver-



gleichswert von $2.50E+05$ Partikel/ccm. Fahrzeuge, die während der Regenerationsphase des Partikelfilters gemessen werden, können erhöhte Partikelkonzentrationen aufweisen. Dies zeigte ein vom TCS im Vorfeld durchgeführter Test. Bei der Messung der Partikelemissionen eines Seat Exeo während der Regenerationsphase ist gut ersichtlich, dass die Konzentration während insgesamt rund 20 Minuten von einigen Tausend Partikel/ccm zu auf bis zu über $7.00E+06$ Partikel/ccm zunimmt. Aus diesem Grund wurde bei allen auffälligen Fahrzeugen eine zweite Messung mit erneutem Warmfahren (rund 20km) durchgeführt.

Bei vier (Leerlauf) resp. fünf (2'000 U/min) Fahrzeugen war die Partikelkonzentration anschliessend auf unauffälligem Niveau. Eine Aussage zur Funktionsfähigkeit des Partikelfilter-Systems setzt demnach je nach Regenerationszyklus zwei Messungen voraus.

Vier Autos waren auch nach dem erneuten Fahren über dem Vergleichswert (bei 2'000 U/min), bei drei davon deutlich. Bei diesen Autos liegt der Verdacht nahe, dass es tatsächlich Probleme im Bereich Partikelfilter gibt. Bei den drei deutlich defekten Fahrzeugen handelt es sich um jeweils dieselbe Marke und dasselbe Modell (zwei der drei waren nicht als Personenwagen immatrikuliert). Auffallend war zudem, dass die Auspuffrohre dieser Fahrzeuge im Vergleich zu anderen Testwagen verrusst waren. Ein Fahrzeug emittierte erst in der Zweitmessung erhöhte PN.

Die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) Abteilung Fahrzeugantriebssysteme wurde mit der Untersuchung¹ eines der mangelhaften Partikelfilter beauftragt. Bei dem dabei un-

tersuchten Filter zeigte sich im Filtermedium ein deutlicher Riss. Bei der mikroskopischen und REM² Untersuchung konnten keine eindeutigen Zeichen auf die Rissentstehung gefunden werden. Ungewöhnlichen Schwachstellen in der Kanalwand in Kombination mit der asymmetrischen Bauweise konnte aber einen Einfluss auf die Rissbildung haben. Die durchgeführte Untersuchung zeigte, dass die nicht mehr vorhandene Wirkung des Partikelfilters klar auf die Risse im Filtermedium zurückzuführen waren. Eine konkrete Ursache für die Rissentstehung wurde hingegen nicht identifiziert.

Die in der vorliegenden Studie gemessene Anzahl Personenwagen ist zu klein, um Rückschlüsse auf den gesamten schweizerischen Fahrzeugbestand zu ziehen, dennoch lässt sich folgendes hervorheben: Die in dieser Studie beobachtete Fehlerquote der Partikelfilter liegt bei rund 7% (Leerlauf) resp. 9% (2'000 U/min), nach Abzug der Fahrzeuge, die nicht persistent zu hohe PN-Emissionen aufwiesen z.B. aufgrund Regenerationseffekten, bei 3% (Leerlauf) resp. 4% (2'000 U/min), wenn der Vergleichswert bei $2.50E+05$ Partikel/ccm angewendet wird. Anzumerken ist, dass der aktuelle Betriebszustand des Fahrzeuges zum Zeitpunkt der Messung eine wichtige Rolle spielt insbesondere wegen möglichen Regenerationseffekten.

¹ Details zu der Untersuchung können im Empa-Bericht Nr. 00.5082.PZ/S085-1577 nachgeschlagen werden

² Raster Elektronenmikroskop



Partikelanzahl-Messungen an Dieselpersonenwagen

Untersuchung an im Gebrauch stehenden Fahrzeugen der Abgasnorm Euro 5b oder höher

Grafik 1 NPET – Partikelanzahl Standmessung bei 2'000 U/min



Grafik 2 NPET – Partikelanzahl Standmessung im Leerlauf

