

Bundesanstalt für Straßenwesen
Ref.F1

Bergisch Gladbach, 04.12.2014

Auswertung des Forschungsprojektes

FE-Nr.: 84.0066/2009/

Thema: Untersuchung des Abgasverhaltens von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen und emissionsrelevanten Bauteilen

1. Allgemeine Angaben

Auftragnehmer: **TÜV Nord Mobilität GmbH & Co. KG Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität**

Projektleiter/in: **./.**
Bearbeiter/in: **Helge Schmidt**

Forschungsbeginn: **1. Januar 2010**

Sachstandsbericht(e):

Zwischenbericht: **24.11.2010**
30.11.2010
31. März 2011

Entwurf des Schlussberichts: **19. November 2013**

Schlussbericht: **16. Oktober 2014**

Bearbeitungszeit: **57 Monate**

Diese Auswertung wurde erstellt durch: **Bugsel**

(Kurzbericht und Kurzfassung) vom **16. Oktober 2014** sind in Kopie der Auswertung beigefügt.

2. Inhalt des Forschungsvorhabens:

siehe Kurzbericht und –fassung (Anlagen)

3. Auswertung in fachlicher Hinsicht

a) Kritische Stellungnahme zu den erzielten Forschungsergebnissen (einschließlich offengebliebener Probleme)

Das wesentliche Ziel des Projektes war die Überprüfung der Richtlinienkonformität in Betrieb befindlicher Fahrzeuge hinsichtlich ihres Abgasverhaltens. Darüber hinaus wurde im Rahmen dieses Vorhabens als separates Arbeitspaket auch die Dauerhaltbarkeit von Austauschsystemen zur Abgasnachbehandlung untersucht. Somit waren zwei gänzlich verschiedene Themen zu bearbeiten. Folgerichtig wurden auch zwei eigenständige Berichte/Berichtsteile erstellt: Teil A "Feldüberwachung" und Teil B "Austauschkatalysatoren".

Berichtsteil: "Feldüberwachung"

Im Teil A des Projektes sollten im Verkehr zugelassene, aktuelle Fahrzeugtypen in Bezug auf das Emissionsverhalten und die Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Bauteile untersucht werden. Dazu waren jeweils entsprechende Fahrzeug-Stichproben zu vermessen. Im Fokus der Untersuchung standen vorwiegend Personenkraftwagen der Klasse M1. Aber auch leichte Nutzfahrzeuge der Klasse N1 wurden mit einem Anteil von ca. 10% geprüft. Bei beiden Fahrzeugklassen wurden vorrangig Fahrzeugtypen mit Dieselmotor betrachtet. Dabei wurden die ausgewählten Fahrzeuge im Abgaslabor unter identischen Prüfbedingungen wie bei der jeweiligen Typgenehmigung untersucht. Überprüft wurden die Emissionen der limitierten Abgaskomponenten (HC: Kohlenwasserstoffe, CO: Kohlenmonoxid, NO_x: Stickoxide, PM: Partikelmasse und ggf. PN: Partikelanzahl).

Zusätzlich zu den limitierten Abgasemissionen waren im Rahmen von Teil A des Projektes auch die Kohlendioxidemissionen zu bestimmen. Hier ist zu beachten, dass im Typgenehmigungsverfahren – im Gegensatz zu den Schadstoffemissionen – kein Grenzwert für die CO₂-Emissionen vorgesehen ist, gleichwohl sind die vom Hersteller ermittelten und angegebenen Werte Bestandteil der Typgenehmigung und sie werden für das CO₂-Monitoring, die steuerliche Einstufung der Fahrzeuge und für Verbraucherinformationen herangezogen.

Ergebnisse "Feldüberwachung" (limitierte Schadstoffe)

Es wurden insgesamt 17 Fahrzeugtypen verschiedener Hersteller untersucht: 6 Fahrzeugtypen mit Ottomotor der Fahrzeugklasse M1 (5 x Euro-4 und 1 x Euro-5) und 11 Fahrzeugtypen mit Dieselmotor; davon wiederum 8 Fahrzeugtypen der Klasse M1 (4 x Euro-4 und 4 x Euro-5) und 3 Fahrzeugtypen der Klasse N1/Gruppe III (Abgasnorm Euro-4).

Alle 17 geprüften Fahrzeugtypen konnten – gemäß statistischem Verfahren der Richtlinie 98/69/EG bzw. Verordnung (EG) Nr. 715/2007 – mit „positiv“ bewertet werden. Mit Ausnahme eines Fahrzeugtyps konnten die Untersuchungen mit der Mindeststichprobengröße von 3 Fahrzeugen positiv abgeschlossen werden. Das bedeutet, dass alle 3 Fahrzeu-

ge eines Typs im Anlieferungszustand die jeweiligen Grenzwerte für Schadstoffemissionen gemäß den Kriterien des statistischen Verfahrens einhielten bzw. unterschritten. Bei einem Fahrzeugtyp ergab die Untersuchung der Mindeststichprobe, dass bei zwei der drei vermessenen Fahrzeuge die CO-Emissionen über dem Grenzwert lagen. Infolgedessen musste bei diesem Fahrzeugtyp die Stichprobengröße erweitert werden. Schlussendlich konnte auch an diesem Fahrzeugtyp die Untersuchung bei einer Stichprobengröße von insgesamt 8 Fahrzeugen als „positiv“ beendet werden, obwohl an 3 Fahrzeugen Grenzwertüberschreitungen (2 x CO, 1 x THC+NOx) registriert wurden.

Als Endergebnis bleibt insofern festzuhalten, dass bei keinem der untersuchten Fahrzeugtypen serienspezifische Fehler oder Mängel festgestellt wurden.

Ergebnisse "Feldüberwachung" (CO₂-Emissionen)

In Bezug auf die gemessenen CO₂-Emissionen ergab sich für die 17 untersuchten Fahrzeugtypen ein heterogenes Bild. Von der Lenkungsgruppe¹ wurde beschlossen, eine Strukturierung der Ergebnisse nach folgendem Muster vorzunehmen: Wenn der CO₂-Mittelwert aller gemessenen Fahrzeuge eines Typs mehr als + 4% bzw. bei einem Einzelfahrzeug der Messwert mehr als + 10% vom CO₂-Typprüfwert (Herstellerangabe) abweicht, war dies als erhöhte Emissionen zu werten.

Erhöhte CO₂-Emissionen im Sinne dieser Festlegung wurden bei 6 Fahrzeugtypen erkannt (4 Fahrzeugtypen mit Dieselmotor [3 x Euro-5, 1 x Euro-4], und 2 Fahrzeugtypen mit Ottomotor [1 x Euro-5, 1 x Euro-4]; alle M1).

7 Fahrzeugtypen (3 Fahrzeugtypen mit Ottomotor [alle Euro-4] und 4 Fahrzeugtypen mit Dieselmotor [1 x Euro-5, 2 x Euro-4, 2 x Euro-4 N1 Gruppe III]) zeigten zwischen den gemessenen Werten und den Herstellerangaben Abweichungen in einer Bandbreite von +/- 4%.

Bei 4 Fahrzeugtypen (1 Fahrzeugtyp mit Ottomotor, Euro-4 und 3 Fahrzeugtypen mit Dieselmotor [1 x Euro-4, 2 x Euro-4 N1 Gruppe III]) bewegten sich die CO₂-Messwerte dagegen um mehr als 6% unterhalb der Herstellerangabe.

Gemäß Beschluss der Lenkungsgruppen wurden Hersteller von Fahrzeugtypen mit erhöhten CO₂-Emissionen darüber informiert, dass an Fahrzeugen ihres Hauses erhöhte CO₂-Emissionen festgestellt wurden und dass sie eine schriftliche Erklärung zu diesem Sachverhalt abgeben sollten.

Anmerkungen zu den Antwortschreiben der Hersteller: siehe Punkt b)

Berichtsteil: "Austauschkatalysatoren"

Im Teil B des Projektes sollten die emissionsspezifischen Eigenschaften von Austauschsystemen zur Abgasnachbehandlung in Bezug auf ihre Alterungsbeständigkeit überprüft werden, da es Hinweise auf erhebliche Qualitätsunterschiede bei Austauschsystemen zur Abgasnachbehandlung (hier: Drei-Wege-Katalysatoren) gibt, durch die die Dauerhaltbarkeit derartiger Systeme im realen Straßenverkehr beeinträchtigt werden kann.

Austauschkatalysatoren, die im Zubehörmarkt angeboten werden, werden auf der Basis der ECE Regelung Nr. 103 genehmigt. Bezüglich des Nachweises der Dauerhaltbarkeit

¹ Zur Durchführung des Vorhabens wurde eine Lenkungsgruppe, bestehend aus BMVBS, BMU, KBA, BAST und UBA, eingerichtet, in der die wesentlichen Entscheidungen innerhalb des Vorhabens vorbereitet und getroffen wurden.

wird dort lediglich auf die Vorschriften der Regelung Nr. 83 (Prüfung Typ V) oder auf die Verwendung von festen Verschlechterungsfaktoren verwiesen. In der Regelung Nr. 103 selbst sind keine Verfahren angegeben, wie die Überprüfung der Dauerhaltbarkeit zu erfolgen hat.

Insgesamt wurden 5 Austauschsysteme zur Abgasnachbehandlung verschiedener Hersteller untersucht. Ein Original-Austauschkatalysator aus einer markengebundenen Fachwerkstatt und 4 verschiedene, nach ECE R103 genehmigte Katalysatoren aus dem freien Teilemarkt. Betrachtet wurden Drei-Wege-Katalysatoren der Abgasstufe Euro-4. Wesentliches Ziel war es dabei, einen (groben) Überblick über die aktuelle Situation zu gewinnen – und nicht eine Bewertung der einzelnen Austauschsysteme vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Untersuchung – bei der die Katalysatoren auf einem Brennerprüfstand gealtert wurden, entsprechend einer Laufleistung von bis zu 80.000 km – zeigen, dass bei im freien Teilemarkt erhältlichen Austauschsystemen zur Abgasnachbehandlung (hier: Drei-Wege-Katalysatoren) erhebliche Qualitätsunterschiede auftreten. Nur mit dem Original-Austauschkatalysator² und mit einem Austauschsystem aus dem freien Teilemarkt konnten auch nach einer Alterung über 80.000 km die Euro-4 Grenzwerte eingehalten werden. Bei einem Austauschsystem wurden bereits im Neuzustand die Euro-4 Grenzwerte überschritten. Bei einem anderen Austauschsystem wurde die Untersuchung nach 10.000 km Alterung und bei einem weiteren Katalysator nach 40.000 km Alterung aufgrund einer Überschreitung der Euro 4 Grenzwerte abgebrochen.

Fazit: Von den 5 untersuchten Austauschsystemen (4 Systeme aus dem freien Markt, 1 x OEM) haben lediglich 2 Systeme den Alterungstest ohne Beanstandung überdauert. Grenzwertüberschreitungen wurden bei 3 Systemen/Herstellern festgestellt; davon hat ein System bereits im Neuzustand einen Grenzwert überschritten.

- b) Folgerungen aus den Forschungsergebnissen (einschließlich Auswirkungen auf andere Forschungsvorhaben)

Berichtsteil: "Feldüberwachung"

Die von den Fahrzeugherstellern/OEM abgegebenen Erklärungen zu den erhöhten CO₂-Emissionen waren mitunter abwegig formuliert. Gleichwohl dokumentieren die Antworten aber unmissverständlich, dass die im Rahmen der Typprüfung erlaubten Verfahren und Methoden zur Ermittlung der CO₂-Emissionen in Bezug auf wichtige Prüf- und Messparameter zum Teil große Bandbreiten zulassen, die in der Folge (große) Differenzen bei den Messergebnissen nach sich ziehen können und damit zu erheblichen Divergenzen in der Auslegung und Beurteilung der Messwerte führen.

Die Ausführungen der OEM zu den erhöhten CO₂-Emissionen zeigen deutlich, dass klare Vorschriften/Vorgaben (Spezifikationen, Messparameter, Defaultwerte etc.) in das Typgenehmigungs-Regelwerk eingearbeitet werden sollten, um möglichen Konfrontationen zwischen Behörden und OEM entgegenzuwirken. Angesichts der zunehmenden Bedeutung der CO₂-Emissionen – auch im Hinblick auf mögliche Strafzahlungen für Fahrzeug-

² Es wurden ein Original-Austauschkatalysator (Kosten ca. 850 €) und 4 Austauschsysteme aus dem freien Teilemarkt untersucht. Dort werden Katalysatoren mit entsprechender Genehmigung zu Preisen von ca. 150 € bis zu ca. 550 € angeboten. Katalysatoren ohne Genehmigungsnummer, die teilweise für 50 € für das Testfahrzeug im Internet angeboten werden, wurden nicht berücksichtigt. Für die Untersuchungen wurden Austauschsysteme für ca. 250 €, ca. 300 € und zwei Katalysatoren für ca. 450 € ausgewählt.

hersteller bei Emissionsüberschreitungen – müssen die Randbedingungen während der Typprüfung so festgelegt werden, dass die Reproduzierbarkeit und die Realitätsnähe der Messergebnisse sichergestellt sind.

Diese Maßnahmen sind ebenfalls erforderlich, wenn möglicherweise zukünftig auch eine Überprüfung der CO₂-Werte von bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen stattfinden soll, wie es für die limitierten Schadstoffemissionen im Rahmen der Feldüberwachung bereits heute der Fall ist.

Berichtsteil: "Austauschkatalysatoren"

Austauschkatalysatoren, die im Zubehörmarkt angeboten werden, werden auf Basis der ECE Regelung Nr. 103 genehmigt. In der Praxis wird die Dauerhaltbarkeit der Austauschsysteme zur Abgasnachbehandlung von ihren Herstellern garantiert, eine Überprüfung findet im Rahmen der Genehmigung jedoch in den seltensten Fällen statt.

Die Ergebnisse der Untersuchung belegen eindeutig, dass die derzeitigen Anforderungen in der ECE Regelung Nr. 103 noch nicht ausreichen, um die Dauerhaltbarkeit von Austauschkatalysatoren sicherzustellen.

Anzumerken bleibt auch, dass eine "Feldüberwachung" von Austauschsystemen zur Abgasnachbehandlung in den relevanten Vorschriften (z.B. in der ECE Regelung Nr. 103) derzeit nicht vorgesehen ist. Wenn man zukünftig auch Austauschsysteme zur Abgasnachbehandlung im Feld überwachen möchte, dann müssen geeignete Vorgaben/ Maßnahmen in den entsprechenden Verordnungen Berücksichtigung finden.

Allgemeine Anmerkung

Auch dann wenn Forschungsprojekte von mehreren Ressorts gesponsert und finanziert werden, sollte zukünftig vermieden werden, dass grundlegend unterschiedliche Forschungsziele/-themen in ein und demselben Forschungsvorhaben zusammengefasst werden.

c) Vorschläge für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis

Berichtsteil: "Feldüberwachung"

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens unterstreichen die Notwendigkeit der Überarbeitung des Regelwerks im Hinblick auf die Ermittlung der CO₂-Emissionen. In diesem Kontext ist zu anzuführen, dass die diesbezüglichen Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben bereits in die laufenden Arbeiten der Expertengruppe "Abgas und Energie" ("WP.29/GRPE") der Vereinten Nationen (UNECE) eingeflossen sind. Dort wird zur Zeit eine weltweit harmonisierte Testprozedur für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (WLTP) erarbeitet. Ziel ist die Entwicklung eines – gegenüber dem derzeit obligatorischen NEFZ – realitätsnäheren Prüfzyklus, mit dem Schwerpunkt, die Angaben in den Datenblättern über den Kraftstoff-Normverbrauch bzw. die CO₂-Emissionswerte zu verbessern. Ein weiterer Kernpunkt der Arbeiten ist es, zusätzlich auch einheitliche Messbedingungen und Messverfahren zu schaffen, d.h. die zugehörigen Testverfahren und –parameter, die während der Typgenehmigung von Fahrzeugen angewendet werden, zu überarbeiten.

Berichtsteil: "Austauschkatalysatoren"

Die Ergebnisse des Berichtes "Austauschkatalysatoren" können für die Weiterentwicklung der Richtlinie ECE-R 103 verwendet werden. Erste Zwischenergebnisse aus dem Projekt wurden bereits in den entsprechenden Arbeitsgruppen der GRPE in Genf vorgestellt.

d) Vorschläge für ergänzende oder neue Forschungsthemen und deren Prioritäten

Berichtsteil: "Feldüberwachung"

Es ist angebracht, von Zeit zu Zeit entsprechende Nachfolgeprojekte durchzuführen, um auch zukünftig zu überprüfen, ob die Fahrzeuge im Feld die Vorgaben erfüllen, die in den relevanten Richtlinien/Verordnungen vorgeschrieben sind.

Die Ergebnisse des Projektes FE 86.0066/2009 zeigen, dass alle untersuchten Fahrzeugtypen gemäß statistischem Prüfverfahren als i.O. bewertet wurden (d.h. bei keinem Fahrzeugtyp wurden serienspezifische Fehler oder Mängel festgestellt), so dass die Dringlichkeit für ein weiteres Forschungsvorhaben derzeit als nicht hoch eingeordnet wird, zumal die Prüfung weiterer Euro-5 Fahrzeugtypen (d.h. die Beschaffung entsprechender Fahrzeuge aus Kundenhand) sich als schwierig erweisen würde, da Fahrzeugtypen mit hohen Zulassungsanteilen bereits im Rahmen dieses Vorhabens geprüft wurden.

4. Dokumentation der Ergebnisse
(ggf. Begründung bei Nicht-Veröffentlichung)

Um die umfassenden Erkenntnisse allgemein zugänglich zu machen, wird die Veröffentlichung beider Berichtsteile (Teil "Feldüberwachung" und Teil "Austauschkatalysatoren") in der BASt-Schriftenreihe empfohlen.


(Bügel)