Deutsche Umwelthilfe

EKI Emissionsmessungen 2021/2022

NO_x- und CO_2-Messungen im realen Fahrbetrieb

Projektleiter
Dr. A. Friedrich

Stellvertretender Projektleiter
S. Annen

Berlin, 31. Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund 4
1.1 NO_x- und CO_2-PEMS-Messungen 4
2. Testfahrzeuge und Ergebnisse 5
2.1 Übersicht der Messungen 5
2.2 Messungen an Euro 5 Diesel-Pkw 6
2.3 Messungen an Euro 6 Diesel-Pkw 16
2.4 Messungen an Euro 6 Diesel-LNF 22
2.5 Messungen an Euro 6d Benzin- und Benzin-PHEV-Pkw 24
3. Messtechnik 28
3.1 Messgerät des EKI für CO-, CO_2-, NO und NO_2-Messungen 28
3.2 Messgerät des EKI für Partikelmessungen 30
3.3 Durchflussmesser 30
4. Messmethode 31
5. Hintergrund zu den Messungen 33
5.1 Rechtliche Grundlagen 33

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Übersicht der Messungen 5
Abb. 2 Audi A5 Sportback 3.0 TDI 6
Abb. 3 Abgasrückführung Audi A5 Sportback 3.0 TDI 7
Abb. 4 NOx-Emissionen Audi A5 Sportback 3.0 TDI 7
Abb. 5 Mercedes C 220 CDI 8
Abb. 6 NOx-Emissionen Mercedes C 220 CDI 9
Abb. 7 Mercedes CLS 350 CDI 10
Abb. 8 NOx-Emissionen Mercedes CLS 350 CDI 11
Abb. 9 Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic 12
Abb. 10 NOx-Emissionen Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic 13
Abb. 11 Mercedes Vito 113 CDI 14
Abb. 12 NOx-Emissionen Mercedes Vito 113 CDI 15
Abb. 13 Audi Q7 3.0 TDI 16
Abb. 14 NOx-Emissionen Audi Q7 3.0 TDI 17
Abb. 15 Mercedes C 200 d 18
Abb. 16 NOx-Emissionen Mercedes C 200 d 19
Abb. 17 Opel Grandland X 20

Abb. 18 NOx-Emissionen Grandland X 21
Abb. 19 Carthago Chic E-Line I 64 XL QB, Fiat Ducato Basis 22
Abb. 20 NOx-Emissionen Carthago Chic E-Line I 64 XL QB 23
Abb. 21 Audi A4 35 TFSI 24
Abb. 22 NOx-Emissionen Audi A4 35 TFSI 25
Abb. 23 BMW X1 xDrive25e 26
Abb. 24 CO2-Emissionen BMW X1 xDrive25e 27
Abb. 25 Teststrecke 31
Abb. 26 NEFZ und WLTP 32

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 auch sechseinhalb Jahre nach Bekanntwerden des Abgasskandals noch immer Millionen von 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 NO_x- und CO_2-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 (CO_2) ermittelt. Ziel der Messungen ist es herauszufinden, ob die Fahrzeuge wie vorgeschrieben auch unter normalen Fahrbedingungen (also nicht nur im NEFZ-Prüfzyklus im Labor) die Abgasvorschriften einhalten. Die DUH verwendet die Geräte SEMTECH LDV 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, Fahrzeuge mit Benzin-, Erdgas- oder Hybridantrieb sowie leichte Nutzfahrzeuge. In diesem Bericht werden ausschließlich die aktuellen Messungen vorgestellt.

2. Testfahrzeuge und Ergebnisse

2.1 Übersicht der Messungen

Der Fokus dieser Messungen liegt auf den NO_x- und CO_2-Emissionen von Diesel-Pkw und einem leichten Nutzfahrzeug (LNF) sowie Benzin- und Benzin-Plug-in-Hybrid-Pkw. Die Messungen an den Fahrzeugen erfolgten in unterschiedlichen, jeweils gekennzeichneten Fahrzyklen: in dem im Rahmen des EKI entwickelten Zyklus im realen Fahrbetrieb (RDE) sowie im NEFZ auf der Straße. Dem Erlangen der Typengenehmigung der meisten hier untersuchten Fahrzeuge liegt der NEFZ zu Grunde. Erläuterungen zur Messtechnik, den Fahrzyklen und der Messmethode sind in Kapitel 3 und 4 zu finden.

Fünf der insgesamt elf untersuchten Fahrzeuge sind nach der Abgasnorm Euro 5 für Diesel-Pkw zugelassen, wovon zwei ein durch das Kraftfahrtbundesamt (KBA) freigegebenes Software-Update erhalten haben. Weitere drei Diesel-Pkw erfüllen auf dem Papier die Abgasnorm Euro 6, ebenso wie der Fiat Duacto, welcher als leichtes Nutzfahrzeug (LNF) eingestuft ist. Bei den zwei weiteren Fahrzeugen handelt es sich um Euro 6 Benzin-Pkw, darunter ein BMW X1 xDrive25e als Plug-In-Hybrid-Vehicle (PHEV). Die nachfolgende Tabelle fasst die aktuellen RDE-Messungen der DUH zusammen.

Euro 5 Diesel-Pkw	**RDE CO_2 g/km**	**RDE NO_x mg/km**	**Erstzulassung**	**Leistung in kW**	**Hubraum in ccm**
Audi A5 Sportback 3.0 TDI (EA897)	205	2.089	07.2012	180	2.967
Mercedes C 220 CDI (OM651), nach Software-Update	163	483	10.2010	125	2.143
Mercedes CLS 350 CDI (OM642)	174	704	03.2015	195	2.987
Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic (OM651), nach Software-Update	213	844	11.2013	120	2.143
Mercedes Vito 113 CDI (OM651)	190	1.350	11.2012	100	2.143
Euro 6 Diesel-Pkw	**RDE CO_2 g/km**	**RDE NO_x mg/km**	**Erstzulassung**	**Leistung in kW**	**Hubraum in ccm**
Audi Q7 3.0 TDI (EA897evo)	206	94 bis 674	06.2015	200	2.967
Mercedes C 200 d (OM654)	143	15	01.2019	110	1.950
Opel Grandland X	126	41	08.2021	96	1.499
Euro 6 Diesel-LNF	**RDE CO_2 g/km**	**RDE NO_x mg/km**	**Erstzulassung**	**Leistung in kW**	**Hubraum in ccm**
Fiat Duacto Basis, Carthago Chic E-Line I 64 XL QB	328	1.996	07.2019	130	2.287
Euro Benzin und Benzin-PHEV-Pkw	**RDE CO_2 g/km**	**RDE NO_x mg/km**	**Erstzulassung**	**Leistung in kW**	**Hubraum in ccm**
Audi A4 35 TFSI	148	12	05.2021	110	1.984
BMW X1 xDrive25e, PHEV	0 bis 267	12	04.2021	92 + 70	1.499

Abb. 1 Übersicht der Messungen

2.2 Messungen an Euro 5 Diesel-Pkw

Die hier untersuchten Euro 5 Diesel-Pkw nutzen für die Stickoxidminderung einzig die Abgasrückführung (AGR). Der NO_x-Grenzwert für Euro 5 Diesel-Pkw liegt bei 180 mg/km.

Audi A5 Sportback 3.0 TDI

Abb. 2 Audi A5 Sportback 3.0 TDI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Audi A5 Sportback 3.0 TDI / 07.2012**
Motorbaureihe	EA897
Hubraum	2.967 cm^3
Leistung	180 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 5
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	149 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	85.500

	RDE-Messung	**NEFZ-Straße**
Durchschnitt CO_2 [g/km]	205	224
Durchschnitt NO_x [mg/km]	2.089	2.355
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	11,6	13,1

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +7 bis +15 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen, RDE und NEFZ-Straße, überschritt das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert von 180 mg/km bei Weitem.
- Die durchschnittliche Abgasrückführungsrate lag bei den einzelnen Messungen zwischen 3 und 6 Prozent, veranschaulicht an einer Messung (s. Abb. 3).

— Der durchschnittliche CO_2-Wert über alle NEFZ-Messungen lag mit 224 g/km 50 Prozent über dem offiziellen Wert.

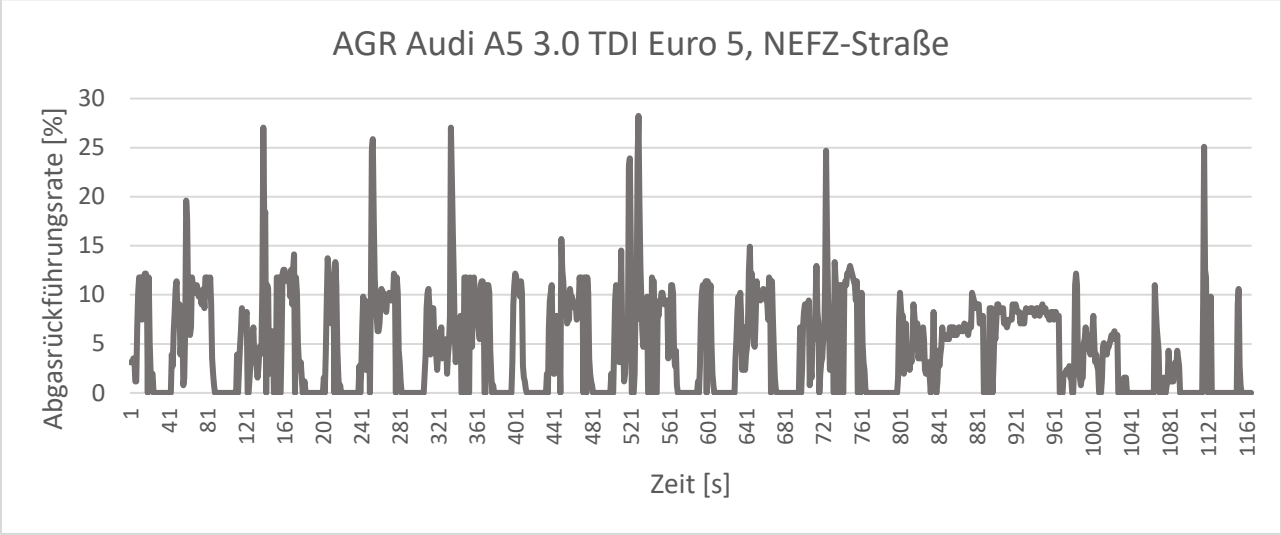

Abb. 3 Abgasrückführung Audi A5 Sportback 3.0 TDI

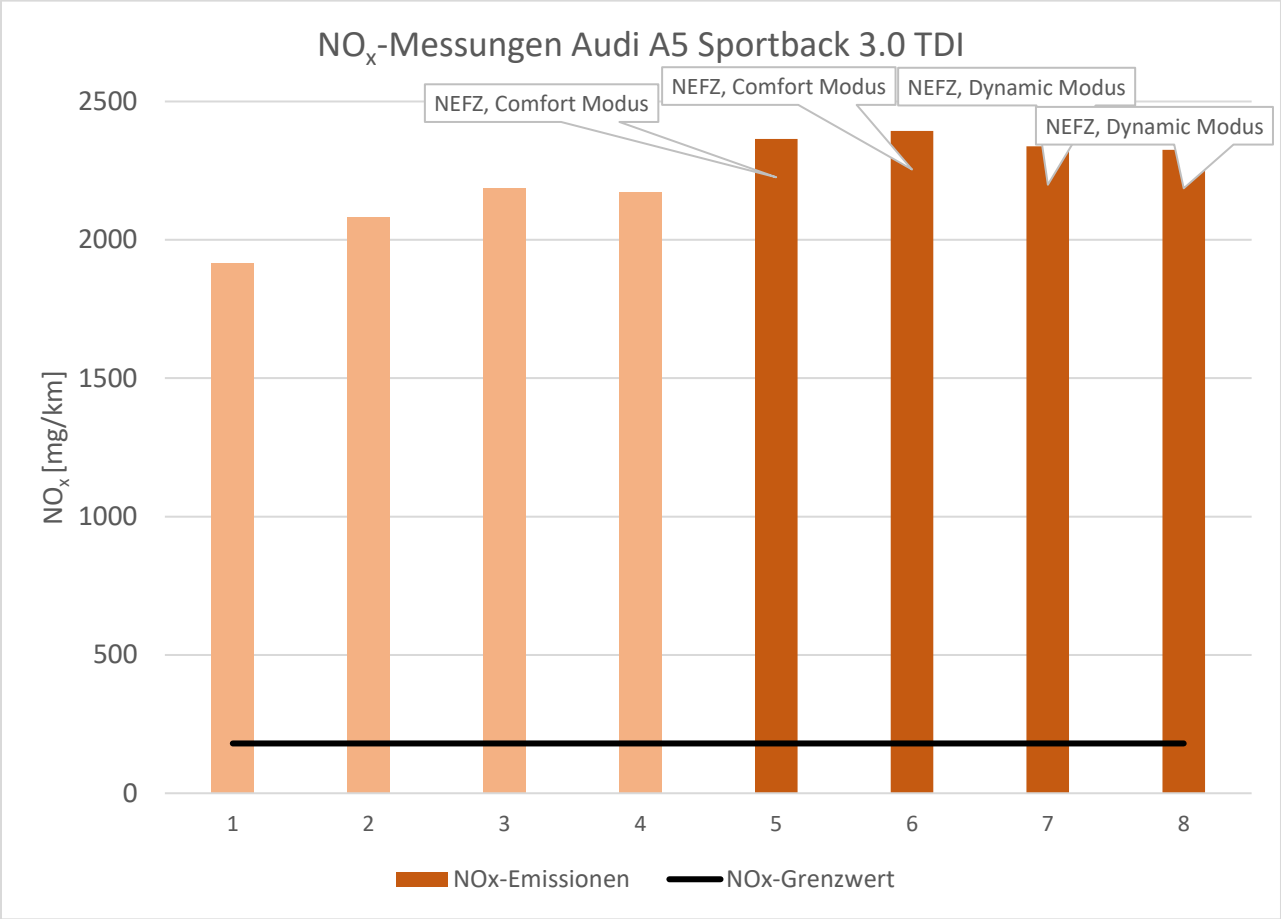

Abb. 4 NO_x-Emissionen Audi A5 Sportback 3.0 TDI

Mercedes C 220 CDI, nach Software-Update

Abb. 5 Mercedes C 220 CDI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Mercedes C 220 CDI / 10.2010**
Motorbaureihe	OM651
Hubraum	2.143 cm^3
Leistung	125 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 5
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	134 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	208.167

Das untersuchte Fahrzeug hat ein offizielles Software-Update erhalten, da es mit einer unzulässigen Abschalteinrichtung vom Hersteller ausgeliefert wurde.

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	163
Durchschnitt NO_x [mg/km]	483
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	2,7

Die RDE-Messungen wurden bei Außentemperaturen von +4 bis +6 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert von 180 mg/km bei Weitem.
- Der gemessene CO_2-Wert lag 22 Prozent über dem offiziellen Wert.

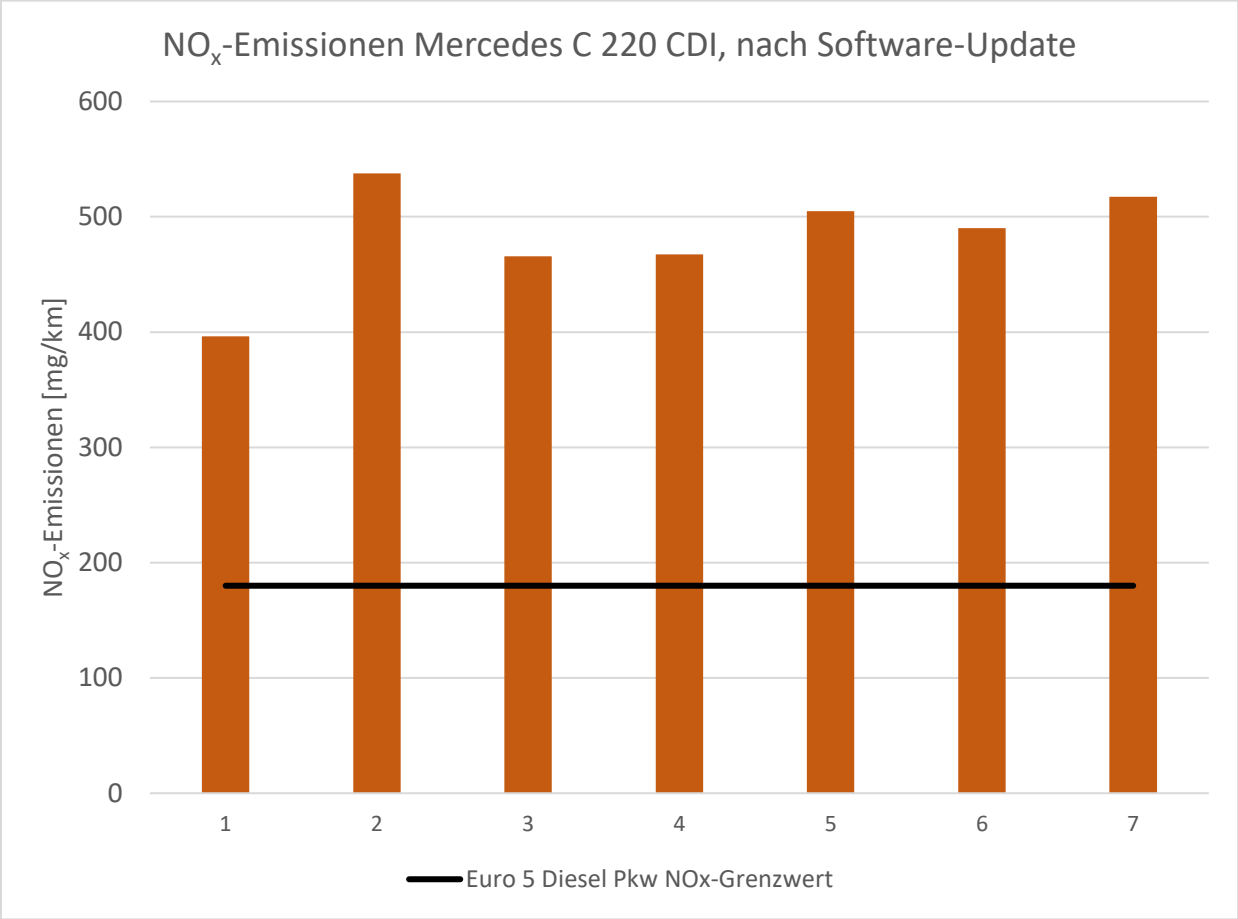

Abb. 6 NO_x-Emissionen Mercedes C 220 CDI

Messungen an einem weiteren Mercedes C 220 CDI nach einem Update wurden bereits im Februar 2020 bei Außentemperaturen von +5 bis +7 Grad Celsius durchgeführt. Die durchschnittlichen Emissionen lagen bei 165 g CO2/km bzw. 454 mg NOx/km.

Mercedes CLS 350 CDI

Abb. 7 Mercedes CLS 350 CDI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Mercedes CLS 350 CDI / 05.2015**
Motorbaureihe	OM642
Hubraum	2.987 cm^3
Leistung	195 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 5
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	160 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	118.414

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	174
Durchschnitt NO_x [mg/km]	704
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	3,9

Zusammenfassung der NEFZ-Messungen auf der Straße

	CO_2 [g/km]	**NO_x [mg/km]**
NEFZ-Messung 1	166	533
NEFZ-Messung 2 (Sportmodus)	175	715

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +13 bis +18 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert für Diesel Pkw von 180 mg/km bei Weitem, auch bei den NEFZ-Messungen auf der Straße.

- Bei dem Kaltstart lagen die NO_x-Emissionen auf einem niedrigeren Niveau als bei den Messungen mit warmem Motor. Technisch erklärbar wäre jedoch ein genau umgekehrtes Emissionsverhalten: mit einem warmen Motor sollten die NO_x-Emissionen niedriger ausfallen.
  Hinweis: Beim Zulassungsverfahren nach NEFZ erfolgen die Emissionsmessungen mit kaltem Motor.
- Während der Regenerationsphase und im Sportmodus (Getriebe auf S) stiegen die NO_x-Emissionen trotz identischer Fahrweise weiter an. Ein Vergleich der NO_x-Emissionen während der NEFZ-Messungen auf der Straße im Normal- und Sportmodus zeigten das gleiche Bild.
- Der gemessene CO_2-Wert lag 9 Prozent über dem offiziellen Wert.

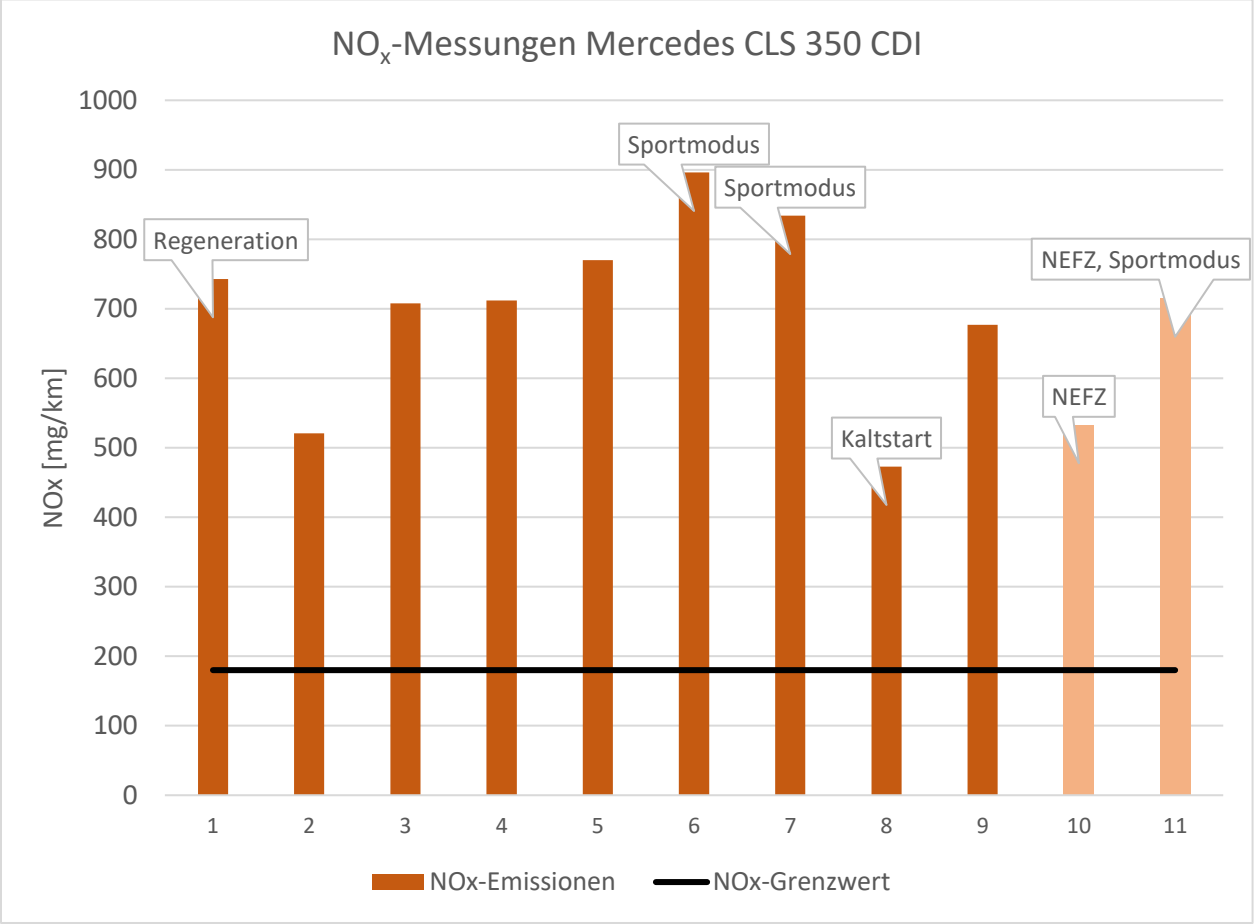

Abb. 8 NO_x-Emissionen Mercedes CLS 350 CDI

Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic, nach Software-Update

Abb. 9 Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic / 11.2013**
Motorbaureihe	OM651
Hubraum	2.143 cm^3
Leistung	120 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	Euro 5
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	232 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	230.790

Das untersuchte Fahrzeug hat ein offizielles Software-Update erhalten, da es mit einer unzulässigen Abschalteinrichtung vom Hersteller ausgeliefert wurde.

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	213
Durchschnitt NO_x [mg/km]	844
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	4,7

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +10 bis +12 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert für Diesel Pkw von 180 mg/km trotz Software Update bei Weitem.
- Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

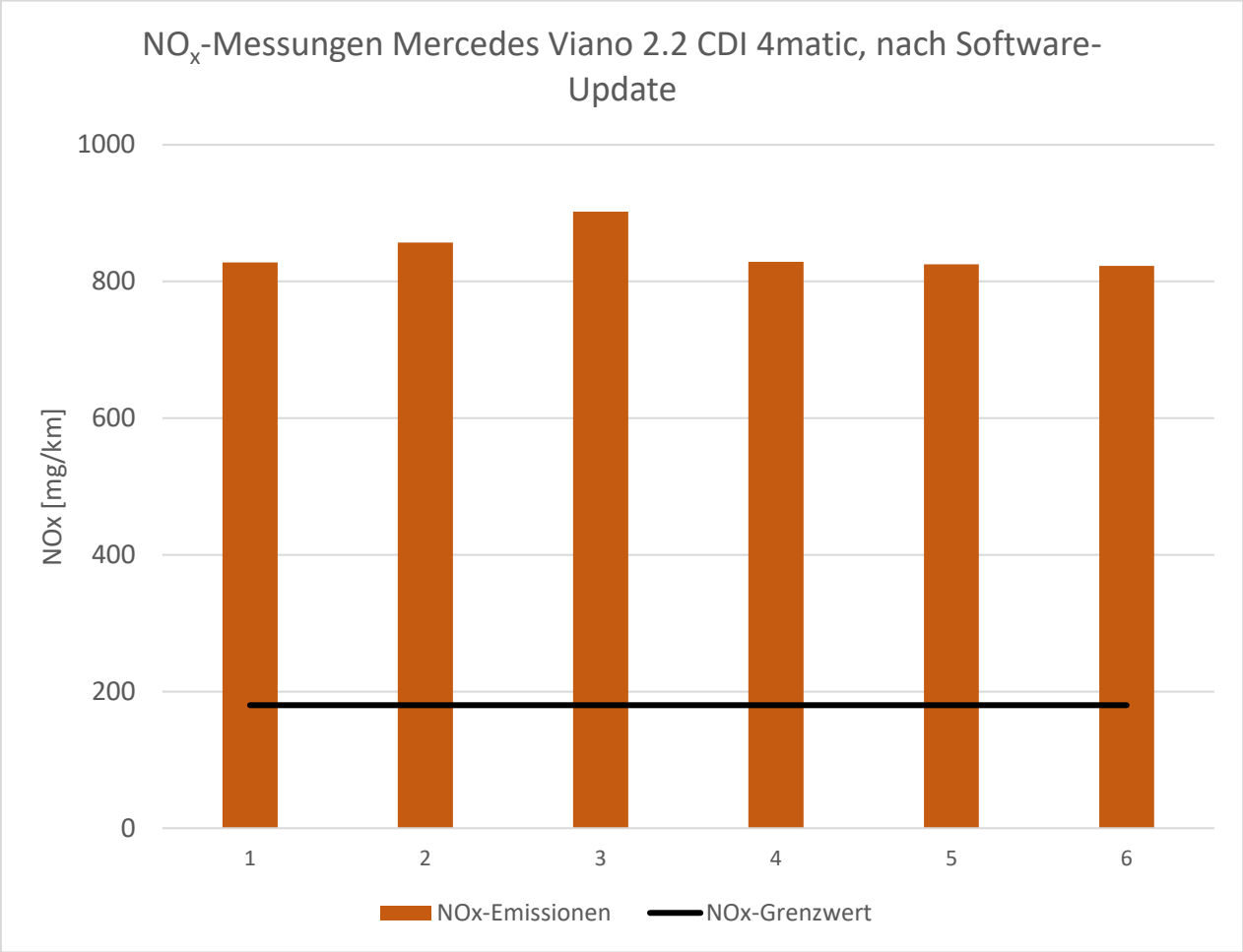

Abb. 10 NO_x-Emissionen Mercedes Viano 2.2 CDI 4matic

Mercedes Vito 113 CDI

Abb. 11 Mercedes Vito 113 CDI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Mercedes Vito 113 CDI/ 11.2012**
Motorbaureihe	OM651
Hubraum	2.143 cm^3
Leistung	100 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	Euro 5
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	198 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	127.334

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	190
Durchschnitt NO_x [mg/km]	1.350
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 5 Diesel (180 mg/km)	7,5

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +9 bis +14 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 5 NO_x-Grenzwert für Diesel Pkw von 180 mg/km bei Weitem.
- Bei dem Kaltstart lagen die NO_x-Emissionen auf einem niedrigeren Niveau als bei den Messungen mit warmem Motor. Technisch erklärbar wäre jedoch ein genau umgekehrtes Emissionsverhalten: mit einem warmen Motor sollten die NO_x-Emissionen niedriger ausfallen.

Hinweis: Beim Zulassungsverfahren nach NEFZ erfolgen die Emissionsmessungen mit kaltem Motor

— Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

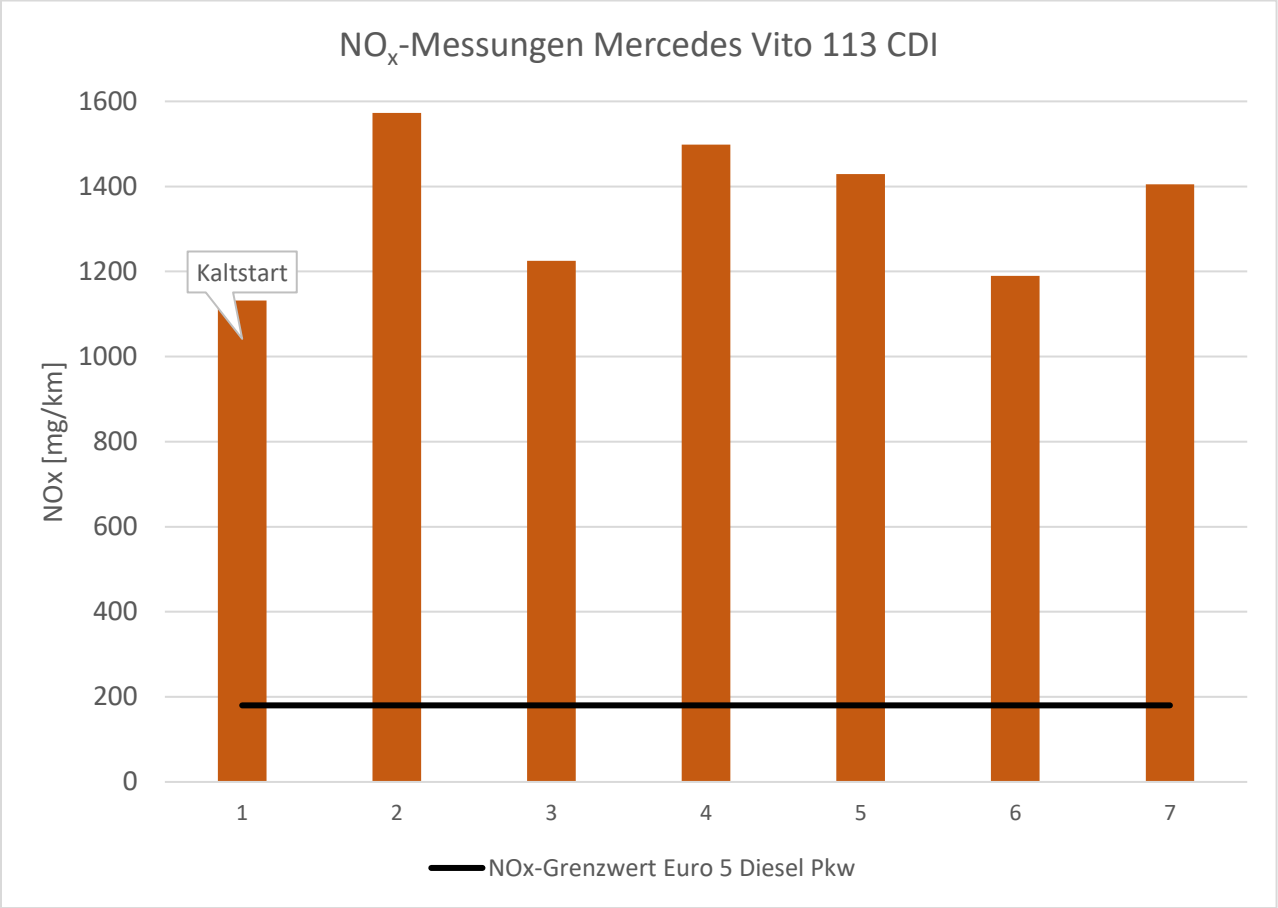

Abb. 12 NO_x-Emissionen Mercedes Vito 113 CDI

2.3 Messungen an Euro 6 Diesel-Pkw

Der NO_x-Grenzwert für Euro 6 Diesel-Pkw liegt bei 80 mg/km.

Audi Q7 3.0 TDI

Abb. 13 Audi Q7 3.0 TDI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Audi Q7 3.0 TDI / 06.2015**
Motorbaureihe	EA897evo
Hubraum	2.967 cm^3
Leistung	200 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 6b
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, NEFZ	163 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF, SCR-Kat
Kilometerstand	111.539

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	206
Durchschnitt NO_x [mg/km]	94 bis 674
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Diesel (80 mg/km)	bis 8,4

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von -2 bis +23 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert von 80 mg/km.
- Besonders im „Sportmodus“, Getriebe auf S, steigen die NO_x-Emissionen drastisch an.

— Der gemessene CO_2-Wert lag 26 Prozent über dem offiziellen Wert.

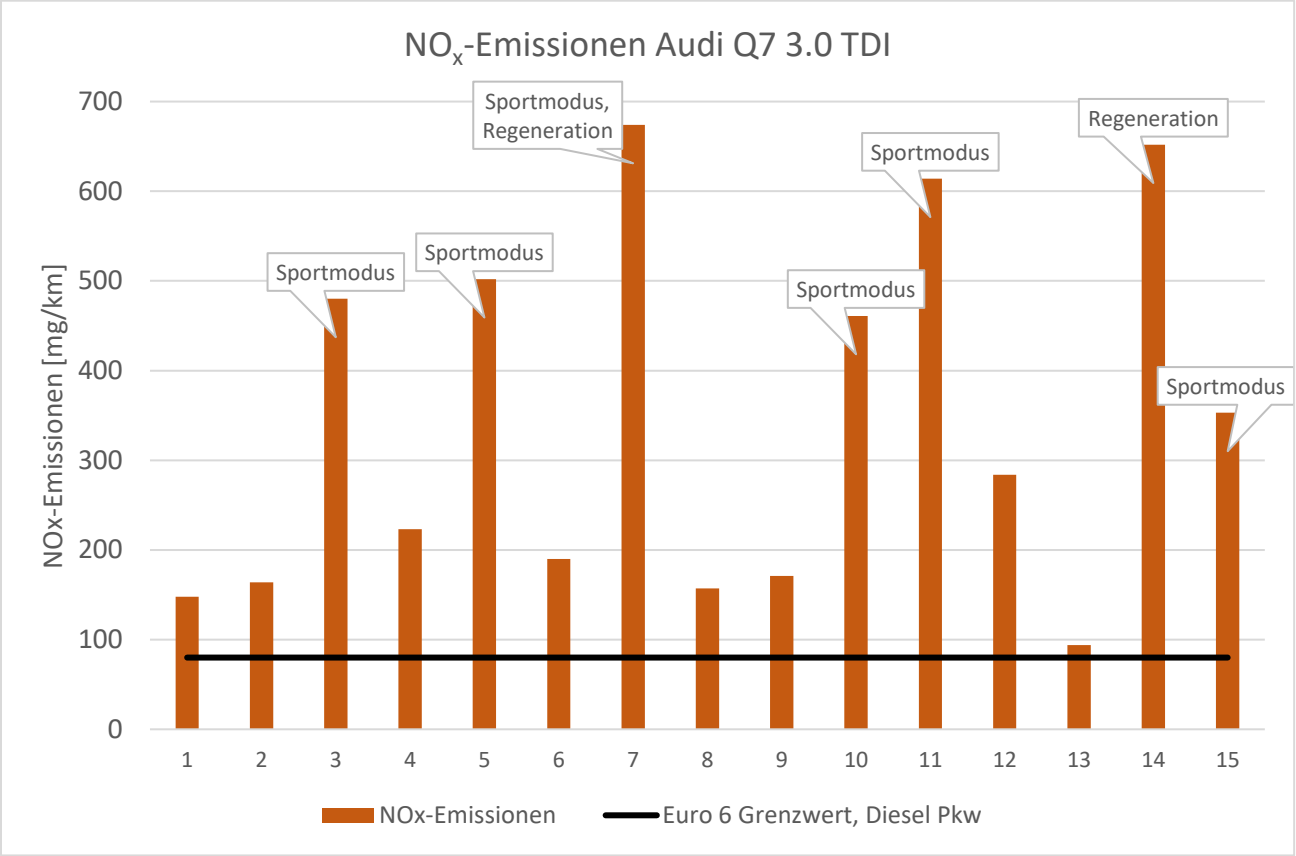

Abb. 14 NO_x-Emissionen Audi Q7 3.0 TDI

Mercedes C 200 d

Abb. 15 Mercedes C 200 d

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Mercedes C 200 d / 01.2019**
Motorbaureihe	OM654
Hubraum	1.950 cm^3
Leistung	110 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 6d
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, WLTP	144 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF, SCR-Kat
Kilometerstand	-

	RDE-Messung
CO_2 [g/km]	143
NO_x [mg/km]	15
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Diesel (80 mg/km)	0,2

Die RDE-Messungen wurden bei Außentemperaturen von +11 bis +13 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen unterschreitet das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert von 80 mg/km.
- Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

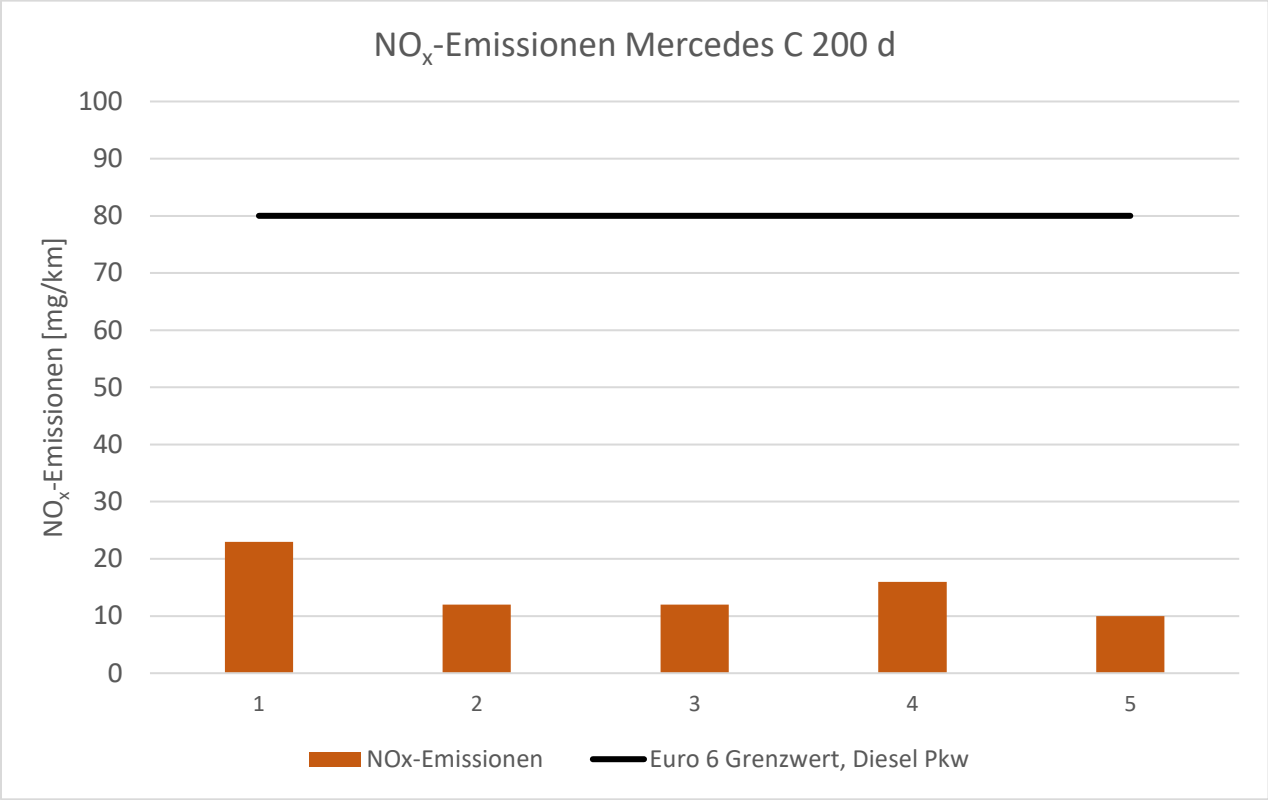

Abb. 16 NO_x-Emissionen Mercedes C 200 d

Opel Grandland X

Abb. 17 Opel Grandland X

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Opel Grandland X / 08.2021**
Hubraum	1.499 cm^3
Leistung	96 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	EURO 6d
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, WLTP	132 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	DPF, SCR-Kat
Kilometerstand	5.951

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	126
Durchschnitt NO_x [mg/km]	41
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Diesel (80 mg/km)	0,5

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +6 bis +9 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen unterschreitet das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert von 80 mg/km.
- Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

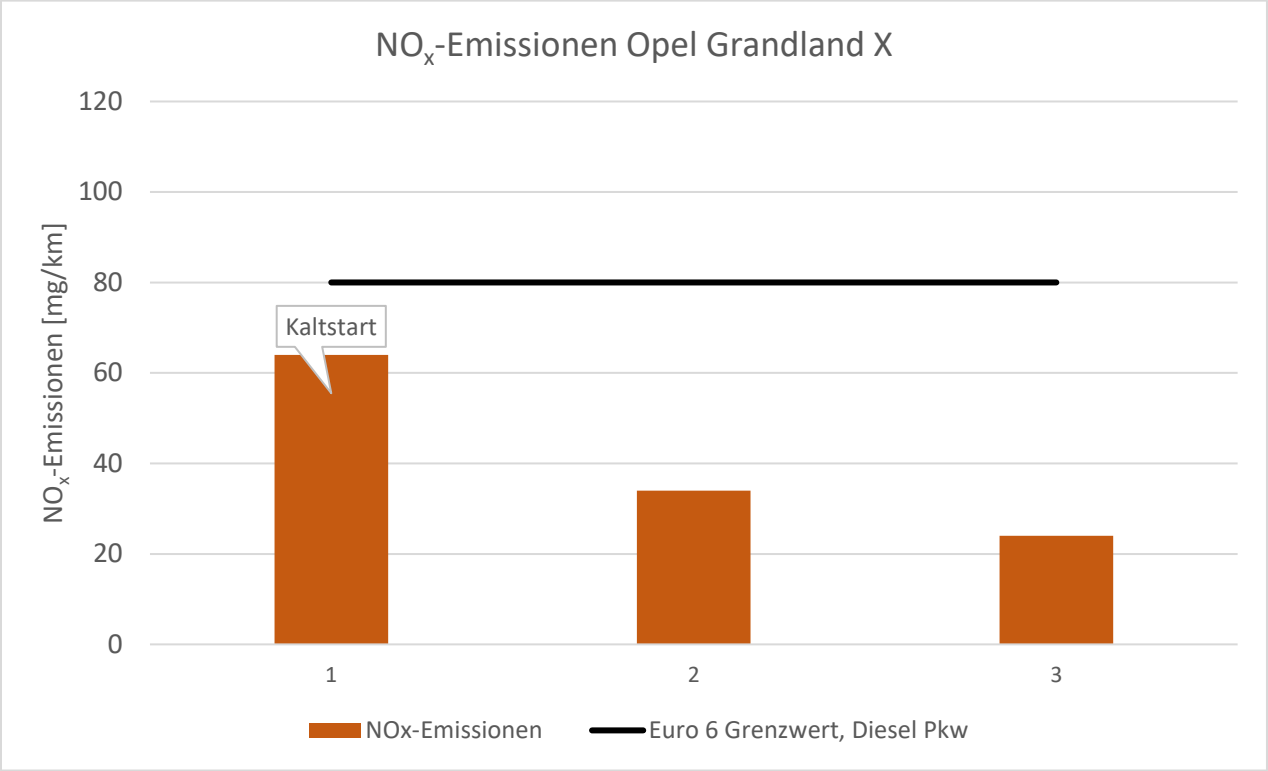

Abb. 18 NO_x-Emissionen Grandland X

2.4 Messungen an Euro 6 Diesel-LNF

Der Stickoxidgrenzwert der Abgasnorm Euro 6 für Nutzfahrzeuge der Gruppe III liegt bei 125 mg/km.

Carthago Chic E-Line I 64 XL QB, Fiat Ducato Basis

Abb. 19 Carthago Chic E-Line I 64 XL QB, Fiat Ducato Basis

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Carthago Chic E-Line I 64 XL QB / 07.2019**
Chassis	Fiat Ducato
Motorkennung	F1AGL411B
Hubraum	2.287 cm^3
Leistung	130 kW
Treibstoff	Diesel
Abgasnorm	Euro 6b
Abgasnachbehandlung	DPF
Kilometerstand	23.719

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	328
Durchschnitt NO_x [mg/km]	1.996
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Diesel (125 mg/km)	16

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +13 bis +15 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.

- Bei allen Messungen überschritt das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert für Nutzfahrzeuge von 125 mg/km bei Weitem.
- Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

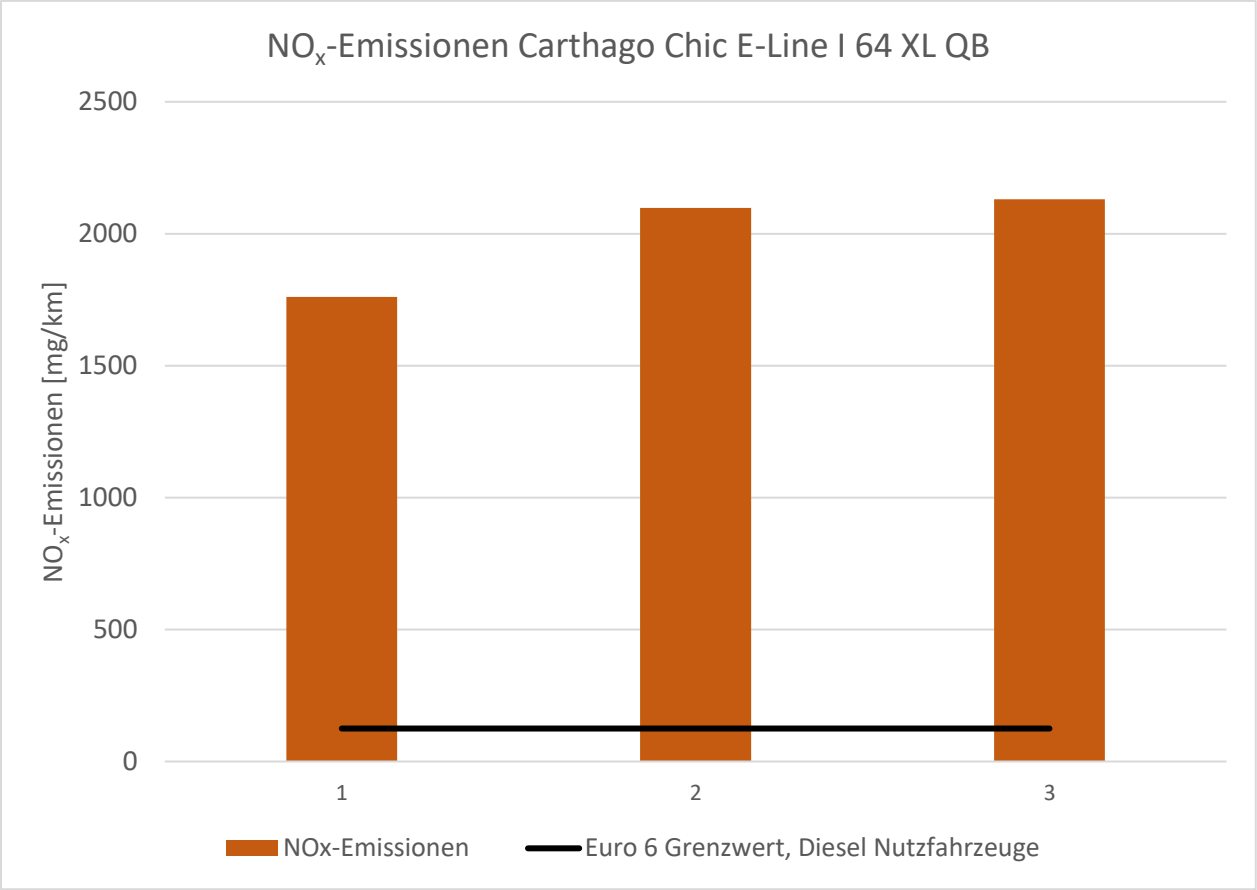

Abb. 20 NO_x-Emissionen Carthago Chic E-Line I 64 XL QB

2.5 Messungen an Euro 6d Benzin- und Benzin-PHEV-Pkw

Der NO_x-Grenzwert für Euro 6 Benzin-Pkw liegt bei 60 mg/km.

Audi A4 35 TFSI

Abb. 21 Audi A4 35 TFSI

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**Audi A4 35 TFSI / 05.2021**
Hubraum	1.984 cm^3
Leistung	110 kW
Treibstoff	Benzin
Abgasnorm	EURO 6d
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, WLTP	149 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	geregelt
Kilometerstand	33.068

	RDE-Messung
Durchschnitt CO_2 [g/km]	148
Durchschnitt NO_x [mg/km]	12
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Benzin (60 mg/km)	0,2

Die Messungen wurden bei Außentemperaturen von +4 bis +7 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen unterschreitet das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert von 60 mg/km.
- Der offizielle CO_2-Wert konnte bei den Messungen eingehalten werden.

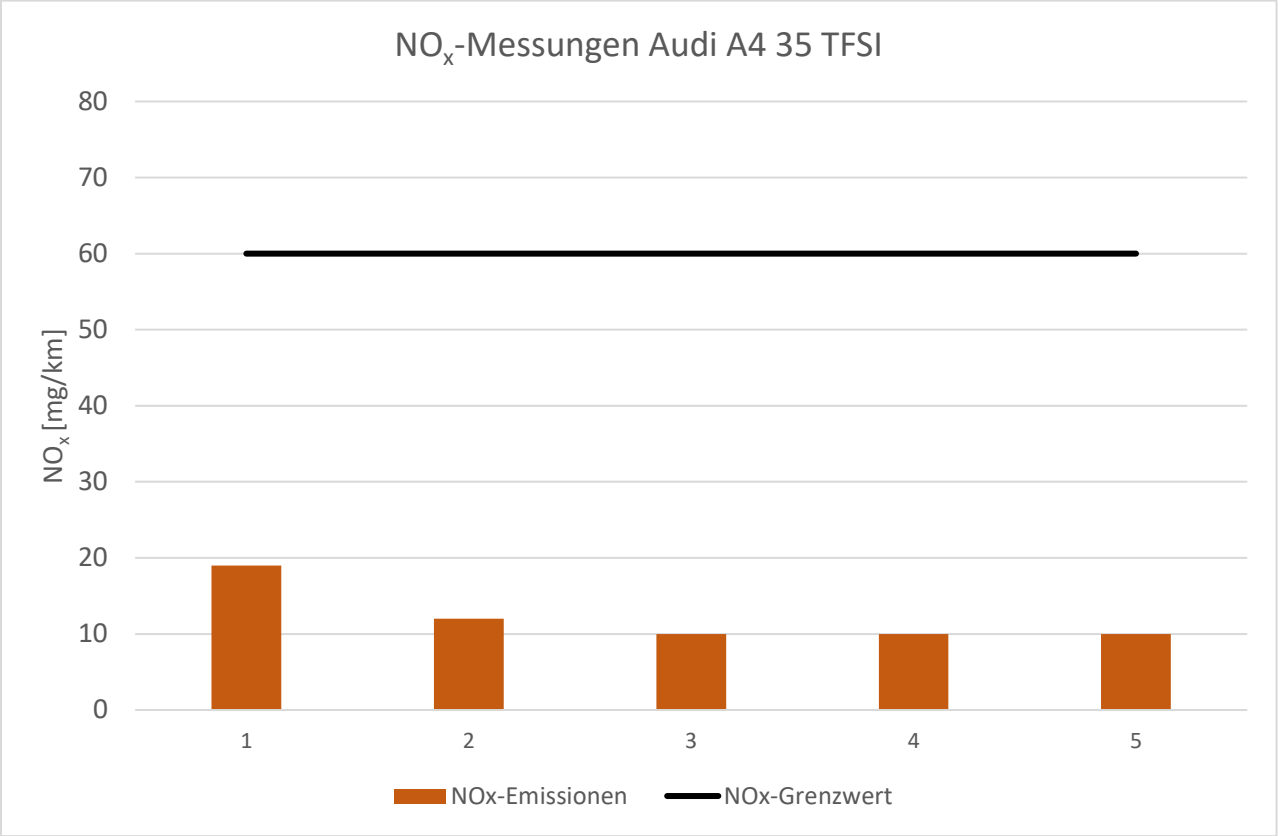

Abb. 22 NO_x-Emissionen Audi A4 35 TFSI

BMW X1 xDrive25e

(Foto von einem älteren BMW X1)

Abb. 23 BMW X1 xDrive25e

Technische Daten und Messergebnisse

Modell / Erstzulassung	**BMW X1 xDrive25e / 04.2021**
Hubraum	1.499 cm^3
Leistung	92 + 70 kW
Treibstoff	Benzin
Abgasnorm	EURO 6d
Offizieller Wert CO_2, kombiniert, WLTP	42 g CO_2/km
Abgasnachbehandlung	geregelt
Kilometerstand	3.245

	RDE-Messung
CO_2 [g/km]	0 bis 267
NO_x [mg/km]	12
Faktor zu Grenzwert NO_x Euro 6 Benzin (60 mg/km)	0,2

Die RDE-Messungen wurden bei Außentemperaturen von +24 bis +29 Grad Celsius durchgeführt.

- Das Fahrzeug meldete keine Störung, kein Warnsignal leuchtete.
- Bei allen Messungen unterschreitet das Fahrzeug den Euro 6 NO_x-Grenzwert von 80 mg/km.
- Der offizielle CO_2-Wert wurde im Modus „save battery“ bis zu 536 Prozent überschritten.
- Der offizielle CO_2-Wert wurde im Standardmodus „auto eDrive“ um 300 Prozent überschritten.

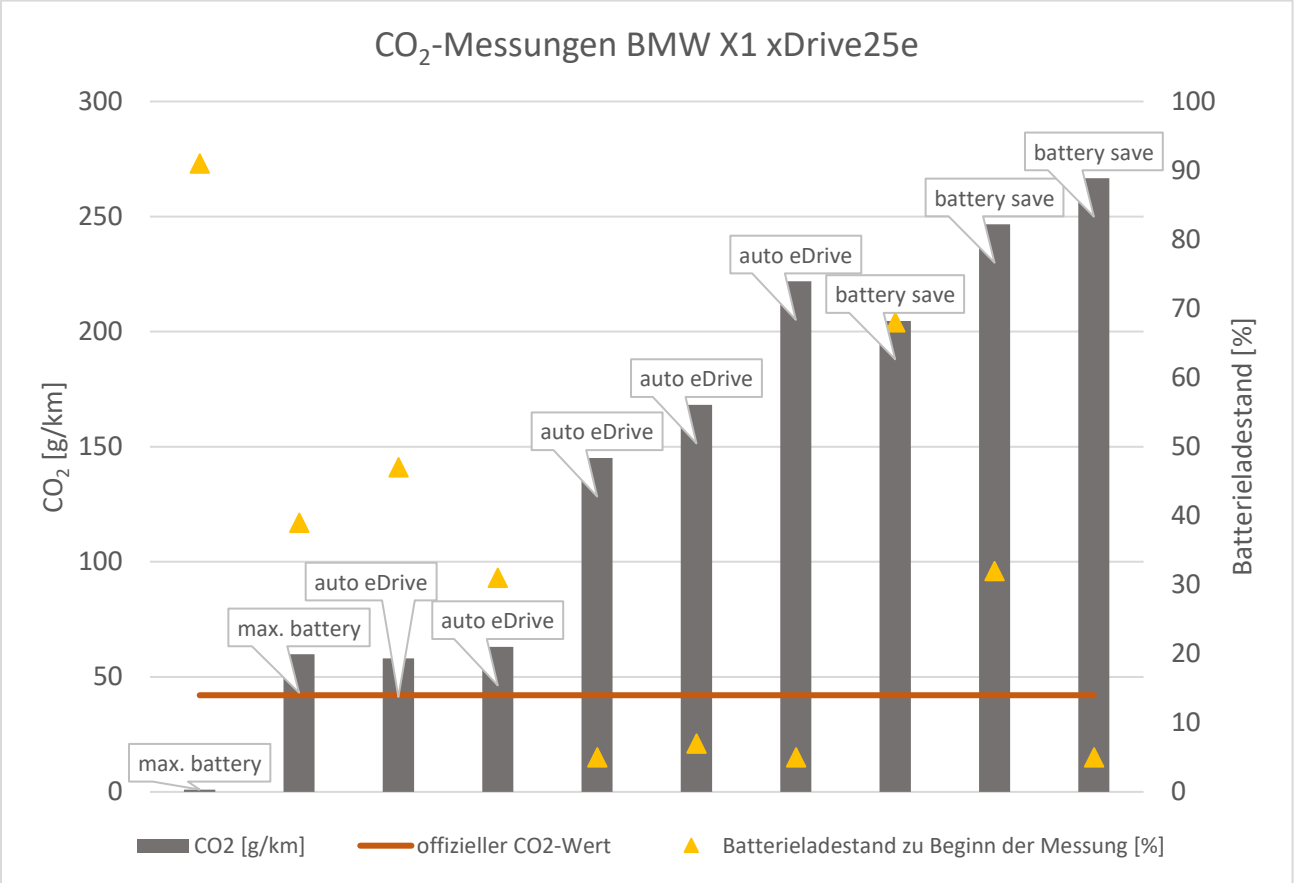

Abb. 24 CO_2-Emissionen BMW X1 xDrive25e

3. Messtechnik

3.1 Messgerät des EKI für CO-, CO_2-, NO und NO_2-Messungen

Zum Einsatz kommt das SEMTECH LDV Gas (Gas Analysis System) Modul von Sensors, welches mit hoher Genauigkeit die CO-, CO_2-, NO und NO_2-Werte misst. Anhand der emittierten CO_2-Emissionen kann unmittelbar der Kraftstoffverbrauch errechnet werden.

SPECIFICATIONS	
Power	12 VDC nominal (10.5 – 14.5 VDC)
Warm up time	60 minutes to meet specifications
Storage temperature	Dry –10 to 60 °C ambient
Operating environment	-10 to 45 °C ambient
Dimensions (WxDxH)	43.7 x 31.2 x 13.5 cm
Weight	8.9 kg
Data transmission	Ethernet
Electromagnetic interference and susceptibility	CE Standards: IEC 61326: 2002-2

GAS MODULE NDIR SPECIFICATIONS		
Parameter	**CO**	**CO2**
Max Range (Full Scale)	8% vol.	18 % vol.
Resolution	10 ppm	0.01 % vol. CO2
Linearity	|xmin x (a1 - 1) + a0| ≤ 0.5% of span Slope a1 between 0.99 and 1.01 Standard Error of Estimates (SEE) ≤ 1% of span Coefficient of Determination r2 ≥ 0.998	
Accuracy	≤ ± 2% of reading or ≤ ± 0.3% of full scale, whichever is greater	
	As low as ± 50 ppm	As low as ± 0.1% vol. CO2
Repeatability	< ± 1% of point (span) or < ± 1% of span, whichever is larger	
Precision	≤ 1% of span	
Noise	≤ 1% of span	
Zero Drift (Over 4 hrs)	≤ ± 50 ppm	≤ ± 0.1 % vol.
Span Drift (over 4 hrs)	≤± 2% of span value or ≤ ± 50 ppm, whichever is greater	≤ ± 2% of span value or ≤ ± 0.1 % vol., whichever is greater
Rise Time (T10-90)	≤ 2.5 seconds	
System Response Time (T0-90)	≤ 10 seconds	
Data Rate	5 Hz	
Sample Flow Rate (nominal)	3 l/min	

Das SEMTECH LDV GAS 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.

GAS MODULE SPECIFICATIONS - NDUV		
Parameter	**NO**	**NO2**
Max Range (Full Scale)	0 to 3000 ppm	0 to 1000 ppm
Min. span to meet requirements	300 ppm	300 ppm
Resolution	0.1 ppm	0.1 ppm
Linearity	|xmin x (a1 - 1) + a0| ≤ 0.5% of span Slope a1 0.99 - 1.01 Standard Error of Estimates (SEE) ≤ 1% of span Coefficient of Determination r2 ≥ 0.998	
Accuracy	≤ ± 2% of reading or ≤ ± 3% full scale, whichever is lager	
Repeatability	≤ 2% of point or ≤ ± 1% of span, whichever is lager	
Precision	≤ 1% of span	
Noise	≤ 1% of span	
Zero Drift (over 4 hrs)	≤ 5 ppm with Δt ≤ 10° C and using purified N2 as zero gas	
Span Drift (over 4 hrs)	≤ 2% of reading or ≤ 5 ppm with Δt ≤ 10° C, whichever is larger	
Rise time (T10-90)	≤ 2.5 sec	
System response time (T0-90)	≤ 10 sec	

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.

3.2 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 #/cm3 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]

3.3 Durchflussmesser

Der Durchflussmesser, Exhaust Flow Meter (FEM), misst das Volumen des gesamten Abgasstroms und leitet einen kleinen Teil der Abgase durch einen erwärmten Schlauch in das GAS 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	|xmin x (a1 - 1) + a0| ≤ 1% of max. Slope a1 between 0.99 and 1.01 Std. Err. of Estimates SEE ≤ 1% of max. Coefficient of Determination r2 ≥ 0.990
Flow Measurement Accuracy	± 2% of reading or ± 0.5% of full scale, whichever is greater
Warm-Up Time	< 5 minutes at 20° C ambient
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
Communications	RS 232
Box dimensions (L x D x W)	35.8 x 11.2 x 9.1 cm

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. 25 Teststrecke

Ergänzend zu den Messungen auf der regulären Teststrecke wurde mit einigen Fahrzeugen der „Neue Europäische Fahrzyklus“, kurz NEFZ, auf der Straße nachgefahren und die Emissionen mit den mobilen Messgeräten erfasst. Bis zum 01. September 2018 war der NEFZ für das Erlangen der Typengenehmigung der Fahrzeuge ausschlaggebend und wurde durch die

„Worldwide Harmonised Light-Duty Vehicles Test Procedure“, kurz WLTP, ersetzt. Daher richtet sich ein besonderes Augenmerk auf die Abweichungen zwischen den angegebenen Zulassungswerten, den gemessenen Werten im NEFZ auf der Straße sowie den weiteren Messungen auf der Straße.

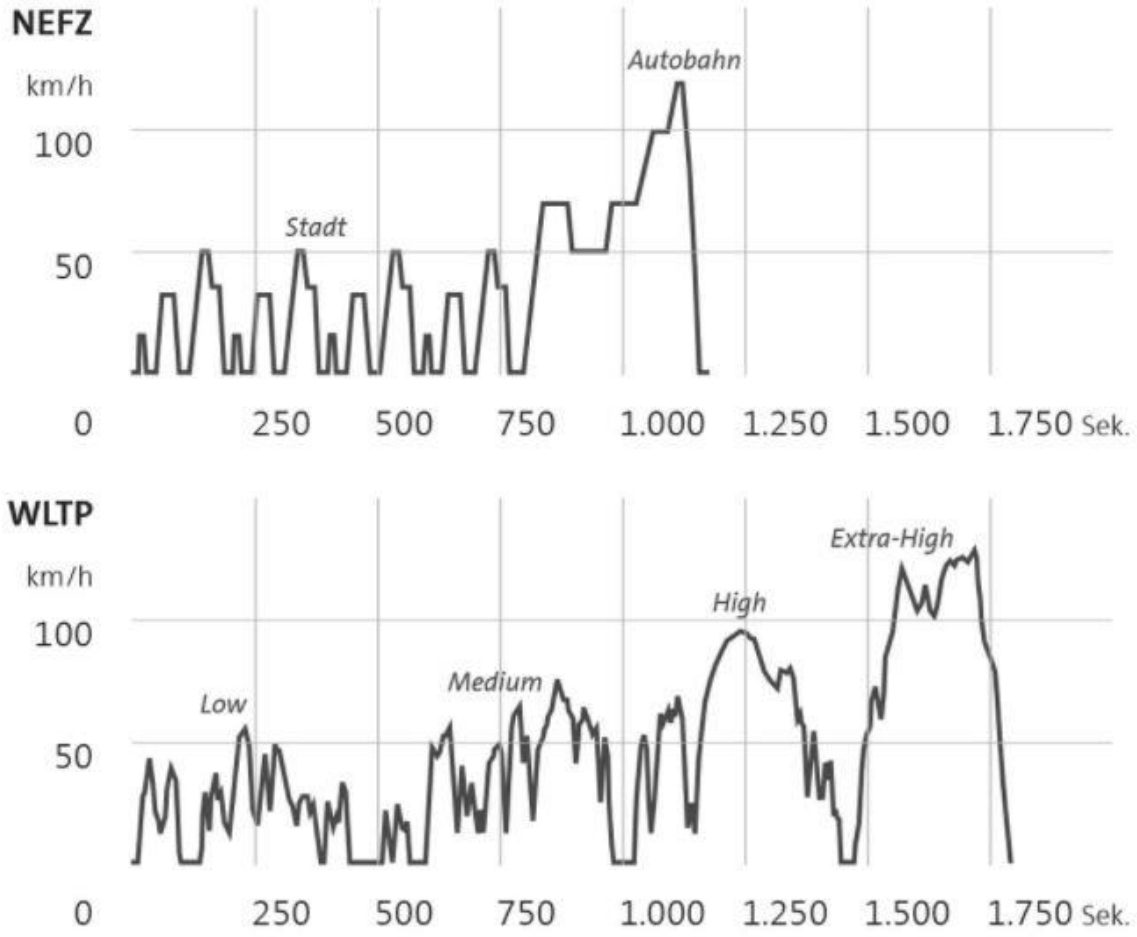

Abb. 26 NEFZ und WLTP[1]

[1] Quelle: https://www.volkswagenag.com/de/group/fleet-customer/WLTP.html#

5. Hintergrund zu den Messungen

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 Abschalteinrichtungen 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.[2] 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.

5.1 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 80 mg NO_x/km unterschreiten. Der Euro 5 Grenzwert für leichte Nutzfahrzeuge der Fahrzeugklasse N1 Gruppe III (Bezugsmasse über 1760 kg) mit Dieselmotor liegt bei 280 mg NO_x/km

[2] International Council on Clean Transportation ICCT 2014

und der Euro 6 Grenzwert dieser Fahrzeugklasse liegt bei 125 mg NO_x/km. Bezüglich der Partikelanzahl gilt für Fahrzeuge mit Ottomotor und Direkteinspritzung ab dem 1. September 2017 für die Typzulassung neuer Fahrzeugtypen ein Grenzwert von $6*10^{11}$, der bereits seit 2011 für Dieselfahrzeuge vorgeschrieben ist. Für die Typzulassung neuer Fahrzeuge ist dieser Wert ab 1. September 2018 gültig.
Die europäische Luftreinhalterichtlinie 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.
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. Anfang Juni 2021 hat der Europäische Gerichtshof entschieden, dass Deutschland über Jahre die Grenzwerte für NO2 „systematische und anhaltend“ überschritten und zugleich gegen die Verpflichtung verstoßen hat, rechtzeitig geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um den Zeitraum der Überschreitung so kurz wie möglich zu halten (C-635/18).
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.

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: 2021 bis 2022, Berlin und Brandenburg

Titelfoto: DUH

.de **www.duh.de** @ **info@duh.de** **umwelthilfe** **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**

Unser Spendenkonto: Bank für Sozialwirtschaft Köln | IBAN: DE45 3702 0500 0008 1900 02 | BIC: BFSWDE33XXX