
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

FE 86.0066/2009

**Untersuchung
des Abgasverhaltens von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen
und emissionsrelevanten Bauteilen**

- Feldüberwachung

Kurzbericht

10.09.2014

von

Helge Schmidt, Marco Georges



Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität

Antrieb/Emissionen

PKW/Kraftrad

Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

1 Einleitung

Entscheidend für die Schadstoffbelastung der Umwelt durch den Straßenverkehr sind die Abgasemissionen der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge. Daher wurde seitens der Gesetzgebung die Prüfung der Konformität von in Betrieb befindlichen Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen (Feldüberwachung) eingeführt. Dabei sollen bereits im Verkehr befindliche Fahrzeuge nach einer statistischen Auswahl unter Typprüfbedingungen (Typ I Test) untersucht werden. Das Ziel ist es, so Rückschlüsse auf die Dauerhaltbarkeit von Motorcomponenten und Systemen zur Abgasnachbehandlung ziehen zu können.

Kohlendioxid, welches bekanntlich für den Treibhauseffekt mitverantwortlich ist, wird trotz seiner klimaschädigten Wirkung nicht als Schadstoff eingestuft. Dennoch ist die Erfassung der CO₂-

Emissionen und des Kraftstoffverbrauches Teil der Typpenehmigung. Dabei darf der vom Hersteller angegebene Wert, den bei der Typprüfung gemessenen Wert, nicht um mehr als 4% bei Pkw bzw. 6% bei leichten Nutzfahrzeugen überschreiten. Auf Grundlage der immer größeren Bedeutung von Kohlendioxid, wurden im Rahmen dieses Projektes die CO₂-Emissionen und der Kraftstoffverbrauch mit erfasst und ausgewertet.

2 Projektablauf

In diesem Forschungsvorhaben wurden insgesamt 17 Fahrzeugtypen unterschiedlicher Hersteller untersucht, wobei die genaue Verteilung der untersuchten Fahrzeugtypen aus der Tabelle 2-1 zu entnehmen ist.

Abgasnorm	Fahrzeugtypen mit Ottomotor		Fahrzeugtypen mit Dieselmotor	
	Euro 4	Euro 5	Euro 4	Euro 5
Fahrzeugklasse M	5	1	4	4
Fahrzeugklasse N1 Gruppe III	--	--	3	--

Tab. 2-1: Verteilung der Fahrzeugtypen

Die Fahrzeugauswahl erfolgte gemäß den Auswahlkriterien der Richtlinie 98/69/EG bzw. Verordnung (EG) Nr. 715/2007 (z.B. Kilometerleistung, Fahrzeugalter, OBD-Fehlerspeicher, usw.). Darüber hinaus wurden auch statistische Kriterien, wie die Neuzulassungszahlen aus den Jahren 2008 und 2009, mit einbezogen. In diesem Zeitraum wurden etwa 99% aller Neufahrzeuge mit konventionellen Otto- oder Dieselmotor zugelassen. Daher erfolgte auch die Auswahl der Fahrzeuge nur unter diesen beiden Antriebskonzepten. Zudem sollte auch ein weites Spektrum an Herstellern abgedeckt werden, wobei der repräsentative Querschnitt Berücksichtigung finden sollte. Um Doppeluntersuchungen zu vermeiden und die Effektivität des Forschungsvorhabens zu optimieren, wurden die Fahrzeugauswahl und die Messergebnisse aus anderen europäischen Feldüberwachungsprogrammen berücksichtigt.

Mit Hilfe des KBA's wurden pro Fahrzeugtyp jeweils 300 Fahrzeughalter ermittelt und angeschrieben, wobei die Auswahl der Fahrzeughalter nach dem Zufallsprinzip erfolgte. Die Fahrzeughalter, die sich bereit erklärten am Untersuchungsprogramm teilzunehmen, wurden zunächst mittels eines Fragebogens über wichtige Fahrzeugmerkmale wie Kilometerleistung, Wartungszustand,

durchgeführte Reparaturen und dem Serienzustand ihres Fahrzeuges befragt. So konnte im Vorfeld geklärt werden, ob ein Fahrzeug für dieses Projekt geeignet ist.

Gemäß der Gesetzgebung gelten bei einer Feldüberwachung die gleichen Prüfbedingungen wie bei der jeweiligen Typpenehmigung. D.h. Schwungmasse, Fahrwiderstandskurve und Fahrkurve (NEFZ) entsprechen denen bei der Typpenehmigung. Mit dem Einverständnis des Herstellers wurden die Messungen mit dem im Tank befindlichen Kraftstoff durchgeführt. Bei einem Hersteller wurde nach Absprache sowohl konventioneller Kraftstoff als auch Referenzkraftstoff verwendet.

Entsprechend ihrer Abgasnorm wurden die Fahrzeuge auf dem Abgasrollenprüfstand auf ihre Schadstoffkomponenten überprüft, sofern die Eingangsprüfung erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Anschließend wurden die Prüfergebnisse gemäß der Richtlinie 98/69/EG bzw. Verordnung (EG) Nr. 715/2007 bewertet. Das statistische Verfahren, welches im Rahmen dieses Projektes angewendet wurde, sieht eine Mindeststichprobengröße von 3 Fahrzeugen vor. Jedoch darf die Stichprobe eine Anzahl von 20 Fahrzeugen nicht übersteigen.

3 Ergebnisse

3.2 Schadstoffemissionsmessungen

3.1 Eingangsprüfung

Alle im Test untersuchten Fahrzeuge hatten die Eingangsprüfung ohne Auffälligkeiten an abgasrelevanten Bauteilen bestanden.

In den Tabellen 3-1 und 3-2 sind die Ergebnisse der Abgasemissionsmessungen dargestellt (Typ I Test). Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um den mittleren Wert aus allen gemessenen Fahrzeugen eines Typs handelt.

Nr.	Hersteller	Handelsbezeichnung	Anzahl der geprüften Fahrzeuge	Schadstoff-Emissionen im NEFZ			
				CO [mg/km]	THC [mg/km]	NMHC [mg/km]	NO _x [mg/km]
1	Fiat	Fiat 500	3	219,8	44,0	39,5	18,2
Grenzwert Euro 5 der Fahrzeugklasse M				1000	100	68	60
2	Chevrolet	Matiz	3	428	30	-	26
3	Dacia	Sandero	3	464	60,3	-	24,4
4	Hyundai	i10	3	415	31	-	18
5	Opel	Zafira	3	379	20	-	27
6	Renault	Twingo	3	190	40	-	17
Grenzwert Euro 4 der Fahrzeugklasse M				1000	100	-	80

Tab. 3-1: Mittelwerte der Schadstoffemissionen der Fahrzeugtypen mit Fremdzündungsmotor im NEFZ

4

Nr.	Hersteller	Handels- bezeichnung	Anzahl der geprüften Fahrzeuge	Schadstoff-Emissionen im NEFZ			
				CO [mg/km]	NO _x [mg/km]	THC+NO _x [mg/km]	PM [mg/km]
7	AUDI	A4 AVANT	3	146,9	126,5	151,1	0,49
8	BMW	118d	3	335,5	150,5	192,9	0,6
9	OPEL	Insignia	3	47,5	125,7	136,3	0,7
10	VOLKSWAGEN	GOLF	8	391,0	135,9	192,9	0,9
Grenzwert Euro 5 der Fahrzeugklasse M				500	180	230	5,0
11	CITROEN	C4 Picasso	3	179	157	187	1,4
12	MERCEDES-BENZ	B 180 CDI	3	225	175	206	0,8
13	PEUGEOT	308 HDI	3	155	214	245	0,8
14	TOYOTA	AURIS D-CAT	3	341	190	218	5
Grenzwert Euro 4 der Fahrzeugklasse M				500	250	300	25
15	FORD	S-MAX TDI	3	343	274	319	0,6
16	MERCEDES-BENZ	VIANO CDI 2.2	3	153	320	346	1,3
17	VOLKSWAGEN	TRANSPORTER/ CARAVELLE	3	467	282	409	0,4
Grenzwert Euro 4 der Fahrzeugklasse N1 Gruppe III				740	390	460	60

Tab. 3-2: Mittelwerte der Schadstoffemissionen der Fahrzeugtypen mit Kompressionszündungsmotor im NEFZ

Insgesamt konnten bei dieser Feldüberwachung, gemäß dem statistischen Verfahren, alle 17 geprüften Fahrzeugtypen mit „positiv“ bewertet werden. Mit Ausnahme eines Fahrzeugtyps, konnte bei allen untersuchten Fahrzeugtypen, die Stichprobe mit der Mindeststichprobengröße abgeschlossen werden. Das bedeutet, dass alle 3 Fahrzeuge eines Typs im Anlieferungszustand die jeweiligen Grenzwerte für Schadstoffemissionen gemäß den Kriterien des statistischen Verfahrens einhielten bzw. unterschritten.

Bei dem Fahrzeugtyp, bei welchem die Stichprobengröße erhöht werden musste, war die Untersuchung von insgesamt 8 Fahrzeugen erforderlich. Bei einzelnen Fahrzeugen dieses Typs wurden erhöhte Schadstoffemissionen festgestellt. Bei den ersten Messungen lagen die CO-Emissionen der Fahrzeuge 1 und 3 deutlich über dem Grenzwert. Bei dem Fahrzeug 2 lagen die CO-Emissionen bei 99,9% des Grenzwertes. Daraufhin wurde die

Stichprobengröße zunächst um ein Fahrzeug erweitert. Dieses Fahrzeug lag mit rund 300 mg/km CO-Emissionen im erlaubten Wertebereich, allerdings wurde bei diesem Fahrzeug ein erhöhter Wert für die Abgaskomponenten THC und NO_x festgestellt. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde der Umfang der Stichprobe entsprechend den Vorgaben der Richtlinie erhöht. Der Fahrzeughersteller wurde in die Messungen der zusätzlichen Fahrzeuge mit eingebunden und entschied sich dafür, die neuen Messungen unter Verwendung eines Referenzkraftstoffes durchzuführen. Bei der Verwendung von Referenzkraftstoff wurden bei allen weiteren Fahrzeugen keine Auffälligkeiten festgestellt und so wurde bei einer Stichprobengröße von 8 Fahrzeugen mit 3 auffälligen Fahrzeugen die Stichprobe als „positiv“ bewertet.

3.3 CO₂-Emissionsmessungen

In der Tabelle 3-3 sind die bei der Feldüberwachung gemessenen CO₂-Werte den Herstellerangaben gegenübergestellt.

Elf der insgesamt 17 Fahrzeugtypen hielten die jeweiligen Herstellerangaben ein oder unterschritten sie. Vier von diesen Fahrzeugtypen unterschritten die Herstellerangaben mit mehr als -4% deutlich. Bei sieben Typen entsprachen die ermittelten Werte für die CO₂-Emissionen etwa den Herstellerangaben (Herstellerangabe -4% ≤ ermittelte CO₂-Wert ≤ Herstellerangabe +4%).

Bei sechs Fahrzeugtypen lagen die CO₂-Emissionen um mehr als die bei der Typprüfung zulässigen 4% über der Herstellerangabe. Unter diesen sechs Fahrzeugtypen befanden sich vier Fahrzeugtypen bei denen die ermittelten CO₂-Emissionen über 4% aber unter 10% lagen und bei zwei Fahrzeugtypen lagen die ermittelten CO₂-Emissionen über 10%.

Fahrzeugtypen, bei denen der Mittelwert der gemessenen CO₂-Emissionen um mehr als 4% oder bei einzelnen Fahrzeugen um mehr als 10% über dem Typgenehmigungswert gelegen haben, wurden als auffällig eingestuft.

Nr.	Hersteller	Handelsbezeichnung	Abgasnorm	Arbeitsprinzip	CO ₂ -Abweichung zu den Herstellerangaben im NEFZ	
1	FIAT	FIAT 500	Euro 5	Fremdzündung	9,7 %	2 Fahrzeuge über +10% 1 Fahrzeug über +4%
2	CHEVROLET	MATIZ	Euro 4		1,9 %	alle 3 Fzg. keine Auffälligkeiten
3	DACIA	SANDERO 1.4	Euro 4		-6,5 %	2 Fahrzeuge unter Herstellerangabe 1 Fahrzeug keine Auffälligkeit
4	HYUNDAI	i10	Euro 4		7,0 %	alle 3 Fahrzeuge über +4%
5	OPEL	ZAFIRA	Euro 4		-0,8 %	alle 3 Fzg. keine Auffälligkeiten
6	RENAULT	TWINGO	Euro 4		4,0 %	2 Fahrzeuge keine Auffälligkeiten 1 Fahrzeug über +4%
7	AUDI	A4 AVANT	Euro 5	Kompressionszündung	12,9 %	alle 3 Fahrzeuge über +10%
9	BMW	118d	Euro 5		10,8 %	alle 3 Fahrzeuge über +10%
8	OPEL	Insignia	Euro 5		-0,9 %	alle 3 Fzg. keine Auffälligkeiten
10	VOLKSWAGEN	GOLF	Euro 5		7,7 %	3 Fahrzeuge über +10% 3 Fahrzeuge über +4% 2 Fahrzeuge keine Auffälligkeiten
11	CITROEN	C4 Picasso	Euro 4		-7,0 %	alle 3 Fzg. unter Herstellerangabe
12	MERCEDES-BENZ	B 180 CDI	Euro 4		6,1 %	1 Fahrzeug über +10% 1 Fahrzeug über +4% 1 Fahrzeug keine Auffälligkeiten
13	PEUGEOT	308 HDI	Euro 4		-1,8 %	alle 3 Fzg. keine Auffälligkeiten
14	TOYOTA	AURIS D-CAT	Euro 4		-1,1 %	alle 3 Fzg. keine Auffälligkeiten
15	FORD	S-MAX TDI	Euro 4 Gruppe III		-9,7 %	alle 3 Fzg. unter Herstellerangabe
16	MERCEDES-BENZ	VIANO CDI 2.2	Euro 4 Gruppe III		-2,5 %	2 Fahrzeuge keine Auffälligkeiten 1 Fahrzeug unter Herstellerangabe
17	VOLKSWAGEN	TRANSPORTER/ CARAVELLE	Euro 4 Gruppe III		-7,5 %	alle 3 Fzg. unter Herstellerangabe

Tab. 3-3: Abweichungen zu den Herstellerangaben (Typ I Test)

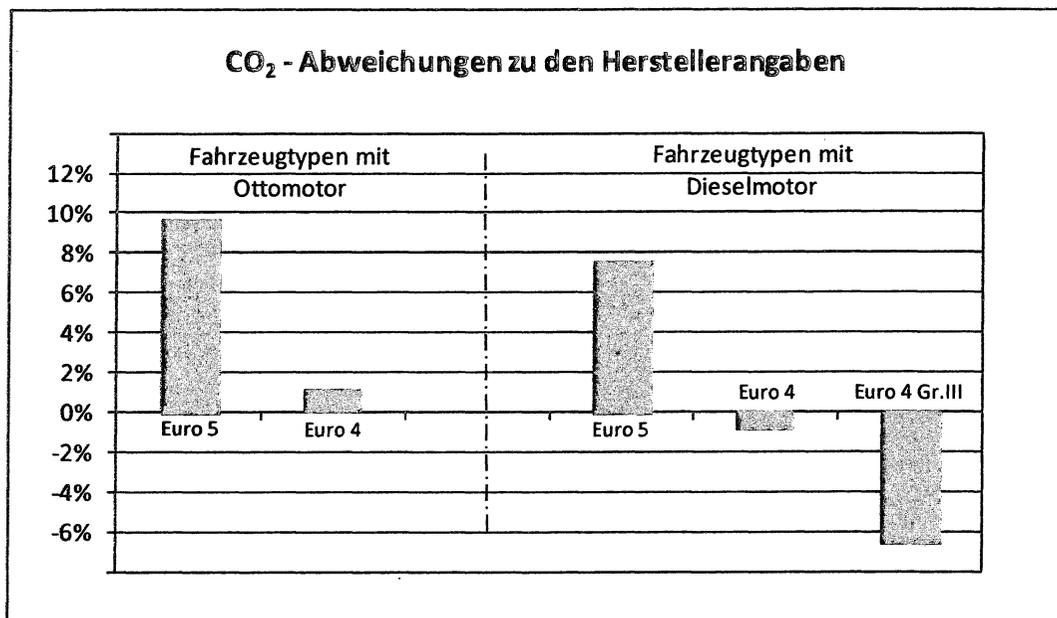


Abb. 3-1: Abweichungen der CO₂-Emissionen in der Feldüberwachung zu den Herstellerangaben

In Abbildung 3-1 wird für die untersuchten Fahrzeugtypen differenziert nach verschiedenen Fahrzeugklassen (M1 und N1 Gruppe III), Fahrzeugantrieben (Otto- bzw. Dieselmotor) und Abgasstufen (Euro-4, Euro-5) für jedes Cluster die mittlere Abweichung der CO₂-Messergebnisse aus der Feldüberwachung (jeweils bezogen auf die bei Typprüfung ermittelten CO₂-Werte) dargestellt.

Es wird deutlich, dass bei den CO₂-Emissionen von Euro 4 Fahrzeugen der Klasse M kaum Unterschiede zu den Herstellerangaben festgestellt werden konnten. Im Gegensatz dazu wichen die CO₂-Emissionen bei Pkw-Typen der Klasse M und der Abgasnorm Euro 5 mit 9,7% bei Fahrzeugtypen mit Ottomotor und 7,6% bei Fahrzeugtypen mit Dieselmotor deutlich von den Angaben die im Rahmen des Typpenehmigungsverfahrens ermittelt wurden ab. Eindeutig hervorzuheben hingegen waren die Messungen der Fahrzeugtypen mit Selbstzündungsmotor der Abgasstufe Euro 4 Klasse N1 Gruppe III. Hier lagen die ermittelten CO₂-Werte mit durchschnittlich -6,6% erheblich unter den Herstellerangaben.

Angesichts der zunehmenden Bedeutung der CO₂ Emissionen im Hinblick auf die geplanten Emissionsüberschreitungsabgaben für Fahrzeughersteller müssen die Randbedingungen während der Typprüfung so festgelegt werden, dass die Reproduzierbarkeit und die Realitätsnähe der Messergebnisse sichergestellt sind. Diese Maßnahmen sind erforderlich, um eine Überprüfung der CO₂-Werte von bereits im Verkehr befindlichen Fahrzeugen zu ermöglichen, wie es zum Beispiel für Schadstoffemissionen im Rahmen der Feldüberwachung bereits der Fall ist.