

Abgasprüfstelle (AFHB)
Contrôle des gaz d'échappement
Gwerdtstrasse 5
CH-2560 **Nidau**
Tel./Tél. +41 (0)32 321 66 80
Fax +41 (0)32 321 66 81

NO_x-Emissionsmessung von einem Personenwagen Opel Zafira Diesel, EURO 6b auf dem Rollenprüfstand

Auftraggeber:
Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH)
Bundesgeschäftsstelle Berlin,
Hackescher Markt 4, D-10178 Berlin

Projektleitung:
J. Resch
Dr. A. Friedrich

Bericht:
Y. Zimmerli, Dipl. Ing. FH
M. Güdel, BSc
P. Comte, Dipl. Ing. HTL
J. Czerwinski, Prof. Dr. techn

BERNER FACHHOCHSCHULE BFH-TI, BIEL
ABGASPRÜFSTELLE & MOTORENLABORATORIEN, AFHB
Gwerdtstrasse 5,
CH-2560 Nidau

INHALTVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	2
2. VERSUCHSFAHRZEUG	3
3. MESSTECHNIK	4
3.1. Rollenprüfstand	4
3.2. Messgeräte für limitierte Abgasemissionen	4
3.3. Abgastemperaturmessung	4
4. TESTMETHODE	4
4.1. Prüfzyklen	5
Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ)	5
Fahrzyklus 1	5
Fahrzyklus 2	6
5. RESULTATE	6
5.1. Ergebnisse im NEFZ	6
5.2. Ergebnisse im Zyklus 2	7
6. SCHLUSSFOLGERUNG	7
7. DOKUMENTATION	8
8. FIGURENLISTE	8
9. ABKÜRZUNGEN	8

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) beauftragte die Abgasprüfstelle der Berner Fachhochschule, die NO_x-Emissionen eines Personenwagens des Typs OPEL Zafira (EURO 6b) auf dem Rollenprüfstand zu untersuchen. Die Messresultate zeigen, dass das Fahrzeug sich anders verhält, wenn der Rollenprüfstand im 4- oder 2-Rad Modus betrieben wird.

2. VERSUCHSFAHRZEUG

Die wichtigsten technischen Parameter des geprüften Fahrzeugs sind in der unten stehenden Tabelle aufgeführt. Das Fahrzeug ist mit einem Dieselmotor ausgerüstet und verfügt über einen Partikelfilter sowie eine SCR-Anlage für die Abgasnachbehandlung.



Fig. 1: OPEL Zafira CDTi 1.6 auf dem 4x4 Rollenprüfstand der Abgasprüfstelle

Modell / Jahrgang	OPEL Zafira 16 CDTi / 2015
Motortyp	B16DTH
Zylinderzahl	4 / Reihe
Hubraum	1598 cm ³
Leistung	100 kW @ 4000 rpm
Drehmoment	320 Nm @ 2000 rpm
Treibstoff / Einspritzung	Diesel / DI common rail
Aufladung	VTG
Leergewicht	1650 kg
Gesamtgewicht	2410 kg
Antrieb	Frontantrieb
Getriebe	Manuel 6 Gang
Jahr der ersten Zulassung / Kilometerstand	08.2015 / ~ 6000 km
Erfüllte Abgasnorm	EURO 6b
Abgasnachbehandlungssysteme	DPF, SCR
VIN	W0LDPD9E38F2008269

Tabelle 1: Technische Daten des Prüffahrzeugs

3. MESSTECHNIK

3.1. Rollenprüfstand

- Typ: AFHB GSA 200
- Durchmesser Rollen: 502 mm
- Fahrleitgerät: Tornado, Version 3.3
- CVS Verdünnungs-System: Control System R03-700 mit Rootsgebläse
- Raumbedingungen Prüfhalle: Steuerung für Ansaug- und Verdünnungsluft
Temperatur: 20 ÷ 30 °C
Feuchtigkeit: 5.5 – 12.2. g/kg

Für alle durchgeführten Messungen mit dem oben genannten Fahrzeug, wurde der Rollenprüfstand gemäss Herstellerangaben eingestellt.

3.2. Messgeräte für limitierte Abgasemissionen

Folgende Geräte erfüllen die technischen Anforderungen der ECE-Regelung Nr.83. Diese sind für die Messung von Fahrzeugabgasemissionen in der Schweiz und der Europäischen Union geeignet.

- gemessene Abgaskomponenten:
 - Abgasmesstechnik gasförmig: Horiba MEXA-7200
 - CO, CO₂... Infrarotspektroskopie (NDIR)
 - HC... Flammenionisationsdetektor für totale HC (FID)
 - CH₄... Flammenionisationsdetektor nur für HC4 (FID)
 - NO/NO_x... Chemilumineszenz Analysator (CLA)

Das Verdünnungsverhältnis in der CVS-Anlage ist variable und kann mittels CO₂ Analysatoren kontrolliert werden.

3.3. Abgastemperaturmessung

Für die Bestimmung der Abgastemperatur wurde ein Thermoelement des Typ K am Endrohr der Auspuffanlage montiert. Diese Temperatur entspricht nicht derjenigen des Abgasnachbehandlungssystems, jedoch erlaubt sie einen Vergleich zwischen den verschiedenen Messungen.

4. TESTMETHODE

Während der Tests wurden folgende Parameter geändert beziehungsweise variiert:

- SCR-Dosiereinheit (AdBlue Einspritzung):
Bei zwei Messungen war die AdBlue-Dosiereinheit elektrisch abgetrennt. Damit war die AdBlue Dosierung während der ganzen Messung unterbrochen. Diese Manipulation hat keinen OBD-Fehler während der Messung in dem Steuergerät hinterlegt.
- Rollenprüfstandbetrieb:
Der Rollenprüfstand kann in zwei verschiedenen Moden 2WD oder 4WD betrieben werden. Im 4-Radantriebsmodus (4WD) drehen die Hinterräder mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Vorderräder. Im 2-Radantriebsmodus (2WD) stehen die beiden Hinterräder still. Die Last ist in beiden Moden auf der Vorderachse angelegt und identisch.

- Elektrische Verbraucher im Fahrzeug:
Folgende elektrische Verbraucher wurden während der Dauer des jeweiligen Zyklus dem Motor zugeschaltet: Klimaanlage, Sitzheizung, Lenkradheizung, Radio, Fernlicht, Nebellicht, Nebelschlusslicht, Heckscheibenheizung.
- Motorzustand kalt / warm:
Messungen mit kalten und warmen Motorzustand wurden durchgeführt.
Für die Messung des NEDC kalt ist das Fahrzeug jeweils am Vortag konditioniert worden.

4.1. Prüfzyklen

Folgende Fahrzyklen wurden während den Versuchen verwendet:

Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ)

Der NEFZ ist der aktuelle Prüfzyklus für Personenfahrzeug-Homologationen (EURO 6b) in der EU.

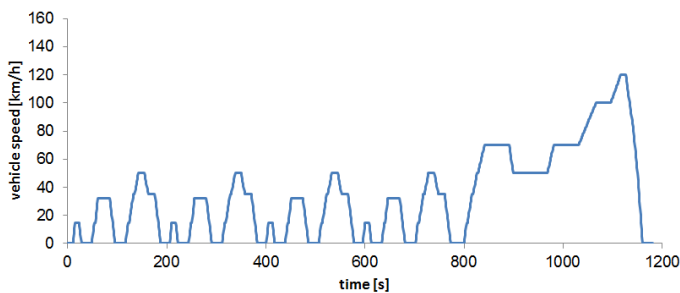


Fig. 2: NEFZ

Fahrzyklus 1

Dieser Fahrzyklus besteht aus einer Warmlaufphase von 7.5 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h, danach wird die Sollgeschwindigkeit kontinuierlich bis 150 km/h erhöht. Die maximale Geschwindigkeit von 150 km/h wird während 90 Sekunden konstant gehalten.

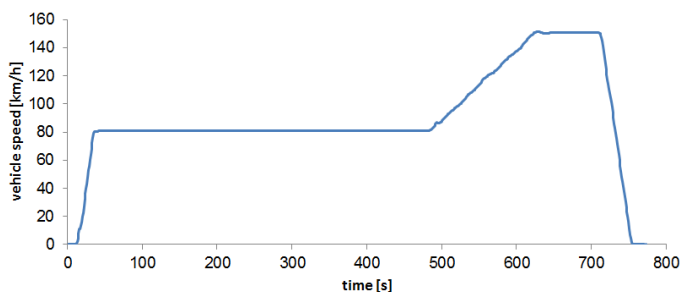


Fig. 3: Fahrzyklus 1

Fahrzyklus 2

Dieser Zyklus beginnt mit drei tiefen Geschwindigkeitsstufen. Dabei werden die Geschwindigkeiten 20, 35 und 45 km/h während je 5 Minuten konstant gehalten. Anschliessend wird mit derselben konstanten Beschleunigung wie in Fahrzyklus 1 auf die Endgeschwindigkeit von 150 km/h beschleunigt. Diese Geschwindigkeit wird während der Dauer von 120 Sekunden gehalten. Die Geschwindigkeit wird analog zum Startvorgang, jedoch in umgekehrter Reihenfolge, in denselben Geschwindigkeitsstufen reduziert.

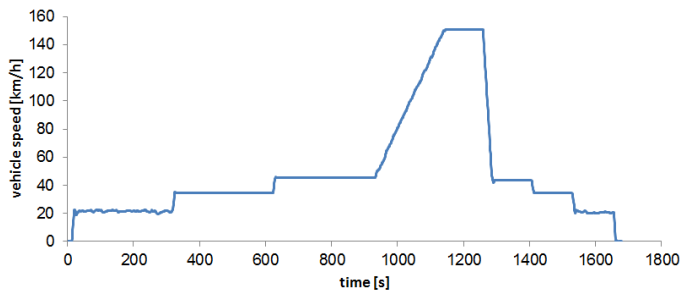


Fig. 4: Fahrzyklus 2

5. RESULTATE

Die Auflistung aller durchgeführten Messungen ist unter [Fig.6](#) zu finden. Zu den jeweiligen Zyklen wurden mehrere Versuche durchgeführt, deren Darstellung ist jeweils in Funktion der Zeit unter [Fig. 7](#) bis [Fig. 23](#) zu finden.

Nachfolgend werden nur die wichtigsten Feststellungen dokumentiert.

5.1. Ergebnisse im NEFZ

Der Zyklus wurde insgesamt sechsmal wiederholt, dreimal im 4-Rad- und dreimal im 2-Radantriebsmodus. Weiter konnte das Verhalten des Motors im warmen und kalten (konditioniert) Zustand beobachtet werden.

Die NO_x-Resultate aller durchgeführten NEFZ sind in [Fig. 5](#) aufgeführt.

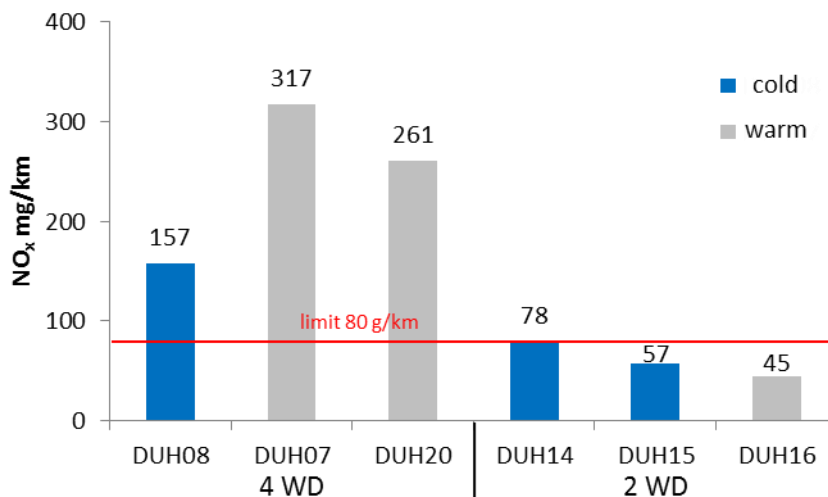


Fig. 5 : Resultate NEFZ (Rohresultate ohne Verschlechterungsfaktor)

RESULTATE NEFZ			CO mg/km	NO _x mg/km	CO ₂ mg/km
DUH08	4WD	kalt	264.6	157.0	138.1
DUH07	4WD	warm	10.7	317.3	128.0
DUH20	4WD	warm	9.7	260.7	114.8
DUH14	2WD	kalt	196.4	78.4	128.4
DUH15	2WD	kalt	8.9	56.9	126.1
DUH16	2WD	warm	13.4	44.8	121.2
<i>Grenzwerte</i>			<i>500</i>	<i>80</i>	<i>170</i>

Tabelle 2: Resultate NEFZ (Rohresultate ohne Verschlechterungsfaktor)

Die NO_x-Werte aller drei Messungen im 2-Radantriebsmodus lagen jeweils unter dem vorgeschriebenen Grenzwert von 80 mg/km. Das entgegengesetzte Verhalten ist bei den drei Messungen im 4-Radantriebsmodus festzustellen. Dabei wurde der Grenzwert um den Faktor 2 – 3 überschritten. Es zeichnet sich ab, dass der Ausgangszustand des Fahrzeugs nicht so sehr entscheidend ist, wie die Antriebsart des Prüfstandes.

5.2. Ergebnisse im Zyklus 2

Die Fig. 25 zeigt den Vergleich der NO_x-Emissionen während dem Zyklus 2 im 4- und im 2-Radantriebsmodus.

Die ersten drei Geschwindigkeitsstufen bei diesen Messungen zeigten, dass das Fahrzeug weniger NO_x emittierte, wenn der Rollenprüfstand im 2-Radantriebsmodus betrieben wurde. Dieses Verhalten könnte mit einer höheren SCR-Aktivität verbunden sein.

Bei der Geschwindigkeitsrampe im 2-Radantriebsmodus, stiegen die NO_x-Emissionen plötzlich schlagartig an. Das Emissionsniveau überschritt die eingestellte Messskala des Messgerätes. Das Verhalten könnte durch eine Abschaltung der AdBlue-Dosierung erklärbar sein. Ein ähnliches Verhalten war während des 4-Radantriebsmodusbetriebs nicht feststellbar.

6. SCHLUSSFOLGERUNG

Die durchgeführten Messungen zeigten folgende Tendenz:

- Die NO_x-Emissionen im NEFZ sind abhängig vom Prüfstandmodus 2WD / 4WD.
- Im 2-Radantriebsmodus erfüllte das Fahrzeug die NO_x-Vorschriften.
- Bei tiefen Geschwindigkeiten sind die NO_x-Emissionen nicht immer identisch und hängen wahrscheinlich von der Aktivität oder Speichereffekt des SCR System ab.
- Das Verhalten der SCR-Anlage scheint vom Prüfstandmodus abhängig zu sein, da die NO_x-Verläufe in beiden Prüfstandsbetriebsarten unterschiedlich sind.

7. DOKUMENTATION

Die Originaldaten sind bei der Abgasprüfstelle der Fachhochschule Biel archiviert und stellen vertrauliches Material dar.

8. FIGURENLISTE

Figuren	6	: Chronologische Liste der Messserien
Figuren	7 – 13	: Messungen Zyklus 1
Figuren	14 – 18	: Messungen Zyklus 2
Figuren	19 – 24	: NEFZ
Figur	25	: Vergleich Messung DUH10 und DUH18

9. ABKÜRZUNGEN

AFHB	Abgasprüfstelle FH Biel, CH
CLD	chemoluminescence detector
CVS	Constant Volume Sampling: Dilution Tunnel for Regulated Emission Measurement
DF	dilution factor
DI	Direct Injection
DPF	Diesel Particle Filter
ECU	electronic control unit
EU	European Union
FID	flame ionization detector
NDIR	nondispersive infrared
NEDC	New European Driving Cycle
OBD	on board diagnosis
PM	particulate matter, particle mass
VIN	vehicle identification number