

# Interner Versuchsbericht

## „Analyse des Emissionsverhaltens aktueller Dieselfahrzeuge unter Realfahrtbedingungen“

Darmstadt, 15.08.2017



Bearbeiter: Deborah Schmidt, Markus Münz  
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugantriebe  
TU Darmstadt  
Otto-Berndt-Strasse 2  
64287 Darmstadt  
[www.verbrennungskraftmaschinen.de](http://www.verbrennungskraftmaschinen.de)

## Interner Versuchsbericht

### Analyse des Emissionsverhaltens aktueller Dieselfahrzeuge unter Realfahrtbedingungen

Angesichts der aktuellen Diskussion über das Emissionsniveau von Fahrzeugen mit dieselmotorischem Antrieb und dem Angebot vieler Hersteller, alte Dieselfahrzeuge bei Erwerb eines neuen Dieselfahrzeugs mit einem entsprechenden Rabatt zu versehen, wurden vom Fachgebiet für Verbrennungsmotoren und Fahrzeugantriebe zwei beim Händler käuflich zu erwerbende Fahrzeuge aus der aktuellen Serienproduktion mit Dieselmotor hinsichtlich des realen Schadstoffausstoßes im Kundenbetrieb untersucht. Dabei handelt es sich um die folgenden Modelle

- a) Opel Insignia, ausgestattet mit einem 2.0l Dieselmotor mit 125 KW, 6 Gang Handschaltgetriebe und 4x4 Allradantrieb sowie
- b) BMW 520d G30 Efficient Dynamics, dessen Antriebseinheit aus einem 2.0l Dieselmotor mit 140 KW und einer 8 Gang Automatik besteht.



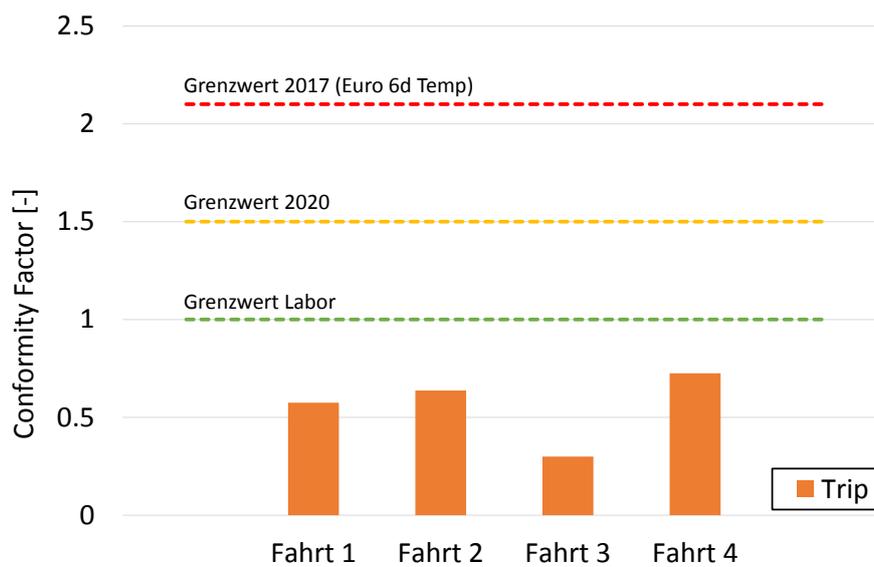
Opel Insignia 2.0l Diesel



BMW 520d

Die beiden Fahrzeuge wurden auf zwei RDE (Real Driving Emissions)-Routen zu verschiedenen Wochentagen und Uhrzeiten und dementsprechend bei verschiedenen Verkehrssituationen und Witterungsbedingungen untersucht und deren real emittierten Abgaskomponenten gemessen. Eine RDE-Route beinhaltet dabei eine Streckenkombination, die sich mit einer Drittelaufteilung aus Stadt, Überland und Autobahnanteil zusammensetzt und die den Anforderungen der EU Kommission in Bezug auf die neu eingeführte RDE-Gesetzgebung hinsichtlich ihrer Streckeneigenschaften genügt. Sie sollen auf diese Weise das reale Nutzerverhalten ausreichend repräsentieren. Die Routen starten in der Innenstadt Darmstadts, gefolgt von einem Überlandteil durch den Odenwald und einem

Autobahnabschnitt ohne Geschwindigkeitsbegrenzung. Für jedes Fahrzeug liegen mehrere Messfahrten und deren Ergebnisse vor.



#### NO<sub>x</sub>-Emissionen unter Real Driving Bedingungen

Das Ergebnis beider Fahrzeuge in verschiedenen Fahrten ist in obiger Abbildung dargestellt. Aus Wettbewerbsgründen sind die Ergebnisse anonymisiert dargestellt. Die Auswertung der Messungen zeigte, dass beide getesteten Fahrzeuge in allen Messfahrten deutlich unter dem gesetzlich vorgeschriebenen Konformitätsfaktor von 2,1 (rote Linie), entsprechend 168 mgNO<sub>x</sub>/km und sogar unter dem ab 2020 gültigen, vorerst finalen Konformitätsfaktor von 1,5 (gelbe Linie), entsprechend 120 mgNO<sub>x</sub>/km liegen. Tatsächlich wurden sogar die gesetzlichen Limits für standardisierte Rollenprüfstandtests, definiert mit 80 mgNO<sub>x</sub>/km deutlich unterschritten. Eine gesonderte singuläre Auswertung des Stadtverkehrsanteils aus dem Gesamttest zeigte dementsprechend niedrige Emissionswerte weit unter dem aktuellen Grenzwert. Auch hier wurde der Grenzwert, gültig ab 2020, bereits erfüllt.

Die Emissionsmessungen erfolgten unter den Vorgaben der ab September 2017 geltenden Euro 6d Abgasgesetzgebung. Dabei wird die Zertifizierungsprozedur zur Erlangung der Typgenehmigung für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge grundlegend reformiert. Im Rahmen der erweiterten Gesetzgebung werden nach Verabschiedung durch die Europäische Kommission konventionelle Messungen auf dem Rollenprüfstand in einer konditionierten Prüfumgebung durch reale Straßenfahrten mit stochastischen Testbedingungen ergänzt. Diese im Rahmen der Real Driving Emissions Homologation definierten Abgasmessungen im realen Straßenbetrieb ermöglichen die Überprüfung geltender Schadstoffgrenzwerte im realen Nutzungsprofil ohne Vernachlässigung relevanter Fahrwiderstände oder Umgebungsbedingungen. Schadstoffemissionen, welche innerhalb eines normalen Nutzungsszenarios auftreten, werden mit einem Portable Emission

Measurement System (PEMS) erfasst und anschließend unter Bezugnahme der Testbedingungen bewertet. Auf dem oben gezeigten Bild ist die aufwändige Messtechnik am BMW montiert zu erkennen.

Die Ausweitung der Zertifizierungsprozedur um reale Straßenfahrten geht mit einer großen Parametervielfalt hinsichtlich des möglichen Lastprofils und der auftretenden Umgebungsbedingungen während der Testfahrt einher. Um der großen Erweiterung der möglichen motorischen Betriebszustände im Vergleich zu bisherigen Testverfahren Rechnung zu tragen, wurde seitens der EU eine graduelle Anpassung des geltenden Schadstofflimits beschlossen. Grundsätzlich kann es aufgrund der großen Variationsmöglichkeiten von emissionsbeeinflussenden Strecken-, Fahrer-, Verkehrs- und Umwelteigenschaften nur ein sogenanntes Not-to-Exceed-Limit geben. Die Namensgebung impliziert, dass Fahrzeuge den geltenden Grenzwert nicht überschreiten dürfen, ein quantitativer Vergleich unterschiedlicher Fahrzeuge oder Messungen jedoch wegen der zufälligen Testbedingungen nicht aussagekräftig ist. Das Not-to-Exceed Limit beschreibt den geltenden Euro-6-Grenzwert eines jeden Schadstoffes, welcher mit einem ebenfalls schadstoffspezifischen Konformitätsfaktor multipliziert wird. Dieser Faktor berücksichtigt zum einen das Mehrgewicht und die Änderung des Fahrwiderstands durch angebaute Messtechnik, als auch die Herausforderung durch im Vergleich zu Labortests zusätzlich abgebildete Fahrwiderstände in der Realfahrtmessung. Für die aktuell im Fokus der Diskussionen stehenden Stickoxide wird der Konformitätsfaktor bei Einführung im September 2017 2,1 betragen. In Phase 2 der Umsetzung der Real Driving Emissions Homologation ab Januar 2020 wird der Faktor auf 1 plus eine Margin zur Berücksichtigung der Messunsicherheit portabler Emissionsmessgeräte reduziert. Diese beträgt nach jetzigem Stand 0,5. [Quelle: <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>; Verordnung (EU) 2016/646]

Die Gesetzgebung sieht vor, Zertifizierungsfahrten in einem weiten Bereich auftretender Umgebungsbedingungen zuzulassen. Lediglich sogenannte „extended conditions“, d.h. Temperaturen über 30 °C oder unter 3 °C, sollen in der Auswertung der Messdaten mit einem Faktor berücksichtigt werden. Der Bereich dazwischen wird gemessen und ungewichtet bewertet. Analog verhält sich die Vorgehensweise bei Höhenlagen über 700 m über Meeresspiegel. Aufgrund der sprunghaftigen Zunahme der Testrandbedingungen und ihres Variationsraumes sehen sich Motorenentwickler und Fahrzeughersteller mit großen Herausforderungen konfrontiert. Abgasnachbehandlungssysteme und Motorapplikationen als emissionsmindernde Maßnahmen müssen im gesamten Betriebsbereich für Realfahrten funktionstüchtig sein und das Emissionsniveau in angemessener Weise senken.

Einige der vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugantriebe durchgeführten Messungen haben unter sogenannten „extended conditions“ stattgefunden. In diesen Fällen hat die Außentemperatur während der Messfahrt 30 °C teilweise oder sogar vollumfänglich überschritten. Die Rohdaten der Messungen wurden jedoch entgegen der EU-Regelung extended conditions schadstoffmildernd zu berücksichtigen nicht mit einem Faktor versehen. Schadstoffemissionen die außerhalb des normalen Temperaturbereichs

gemessen wurden sind ohne Wichtung in das Gesamtergebnis eingeflossen, um auch schwierige Bedingungen für die Abgasreinigung gänzlich mit in die Auswertung einzubeziehen.