



NO_x- und CO₂-Messungen an einem Diesel Pkw Volvo XC60 2.0 D3, Euro 5, im realen Fahrbetrieb

Projektleiter
Dr. A. Friedrich

Stellvertretender Projektleiter
S. Annen

Berlin, 16. Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund	3
1.1 Emissions-Kontroll-Institut	3
1.2 Rechtliche Grundlagen	4
1.3 NO _x - und CO ₂ -PEMS-Messungen	4
2. Versuchsfahrzeug	6
3. Messtechnik	7
3.1 Messgerät des EKI für CO- und CO ₂ -Messungen	7
3.2 Messgerät des EKI für NO- und NO ₂ -Messungen	7
3.3 Messgerät des EKI für Partikelmessungen	8
3.4 Durchflussmesser	9
4. Messmethode	10
5. Ergebnisse	11
5.1 Zusammenfassung der Messungen	11
5.2 Vergleich zweier Messungen	13
6. Anhang	15

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Volvo XC60 2.0 D3	6
Abb. 2 reguläre Teststrecke	10
Abb. 3 Zusammenfassung der NO _x -Messungen	11
Abb. 4 Durchschnittliche Abgasrückführung der einzelnen Messungen	12
Abb. 5 NO _x -Emissionen der einzelnen Messungen	12
Abb. 6 Geschwindigkeit der Messung [km/h]	13
Abb. 7 Abgasrückführung über Zeit [%]	13
Abb. 8 NO _x -Emissionen über Zeit [ppm]	14
Abb. 9 NO _x -Emissionen über Zeit kumuliert [g]	14

1. Hintergrund

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) kämpft seit vielen Jahren für saubere Luft, die für unsere Gesundheit und unsere Lebensqualität unverzichtbar ist. Die Verringerung von Luftschadstoffen ist außerdem wichtig für den Klimaschutz. Der Straßenverkehr trägt wesentlich zur Luftverschmutzung bei. Der Abgasskandal, der mit VW im September 2015 ins Rollen gekommen ist, hat deutlich gemacht, dass Diesel-Pkw praktisch aller Hersteller die vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte nur im Labor einhalten und im realen Fahrbetrieb die Abgasreinigung rechtswidrig abgeschaltet wird. So stoßen Diesel-Pkw in der Realität ein Vielfaches mehr an giftigen Stickoxiden (NO_x) aus als erlaubt. Auch die Emissionen von klimaschädlichem Kohlendioxid (CO_2) liegen in der Realität häufig deutlich über den von den Herstellern angegebenen Werten. Ein weiteres Problem zeigt sich bei Benzin-Fahrzeugen mit Direkteinspritzung. Diese weisen häufig besonders hohe Emissionen von ultrafeinen, gesundheitsschädlichen Partikeln auf. Bislang sind diese Fahrzeuge, deren Anzahl auf dem Markt wächst, nur in Ausnahmen mit einem wirksamen Partikelfilter ausgestattet.

1.1 Emissions-Kontroll-Institut

Um belastbare und transparente Informationen zum tatsächlichen Schadstoff-Ausstoß von Pkw zu ermitteln und bereitzustellen, hat die DUH als erste und bislang einzige Umweltorganisation im März 2016 das 'Emissions-Kontroll-Institut' (EKI) eingerichtet. Mit PEMS-Messgeräten werden die realen NO_x -, CO_2 - und, bei Messungen von Benzinfahrzeugen mit Direkteinspritzung, die Partikelemissionen im Straßenbetrieb ermittelt. Bereits seit September 2015 lässt die DUH zudem Diesel-Pkw in zum Teil aufwändigen Labortests vor allem bei der Schweizer Abgasprüfstelle in Bern/Biel auf ihren Schadstoff-Ausstoß hin untersuchen. Ziel des EKI ist es, aufzuzeigen, welche realen Emissionen Fahrzeuge auf der Straße haben und mit welchen Techniken und bei welchen Temperaturen die Wirksamkeit der Abgasreinigung reduziert wird. Vergleichsmessungen von Fahrzeugen, die mit wirksamen Abgasreinigungssystemen nachgerüstet sind, sollen deren Beitrag zur Minderung der Luftbelastung hervorheben.

Alle gemessenen Ergebnisse veröffentlicht die DUH im Rahmen von Pressekonferenzen, in Form von Pressemitteilungen und auf ihrer Webseite. Die DUH leitet die Messwerte sowie Hinweise auf das Vorhandensein von Abschaltvorrichtungen an die entsprechenden Institutionen und Behörden auf nationaler und internationaler Ebene weiter.

Durch die Messungen will die DUH darauf aufmerksam machen, dass die Behörden durch ihre jahrelange Weigerung, den Ursachen für die längst bekannten Grenzwertüberschreitungen auf den Grund zu gehen und diese zu unterbinden, mitverantwortlich sind für den breiten Betrug der Automobilindustrie. Deren Diesel-Pkw halten häufig die Grenzwerte nur im Prüfzyklus im Prüflabor zwischen 20 und 30 Grad Celsius ein, auf der Straße überschreiten

sie diese aber im Durchschnitt um den Faktor 7,1.¹ Solange die Behörden eine transparente Kontrolle verweigern, wird die DUH Messungen im realen Fahrbetrieb durchführen. Dem dringenden Handlungsbedarf angesichts der schier flächendeckenden Überschreitung der Abgasgrenzwerte in der Bestandsflotte von Pkw soll mit den Messungen Nachdruck verliehen und die zuständigen Behörden zum Handeln aufgefordert werden.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Rechtliche Grundlage für die Abgasgrenzwerte ist die europäische Verordnung (EG) 715/2007 in Verbindung mit 692/2008. Gemäß diesen Verordnungen müssen Euro 5 Pkw mit Dieselmotor einen Grenzwert von 180 mg NO_x/km und Euro 6 Pkw einen Grenzwert von 80mg NO_x/km unterschreiten. Bezüglich der Partikelanzahl gilt für Fahrzeuge mit Ottomotor und Direkteinspritzung ab dem 1. September 2017 für die Typzulassung neuer Fahrzeugtypen ein Grenzwert von 6*10¹¹, der bereits seit 2011 für Dieselfahrzeuge vorgeschrieben ist. Für die Typzulassung neuer Fahrzeuge ist dieser Wert ab 1. September 2018 gültig.

Die europäische Luftreinhaltungsrichtlinie legt verbindliche Grenzwerte für die Umgebungsluft fest. So darf im Jahresmittel der Wert von 40 µg/m³ nicht überschritten werden. Dieser Wert ist seit 2010 verbindlich einzuhalten.

An etwa der Hälfte (2017) aller verkehrsnahen Messstellen in Deutschland wird er jedoch anhaltend überschritten. Hauptverursacher dieser hohen Werte sind Dieselfahrzeuge. Besonders hohe Belastungen treten seit Jahren in den Wintermonaten auf.

Aufgrund der andauernden Verletzung europäischen Rechts auf der einen Seite und der Tatsache, dass durch die Bundesregierung keine wirksamen Maßnahmen umgesetzt werden, um die Grenzwertüberschreitung so bald wie möglich zu beenden, hat die Europäische Kommission am 18.6.2015 ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingeleitet, das inzwischen vor dem Europäischen Gerichtshof liegt. Im Falle einer zu erwartenden Verurteilung drohen hohe Strafzahlungen.

Ebenso gibt es verbindliche Grenzwerte für die Feinstaubbelastung der Außenluft. Die Kenngrößen für die Bewertung der Feinstaubbelastung sind jedoch nicht geeignet, um adäquat auf die Belastung der Außenluft mit ultrafeinen Partikeln zu reagieren.

1.3 NO_x- und CO₂-PEMS-Messungen

Das EKI führt Messungen mit mobilen Messgeräten (Portable Emission Measurement System, kurz PEMS) an Pkw im realen Fahrbetrieb auf der Straße durch. Dabei wird unter anderem der Ausstoß an Stickoxiden (NO_x) und Kohlenstoffdioxid (CO₂) ermittelt. Ziel der Messungen ist es herauszufinden, ob die Fahrzeuge wie vorgeschrieben auch unter normalen

¹ International Council on Clean Transportation ICCT 2014



Fahrbedingungen (also nicht nur im NEFZ-Prüfzyklus im Labor) die Abgasvorschriften einhalten. Die DUH verwendet die Geräte SEMTECH-NO_x und SEMTECH-FEM des Herstellers Sensors, welche im Abschnitt 3. Messtechnik dargestellt sind. Die Messungen werden unter der Aufsicht von Dr. Axel Friedrich, ehemaliger Abteilungsleiter Verkehr und Lärm des Umweltbundesamtes, durchgeführt.

Getestet werden Diesel-Pkw sowie Fahrzeuge mit Benzin-, Erdgas- oder Hybridantrieb.

2. Versuchsfahrzeug

Technische Parameter des untersuchten Fahrzeugs sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Das Fahrzeug erfüllt laut Typzulassung nach NEFZ die Abgasnorm Euro 5 und ist mit einem Dieselpartikelfilter ausgestattet.

Abb. 1 Volvo XC60 2.0 D3



Technische Daten

Modell / Erstzulassung	Volvo XC60 2.0 D3 / 06.2013
Hubraum	1.984 cm ³
Leistung	120 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 5
Herstellerangabe CO ₂ , kombinierter Wert	139 g CO ₂ /km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	61.844

3. Messtechnik

3.1 Messgerät des EKI für CO- und CO₂-Messungen

Zum Einsatz kommt das SEMTECH-FEM Modul von Sensors, welches mit hoher Genauigkeit die CO- und CO₂-Werte misst. Anhand der emittierten CO₂-Emissionen kann unmittelbar der Kraftstoffverbrauch errechnet werden.

FEM ANALYTICAL SPECIFICATION		
Parameter	CO	CO ₂
Max Range (Full Scale)	8% vol.	18 % vol.
Resolution	10 ppm	0.01 % vol. CO ₂
Linearity	$ x_{min} \times (a1 - 1) + a0 \leq 0.5\% \text{ of span}$ Slope a1 between 0.99 and 1.01 Standard Error of Estimates (SEE) $\leq 1\% \text{ of span}$ Coefficient of Determination $r^2 \geq 0.998$	
Accuracy	$\leq \pm 2\% \text{ of reading or } \leq \pm 0.3\% \text{ of full scale, whichever is greater}$	
	As low as $\pm 50 \text{ ppm}$	As low as $\pm 0.1\% \text{ vol. CO}_2$
Repeatability	$\leq 2\% \text{ of point or } \leq \pm 1\% \text{ of span, whichever is greater}$	
Precision	$\leq 1\% \text{ of span}$	
Noise	$\leq 2\% \text{ of span}$	
Zero Drift (Over 1 hour)	$\leq \pm 50 \text{ ppm}$	$\leq \pm 0.1\% \text{ vol.}$
Span Drift (over 8 hrs)	$\leq \pm 2\% \text{ of span value or } \leq \pm 20 \text{ ppm, whichever is greater}$	$\leq \pm 2\% \text{ of span value or } \leq \pm 0.1\% \text{ vol., whichever is greater}$
Rise Time (T10-90)	$\leq 2.5 \text{ seconds}$	
System Response Time (T0-90)	$\leq 10 \text{ seconds}$	
Data Rate	5 Hz	

Das SEMTECH-FEM Modul ist für die unter UN-ECE geregelten Gase konform und erfüllt die EU Verordnung Nr. 582/2011 sowie die Anforderungen des Code of Federal Regulations 40, Abschnitt 1065 nach US-Recht für den Gebrauch unter Labor- und Realbedingungen.

3.2 Messgerät des EKI für NO- und NO₂-Messungen

Zum Einsatz kommt das SEMTECH-NO_x Modul von Sensors, das die Konzentrationen von NO und NO₂ gleichzeitig und separat erfasst. Das SEMTECH-NO_x Modul nutzt die Technologie der nichtdispersiven UV-Absorptionsfotometrie (NDUV), die durch elektronische Übergänge der Moleküle, welche bei der Strahlungsabsorption bestimmter Gase angeregt werden, eine Messung der NO und NO_x-Konzentration ermöglicht.

NO _x ANALYTICAL SPECIFICATION		
Parameter	NO	NO ₂
Max Range	0 to 3000 ppm	0 to 1000 ppm

(Full Scale)		
Min. Span to meet requirements	300 ppm	300 ppm
Resolution	0.1 ppm	0.1 ppm
Linearity	$ x_{min} \times (a_1 - 1) + a_0 \leq 0.5\%$ of span Slope a_1 between 0.99 and 1.01 Standard Error of Estimates (SEE) $\leq 1\%$ of span Coefficient of Determination $r^2 \geq 0.998$	
Accuracy	$\leq \pm 2\%$ of reading or $\leq \pm 3\%$ full scale, whichever is greater	
Repeatability	$\leq 2\%$ of point or $\leq \pm 1\%$ of span, whichever is greater	
Precision	$\leq 1\%$ of span	
Noise	$\leq 2\%$ of span	
Zero Drift	≤ 4 ppm / hour with $\Delta t \leq 10^\circ\text{C}$ and using purified N ₂ as gas zero	
Span Drift	$\leq \pm 2\%$ of span value with $\Delta t \leq 10^\circ\text{C}$	
Rise time (T10-90)	≤ 2.5 sec	
System response time (T0-90)	≤ 10 sec with rise time ≤ 2.5 sec	
Data Rate	5 Hz	
Sample Flow Rate	1.5 l/min	

Das SEMTECH-NO_x Modul ist für die unter UN-ECE geregelten Gase konform und erfüllt die EU Verordnung Nr. 582/2011 sowie die Anforderungen des Code of Federal Regulations 40, Abschnitt 1065 nach US-Recht für den Gebrauch unter Labor- und Realbedingungen.

3.3 Messgerät des EKI für Partikelmessungen

Anwendung findet das SEMTECH-CPN Modul von Sensors, welches im vollen Umfang die Anforderungen der EU RDE-PN für PEMS-Messungen erfüllt.

CPN SPECIFICATIONS	
Parameter	CPN
Particle Size (Lower Limit)	Minimum: 23 nm Maximum: d50 (Correlation to PMP system demonstrated)
Particle Concentration Range	CPC 0-104 #/cm ³ Single count mode
Measurement Range	Adjustable by PND2 dilution ratio (Exceeds that of diffusion charger devices)
Dimensions (W x D x H)	436 x 311 x 180 mm 17.2 x 12.3 x 7.1 inches
Weight	Approximately 20 k (44 lbs.)
Power Requirements	12 VDC <200W at steady state (including 1m headed sampling line)
Operating Environment	-10°C to 40°C, 860-1020 mbar [up to 1500 m above sea level]

3.4 Durchflussmesser

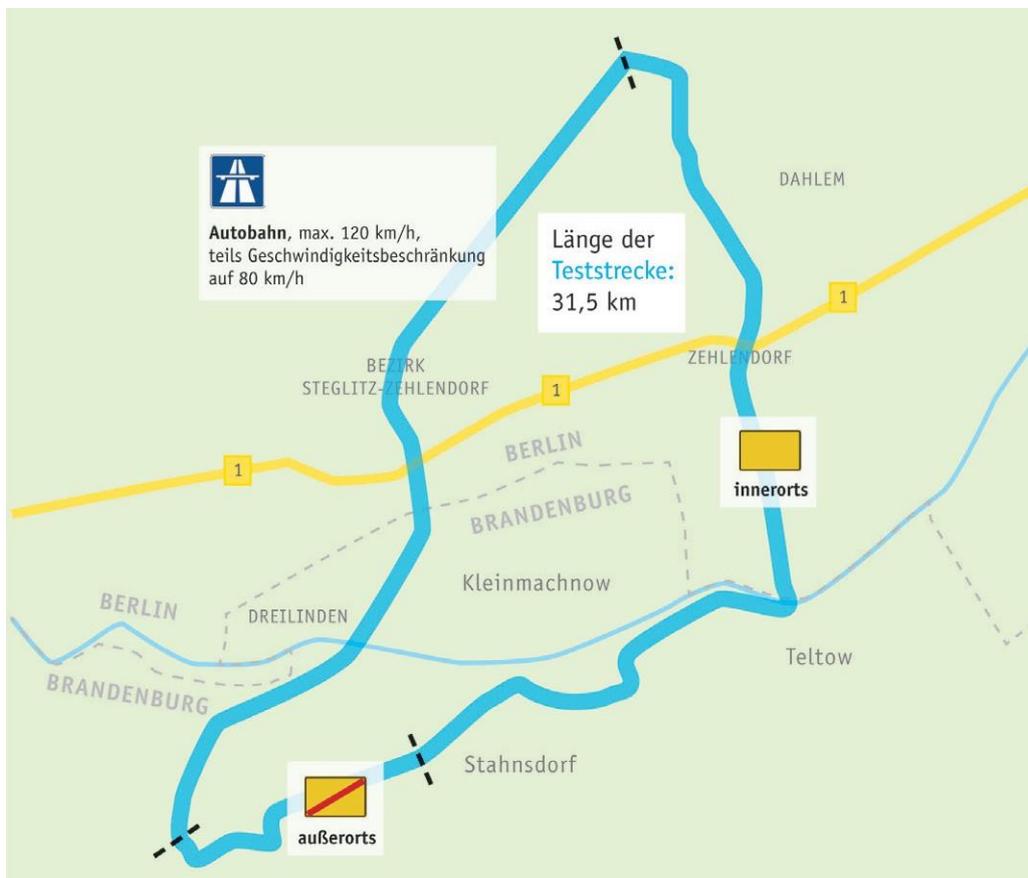
Der Durchflussmesser misst das Volumen des gesamten Abgasstroms und leitet einen kleinen Teil der Abgase durch einen erwärmten Schlauch in das FEM- und NO_x-Modul.

FLOW TUBE ANALYTICAL SPECIFICATION	
Exhaust Temperature Range	-5 to 700°C
Exhaust Temperature Accuracy	± 1% of reading or ± 2°C whichever is greater
Flow Measurement Linearity	x _{min} x (a ₁ - 1) + a ₀ ≤ 1% of max. Slope a ₁ between 0.99 and 1.01 Std. Err. of Estimates SEE ≤ 1% of max. Coefficient of Determination r ² ≥ 0.990
Flow Measurement Accuracy	± 2% of reading or ± 0.5% of full scale , whichever is greater
Warm-Up Time	60 minutes to meet specifications
System Response Time (T0-90)	≤ 2.5 seconds; synchronized to match rise time of gaseous analyzers
Data Rate	5 Hz
Resolution	0.1 kg/hr
Power Input	12VDC; using power supply from FEM module
Communications	RS 232
Control Module Dimensions (L x D x W)	36.0 x 18.0 x 10.0 cm 14.2 x 7.0 x 4.0 in.
Control Module Weight	4 kg (9 lb.)

4. Messmethode

Die Messungen erfolgen im normalen Straßenverkehr auf einer festgelegten Teststrecke von rund 32 km in Berlin mit Anteilen von Stadtverkehr, Landstraße und Autobahn. Die Höchstgeschwindigkeit auf der Landstraße beträgt 80 km/h, auf der Autobahn 120 km/h. Die Fahrer beachten die Vorschriften der Straßenverkehrsordnung und folgen den Hinweisen der in den Fahrzeugen vorhandenen Schaltanzeigen. Parameter wie Umgebungstemperatur und Luftfeuchte sowie Startzeit werden zu Beginn jeder Messung dokumentiert. Ebenfalls wird die Verbrauchsanzeige des Fahrzeugs für den jeweiligen Durchlauf notiert und über die erfassten Emissionswerte und einer Nachtankung überprüft. In der Regel absolviert jedes Fahrzeug zehn Messungen.

Abb. 2 reguläre Teststrecke



Grafik: DUH

5. Ergebnisse

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +9 bis +11 Grad Celsius durchgeführt. Durch Wärme- und Kältezufuhr am Außentemperatursensor des Fahrzeugs wurde jedoch ein Temperaturbereich von -4 bis +22 Grad Celsius simuliert.

- das Fahrzeug meldet keine Störung, kein Warnsignal leuchtet
- bei allen Messungen überschreitet das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert von 180 mg/km bei Weitem
- bei sinkender Außentemperatur sehen wir eine Reduzierung der Abgasrückführung bis auf null Prozent
- die NO_x-Emissionen steigen bei sinkender Außentemperatur drastisch an

5.1 Zusammenfassung der Messungen

Simulierter Temperaturbereich von +9 bis +22 Grad Celsius

Durchschnitt CO ₂ in g/km	165
Durchschnitt NO _x in mg/km	736
Faktor zu Grenzwert NO _x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	4,1

Simulierter Temperaturbereich von -4 bis +6 Grad Celsius

Durchschnitt CO ₂ in g/km	160
Durchschnitt NO _x in mg/km	1.741
Faktor zu Grenzwert NO _x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	9,7

Abb. 3 Zusammenfassung der NO_x-Messungen

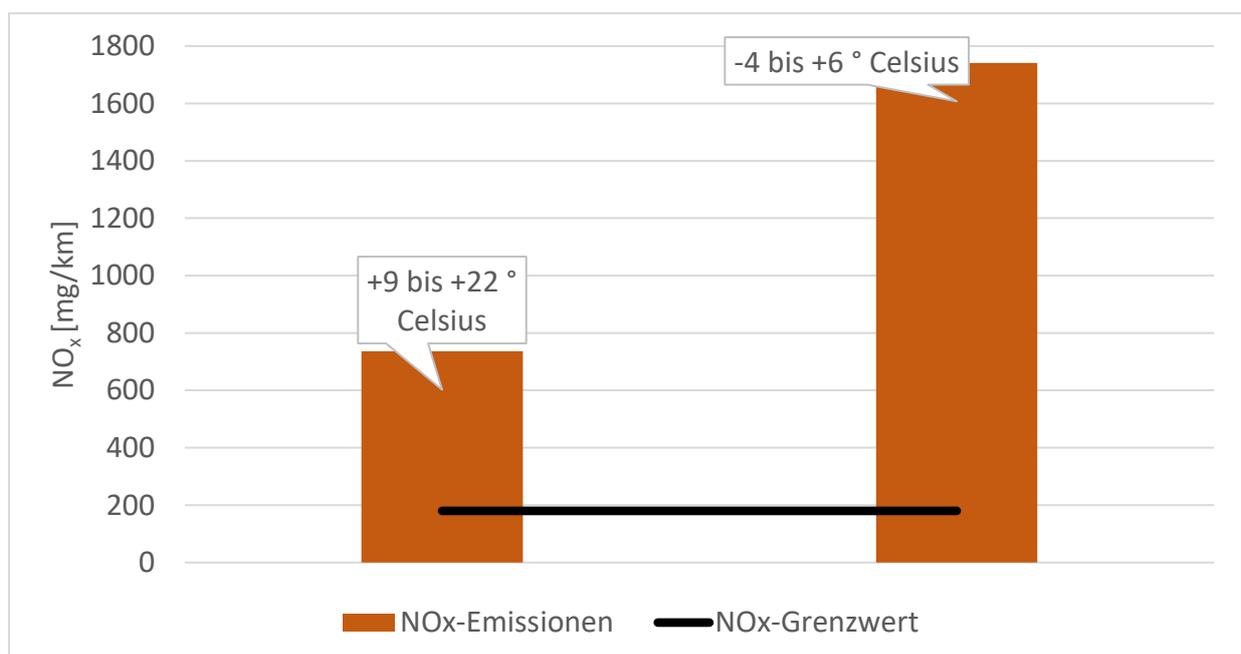


Abb. 4 Durchschnittliche Abgasrückführung der einzelnen Messungen

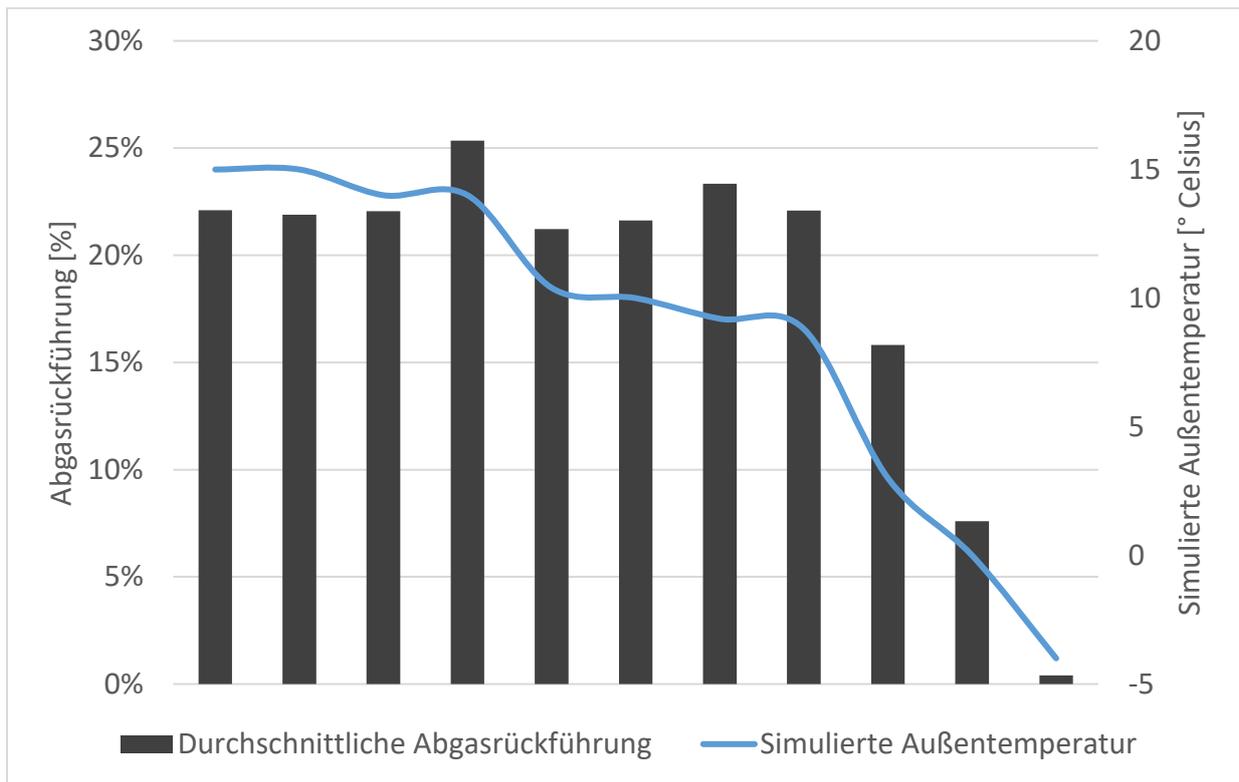
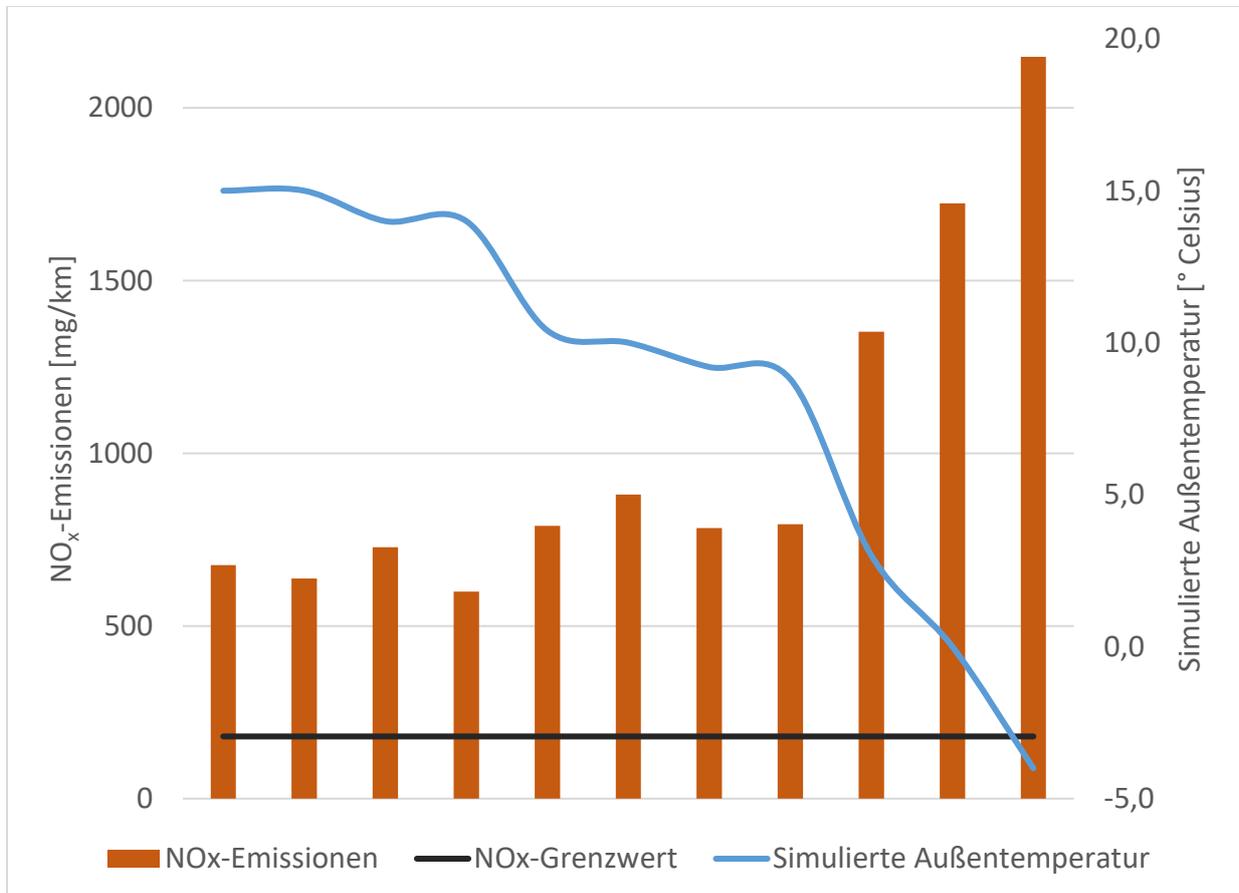


Abb. 5 NO_x-Emissionen der einzelnen Messungen



5.2 Vergleich zweier Messungen

Abb. 6 Geschwindigkeit der Messung [km/h]

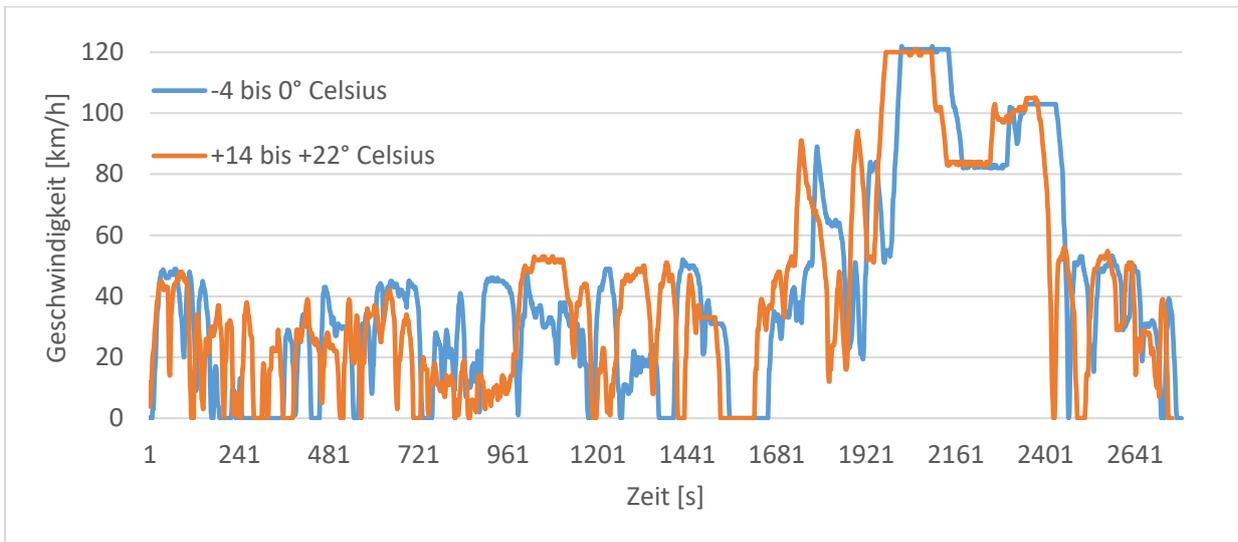


Abb. 7 Abgasrückführung über Zeit [%]

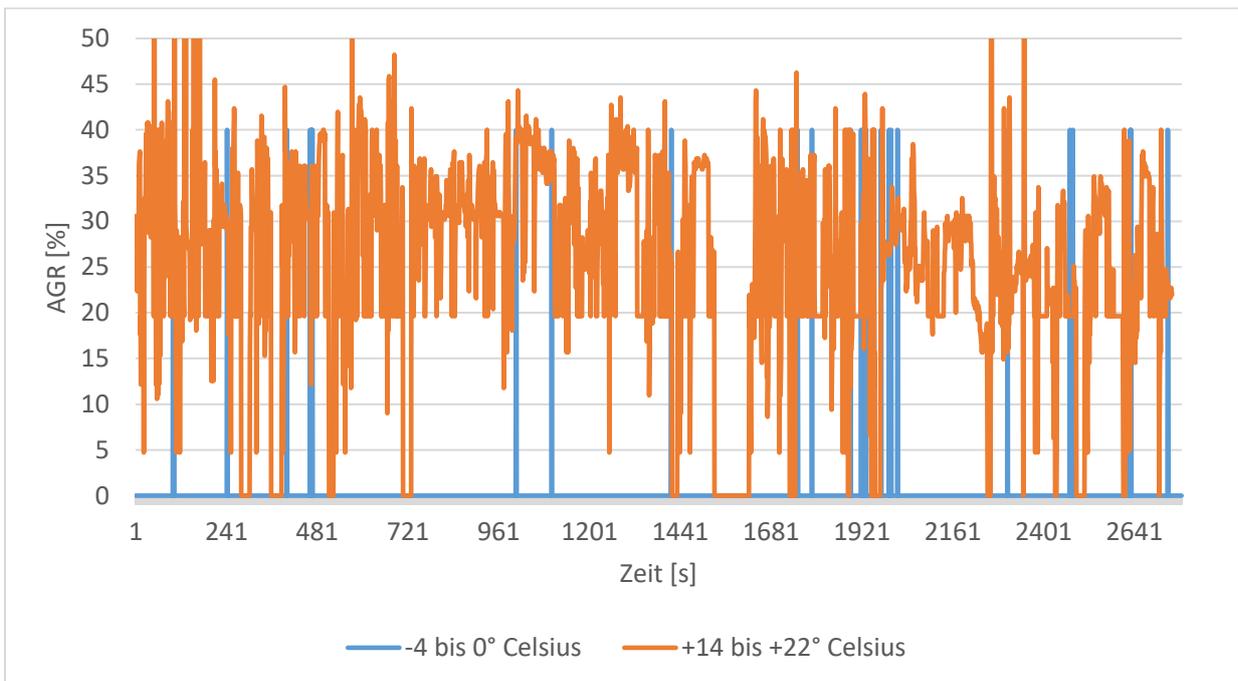


Abb. 8 NO_x-Emissionen über Zeit [ppm]

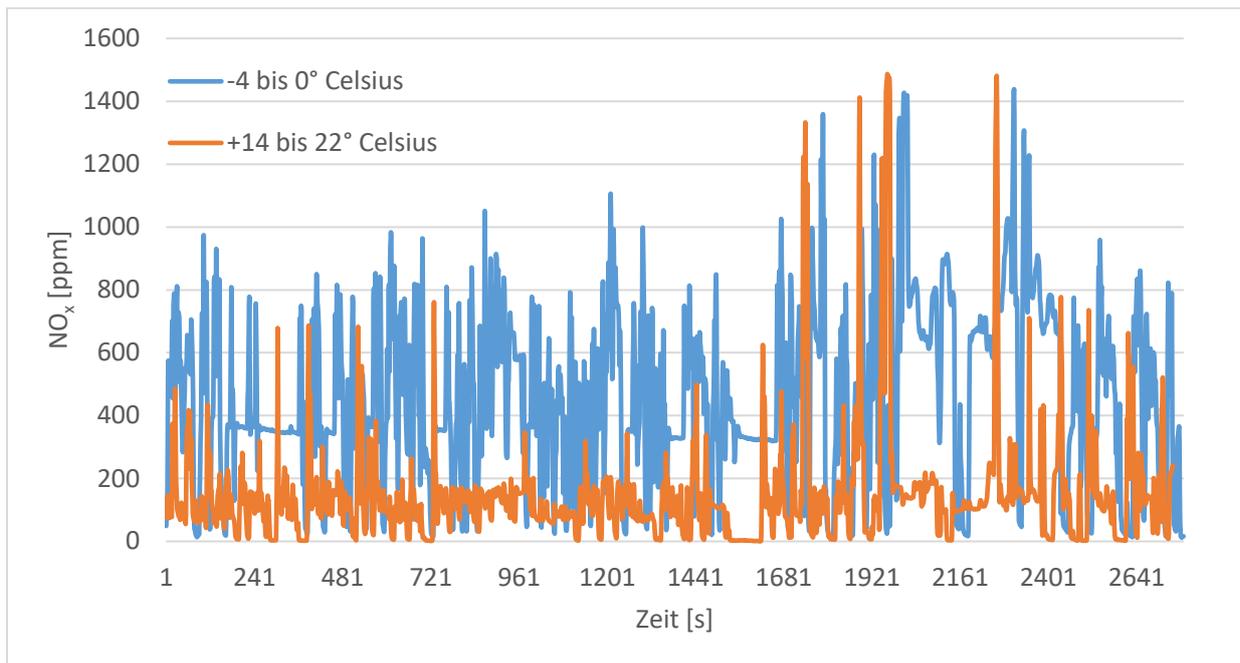
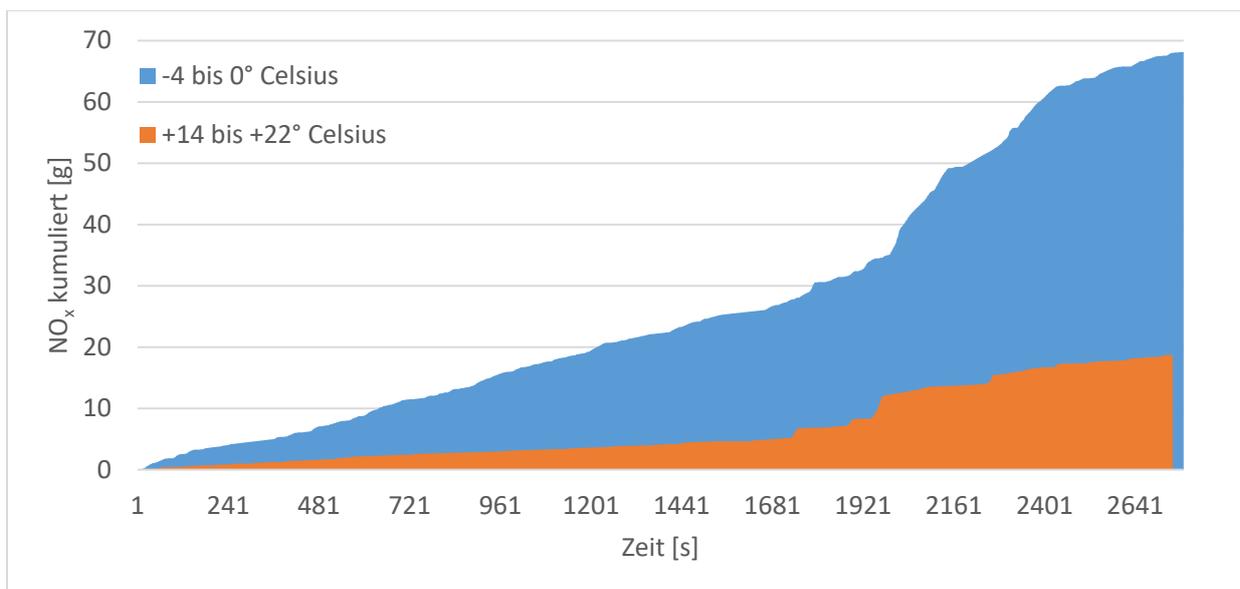


Abb. 9 NO_x-Emissionen über Zeit kumuliert [g]



Hinweis: Bei der zurückgelegten Strecke von 31,7 Kilometern darf das Fahrzeug mit Euronorm 5 insgesamt maximal 5,7 Gramm NO_x emittieren.

6. Anhang

TEST 1	
Datum	17.12.2019
Startzeit	12:44
Endzeit	13:27
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2266
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+9
Gesamtdistanz (km)	31,3
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	164
CO (mg/km)	247
NO _x (mg/km)	783

TEST 2	
Datum	17.12.2019
Startzeit	13:37
Endzeit	14:22
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2444
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Gesamtdistanz (km)	31,2
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	162
CO (mg/km)	309
NO _x (mg/km)	880

TEST 3	
Datum	17.12.2019
Startzeit	14:30
Endzeit	15:11
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2272
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Gesamtdistanz (km)	31,3
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	160
CO (mg/km)	345
NO _x (mg/km)	790

TEST 4	
Datum	17.12.2019
Startzeit	15:33
Endzeit	16:21
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2430
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+11
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	+15 bis +18
Gesamtdistanz (km)	31,3
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	169
CO (mg/km)	480
NO _x (mg/km)	676

TEST 5	
Datum	17.12.2019
Startzeit	16:30
Endzeit	17:23
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2568
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+11
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	+14 bis +21
Gesamtdistanz (km)	31,2
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	177
CO (mg/km)	452
NO _x (mg/km)	728

TEST 6	
Datum	17.12.2019
Startzeit	18:05
Endzeit	18:51
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2509
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	+14 bis +22
Gesamtdistanz (km)	31,2
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	166
CO (mg/km)	346
NO _x (mg/km)	599

TEST 7	
Datum	17.12.2019
Startzeit	18:58
Endzeit	19:44
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2407
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	+15 bis +22
Gesamtdistanz (km)	31,2
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	168
CO (mg/km)	433
NO _x (mg/km)	637

TEST 8, Kaltstart	
Datum	18.12.2019
Startzeit	09:55
Endzeit	10:43
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2292
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	0 bis +5
Gesamtdistanz (km)	31,5
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	161
CO (mg/km)	394
NO _x (mg/km)	1723

TEST 9	
Datum	18.12.2019
Startzeit	10:52
Endzeit	11:32
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2186
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+10
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	+3 bis +6
Gesamtdistanz (km)	31,5
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	154
CO (mg/km)	155
NO _x (mg/km)	1352

TEST 10	
Datum	18.12.2019
Startzeit	12:29
Endzeit	13:12
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2376
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+9
Gesamtdistanz (km)	31,3
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	153
CO (mg/km)	152
NO _x (mg/km)	794

TEST 11	
Datum	18.12.2019
Startzeit	13:40
Endzeit	14:26
NonIdleDurationTimeNumber (s)	2426
Außentemperatur in Grad Celsius (Berlin-Dahlem)	+9
Simulierte Außentemperatur in Grad Celsius (am Temperaturfühler des Fahrzeugs)	-4 bis 0
Gesamtdistanz (km)	31,7
Gesamtemissionen	
CO ₂ (g/km)	164
CO (mg/km)	296
NO _x (mg/km)	2148

Die gemessene Außentemperatur (Berlin-Dahlem) wurde jeweils vor der Messung von der nächst gelegenen Wetterstation abgerufen.

Deutsche Umwelthilfe e.V.

Bundesgeschäftsstelle Berlin
Hackescher Markt 4
10178 Berlin
Tel.: 030 2400867-0

Projekt Emissions-Kontroll-Institut

Deutsche Umwelthilfe e.V.
Simon Annen
Projektmanager Verkehr &
Luftreinhaltung
Hackescher Markt 4
10178 Berlin

Projektleiter

Dr. Axel Friedrich
Telefon: +49 152 29483857
E-Mail:
axel.friedrich.berlin@gmail.com

Ansprechpartnerin

Dorothee Saar
Leiterin Verkehr & Luftreinhaltung
Hackescher Markt 4
10178 Berlin
Telefon: +49 30 2400867-72
E-Mail: saar@duh.de

Datum und Ort der Messung: Dezember 2019, Berlin Zehlendorf

Titelfoto: DUH

www.duh.de [@ info@duh.de](mailto:info@duh.de) [umwelthilfe](https://twitter.com/umwelthilfe) [umwelthilfe](https://www.facebook.com/umwelthilfe)

 Wir halten Sie auf dem Laufenden: www.duh.de/newsletter-abo.html



Die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) ist als gemeinnützige Umwelt- und Verbraucherschutzorganisation anerkannt. Sie ist mit dem DZI-Spendensiegel ausgezeichnet. Testamentarische Zuwendungen sind von der Erbschafts- und Schenkungssteuer befreit.

Wir machen uns seit über 40 Jahren stark für den Klimaschutz und kämpfen für den Erhalt von Natur und Artenvielfalt. Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit mit Ihrer Spende – damit Natur und Mensch eine Zukunft haben. Herzlichen Dank! www.duh.de/spenden.html