


PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken

— Kurzfassung —

 in Zusammenarbeit mit
Bayerisches Landesamt für Umwelt

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	TÜV Nord Mobilität GmbH & Co. KG, Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität, Adlerstraße 7, 45307 Essen Dipl.-Ing. Martin Kleinebrahm Datenanalysen und Gutachten, Dorath 1, 52525 Heinsberg Dipl.-Ing. Heinz Steven
REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 33 – Luftqualität Dr. Werner Scholz Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Bürgermeister-Ulrich-Str. 160, 86179 Augsburg Referat 23 - Luftreinhalteplanung und Verkehr Dipl.-Ing. (FH) Andrea Wellhöfer
STAND	Dezember 2014

Nachdruck - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken

– Kurzfassung –

1 Anlass/Motivation

- Die Immissionsgrenzwerte des gesundheitsschädlichen Luftschadstoffs Stickstoffdioxid (NO₂) werden an städtischen Hauptverkehrsstraßen mit enger Randbebauung europaweit überschritten.
- Hauptquelle für NO₂ sind die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs, insbesondere der Dieselfahrzeuge.
- Die gesetzlichen Regelungen für das Emissionsverhalten von Pkw (*Euro-Normen*) wurden in der Vergangenheit regelmäßig verschärft, brachten bei den Stickoxidemissionen real aber kaum Verbesserungen.
- Der Grund hierfür ist, dass die Emissionen der Pkw im realen Betrieb deutlich höher sind als im Typprüfzyklus auf dem Rollenprüfstand.
- Ab September 2015 gilt für alle Neufahrzeuge (seit September 2014 bereits für neue Fahrzeugtypen) die Euro 6-Norm, mit der der Grenzwert für die NO_x-Emissionen der Diesel-Pkw nochmals deutlich abgesenkt wird (von 180 auf 80 mg/km). Ob dies zu einem entsprechenden Rückgang der Emissionen beispielsweise in Innerortsbereichen führt, ist eine offene Frage.
- In diesem Projekt wurde daher das Emissionsverhalten von Euro 6-Mittelklasse-Pkw im realen Fahrbetrieb untersucht.

2 Methodik

- Die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und das Bayerische Landesamt für Umwelt haben im Rahmen eines gemeinsamen Projekts umfangreiche Abgasmessungen an Euro 6-Diesel-Pkw bei TÜV Nord und ADAC durchführen lassen.
- Getestet wurden drei Euro 6-Mittelklasse-Fahrzeuge: Ein Volkswagen CC mit SCR-Katalysator, ein BMW 320d mit NO_x-Speicherkatalysator sowie ein Mazda 6 mit rein innermotorischen Maßnahmen zur NO_x-Minimierung. Die unterschiedlichen Abgasnachbehandlungskonzepte der Fahrzeuge repräsentieren die derzeit zur Einhaltung von Euro 6 verfügbaren Techniken.
- Die Messung der Fahrzeugemissionen erfolgte im Realbetrieb mit im Fahrzeug mitgeführten PEMS-Messsystemen (PEMS = *portable emission measurement system*). Diese erlauben die Erfassung einer Vielzahl von Parametern, insbesondere der NO_x- und NO₂-Emissionen, während der Fahrt.
- Gefahren wurde auf insgesamt vier Strecken: Hauptverkehrsstraßen in den Stadtzentren von Stuttgart (Streckenlänge: 20 km) und München (11 km) sowie auf zwei Außerortsstrecken

(Überland und Autobahn) im Umkreis von Stuttgart (51 km) und bei Garmisch-Partenkirchen (90 km).

- Die Fahrten wurden in normaler Fahrweise (max. Beschleunigung 1,5 m/s²), aber z. T. mit unterschiedlichen Fahraufträgen (Tempo 30, 40 und 50 sowie „mitschwimmen“ im Verkehrsfluss) durchgeführt. Auch im Hinblick auf die Streckenauswahl und die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Steigung, etc.) entsprachen die Fahrten der normalen, alltäglichen Pkw-Nutzung.
- Insgesamt fanden 90 Fahrten statt (Gesamtstrecke ca. 2.890 km, Gesamtfahrdauer 79 Stunden).
- Abhängig von der jeweiligen Verkehrssituation waren die Fahrzeuge in unterschiedlichem Ausmaß Stausituationen mit dementsprechend hohen Emissionen ausgesetzt. Ein direkter Vergleich der getesteten Pkw ist daher nur eingeschränkt möglich.
- Die PEMS-Messungen wurden durch Messungen auf dem Rollenprüfstand ergänzt (Tempo 30, 40, 50 für je 10 Minuten mit kaltem und mit warmem Motor).

3 Ergebnisse

- Die im Realbetrieb innerorts und außerorts gemessenen NO_x-Emissionen der untersuchten Euro 6-Fahrzeuge zeigen eine erhebliche Schwankungsbreite, abhängig von Fahrsituation und Nachbehandlungstechnik. Die Bandbreiten der bei den Einzelfahrten festgestellten NO_x-Emissionen sind in Tab. 1 wiedergegeben und liegen innerorts zwischen **130 und 676 mg/km**, außerorts zwischen **134 und 618 mg/km NO_x**.
- **Damit liegen die NO_x-Emissionen im Innerortsbereich um den Faktor 1,6 – 8,5, im Außerortsbereich um den Faktor 1,7 – 7,7 über dem Grenzwert der Euro 6-Norm von 80 mg/km.**
- Betrachtet man nur die Fahrten mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit (über die gesamte Strecke) von unter 35 km/h (und damit innerstädtische Fahrten mit höherem Stop-and-Go-Anteil), so überschreiten die NO_x-Emissionen den Grenzwert im Mittel um den Faktor 4,2 – 5,3.
- Die hohen Bandbreiten gerade im Innerortsbereich sind darauf zurückzuführen, dass die Abgasminderungssysteme sehr empfindlich auf Unterschiede in der Dynamik des Fahrverlaufs reagieren. Je höher die Dynamik, desto höher die Emissionen. Dieses Verhalten ist bei Euro 4- und Euro 5-Diesel-Pkw deutlich geringer ausgeprägt.

	Mittlere NO _x -Emissionen innerorts [mg/km]	Mittlere NO _x -Emissionen außerorts [mg/km]	Mittlere NO _x -Emissionen für Fahrten < 35 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit [mg/km]	NO _x -Grenzwert im NEFZ [mg/km]
Fahrzeug 1	234,1 – 512,9	221,2 – 354,3	345,8	80
Fahrzeug 2	129,8 – 659,6	133,6 – 227,4	339,1	80
Fahrzeug 3	348,0 – 676,5	288,2 – 618,3	420,3	80

Tabelle 1: Bandbreiten der NO_x-Emissionsergebnisse (jeweils Mittelwerte einzelner Fahrten)



- Die NO_x-Emissionen der untersuchten Fahrzeuge liegen dennoch meist unter den Emissionswerten von Euro 4- und Euro 5-Fahrzeugen.
- Bei Geschwindigkeiten über 135 - 140 km/h steigen die NO_x-Emissionen stark an und erreichen bei Konstantfahrt Werte bis etwa 500 mg/km, beim Fahrzeug mit innermotorischen Maßnahmen sogar noch deutlich mehr.

- Die untersuchten Fahrzeuge zeigen im Realbetrieb teilweise ein unterschiedliches Emissionsverhalten, was auf die unterschiedlichen Abgasnachbehandlungskonzepte zurückzuführen ist.
- Die höchsten NO_x -Emissionen werden im Stop-and-go-Verkehr beobachtet; vor allem beim Beschleunigen (auch nach Gangwechsel) treten Emissionsspitzen auf.
- Geschwindigkeitsreduzierungen auf Tempo 30 oder 40 führen, wie auch bei Euro 4- und Euro 5-Dieselfahrzeugen, nicht zu einer Verminderung der NO_x -Emissionen.
- Die Auslegung der Abgasnachbehandlungssysteme erscheint derzeit noch nicht optimal. Insbesondere im Innerortsbereich müssen die Minderungssysteme auf eine deutlich höhere Effizienz ausgelegt werden, um die Einhaltung der NO_2 -Immissionsgrenzwerte erreichen zu können.
- Untersucht wurde auch das NO_2/NO_x -Verhältnis der Fahrzeuge, das eine Aussage über die direkt emittierten NO_2 -Anteile im Abgas erlaubt. Während die Euro 4-Fahrzeuge der Untersuchung von LUBW und TÜV Nord aus 2010 teilweise NO_2/NO_x -Verhältnisse deutlich über 50% aufwiesen, zeigen die untersuchten Euro 6-Fahrzeuge mit SCR und NO_x -Speicherkatalysator Verhältnisse in der Nähe von 30%. Die direkten NO_2 -Massenemissionen sind somit gegenüber Euro 4-Fahrzeugen deutlich reduziert. Das Fahrzeug mit innermotorischen Maßnahmen zeigt hier ein sehr niedriges NO_2/NO_x -Verhältnis von etwa 10%.
- Vor Beginn und nach Abschluss der PEMS-Messungen wurde mit jedem Fahrzeug der Typprüfzyklus NEFZ auf dem Rollenprüfstand des ADAC gefahren. Alle Fahrzeuge erfüllten jeweils die Anforderungen der Euro 6-Norm.

4 Fazit

Angesichts der Probleme in der Luftreinhaltung mit der Überschreitung der NO_2 -Immissionsgrenzwerte an stark befahrenen innerstädtischen Straßen mit enger Randbebauung sind die in dieser Untersuchung festgestellten NO_x -Emissionen der untersuchten Euro 6-Mittelklasse-Pkw noch deutlich zu hoch.

Die Einführung eines verschärften Zulassungsverfahrens im Sinn des RDE-Prozesses (RDE = *real driving emissions*, reale Fahremissionen) wird als unbedingt notwendig angesehen, um durch deutlich niedrigere Fahrzeugemissionen in absehbarer Zeit der Einhaltung der Immissionsgrenzwerte näherzukommen.

