

**Kraftfahrt-
Bundesamt**



Wirksamkeit von Software-Updates zur Reduzierung von Stickoxiden bei Dieselmotoren

Stand: 10.01.2020



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Glossar.....	6
A. Einleitung	7
B. Grundlagen	9
I. Entstehung und Reduzierung von NO_x-Emissionen.....	9
1. Entstehung von Schadstoffemissionen / Grenzwerte	9
2. Möglichkeiten zur Reduzierung von NO_x-Emissionen	10
a. Abgasrückführung.....	10
b. NO _x -Speicherkatalysator.....	10
c. Selektive Katalytische Reduktion	10
3. Die Wirkung und Grenzen von Software-Updates zur NO_x-Reduzierung	11
a. Update der AGR-Regelung.....	11
b. Update der NSK-Regelung	12
c. Update der SCR-Regelung	12
C. Untersuchungen	13
I. Messungen.....	13
1. Hintergrund der Prüfungen und Grundlagen.....	13
a. Freiwillige Servicemaßnahmen:	14
b. Verpflichtender Rückruf:	14
c. Qualität von Software-Updates und Mängelbehebung	15
2. Prüfzyklen	15
a. Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ)	15
b. Worldwide harmonized light vehicle test cycle (WLTC).....	17
c. RDE.....	18
II. Gemessene Fahrzeuge.....	19
1. Allgemeiner Teil	19
2. Verpflichtender Rückruf Volkswagen EA189	20
a. VW EA189 Cluster #1	22
b. VW EA189 Cluster #2.....	24
c. VW EA189 Cluster #3.....	26
d. VW EA189 Cluster #4.....	28
e. VW EA189 Cluster #5.....	30

f.	VW EA189 Cluster #6	32
g.	VW EA189 Cluster #7	34
h.	VW EA189 Cluster #8a	36
i.	VW EA189 Cluster #8b	38
j.	VW EA189 Cluster #9a	40
k.	VW EA189 Cluster #9b	42
l.	VW EA189 Cluster #10	44
m.	VW EA189 Cluster #11	46
n.	VW EA189 Cluster #12	48
o.	VW EA189 Cluster #13	50
p.	VW EA189 Cluster #14	52
3.	Weitere verpflichtende Rückrufe.....	54
a.	Audi A6 3.0l TDI (Euro 6)	55
b.	Audi A8 4.2l TDI (Euro 6)	57
c.	BMW 750d xDrive (Euro 6).....	59
d.	Mercedes C 200 d (Euro 6)	61
e.	Mercedes Vito 1.6l CDI (Euro 6).....	63
f.	Opel Zafira Tourer 1.6l CDTI (Euro 6)	65
g.	Opel Insignia 2.0l CDTI (Euro 6).....	67
h.	Porsche Cayenne 3.0l Diesel (Euro 6).....	69
i.	Porsche Macan S 3.0l Diesel (Euro 6).....	71
4.	Freiwillige Software-Updates.....	73
a.	Audi A6 3.0l TDI (Euro 5)	74
b.	BMW 320d (Euro 5).....	76
c.	BMW 520d (Euro 5).....	78
d.	Fiat 500X 2.0 MultiJet (Euro 6).....	80
e.	Mazda 6 2.2l SkyActive (Euro 6)	82
f.	Mercedes A/B/GLA OM607 (Euro 5)	84
g.	Mercedes B 180 CDI (Euro 5)	86
h.	Mercedes C 220 CDI (Euro 5)	88
i.	Mercedes E 350 CDI (Euro 5)	90
j.	Mercedes GLK 220 CDI 4MATIC (Euro 5).....	92
k.	Mercedes B 200 d (Euro 6)	94
l.	Mercedes GLE 350 d (Euro 6).....	96
m.	Mercedes C 220 d (Euro 6)	98
n.	Mercedes GLC 220 d 4MATIC (Euro 6).....	100

o.	Mitsubishi Outlander 2.2l Di-D (Euro 6).....	102
p.	Opel Corsa 1.3 CDTi (Euro 6).....	104
q.	Opel Insignia 1.6 CDTi (Euro 6).....	106
r.	Subaru Outback 2.0 D (Euro 6).....	108
s.	VW Crafter/Amarok 2.0l TDI (Euro 5).....	110
t.	VW T6 2.0 TDI (Euro 6)	112
u.	VW Touareg 3.0l TDI (Euro 5)	114
III.	Auswertung und Analyse	116
1.	Allgemeine Auswertung	116
a.	Mögliche Korrekturen der AGR.....	116
b.	Abgasnachbehandlung durch NSK / SCR.....	116
c.	Erkannte Verbesserungspotentiale	117
2.	Übersicht der Messergebnisse	118
a.	Tabellarische Darstellung	118
b.	Zusammenfassende Auswertung der verpflichtenden Rückrufe.....	122
c.	Zusammenfassende Auswertung der freiwilligen Serviceaktionen	127
3.	Gesamtanalyse der Ergebnisse.....	131
4.	Schaffung der Nachvollziehbarkeit von Software-Updates	132
D.	Zusammenfassung	133
	Abbildungsverzeichnis.....	134
	Tabellenverzeichnis.....	137

Glossar

ABE	Allgemeine Betriebserlaubnis
AGR	Abgasrückführung
CF	Conformity Factor (Konformitätsfaktor)
CO ₂	Kohlendioxid
CO	Kohlenmonoxid
DPF	Dieselpartikelfilter
EUDC	Extra Urban Driving Cycle
HC	Kohlenwasserstoff
H ₂ O	Wasser/ Wasserdampf
HW	Hardware
HWL	Harnstoff – Wasser – Lösung
K	Kelvin
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
MSG	Motorsteuergerät
N ₂	Stickstoff
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NH ₃	Ammoniak
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxide
NSK	NO _x -Speicherkatalysator
OH ⁻	Hydroxidion
PEMS	Portable Emissions Measurement System
RDE	Real Driving Emissions
SCR	Selective Catalytic Reduction
SW	Software
TD	Technischer Dienst
UDC	Urban Driving Cycle
WLTC	Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle
WLTP	Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure

A. Einleitung

Vor dem Hintergrund der Vorkommnisse im Fall von Volkswagen (VW) und der Feststellung der Verwendung von unzulässigen Abschalteinrichtungen in Dieselmotoren des Typs EA 189 wurde die Wirksamkeit von Software-Updates zur Wiederherstellung der Vorschriftsmäßigkeit durch das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) überprüft. Das KBA hatte im Oktober 2015 einen verpflichtenden Rückruf zur Entfernung der unzulässigen Abschalteinrichtung in der Motorsoftware angeordnet.

Außerdem wurde das KBA durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen der „Untersuchungskommission Volkswagen“ zur Überprüfung weiterer Dieselmotorkraftfahrzeuge anderer deutscher und ausländischer Fahrzeughersteller aufgefordert. Es zeigte sich hierbei, dass viele Hersteller die Wirksamkeit ihres Emissionskontrollsystems an Fahr- und Umweltbedingungen, z. B. die Umgebungstemperaturen, anpassen und dieses vielfach mit den Ausnahmebestimmungen im Artikel 5 Absatz 2 der Verordnung (EG) 715/2007 zum Motorschutz oder zum sicheren Betrieb des Fahrzeugs begründen. Konnten in den Untersuchungen Unzulässigkeiten nachgewiesen werden, ordnete das KBA weitere Rückrufe an. Eine Zusammenstellung der bisher von verpflichtenden Rückrufen betroffenen Fahrzeuge ist auf der Homepage des KBA (www.KBA.de) einsehbar.

Ungeachtet der schwierigen Bewertung der Zulässigkeit der verwendeten Motorschalteinrichtungen konnten mehrere Hersteller durch das BMVI im April 2016 dazu veranlasst werden, über freiwillige Servicemaßnahmen Verbesserungen für die laufende Produktion und teilweise auch für in Betrieb befindliche Fahrzeuge vorzunehmen.

Aufgrund weiterhin zu hoher Luftschadstoffwerte, die die Luftqualität in vielen deutschen Städten beeinträchtigen und zu möglichen Verkehrsverböten für Diesel-Pkw führen könnten, wurden am 2. August 2017 im „Nationalen Forum Diesel“ weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Stickoxid-Emissionen (NO_x) beschlossen. Die Auto-

mobilitätsindustrie hat für rund 5,3 Mio. der in Deutschland zugelassenen Diesel-Pkw der Schadstoffklassen Euro 5 und 6 eine Reduzierung der NO_x-Emissionen um durchschnittlich 25-30 % zugesagt. Die zugesagte Anzahl wurde zwischenzeitlich durch die Industrie um weitere rund 1 Mio. Fahrzeuge erhöht.

Ein Software-Update stellt eine vergleichsweise schnell und einfach umsetzbare Maßnahme zur signifikanten Reduzierung der NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw dar.

Die Automobilhersteller entwickeln diese Software-Updates unter Einbeziehung neuester Kenntnisse und Erfahrungen aus der Weiterentwicklung der Dieselmotortechnologie, um die bereits verbauten Emissionsminderungs- und Motorsteuerungsstrategien hinsichtlich der NO_x-Emissionen zu optimieren. Ein Beispiel ist die Aufweitung der Betriebsgrenzen der Abgasrückführung in Bezug auf Umgebungstemperatur und -druck, die den Einsatz der Abgasrückführung und damit die Stickoxidemissionen verbessern.

Im Rahmen des Freigabeprozesses für ein Software-Update überprüft das KBA die erreichte Reduzierung der NO_x-Emissionen und dass es zu keinem Anstieg der CO₂-Emissionen und zu keiner Verschlechterung sonstiger relevanter Parameter aus der Typgenehmigung kommt. Ebenso wird während des Freigabeprozesses das Software-Update auf das nicht Vorhandensein von unzulässigen Abschalteinrichtungen mittels Softwareanalysen und ggf. gezielten Überprüfungsmessungen untersucht.

Die Umsetzung der Software-Updates durch die Fahrzeughersteller wird sowohl im Fall der verpflichtenden Updates als auch bei einer freiwilligen Servicemaßnahme vom KBA überwacht und dokumentiert.

Dieser Bericht erläutert die Umsetzung und Möglichkeiten der Software-Updates anhand einer Beschreibung der durchgeführten Maßnahmen und Verifikationsmessungen, über die die Reduzierung der NO_x-Emissionen unter Berücksichtigung des 25-30 % - Ziels dokumentiert wird.

Im Berichtsteil B („Grundlagen“) werden zunächst die Grundlagen zur Entstehung und zur Reduzierung von NO_x-Emissionen bei Kraftfahrzeugen näher dargestellt.

Die durchgeführten Messungen werden danach im Berichtsteil C („Untersuchungen“) vorgestellt und bewertet. Diese sind nach Fahrzeugen aus verpflichtenden und freiwilligen Maßnahmen untergliedert.

In diesem Bericht werden nur die Messungen der Fahrzeuge berücksichtigt, die bis September 2019 abgeschlossen werden konnten.

Insgesamt wurden die Software-Updates von 46 unterschiedlichen Fahrzeuggruppen überprüft. Für die Messungen im Rahmen

freiwilliger Servicemaßnahmen durch die Hersteller (Software-ABE) wurden 21 Fahrzeuge analysiert. Bei den Verifikationsmessungen der verpflichtenden Rückrufe mit dem Motortyp EA189 durch VW wurden 16 Fahrzeugcluster untersucht. Zusätzlich wurden 9 Fahrzeuge weiterer verpflichtender Rückrufe verschiedener Hersteller überprüft.

Im Berichtsteil D („Zusammenfassung“) wird schließlich der Nachweis der Wirksamkeit von Software-Updates basierend auf den Ergebnissen der vom KBA durchgeführten Vergleichsmessungen zusammenfassend dargestellt.

B. Grundlagen

I. Entstehung und Reduzierung von NO_x-Emissionen

1. Entstehung von Schadstoffemissionen / Grenzwerte

Neben den Hauptabgaskomponenten Wasserdampf (H₂O) und Kohlendioxid (CO₂) entstehen bei der Verbrennung von Dieselmotoren auch Schadstoffe wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO), Ruß und auch Stickoxide (NO_x).

Die europäische Emissionsgesetzgebung ab der Euro-3-Stufe zielte insbesondere auf die Absenkung des Grenzwertes für NO_x. Der limitierende Grenzwert für NO_x wurde jeweils folgendermaßen festgelegt:

Schadstoffklasse	NO _x -Grenzwert [mg/km]
Euro 3	500
Euro 4	250
Euro 5	180
Euro 6	80
Euro 6d-Temp	
WLTC:	80
RDE:	168

Tabelle 1: Grenzwerte für NO_x (M1)

Die Grenzwerte bis Euro 6 gelten ausschließlich für den Typgenehmigungszyklus (NEFZ) auf dem Rollenprüfstand unter Laborbedingungen. Die Verordnung (EG) 715/2007 senkte den zugehörigen Grenzwert im NEFZ und übertrug der Europäischen Kommission im sogenannten Regelungsverfahren mit parlamentarischer Kontrolle, die einzelnen Anforderungen unter anderem auch bei niedriger Umgebungstemperatur festzulegen. Mit der Durchführungsverordnung (EG) 692/2008 wurden diese Anforderungen festgelegt. Während für Ottomotoren eine besondere Prüfung für kalte Umgebungstemperaturen eingeführt wurde, legte der Ordnungsgeber für Dieselmotoren zunächst keine definierten Prüfungen fest. Bekannt war, dass die von Dieselmotoren genutzte Abgasrückführung sich

bei kalten Umgebungstemperaturen technisch anspruchsvoll gestaltet, sodass konkrete Anforderungen nur an die Abgasnachbehandlung gestellt wurden und Grenzwerte für kalte Umgebungstemperaturen erst nach dem Sammeln weiterer Erfahrungen später festgelegt werden sollten.

Dies erfolgte mit den RDE-Vorschriften, die für Fahrzeuge mit neuer Typgenehmigung frühestens zum Zwecke des Monitoring ab dem 01.09.2017 angewendet werden konnten. Seit 01.09.2019 gelten für alle neu zugelassenen Pkw die Grenzwerte der Schadstoffklasse Euro 6d-TEMP. Diese beinhaltet erstmals einen Grenzwert für Straßenmessung gemäß der RDE-Vorschriften, der bei 168 mg/km liegt.

Aufgrund der stetig verschärften Grenzwerte stieg die Notwendigkeit zur Fortentwicklung von innermotorischen Maßnahmen zur Reduzierung von NO_x-Emissionen (Abgasrückführung) sowie für die dem Motor nachgeschalteten effektiven Abgasnachbehandlungssysteme im Abgasstrang.

Die Schadstoffe HC sowie CO werden mit einem dem Motor ebenfalls nachgeschalteten Oxidationskatalysator wirksam vermindert, Rußemissionen werden mit der Verwendung von Rußpartikelfiltern (DPF) minimiert.

Zur NO_x-Reduzierung müssen jedoch andere Maßnahmen ergriffen werden. Um die Wirkungsweisen der unterschiedlichen Maßnahmen verstehen zu können, muss die Entstehung von NO_x bei der Dieselerverbrennung erläutert werden.

Unter dem Begriff NO_x werden sämtliche Stickoxidverbindungen (NO, NO₂, NO₃, N₂O, N₂O₃, N₂O₅) subsummiert. Im Fall der Dieselerverbrennung werden jedoch ausschließlich nennenswerte Mengen an NO und NO₂ erfasst, die unter dem zuvor benannten Sammelbegriff Stickoxide (NO_x) additiv zusammengefasst werden.

Der Entstehungsvorgang von NO setzt hohe Spitzentemperaturen oberhalb von 2.200K und einem lokalen Luftüberschuss voraus. Unter diesen Bedingungen findet die Entstehung von thermischem NO statt, das einen Großteil der motorischen NO_x-Emissionen ausmacht. Zur Reduzierung der thermischen NO kann eine Absenkung der Verbrennungstemperatur durch möglichst hohe Abgasrückführung und Ladeluftkühlung sowie durch eine Modulierung der Einspritzcharakteristiken für die Kraftstoffeinspritzung herangezogen werden. Die Anpassung der Einspritzcharakteristik kann eine homogenere Verbrennung mit geringeren Spitzendrücken und damit einhergehend geringeren Temperaturen herbeiführen.

Ein weiterer Bestandteil der NO_x-Emissionen ist das Stickstoffdioxid (NO₂), welches nur einen kleinen Bestandteil der gesamten NO_x-Emissionen ausmacht. NO₂ entsteht bei der dieselmotorischen Verbrennung überwiegend aus der Reaktion von NO mit HO₂⁻ und OH-Radikalen. In der Umgebungsluft reagiert NO wiederum mit Ozon durch Lichteinfall zu NO₂. Stickstoffdioxid hat die Eigenschaften, dass es die Atemwege reizen kann und durch weitere chemische Reaktionen in der Atmosphäre zu saurem Regen führt (www.hlnug.de).

2. Möglichkeiten zur Reduzierung von NO_x-Emissionen

Zur Minderung der motorischen NO_x-Emissionen stehen verschiedene Konzepte zur Verfügung. Dabei wird zwischen innermotorischen Maßnahmen wie AGR, Anpassung der Kraftstoffeinspritzung, Anpassung der Steuerzeiten und außermotorischen Maßnahmen, wie dem Einsatz eines SCR-Katalysators oder eines NSK unterschieden. Bei modernen Dieselmotoren sind üblicherweise mehrere der genannten Schadstoffreduzierungsmaßnahmen aktiv, sodass bei voller Ausschöpfung der vorhandenen Hardware eine gute NO_x-Reduzierung in allen Fahrsituationen stattfinden kann.

Im Folgenden werden die üblichen Maßnahmen zur Verringerung der NO_x-Emissionen erläutert.

a. Abgasrückführung

Die Abgasrückführung zielt auf eine Senkung der Verbrennungstemperatur ab, um die Bildung von thermischem NO zu hemmen.

Hierbei werden zwei Effekte ausgenutzt: Verringerung des Sauerstoffgehalts der angesaugten Frischluft und höhere spezifische Wärmekapazität der rückgeführten Abgasbestandteile.

Die AGR-Rate wird begrenzt durch den sogenannten NO_x-Ruß-Zielkonflikt. Mit steigendem Anteil rückgeführter Abgase kommt es zu einer stärkeren Rußbildung. Diese führt zu häufigeren Regenerationen des Dieselpartikelfilters (DPF) und damit zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch.

Weitere Grenzen für die rückgeführten Abgasmengen liegen in den später beschriebenen Effekten der Versottung und Verlackung von Bauteilen sowie der Motorölverdünnung.

b. NO_x-Speicherkatalysator

Eine weitere Methode zur Reduzierung der motorischen NO_x-Emissionen ist die Verwendung eines Abgasnachbehandlungssystems wie dem NO_x-Speicherkatalysator (NSK). Ein NSK verfügt über eine spezielle katalytische Beschichtung (meist Bariumverbindungen), mithilfe derer die Stickoxide aus dem Abgas gebunden werden können, um sie nach abgeschlossener Beladung in Stickstoff (N₂) und CO₂ umzuwandeln.

Für die Umwandlung der zuvor eingespeicherten NO_x wird der Motor für einen kurzen Zeitraum (ca. 2-10s) mit einem angefeteten Kraftstoff-Luft Gemisch ($\lambda < 1$) betrieben (Purge). Das nun im Abgas befindliche CO reagiert mit dem eingespeicherten NO_x zu N₂ und CO₂. Während dieses Vorgangs wird die katalytische Schicht durch Oxidation wiederhergestellt und kann im Anschluss wieder NO_x binden.

c. Selektive Katalytische Reduktion

Eine weitere effektive Maßnahme zur Reduzierung der motorischen Stickoxidemissionen ist die Verwendung eines SCR-Systems. Dieses Abgasnachbehandlungssystem besteht aus einem in den Abgasstrang verbauten SCR-Katalysator, einem

Tank für Harnstoff-Wasser-Lösung (HWL) und einer Dosiereinheit.

Die wässrige HWL wird über die Dosiereinheit in den heißen Abgasstrang zerstäubt. Durch Thermo- und Hydrolyse reagiert die Harnstofflösung zu NH₃ (Ammoniak) und CO₂. Das gewonnene NH₃ wird nun in der Beschichtung des SCR-Katalysators eingelagert („Speichermodus“) und kann die im Abgas befindlichen NO_x zu N₂ und H₂O umwandeln.

Zur NO_x-Umwandlung verfügen SCR-Systeme über zwei unterschiedliche Betriebsstrategien. Im Speichermodus wird die Priorität auf einen ausreichenden NH₃-Speicherfüllstand gelegt. In dieser Betriebsstrategie wird eine optimal hohe NO_x-Umsetzung auch bei transienten Motorbetriebszuständen ermöglicht. Bis zu einem bestimmten Temperaturbereich verfügt der SCR-Katalysator über eine gute Speichereigenschaft und kann überschüssiges NH₃ aufnehmen, sodass ein Austreten des Ammoniaks in die Umgebungsluft (sog. NH₃-Schlupf) vermieden wird. Das eingespeicherte NH₃ wird bei sprunghaften NO_x-Aufkommen abgebaut.

Bei hohen Temperaturen im SCR-Katalysator lässt das Speichervermögen nach und es besteht das Risiko eines NH₃-Schlupfs. In diesem Fall wird auf einen sogenannten Onlinemodus umgeschaltet. Bei dieser Strategie wird der Speicherstand soweit minimiert, dass kein NH₃-Schlupf auftritt. Die NO_x-Konvertierung wird bedarfsgerecht über das direkt umgewandelte NH₃ erreicht. Erfahrungsgemäß werden in diesem Betriebsmodus im Vergleich zum Speichermodus meist geringere NO_x-Konvertierungsraten erreicht.

3. Die Wirkung und Grenzen von Software-Updates zur NO_x-Reduzierung

Zur schnellen Reduzierung der NO_x-Emissionen von im Feld befindlichen Fahrzeugen sind Applikationsanpassungen der Emissionsminderungssysteme durchgeführt worden. Anhand dieser Softwareanpassungen können in relativ kurzer Zeit Updatemaßnahmen durchgeführt werden, welche eine unmittelbare Verbesserung der NO_x-

Emissionen mit sich bringen. Allerdings müssen diese Systemerweiterungen sorgfältig entwickelt und erprobt werden, damit die Grenzen zur Motorschädigung nicht überschritten werden.

a. Update der AGR-Regelung

Die Abgasrückführung gehört zu den innermotorischen Maßnahmen und kann beispielsweise auch umgebungstemperaturabhängigen Limitierungen unterliegen, bei denen es im System zu starken Ablagerungen („Versottung“) kommen kann, die zu einer Reduzierung der maximal möglichen Abgasrückführung aufgrund von Querschnittsverringerungen sowie einem Systemausfall führen können. Bauteile wie beispielsweise der AGR-Kühler gehören nach der Genehmigungsvorschrift direkt zum Motor. Im Falle einer zu starken Versottung sind sie irreparabel beschädigt und müssen ersetzt werden. Darüber hinaus können Bauteile wie das AGR-Ventil durch Verlackung verkleben und damit endgültig ausfallen. Typische limitierende Umweltbedingungen sind unter anderem die Umgebungstemperatur und der Umgebungsluftdruck.

Ein anderer Effekt ist die zu große Beladung des Dieselpartikelfilters durch eine zu hohe AGR-Rate, und daraus resultierender häufiger Regeneration. Diese Regeneration wird üblicherweise so durchgeführt, dass eine sehr späte Kraftstoffteileinspritzung vorgenommen wird. Die dort gesammelten Rußpartikel werden hierdurch nachverbrannt. Bei häufigen späten Teileinspritzungen kommt es zu einer Motorölverdünnung. Resultat ist eine verminderte Schmierwirkung bzw. es entsteht Ölschaum durch den zu hohen Füllstand in der Ölwanne. Beides kann zu Motorschäden führen.

Im Rahmen der Software-Updates wird u. a. die Regelungsstrategie der AGR angepasst. Damit eine AGR in allen Betriebspunkten korrekt und dauerhaft arbeiten kann, sind im Motorsteuergerät (MSG) verschiedene Kenngrößen so appliziert, dass bei hohen Kraftstoffeinspritzmengen bzw. Motordrehzahlen und bestimmten Temperaturbereichen (Kühlmittel-, Umgebungslufttemperatur etc.) unterschiedlich hohe AGR-Raten realisiert werden. In der Vergangenheit wurden zahlreiche Fälle entdeckt, in denen diese

Kenngößen so appliziert wurden, dass das Fahrzeug nur innerhalb der Randbedingungen (Lufttemperatur, Kraftstoffeinspritzmenge, Drehzahlobergrenze) der NEFZ-Prüfung eine gute NO_x-Reduzierung durch AGR aufweist.

Mit Anpassung der Software und dem damit durchgeführten Update des MSG wird unter anderem die umgebungs- bzw. ansauglufttemperaturabhängige Korrektur der AGR, aufgrund derer die Abgasreinigung zurückgefahren wurde, zurückgenommen. Diese Korrektur kann sowohl für niedrige, als auch höhere Temperaturbereiche ausgeweitet werden. Insbesondere wurde eine Anpassung des unteren Temperaturbereiches vorgenommen, sodass die AGR auch bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen wirksam ist. Dies hat aufgrund der in Deutschland vorherrschenden Temperaturen (Jahresdurchschnitt 2018: 10,5°C) [Umweltbundesamt: www.uba.de] besondere Relevanz, da auch hier eine hohe AGR-Rate erforderlich ist.

Die Verwendung einer umgebungstemperaturabhängigen reduzierenden Korrektur der AGR ist rechtlich gesehen nur dann zulässig, wenn diese zum Schutz des Motors vor Beschädigungen oder Unfällen notwendig ist oder trotz Korrektur der Grenzwert im Prüfzyklus eingehalten wird.

Außerdem sind weitere, die AGR beeinflussende Parameter, wie die maximale Motordrehzahl und Kraftstoffeinspritzmenge angepasst worden, sodass die AGR mit dem durchgeführten Update im realen Straßenbetrieb wesentlich effektiver genutzt wird als mit dem älteren Serien-Datenstand.

b. Update der NSK-Regelung

Der NSK bedarf aufgrund seiner Funktionsweise einer regelmäßigen Regeneration, dem sogenannten Purge. Diese wird durch die Motorsteuerung eingeleitet. Mithilfe der Software-Updates kann das Purge-Verhalten des Motors angepasst werden. Es existieren zwei verschiedene Möglichkeiten der

NSK-NO_x-Füllstandserfassung - modellbasiert und sensorbasiert.

Modellbasierte Systeme können im Gegensatz zu sensorbasierten Systemen keinen NH₃-Schlupf detektieren und sind deswegen in der Regel konservativer appliziert. Im Update-Datenstand werden Modelle und ggf. Strategien angepasst und ermöglichen auf diese Weise höhere NO_x-Konvertierungsraten durch verbesserte Purgecharakteristik.

c. Update der SCR-Regelung

Im Rahmen der Software-Updates wurden unter anderem die Wechselbedingungen der beiden Betriebsstrategien (Speicher- bzw. Onlinemodus) angepasst, sodass das Fahrzeug länger im Speichermodus (mit höherer NO_x-Konvertierungsrate) verweilt. Darüber hinaus kann die angestrebte maximale NO_x-Konvertierungsrate (1 = alle NO_x werden umgesetzt) angepasst werden, was mit einer Anhebung der eindosierten HWL einhergeht. Dabei muss weiterhin bei hohen SCR-Temperaturen die Vermeidung von NH₃-Schlupf sichergestellt werden, was im Realbetrieb zu Konvertierungsraten < 1 führt.

Ähnlich der temperaturabhängigen Korrektur bei Abgasrückführungen sind auch bei SCR-Systemen Korrekturen appliziert, bei denen die Wirksamkeit des Systems mit abnehmender Systemtemperatur reduziert werden kann. Mithilfe der Software-Updates wird die technisch mögliche NO_x-Konvertierung bei niedrigeren Katalysatortemperaturen angehoben.

Darüber hinaus sind im Rahmen der verpflichtenden Updates unzulässige Funktionen entfernt worden. Dazu gehört unter anderem eine verminderte HWL-Dosierung bei bestimmten HWL-Restreichweiten (Inducement) sowie Aufheizstrategien der Abgasnachbehandlung, die nur auf dem Prüfstand oder im Prüfzyklus aktiv waren.

C. Untersuchungen

I. Messungen

1. Hintergrund der Prüfungen und Grundlagen

Im Folgenden sind die durch das KBA durchgeführten Vergleichsmessungen mit Software-Updates der Motorsteuerung aufgeführt. Bei den beschriebenen Vergleichsmessungen basieren die durchgeführten Software-Updates auf zwei Grundlagen. Sie sind entweder als Folge:

- a) einer freiwilligen Servicemaßnahme oder
- b) eines verpflichtenden Rückrufes implementiert worden.

Freiwillige Servicemaßnahmen werden von Fahrzeugherstellern freiwillig initiiert und nicht behördlich durchgesetzt. Im Rahmen der Aktivitäten des Nationalen Forums Diesel kontrolliert das KBA diese Maßnahmen. Die Quote der Updates bei freiwilligen Serviceaktionen erreicht erfahrungsgemäß 80–90 % der in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge. Bei behördlich angeordneten Rückrufen beträgt die in Deutschland zu erreichende Zielquote 100 % der zugelassenen Fahrzeuge.

Für behördlich angeordnete Rückrufe ist die Teilnahme an Software-Updates verpflichtend. Fahrzeugen, die nicht an dem verpflichtenden Rückruf teilnehmen, kann aufgrund des damit beanstandeten erheblichen Mangels bei der Hauptuntersuchung keine Plakette zugeteilt werden. Daher werden vom KBA auch stets Rückrufe angeordnet, sobald eine Unzulässigkeit im Emissionskontrollsystem nachgewiesen wird, auch wenn zuvor vom Hersteller eine freiwillige Serviceaktion gestartet wurde.

Abschalteinrichtungen sind nach den geltenden Vorschriften unzulässig. Nach einer Ausnahmeregelung in der Verordnung (EG) 715/2007 ist eine Abschalteinrichtung aber z. B. dann zulässig, wenn die Einrichtung notwendig ist, um den Motor vor Beschädigung oder Unfall zu schützen und um einen sicheren Betrieb des Fahrzeugs zu gewährleisten oder der Grenzwert eingehalten wird.

Insbesondere bei der Verminderung der AGR-Rate z. B. bei geringerer oder höherer Umgebungstemperatur rechtfertigen Hersteller dies oft mit Motorschäden, die durch Messungen oder Schadensstatistiken belegt werden. Liegt die Vermutung nahe, dass diese Nachweise unrichtig sind, liegt die Beweislast bei Felduntersuchungen beim KBA. Solche Beweise sind mitunter für das KBA schwer zu erbringen, da dazu aufwändige Softwareanalysen und langwierige Emissionsmessungen notwendig sind.

Softwareanalysen sind teilweise nicht möglich, weil manche Hersteller die notwendige Software nicht an das KBA geben mit Hinweis auf Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse. Die Software kann jedoch nicht ohne Weiteres aus dem Fahrzeug ausgelesen werden, weil sie dort als verschlüsselter Datensatz im Steuergerät gespeichert ist. Handelt es sich bei dem Hersteller um Typgenehmigungsinhaber des KBA kann die Herausgabe der Software allerdings durchgesetzt werden. Einzelne Hersteller haben im bisherigen Verfahren die Software ohne besondere Aufforderung zur Verfügung gestellt. Erst mit der neuen Verordnung (EU) 2018/858 kann das KBA ab 01.09.2020 die Herausgabe von Software aller Hersteller, auch die der nicht im KBA genehmigten Fahrzeugtypen, rechtlich durchsetzen.

Auch nach einer Softwareanalyse ist es teilweise schwierig, erkannte verdächtige Algorithmen als unzulässige Abschalteinrichtung sicher zu klassifizieren. Eine Bewertung wird nach den Verordnungen (EG) 715/2007 und 692/2008 vorgenommen. Eine Abschalteinrichtung gilt erst dann als unzulässig, wenn sich auch die gemessenen Emissionen des Fahrzeugs verschlechtern. Wird in einem Fahrzeug mit Abgasrückführung und Abgasnachbehandlung, wie es bei Euro 6 Fahrzeugen üblich ist, beispielsweise die AGR-Rate mit sinkenden Umgebungstemperaturen nach unten korrigiert, entstehen innermotorisch in der Regel höhere Roh-NO_x-Emissionen. Dies kann aber beispielsweise durch eine folgende

SCR-Anlage, die üblicherweise auch bei tiefen Außentemperaturen effektiv arbeitet, noch voll kompensiert werden. Auch bei steigenden Auspuffemissionen muss geprüft werden, ob nicht unter Bedingungen der regulären Typprüfung mit den verminderten AGR-Raten der Grenzwert nicht trotzdem eingehalten wird. Eine solche Messung unter Typprüfbedingungen bedarf aufwändiger Anpassungen oder der Unterstützung des Herstellers zur Anpassung der Motorsoftware. Entsprechend genehmigt das KBA auch heute noch Software-Updates mit AGR-Ratenabsenkungen für kältere Umgebungstemperaturen unter Erfüllung der gesetzlichen Vorschriften.

Solange bei den verwendeten Abgas- und Emissionsstrategien keine Unzulässigkeit festgestellt wird und die vorgelegten Nachweise des Herstellers Gültigkeit haben, ist gegen die Freiwilligkeit bei den Software-Updates nichts einzuwenden. Das KBA unterstützt die Durchführung der freiwilligen Serviceaktionen, um die Emissionsverbesserungen möglichst schnell ins Feld zu bringen. Grundsätzlich werden bei Bedarf weitere vertiefende Untersuchungen durch das KBA durchgeführt. Wird dabei eine Unzulässigkeit entdeckt, wird vom KBA eine Rückrufaktion angeordnet, um wirklich alle Fahrzeuge zu erreichen.

a. Freiwillige Servicemaßnahmen

In diesem Fall wurde keine unzulässige Abschaltvorrichtung gemäß Verordnung (EG) 715/2007 über die Typpgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen in der Softwarestruktur des auf dem Markt befindlichen Datenstandes zum Zeitpunkt der Erteilung der Freigabe festgestellt. Der Hersteller hat in solchen Fällen, nach Abstimmung mit dem KBA, freiwillig die möglichen technischen Grenzen, basierend auf den mittlerweile erlangten Erfahrungen so angepasst, dass das Abgasnachbehandlungssystem auch bei realistischen Umgebungsbedingungen (z.B.: niedrige Temperatur, niedriger Luftdruck) eine verbesserte Leistungsfähigkeit aufweist.

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit eines freiwilligen Software-Updates erfolgt nach

einem definierten Schema. Es werden Messungen auf dem Rollenprüfstand nach dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) zum Nachweis der CO₂-Neutralität des Updates durchgeführt. Ist diese Prüfung bestanden, werden Messungen nach dem neuen Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure (WLTP) absolviert. Hierbei wird der zugehörige Fahrzyklus (WLTC) in seinen ersten drei Phasen (WLTC123) auf dem Rollenprüfstand bei Umgebungstemperaturen von 5 °C, 10 °C sowie 15 °C absolviert, um einen Einfluss der Maßnahme im städtischen Verkehr, wie auch im Überlandverkehr bei niedrigen Temperaturen aufzuzeigen. Abschließend werden Fahrten im realen Straßenverkehr (Real Driving Emissions, RDE) entsprechend der Verordnung (EU) 2016/427 inklusive eines Kaltstarts durchgeführt, bei denen die Wirkung des Updates unter realen Umgebungsbedingungen (z. B. stockender Verkehr in der Stadt, wechselnde Umgebungsbedingungen, Fahrereinfluss etc.) überprüft wird. Nachdem die Analyse der Updatesoftware ohne Nachweis einer Unzulässigkeit abgeschlossen wurde, wird eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) durch das KBA erteilt, im Folgenden als Software-ABE bezeichnet. Der Hersteller kann nach dieser Freigabe durch das KBA das Software-Update im Feld verbreiten.

b. Verpflichtender Rückruf

Wurde gemäß Verordnung (EG) 715/2007 eine unzulässige Abschaltvorrichtung nachgewiesen, durch die die Wirksamkeit des Emissionskontrollsystems verringert wird, erlässt das KBA einen Bescheid zur Entfernung dieser Nichtkonformität durch einen amtlichen Rückruf. Auch andere Europäische Typpgenehmigungsbehörden können Rückrufmaßnahmen gegen Hersteller festsetzen. Diese muss das KBA in Deutschland dann ebenfalls mit einem verpflichtenden Rückruf durchsetzen. Bislang verfahren die europäischen Typpgenehmigungsbehörden bei sicherheits- und/oder umweltbezogenen Rückrufen nicht einheitlich. Mit der neuen Verordnung (EU) 2018/858 wird das Verfahren angepasst und Rückrufe sollen dann künftig einheitlich in allen Mitgliedstaaten durchgeführt werden.

In diesem Fall muss der Hersteller eine Software bereitstellen, in der die unzulässige Abschalteneinrichtung entfernt wurde.

Zum Nachweis der Wirksamkeit solcher verpflichtenden Updatemaßnahmen werden Vergleichsmessungen mit dem ursprünglichen Seriendatenstand und dem vom Hersteller neu entwickelten Updatedatenstand durchgeführt.

Hierfür wird in der Regel ein individuelles Prüfprogramm absolviert. Da in diesem Fall die zu korrigierende Maßnahme gezielt abgeprüft werden kann, genügt hier meist eine Softwareanalyse, kombiniert mit einer Vergleichsmessung mittels RDE-Messfahrt. Grundsätzlich müssen Fahrzeuge, die für ihre Typgenehmigung nach dem NEFZ genehmigt wurden, nur die Anforderungen des NEFZ erfüllen. Eine Erfüllung der neuen Anforderungen nach RDE ist nicht erforderlich. Zur Bewertung des verbesserten Emissionsverhaltens der Fahrzeuge im realen Straßenverkehr nach einem erfolgten Software-Update werden trotzdem RDE-Messungen durch das KBA durchgeführt.

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen der verschiedenen Prüfzyklen erläutert.

c. Qualität von Software-Updates und Mängelbehebung

Die Freigabe der Software-Updates durch das KBA erfolgt unter Zugrundelegung der anwendbaren Rechtsvorschriften. Das KBA überprüft im Rahmen dieses Freigabeprozesses durch Softwareanalysen und gezielter Überprüfungs-messungen, ob die festgestellte unzulässige Abschalteneinrichtung entfernt wurde und die Vorschriftmäßigkeit hinsichtlich Schadstoff-, Geräusch- und CO₂-Emissionen sowie Kraftstoffverbrauchswerten erfüllt werden. Die Verbrauchsneutralität wurde auf Basis der hierfür anwendbaren Rechtsvorschriften auch unter Einbeziehung von Technischen Diensten geprüft und nachgewiesen.

Durch das Software-Update darf es zu keinem Anstieg der CO₂-Emissionen oder zu keiner Verschlechterung sonstiger relevanter Parameter aus der Typgenehmigung führt.

Sofern keine Beanstandungen des Software-Updates vorliegen, wird durch das KBA die Freigabe erteilt und die Maßnahme Rückrufaktion wird gestartet.

Wird das Software-Update nun bei einem Fahrzeug durchgeführt, so erhält der Fahrzeughalter eine Bestätigung über die Teilnahme.

In wenigen Einzelfällen wurde dem KBA im Jahr 2016 bekannt, dass einige Fahrzeughändler die Teilnahmebescheinigung ausgestellt haben, ohne dass das Software-Update auf dem Fahrzeug durchgeführt wurde. Das KBA hat daraufhin die betroffenen Fahrzeughersteller dazu aufgefordert, unverzüglich die Fahrzeuge nachzubessern und mit Software-Updates umzurüsten. Alle betroffenen Fahrzeuge wurden zwischenzeitlich umgerüstet.

2. Prüfzyklen

Um vergleichbare Messergebnisse erhalten zu können, werden definierte Prüfzyklen auf dem Rollenprüfstand unter reproduzierbaren Randbedingungen (z. B. Luftdruck, Lufttemperatur, Fahrprofil) durchgeführt. Fahrzeuge, die in den Anwendungsbereich der Verordnung (EG) 715/2007 („Euro 5 und 6 für leichte Pkw und Nutzfahrzeuge“) fallen, wurden im Rahmen der Typgenehmigung hinsichtlich ihrer Abgasemissionen entweder nach den Vorgaben der Verordnung (EG) 692/2009 im NEFZ oder der Verordnung (EU) 2017/1151 im WLTC geprüft.

Neben Messungen auf dem Rollenprüfstand wurden seitens KBA auch Prüfungen im Straßenverkehr mit Portablen Emissionsmesssystemen (PEMS) durchgeführt, um das Emissionsverhalten der Fahrzeuge unter realen Fahrbedingungen bewerten zu können (RDE).

a. Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ)

Ein Fahrzyklus ist durch ein Zeit-Geschwindigkeits-Profil definiert. Auf dieser sog. Fahrkurve, inkl. eines schmalen Toleranzbandes, muss das Fahrzeug während der Untersuchung auf einem Rollenprüfstand gefahren werden. Dabei sind neben der Geschwindigkeit auch die Schaltpunkte festgelegt. Das Geschwindigkeits-Zeit-Profil

des im europäischen Typgenehmigungsverfahren anzuwendenden NEFZ ist nachfol-

gend dargestellt.

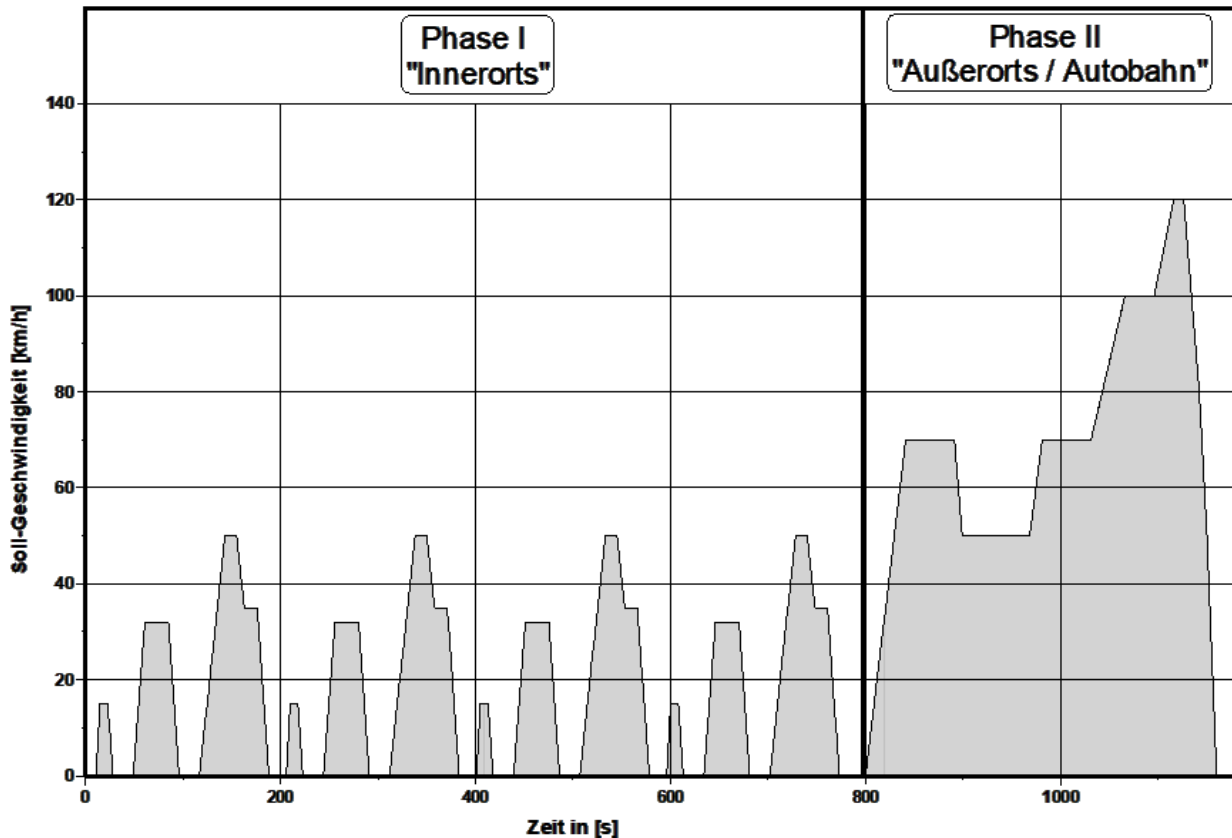


Abbildung 1: NEFZ Fahrprofil

In Abbildung 1 ist das Fahrprofil des NEFZ dargestellt. Der NEFZ hat eine Gesamtdauer von ca. 20 Minuten (1180s) mit zwei unterschiedlichen Abschnitten. Teil 1 bewegt sich im Geschwindigkeitsfenster einer Innerortsfahrt (Geschwindigkeit maximal 50km/h, häufige Stillstandanteile) und wird als **Urban Driving Cycle (UDC)** bezeichnet. Der darauf folgende Abschnitt 2 soll das Geschwindigkeitsfenster einer Außerortsfahrt mit kurzem Autobahnanteil abdecken und wird als **Extra Urban Driving Cycle (EUDC)** bezeichnet.

Der NEFZ auf dem Rollenprüfstand simuliert eine Geradeausfahrt von ca. 11 km auf ebener Strecke bei moderater Beschleunigung ($a_{\max} = 0,8 - 1 \text{ m/s}^2$), einer Durchschnittsgeschwindigkeit von $v_{\text{Ø}} = 33,6 \text{ km/h}$ und einer kurzzeitigen Maximalgeschwindigkeit von $v_{\max} = 120 \text{ km/h}$.

Die Temperaturvorgabe für eine Rollenmessung im NEFZ ist gemäß EG-Verordnung 20 – 30 °C.

b. Worldwide harmonized light vehicle test cycle (WLTC)

Der WLTC teilt sich in vier Geschwindigkeitsbereiche (1=Low, 2=Medium, 3=High, 4=Extra High) auf und wird entsprechend der verwendeten Anteile bezeichnet.

Der erste Abschnitt (Low) bildet eine Fahrt im Stadtverkehr ab, wobei eine Höchstgeschwindigkeit von 56,5 km/h nicht überschritten wird.

Die Abschnitte 2 (Medium) und 3 (High) stellen eine Fahrt auf außerstädtischen Straßen und Schnellstraßen dar. Die Höchstgeschwindigkeit liegt im zweiten Bereich bei 76,6 km/h und beim Dritten bei 97,4 km/h. Im vierten Abschnitt wird wiederum eine Autobahnfahrt mit einer Höchstgeschwindigkeit von 131,3 km/h simuliert.

In der folgenden Darstellung ist das Fahrprofil der Abschnitte 1 bis 3 des WLTC dargestellt.

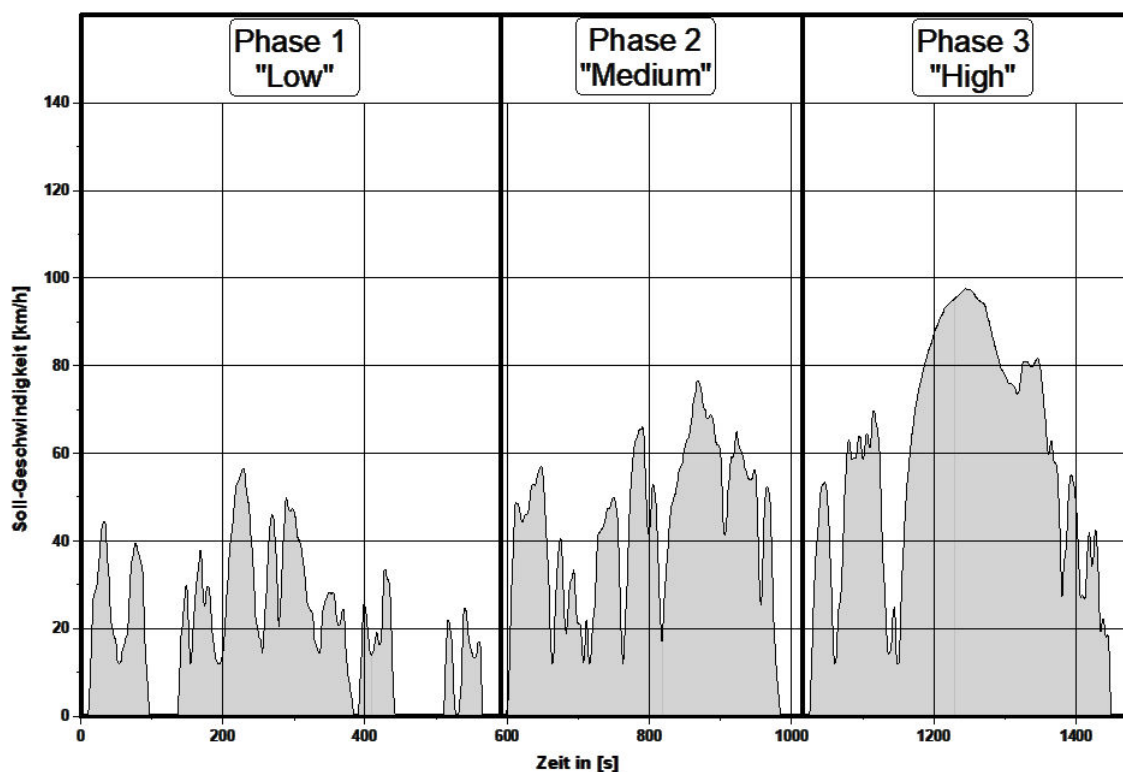


Abbildung 2: WLTC123 Fahrprofil

Der WLTC123 hat eine Gesamtdauer von ca. 25 Minuten (1477s), die in drei Abschnitte aufgeteilt sind. Mit einer Maximalgeschwindigkeit von 97,4 km/h spiegelt der WLTC123 somit Fahrsituationen wieder, die im Stadt- und Landverkehr vorherrschen.

Bei dem WLTC123 wird durch ein dynamisches Fahrprofil auf dem Rollenprüfstand eine Strecke von ca. 15 km bei einer im realen Straßenverkehr üblichen, moderaten Beschleunigung ($a_{\max} = 1,6 \text{ m/s}^2$), und einer Durchschnittsgeschwindigkeit von $v_0 = 36,58 \text{ km/h}$ gefahren.

Im Rahmen der Software-Updates, die vom KBA eine ABE erhalten haben, wurde der WLTC123 herangezogen, um die Verbesserung der Schadstoffemissionen im Stadt- und Landstraßenverkehr aufzuzeigen.

Die Temperaturvorgabe für eine Rollenmessung im WLTC ist gemäß EU-Verordnung $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Bei den Messreihen des KBA wurden verringerte Umgebungstemperaturen angewendet, um das Abgasverhalten bei niedrigen Außentemperaturen bewerten zu können. Die Abstufung der Umgebungstemperaturen betrug hierbei 5°C , 10°C und 15°C .

c. RDE

Die RDE-Prüfprozedur mit PEMS ist in der Verordnung (EU) 2016/427 festgelegt und wurde hinsichtlich bestimmter Messrandbedingungen über die Verordnungen (EU) 2016/646 und 2017/1154 weiter spezifiziert.

Da die RDE-Prüfung im Straßenbetrieb durchgeführt wird und nicht auf einem Rollenprüfstand, haben verschiedene Einflussfaktoren wie z. B. Umgebungsbedingungen (Lufttemperatur, Höhenlage, Luftdruck, etc.) sowie die Fahrbedingungen (hohes/ niedriges Verkehrsaufkommen), Fahrdynamik (Beschleunigungen, Verzögerungen), aber auch die Fahrzeugbedingungen (Fahrzeugmasse bzw. -zuladung, etc.) einen Einfluss auf die Messungen. Diese Randbedingungen sind über die EU-Verordnungen so spezifiziert, dass sie den Bereich normaler Betriebsbedingungen inkl. Kaltstart weitestgehend abdecken. Wesentliche Umgebungsrandbedingungen, in denen eine RDE-Prüfung gültig ist, sind hierbei z. B. Temperaturen im Bereich zwischen -7°C

und 35°C , Höhenlagen bis zu 1300 m über dem Meeresspiegel. Die Umgebungstemperaturen unterliegen jahreszeitlichen und wetterabhängigen Schwankungen. Bei vergleichenden Messungen wird angestrebt, eine möglichst vergleichbare Umgebungstemperatur vorliegen zu haben.

Eine RDE-Prüffahrt muss eine Dauer zwischen 90 und 120 Minuten haben und zu etwa 34 % aus Stadtbetrieb, zu etwa 33 % aus Landstraßenbetrieb und zu etwa 33 % aus Autobahnbetrieb bestehen. Diese sind jeweils durch Fahrzeuggeschwindigkeitsbereiche charakterisiert. Für Pkw gilt: Stadtbetrieb bis 60 km/h, Landstraßenbetrieb zwischen 60 km/h und 90 km/h, Autobahnbetrieb von über 90 km/h bis 145 km/h bzw. anteilig auch bis 160 km/h.

Ein Geschwindigkeitsprofil kann unter diesen Randbedingungen z. B. wie in Abbildung 3 aussehen.

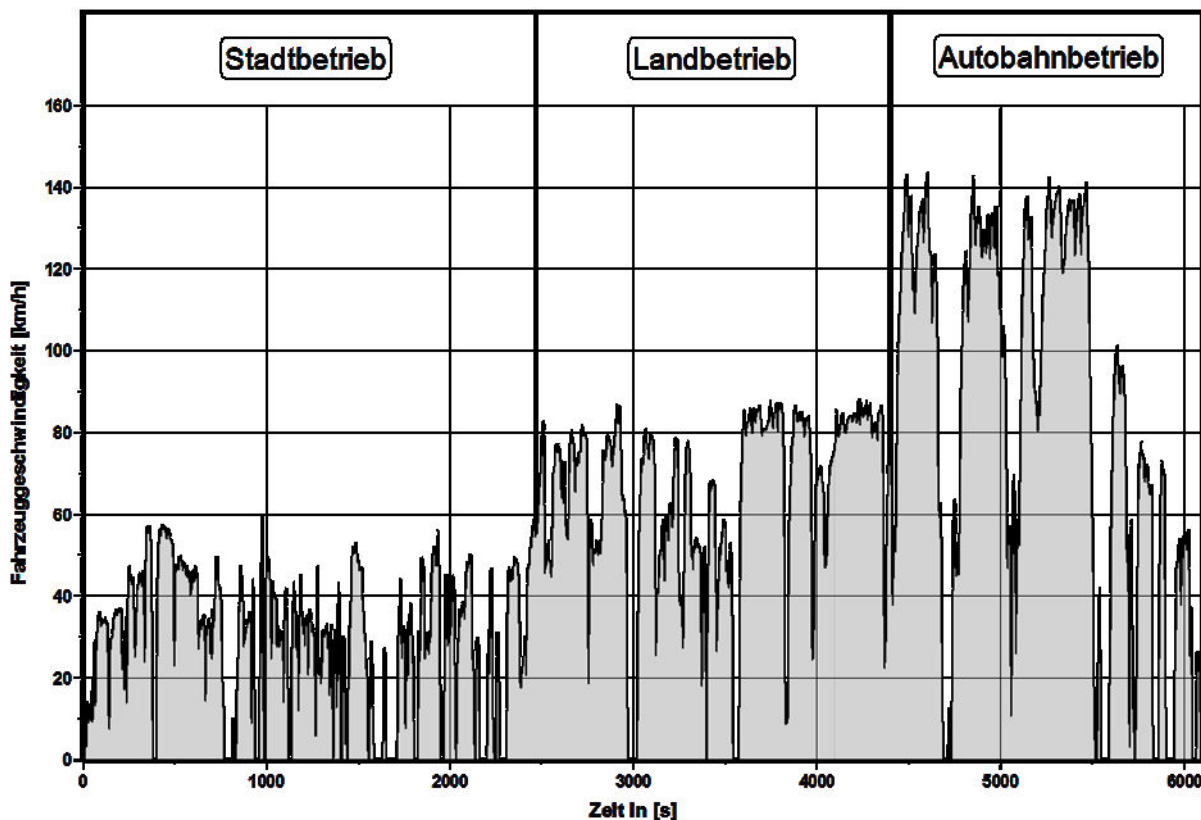


Abbildung 3: exemplarisches Beispiel eines RDE-Fahrprofils

II. Gemessene Fahrzeuge

Im folgenden Abschnitt sind die vom KBA durchgeführten Messungen zur Verifizierung von freiwilligen und verpflichtenden Software-Updates aufgeführt.

1. Allgemeiner Teil

Im Rahmen des Nationalen Forums Diesel haben die Automobilhersteller am 02.08.2017 für rund 5,3 Mio. der aktuell in Deutschland zugelassenen Diesel-Pkw der Schadstoffklassen Euro 5 und Euro 6 eine Optimierung der Schadstoffemissionen zugesagt. Bei der Optimierung werden sowohl Fahrzeuge betrachtet, die von einer verpflichtenden Rückrufmaßnahme betroffen sind als auch Fahrzeuge, für die eine freiwillige Servicemaßnahme der Hersteller vorgesehen ist. Mithilfe von Software-Updates soll eine Reduzierung der NO_x-Emissionen um durchschnittlich 25 % bis 30 % erreicht werden. Dies erfolgte üblicherweise durch Anpassungen in der Bedatung/Ansteuerung des AGR-Systems, der Eindüsung von HWL (sofern ein SCR-System verbaut ist) sowie der Änderung des NSK-Purgeverhaltens (siehe hierzu auch I.3). Die Hersteller mussten die Anträge auf Software-Updates bis spätestens zum 01.09.2018 beim KBA einreichen. Dabei hat sich die Zahl der gemeldeten Fahrzeuge auf 6,3 Mio. Pkw erhöht.

Die vom KBA durchgeführten Messungen können in zwei Bereiche unterteilt werden.

Bei freiwilligen Software-Updates der Hersteller zur Optimierung der Abgasstrategien werden zur Überprüfung der Wirksamkeit des Software-Updates sowohl Messungen nach dem NEFZ als auch WLTP und RDE durchgeführt, bevor eine Allgemeine Betriebserlaubnis für das Software-Update erteilt wird.

Bei einem verpflichtenden Rückruf überprüft das KBA die vom Hersteller zur Verfügung gestellte Software auf die Entfernung der unzulässigen Abschaltvorrichtung. Hierfür erfolgt eine Software-Analyse. Zur Verifizierung des Software-Updates und der Software-Analyse werden zusätzlich Messungen im realen Straßenverkehr durchgeführt. Ggf. werden weitere Prüfungen bei einem technischen Dienst durchgeführt.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass Fahrzeuge, die nach dem NEFZ typgenehmigt wurden, auch nur die für die Typgenehmigung zugrunde gelegten Anforderungen erfüllen müssen. Eine Beseitigung der unzulässigen Abschaltvorrichtungen oder eine freiwillige Optimierungen der Emissionsstrategien erfordert formal nicht, dass das Fahrzeug im realitätsnäheren WLTP und RDE den jeweiligen Grenzwert einhält.

2. Verpflichtender Rückruf Volkswagen EA189

Der nachstehende Abschnitt stellt die Messergebnisse von den Fahrzeugmodellen vor, bei denen das KBA eine unzulässige Abschaltvorrichtung festgestellt und einen verpflichtenden Rückruf angeordnet hat. Hierbei werden im ersten Teil die Fahrzeuge des Herstellers Volkswagen mit dem Motortyp EA189 vorgestellt. Die Verifizierungsmessungen der VW EA189 Motoren-generation wurde in sogenannten Clustern absolviert. In jedem Cluster sind mehrere Fahrzeuge zusammengefügt, die über dieselbe Leistungsstufe des Motors und ähnliche Identifikationsmerkmale verfügen. Durch das Zusammenfassen von verschiedenen Fahrzeugen mit ähnlichen Motoreigenschaften zu einem Cluster wird der Prüfaufwand verringert. Zur Berücksichtigung der variantenbedingten Streuung, werden verschiedene Fahrzeuge eines Clusters geprüft.

Bei der Messreihe zum EA189 Motor sind zur Darstellung der Wirksamkeit des Software-Updates Messungen nach dem NEFZ-Fahrprofil auf der Straße unter realen Umgebungsbedingungen (Lufttemperatur,

-druck, -feuchte) durchgeführt worden. Die Messergebnisse sind mit einem PEMS erfasst. Auf diese Weise kann ermittelt werden, wie sich das Software-Update unter realen Umgebungsbedingungen außerhalb des Rollenprüfstandes verhält und entsprechend bewertet werden.

Zur Prüfung der typgenehmigungsrelevanten Parameter wurden über einen Technischen Dienst (TD) Rollenprüfstandtests durchgeführt. Die Resultate wurden über den TD direkt an das KBA übermittelt.

Es sind außerdem Variationen des NEFZ absolviert worden.

Der NEFZ Back fährt zunächst den außerstädtischen Anteil des Zyklus und anschließend den innerstädtischen.

Bei den NEFZ +/- 10 % wird die gefahrene Geschwindigkeit entweder um 10 % erhöht (z. B.: 120 km/h → 132 km/h) bzw. um 10 % reduziert (z. B.: 120 km/h → 108 km/h).

Auf diese Weise lassen sich auch unzulässige Zykluserkennungen des Fahrzeuges aufzeigen.

Eine Übersicht der Verifikationsfahrzeuge inklusive der Aufschlüsselung in die einzel-

nen Cluster zeigt die folgende Tabelle.

Cluster	Fahrzeugtyp	Motorleistung [kW]	Abgasnorm
# 1	A4 2.0 TDI Limousine	88	EU 5
	A4 2.0 TDI	88	EU 5
	A4 2.0 TDI Avant	88	EU 5
# 2	A4 2.0 TDI Avant	110	EU 5
	A4 2.0 TDI Avant	110	EU 5
	A4 2.0 TDI Limousine	105	EU 5
#3	A4 Avant 2.0 TDI	130	EU 5
	A6 Avant 2.0 TDI	130	EU 5
	A4 Avant 2.0 TDI	130	EU 5
#4	A5 2.0 TDI Sportback	130	EU 5
	A4 allroad quattro	130	EU 5
#5	Golf 2.0 TDI	103	EU 5
	Golf Plus 2.0 TDI	103	EU 5
	Golf 2.0 TDI	103	EU 5
#6	CADDY 2.0 TDI	103	EU 5
	Tiguan 2.0 TDI	103	EU 5
#7	CADDY Maxi 2.0 TDI	125	EU 5
	Passat 2.0 TDI	125	EU 5
	Touran 2.0 TDI	125	EU 5
#8a	Q5 2.0 TDI	125	EU 6
	Passat 2.0 TDI	103	EU 6
#8b	Alhambra 2.0 TDI	130	EU 5
	Sharan 2.0 TDI	103	EU 5
	Q5 2.0 TDI	130	EU 5
#9a	Caddy 1.6 TDI	55	EU 5
	Caddy 1.6 TDI	75	EU 5
#9b	Polo 1.6 TDI	66	EU 5
	Golf 1.6 TDI	77	EU 5
	Polo 1.6 TDI	66	EU 5
#10	Golf Plus 1.6 TDI	77	EU 5
	Ibiza 1.6 TDI	66	EU 5
	Golf Variant 1.6 TDI	77	EU 5
#11	Ibiza 1.2 TDI	55	EU 5
	Polo 1.2 TDI	55	EU 5
	Polo 1.2 TDI	55	EU 5
#12	Amarok 2.0 TDI	120	EU 5
#13	Superb 2.0 TDI	103	EU 5
	Passat 2.0 TDI	103	EU 5
#14	A5 Sportback 2.0 TDI	105	EU 5
	A4 Avant 2.0 TDI	88	EU 5

Tabelle 2: Übersicht der getesteten Fahrzeuge der einzelnen EA189 Cluster

a. VW EA189 Cluster #1

Die nachstehende Tabelle 3 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #1 ab. Das Cluster # 1 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.



Abbildung 4: Testfahrzeug Cluster #1

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Audi	Audi	Audi
Handelsbezeichnung	A4 2.0 TDI Limousine	A4 2.0 TDI	A4 2.0 TDI Avant
Typgenehmigung	e1*2001/116*0430*17	e1*2001/116*0430*19	e1*2001/116*0430*18
Typ / Variante / Version	B8 / LCAGCF1 / FM6B1005R8K607MGEM1	B8 / ACAGCF1 / FM6B1005R8K607MGEM1	B8
Laufleistung [km]	69.951	39.292	89.800
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	88	88	88

Tabelle 3: Fahrzeuge Cluster #1

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #1 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

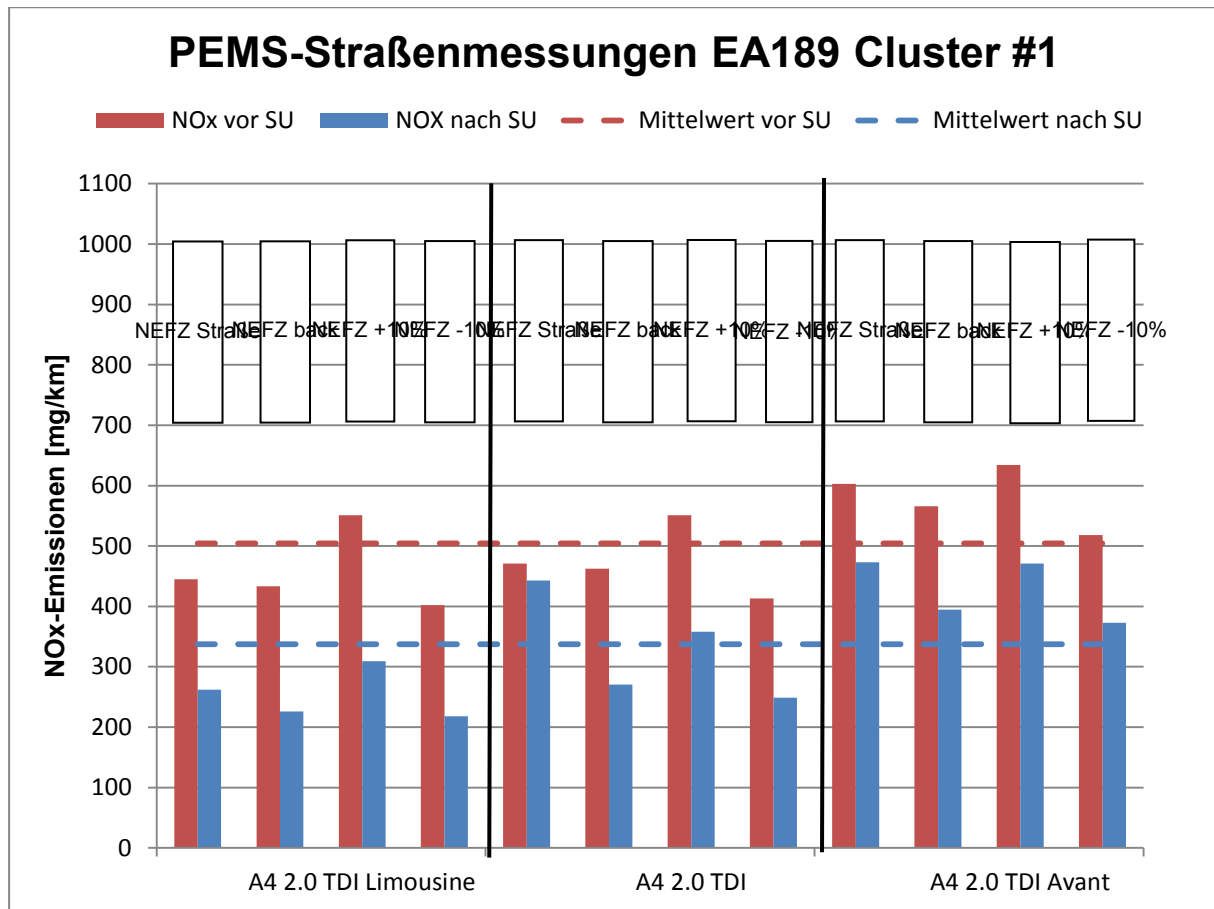
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 4 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹ [°C]	T USW ² [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	17	18	445	262	183	41
2		20	17	471	443	28	6
3		23	26	603	473	130	22
1	NEFZ back	18	19	433	226	207	48
2		19	18	462	271	192	41
3		22	24	566	394	171	30
1	NEFZ +10 %	18	20	551	309	242	44
2		20	18	551	358	193	35
3		22	23	634	471	163	26
1	NEFZ -10 %	17	19	402	218	184	46
2		19	17	413	249	164	40
3		23	25	518	373	145	28

Tabelle 4: Übersicht Prüfungen Cluster #1 NO_x-Reduzierung

¹ SSW: Serien Software

² USW: Update Software

Abbildung 5: Säulendiagramm Cluster #1 NO_x-Reduzierung

b. VW EA189 Cluster #2

Die nachstehende Tabelle 5 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #2 ab. Das Cluster #2 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 6: Testfahrzeug Cluster # 2**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Audi	Audi	Audi
Handelsbezeichnung	A4 2.0 TDI Avant	A4 2.0 TDI Avant	A4 2.0 TDI Limousine
Typgenehmigung	e1*2001/116*0430*33	e1*2001/116*0430*29	e1*2001/116*0430*25
Typ / Variante / Version	B8 / ACJCDF1 / FAWAW011RB8K1S57MJEM1	B8	B8
Laufleistung [km]	28.222	37.000	98.100
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	110	110	105

Tabelle 5: Fahrzeuge Cluster #2

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #2 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

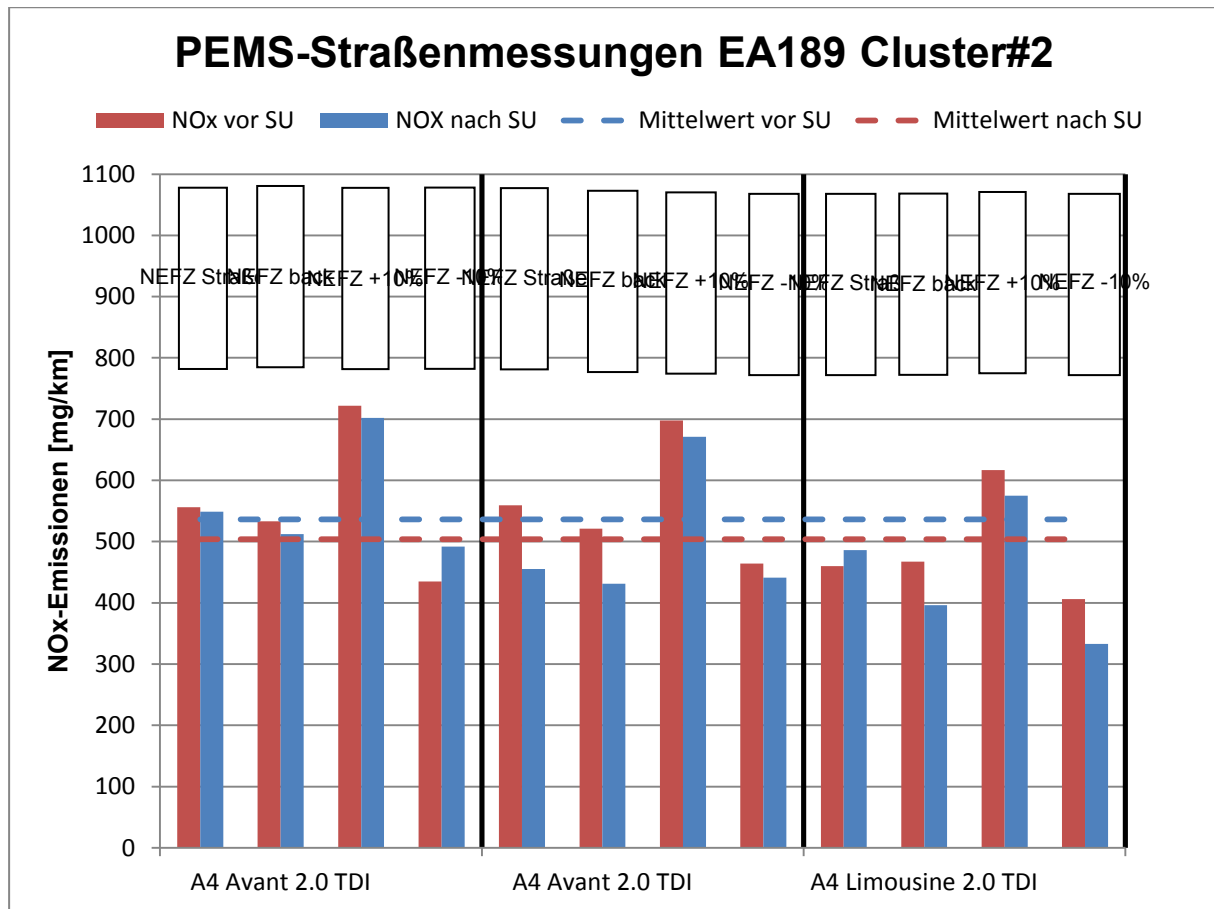
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 6 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ³ [°C]	T USW ⁴ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	22	29	556	549	7	1
2		22	21	559	455	104	19
3		22	20	460	486	-26	-6
1	NEFZ back	21	26	533	512	20	4
2		22	20	521	431	90	17
3		19	20	467	396	71	15
1	NEFZ +10 %	22	26	722	702	20	3
2		22	21	698	671	27	4
3		21	19	617	575	42	7
1	NEFZ -10 %	23	28	435	492	-57	-13
2		23	21	464	441	22	5
3		20	18	406	333	73	18

Tabelle 6: Übersicht Prüfungen Cluster # 2 NO_x-Reduzierung

³ SSW: Serien Software

⁴ USW: Update Software

Abbildung 7: Säulendiagramm Cluster #2 NO_x-Reduzierung

c. VW EA189 Cluster #3

Die nachstehende Tabelle 7 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #3 ab. Das Cluster #3 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 8: Testfahrzeug Cluster #3**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Audi	Audi	Audi
Handelsbezeichnung	A4 Avant 2.0 TDI	A6 Avant 2.0 TDI	A4 Avant 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0430*27	e1*2007/46*0436*06	e1*2001/116*0430*33
Typ / Variante / Version	B8	4G	B8
Laufleistung [km]	42.700	111.900	38.900
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	130	130	130

Tabelle 7: Fahrzeuge Cluster #3

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #3 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

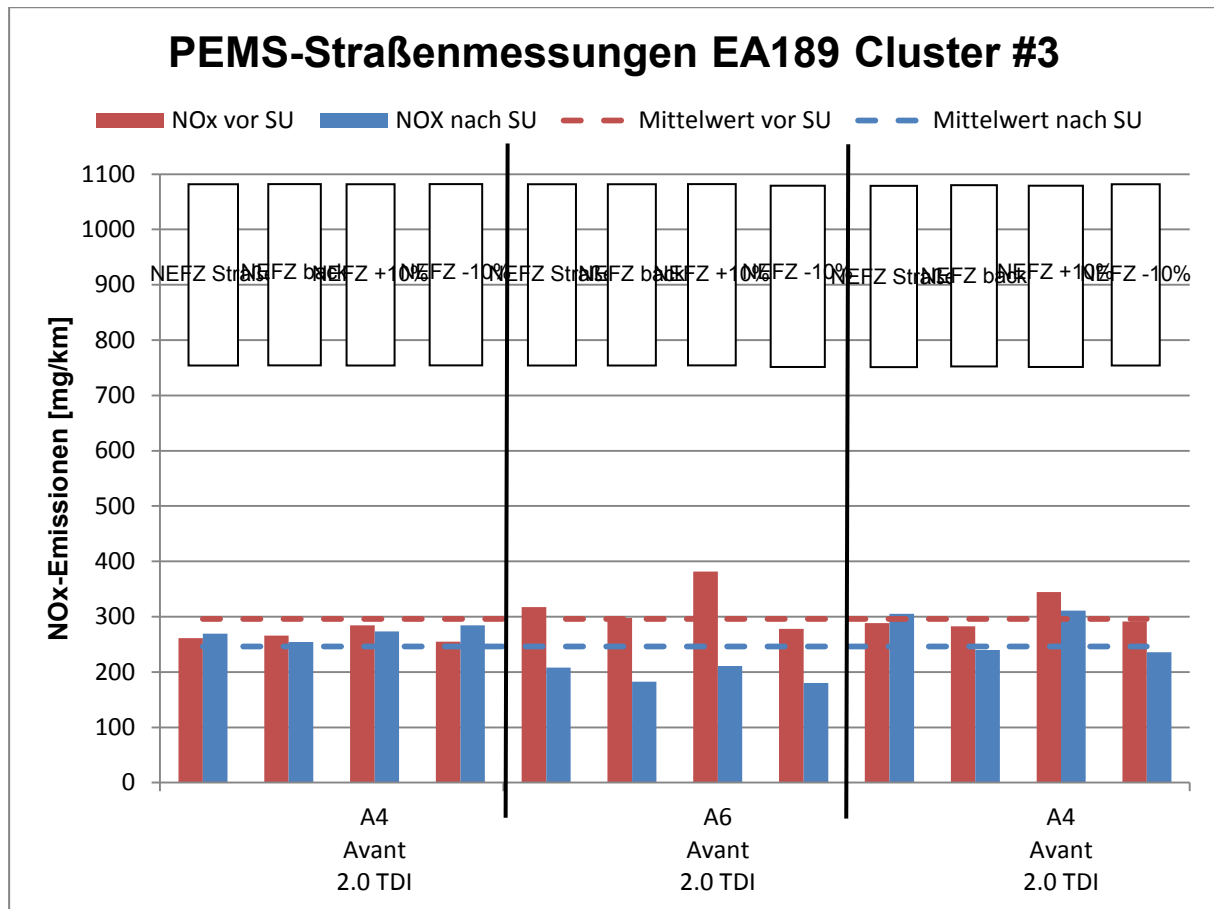
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 8 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ⁵ [°C]	T USW ⁶ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	17	14	261	270	-8	-3
2		21	19	318	208	109	34
3		20	13	288	305	-17	-6
1	NEFZ back	16	13	266	255	11	4
2		20	19	298	183	115	39
3		19	12	283	240	43	15
1	NEFZ +10 %	15	13	284	274	11	-12
2		20	19	382	211	171	35
3		20	13	345	311	56	19
1	NEFZ -10 %	16	14	255	285	-29	4
2		20	20	278	180	98	45
3		20	13	291	236	34	10

Tabelle 8: Übersicht Prüfungen Cluster #3 NO_x-Reduzierung

⁵ SSW: Serien Software

⁶ USW: Update Software

Abbildung 9: Säulendiagramm Cluster #3 NO_x-Reduzierung

d. VW EA189 Cluster #4

Die nachstehende Tabelle 9 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #4 ab. Das Cluster #4 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 10: Testfahrzeug Cluster #4**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	Audi	Audi
Handelsbezeichnung	A5 2.0 TDI Sportback	A4 allroad quattro
Typgenehmigung	e1*2001/116*0430*32	e1*2001/116*0430*33
Typ / Variante / Version	B8 / SCGLCQ1 / QD7B5027RB8T1S47MJEM1	B8
Laufleistung [km]	17.195	19.000
Abgasnorm	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	130	130

Tabelle 9: Fahrzeuge Cluster #4

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #4 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

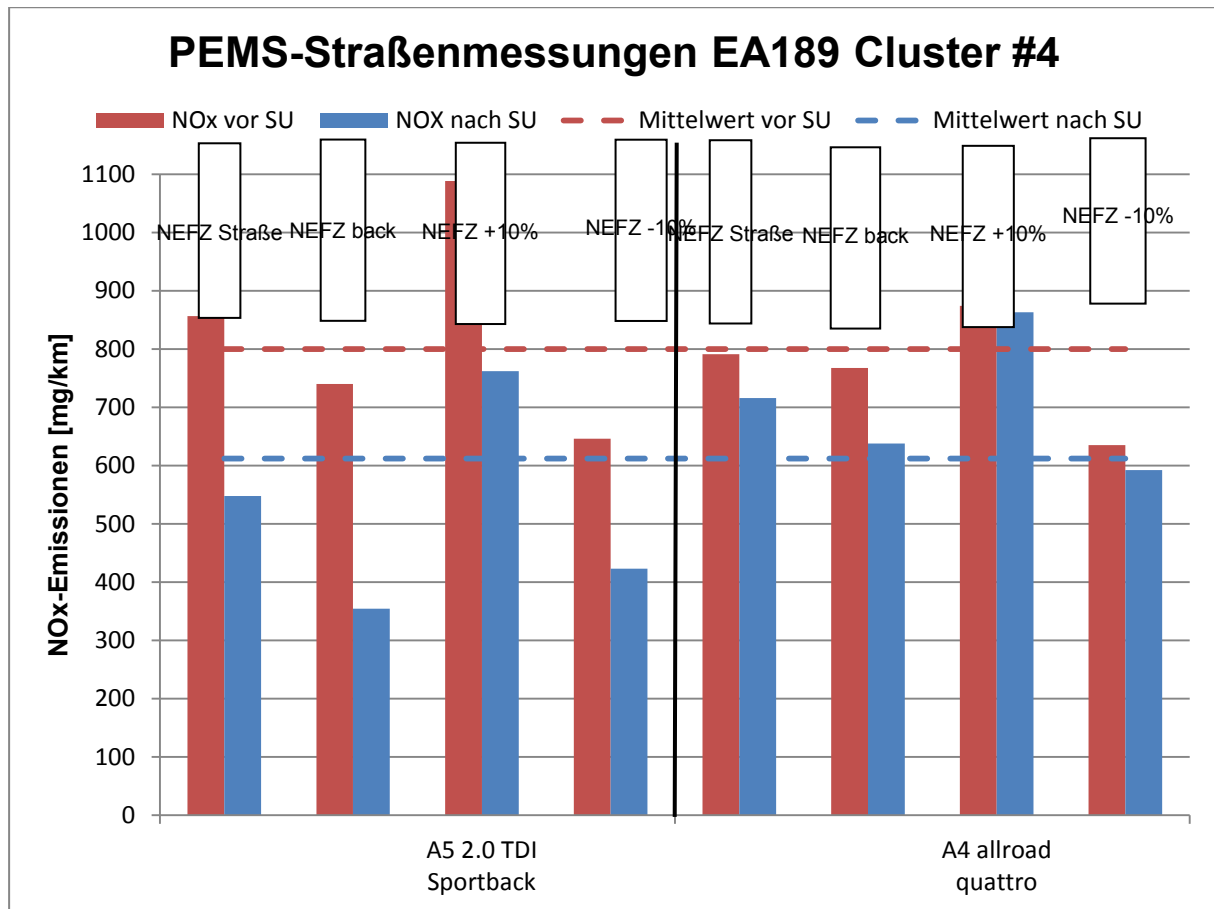
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 10 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ⁷ [°C]	T USW ⁸ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	16	17	856	548	309	36
2		27	29	791	716	75	9
1	NEFZ back	16	13	740	354	386	52
2		27	27	767	638	130	17
1	NEFZ +10 %	17	16	1.088	762	326	30
2		27	28	874	863	11	1
1	NEFZ -10 %	17	19	646	423	224	35
2		27	28	635	592	43	7

Tabelle 10: Übersicht Prüfungen Cluster #4 NO_x-Reduzierung

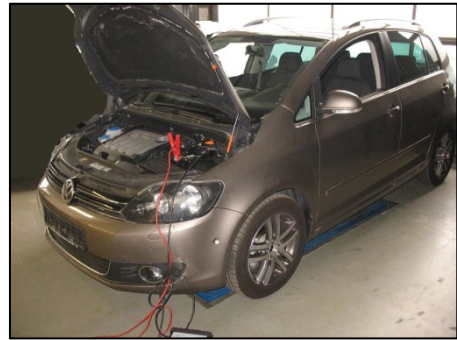
⁷ SSW: Serien Software

⁸ USW: Update Software

Abbildung 11: Säulendiagramm Cluster #4 NO_x-Reduzierung

e. VW EA189 Cluster #5

Die nachstehende Tabelle 11 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #5 ab. Das Cluster #5 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 12: Testfahrzeug Cluster #5**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	VW	VW
Handelsbezeichnung	Golf 2.0 TDI	Golf Plus 2.0 TDI	Golf 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0242*44	e1*2001/116*0304*29	e1*2001/116*0242*43
Typ / Variante / Version	1K/ ACCFFBX0 / FM6FM62Q025N7MGN1	1KP / ACCFHCX0 / FM6FM62Q025N7MGN1	1K / ACCFFBX0 / FM6FM62Q025N7MGN1
Laufleistung [km]	27.242	15.404	33.098
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	103	103	103

Tabelle 11: Fahrzeuge Cluster #5

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #5 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

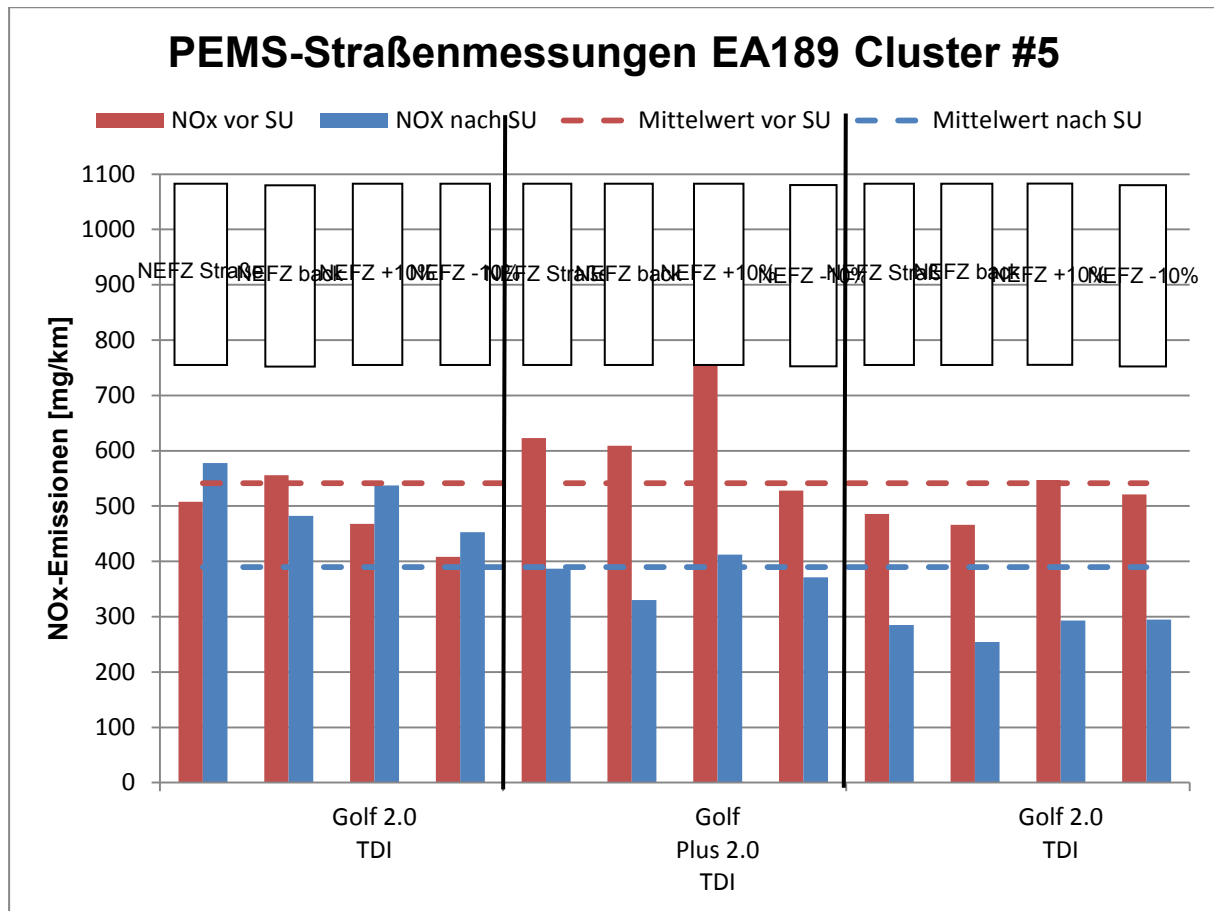
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 12 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ⁹ [°C]	T USW ¹⁰ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	10	9	508	578	-70	-14
2		22	16	623	387	236	38
3		26	18	486	285	201	41
1	NEFZ back	9	9	556	482	74	13
2		20	14	609	330	279	46
3		22	20	466	254	212	45
1	NEFZ +10 %	17	9	468	537	-69	-15
2		19	15	775	412	363	47
3		19	21	547	293	254	46
1	NEFZ -10 %	18	9	408	453	-45	-11
2		21	18	528	371	157	30
3		26	18	521	295	226	43

Tabelle 12: Übersicht Prüfungen Cluster #5 NO_x-Reduzierung

⁹ SSW: Serien Software

¹⁰ USW: Update Software

Abbildung 13: Säulendiagramm Cluster #5 NO_x-Reduzierung

f. VW EA189 Cluster #6

Die nachstehende Tabelle 13 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #6 ab. Das Cluster #6 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 14: Testfahrzeug Cluster #6**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	VW	VW
Handelsbezeichnung	Caddy 2.0 TDI	Caddy 2.0 TDI	Tiguan 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116 *0252*41	e1*2001/116 *0252*41	e1*2001/116 *0450*19
Typ / Variante / Version	2K / ACCFHCX01	2K / ACCFHCX01	5N / ACCFFBX1
Laufleistung [km]	8.214	17.441	10.306
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	103	103	103

Tabelle 13: Fahrzeuge Cluster #6

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #6 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

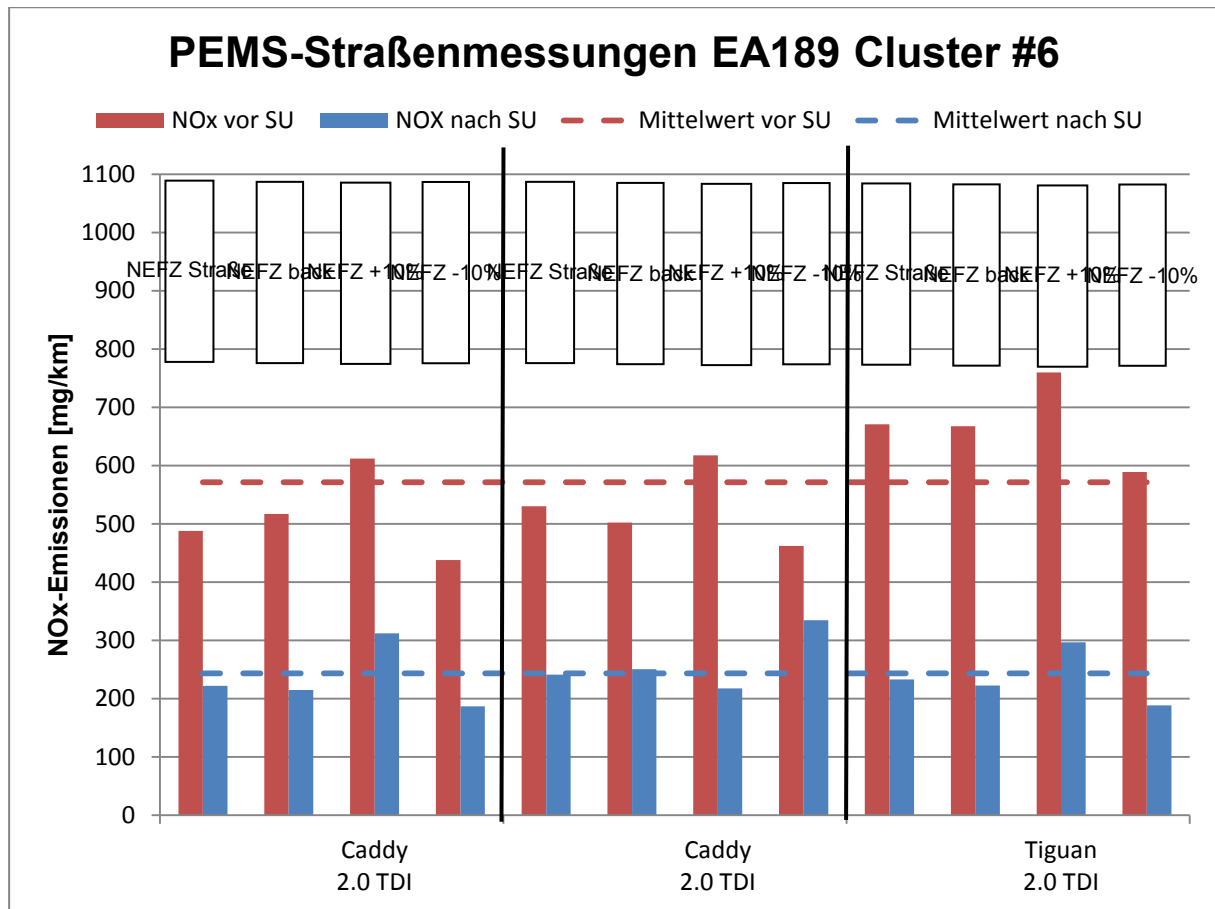
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 14 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹¹ [°C]	T USW ¹² [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	24	29	488	222	266	55
2		15	21	530	241	289	55
3		26	18	671	233	437	65
1	NEFZ back	22	31	517	215	302	58
2		16	20	502	251	251	50
3		22	20	668	223	445	67
1	NEFZ +10 %	23	29	612	312	300	49
2		16	20	617	218	400	65
3		19	21	760	297	463	61
1	NEFZ -10 %	24	30	438	187	251	57
2		16	21	462	334	127	28
3		26	18	589	188	401	68

Tabelle 14: Übersicht Prüfungen Cluster #6 NO_x-Reduzierung

¹¹ SSW: Serien Software

¹² USW: Update Software

Abbildung 15: Säulendiagramm Cluster #6 NO_x-Reduzierung

g. VW EA189 Cluster #7

Die nachstehende Tabelle 15 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #7 ab. Das Cluster #7 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 16: Testfahrzeug Cluster #7**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	VW	VW
Handelsbezeichnung	CADDY Maxi 2.0 TDI	Passat 2.0 TDI	Touran 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0252*41	e1*2001/116*0307*33	e1*2001/116*0211*28
Typ / Variante / Version	2K / AFCFJAX01	3C / ACCFGBX0	1T / CFJAAF
Laufleistung [km]	18.542	114.037	29.574
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	125	125	125

Tabelle 15: Fahrzeuge Cluster #7

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #7 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

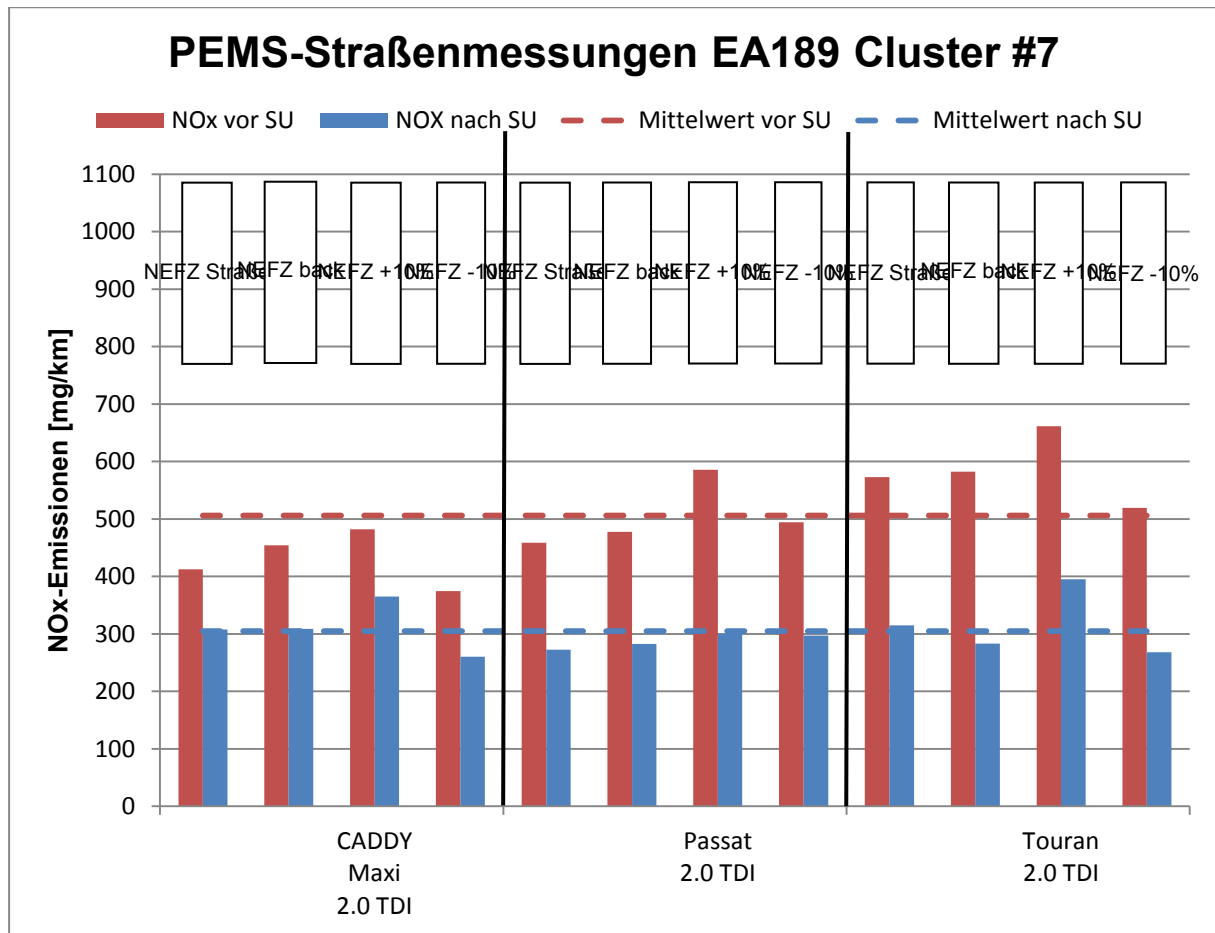
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 16 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹³ [°C]	T USW ¹⁴ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	21	19	413	308	105	25
2		26	32	459	272	186	41
3		20	14	573	315	258	45
1	NEFZ back	22	17	454	309	146	32
2		26	32	477	283	195	41
3		20	16	582	283	300	51
1	NEFZ +10 %	22	18	482	365	117	24
2		27	32	586	300	286	49
3		20	14	661	395	266	40
1	NEFZ -10 %	22	17	374	261	114	30
2		26	30	494	297	197	40
3		20	15	519	268	251	48

Tabelle 16: Übersicht Prüfungen Cluster #7 NO_x-Reduzierung

¹³ SSW: Serien Software

¹⁴ USW: Update Software

Abbildung 17: Säulendiagramm Cluster #7 NO_x-Reduzierung

h. VW EA189 Cluster #8a

Die nachstehende Tabelle 17 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #8a ab. Das Cluster #8a beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 18: Testfahrzeug Cluster #8a**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	Audi	VW
Handelsbezeichnung	Q5 2.0 TDI	Passat 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0473*09	e1*2001/116*0307*36
Typ / Variante / Version	8R / XCGLBQ1 / QD7B5035R8R727MKEM0	3C / ACCFFBX0 / FD6FD62E018STP07MKSNNR20
Laufleistung [km]	81.793	9.722
Abgasnorm	EU6	EU6
Hubraum [ccm]	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	125	103

Tabelle 17: Fahrzeuge Cluster #8a

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #8a wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

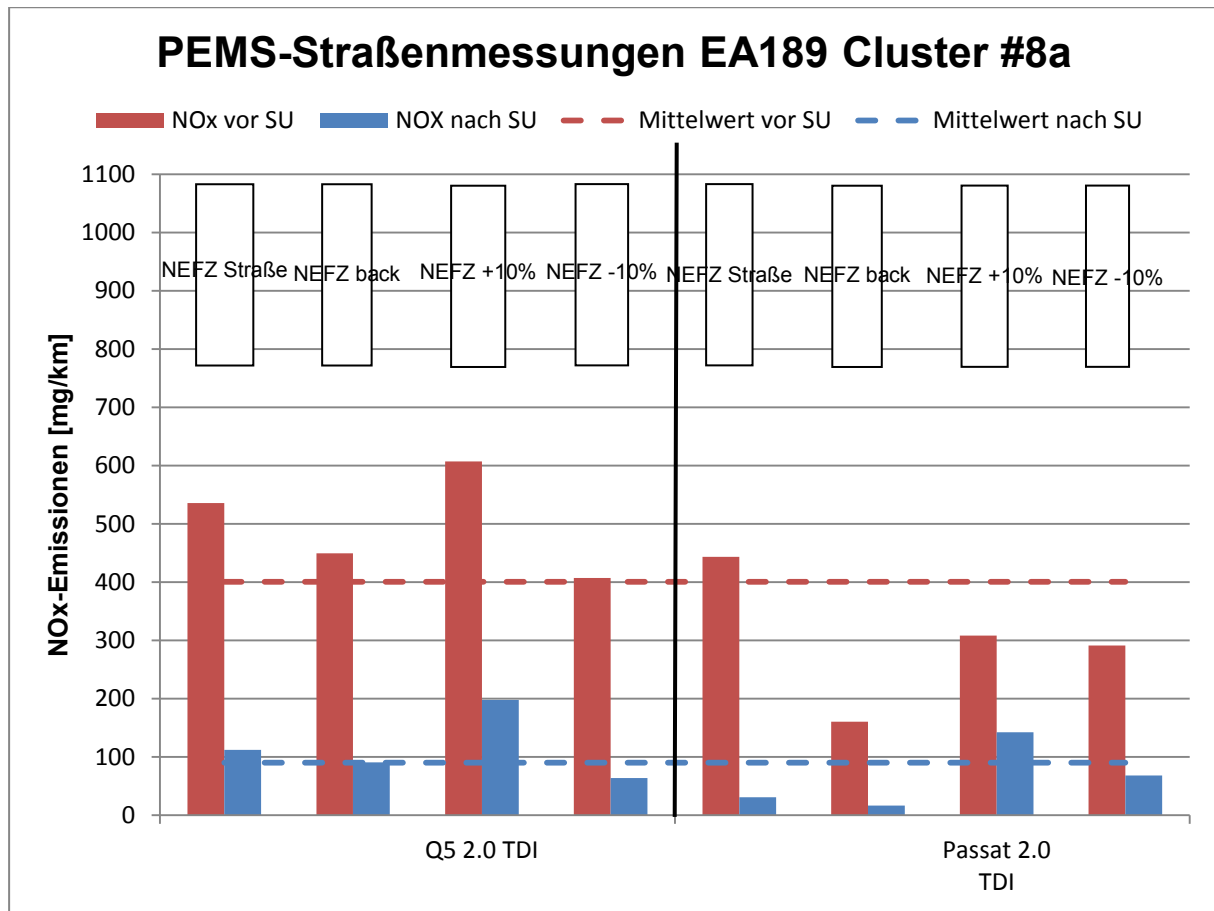
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 18 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹⁵ [°C]	T USW ¹⁶ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	9	12	536	112	424	79
2		17	11	444	31	413	93
1	NEFZ back	8	11	450	91	359	80
2		14	11	160	16	144	90
1	NEFZ +10 %	7	11	607	198	409	67
2		19	20	308	142	166	54
1	NEFZ -10 %	7	11	407	64	344	84
2		19	21	291	68	223	77

Tabelle 18: Übersicht Prüfungen Cluster #8a NO_x-Reduzierung

¹⁵ SSW: Serien Software

¹⁶ USW: Update Software

Abbildung 19: Säulendiagramm Cluster #8a NO_x-Reduzierung

i. VW EA189 Cluster #8b

Die nachstehende Tabelle 19 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #8b ab. Das Cluster #8b beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.



Abbildung 20: Testfahrzeug Cluster #8b

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Seat	VW	Audi
Handelsbezeichnung	Alhambra 2.0 TDI	Sharan 2.0 TDI	Q5 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2007/46*0401*09	e1*2007/46*0401*09	e1*2001/116*0473*17
Typ / Variante / Version	7N / CFGCX0AF	7N / CFFBX0AF	8R / XCGLCQ1 / QD7B5035R8R727MJEM1G
Laufleistung [km]	37.758	50.233	52.432
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	130	103	130

Tabelle 19: Fahrzeuge Cluster #8b

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #8b wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

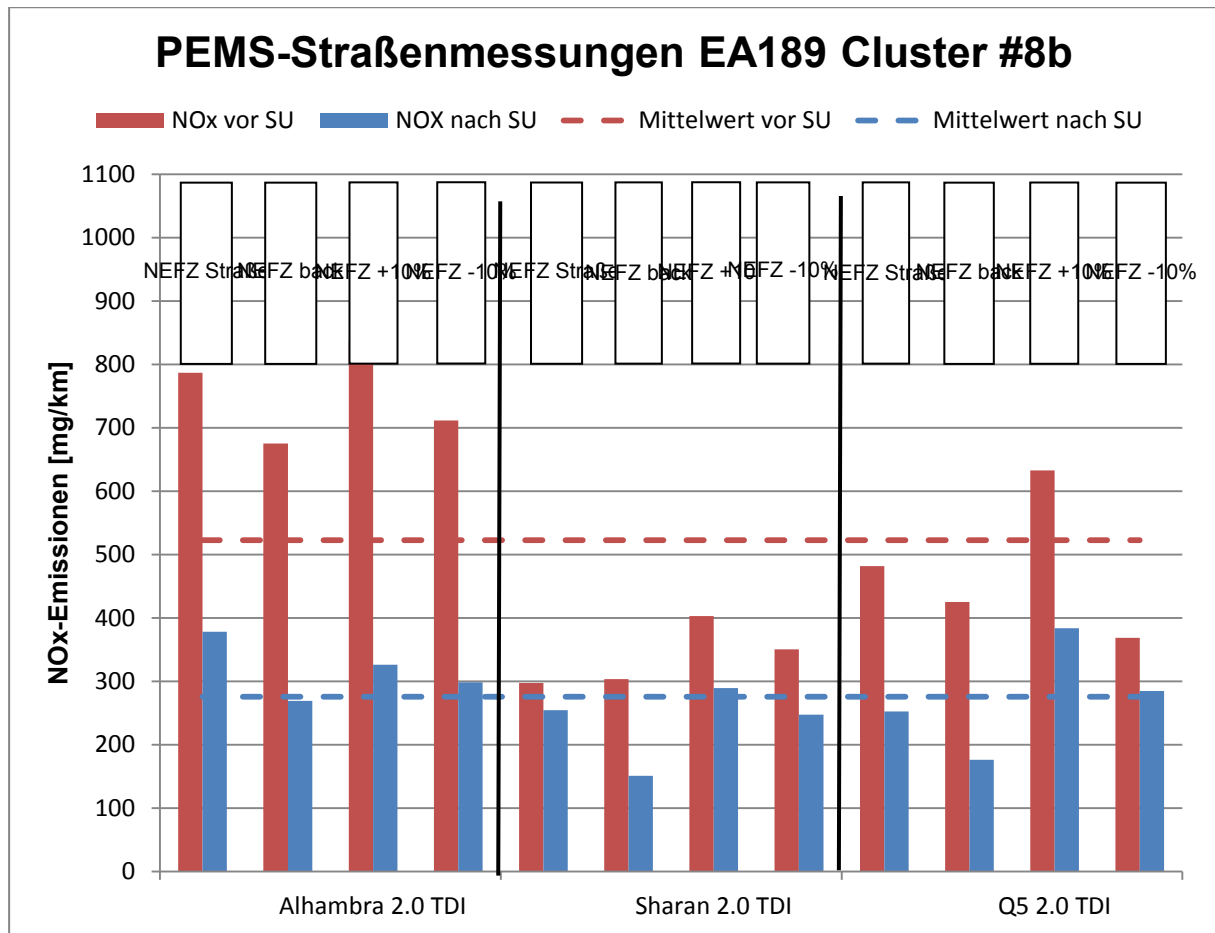
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 20 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹⁷ [°C]	T USW ¹⁸ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	21	19	413	308	105	25
2		26	32	459	272	186	41
3		20	14	573	315	258	45
1	NEFZ back	22	17	454	309	146	32
2		26	32	477	283	195	41
3		20	16	582	283	300	51
1	NEFZ +10 %	22	18	482	365	117	24
2		27	32	586	300	286	49
3		20	14	661	395	266	40
1	NEFZ -10 %	22	17	374	261	114	30
2		26	30	494	297	197	40
3		20	15	519	268	251	48

Tabelle 20: Übersicht Prüfungen Cluster #8b NO_x-Reduzierung

¹⁷ SSW: Serien Software

¹⁸ USW: Update Software

Abbildung 21: Säulendiagramm Cluster #8b NO_x-Reduzierung

j. VW EA189 Cluster #9a

Die nachstehende Tabelle 21 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #9a ab. Das Cluster #9a beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 22: Testfahrzeug Cluster #9a**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	VW	VW
Handelsbezeichnung	Caddy 1.6 TDI	Caddy 1.6 TDI
Typgenehmigung	e1*2007/46*0217* 21	e1*2007/46*0217* 21
Typ / Variante / Version	2KN / BBCAYEX0 / N0J2FM5FM5A4056N1- SN2VR07MJG2NLL060	2KN / BBCAYDX0 / N0J2FM5FM5A4056N1- SN2VR07MJG2OLL060
Laufleistung [km]	12.221	431
Abgasnorm	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.598	1.598
Motorleistung [kW]	55	75

Tabelle 21: Fahrzeuge Cluster #9a

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #9a wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

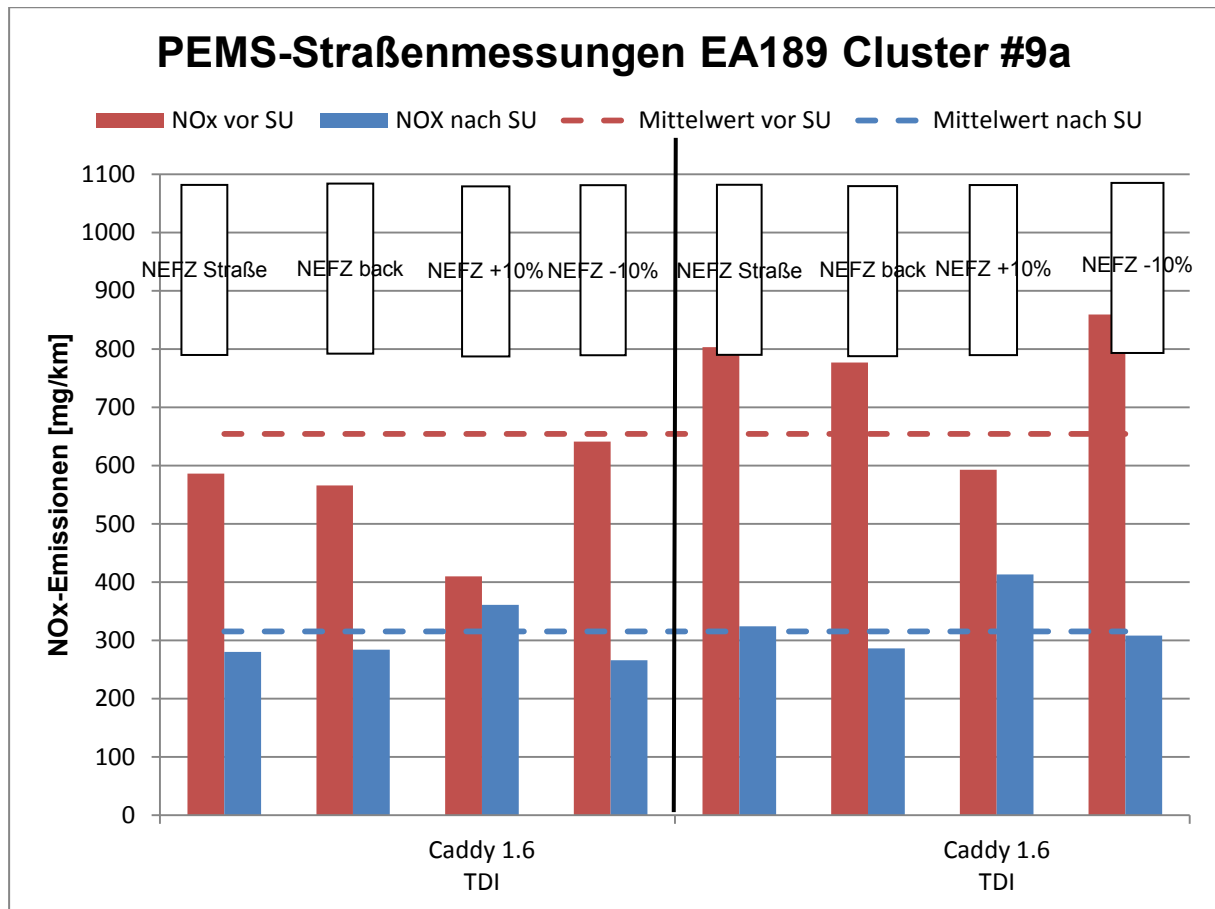
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 22 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ¹⁹ [°C]	T USW ²⁰ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	19	10	568	280	306	52
2		9	13	803	324	479	60
1	NEFZ back	18	9	566	284	282	50
2		11	12	777	286	491	63
1	NEFZ +10 %	19	11	410	361	49	12
2		13	12	593	413	180	30
1	NEFZ -10 %	19	11	641	266	375	59
2		15	14	859	308	551	64

Tabelle 22: Übersicht Prüfungen Cluster #9a NO_x-Reduzierung

¹⁹ SSW: Serien Software

²⁰ USW: Update Software

Abbildung 23: Säulendiagramm Cluster #9a NO_x-Reduzierung

k. VW EA189 Cluster #9b

Die nachstehende Tabelle 23 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #9b ab. Das Cluster #9b beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 24: Testfahrzeug Cluster #9b**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	VW	VW
Handelsbezeichnung	Polo 1.6 TDI	Golf 1.6 TDI	Polo 1.6 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116* 0510*15	e1*2001/116* 0328*26	e1*2001/116* 0510*15
Typ / Variante / Version	6R	1KM	6R
Laufleistung [km]	79900	61200	79850
Abgasnorm	Euro 5	Euro 5	Euro 5
Hubraum [ccm]	1598	1598	1598
Motorleistung [kW]	66	77	66

Tabelle 23: Fahrzeuge Cluster #9b

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #9b wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

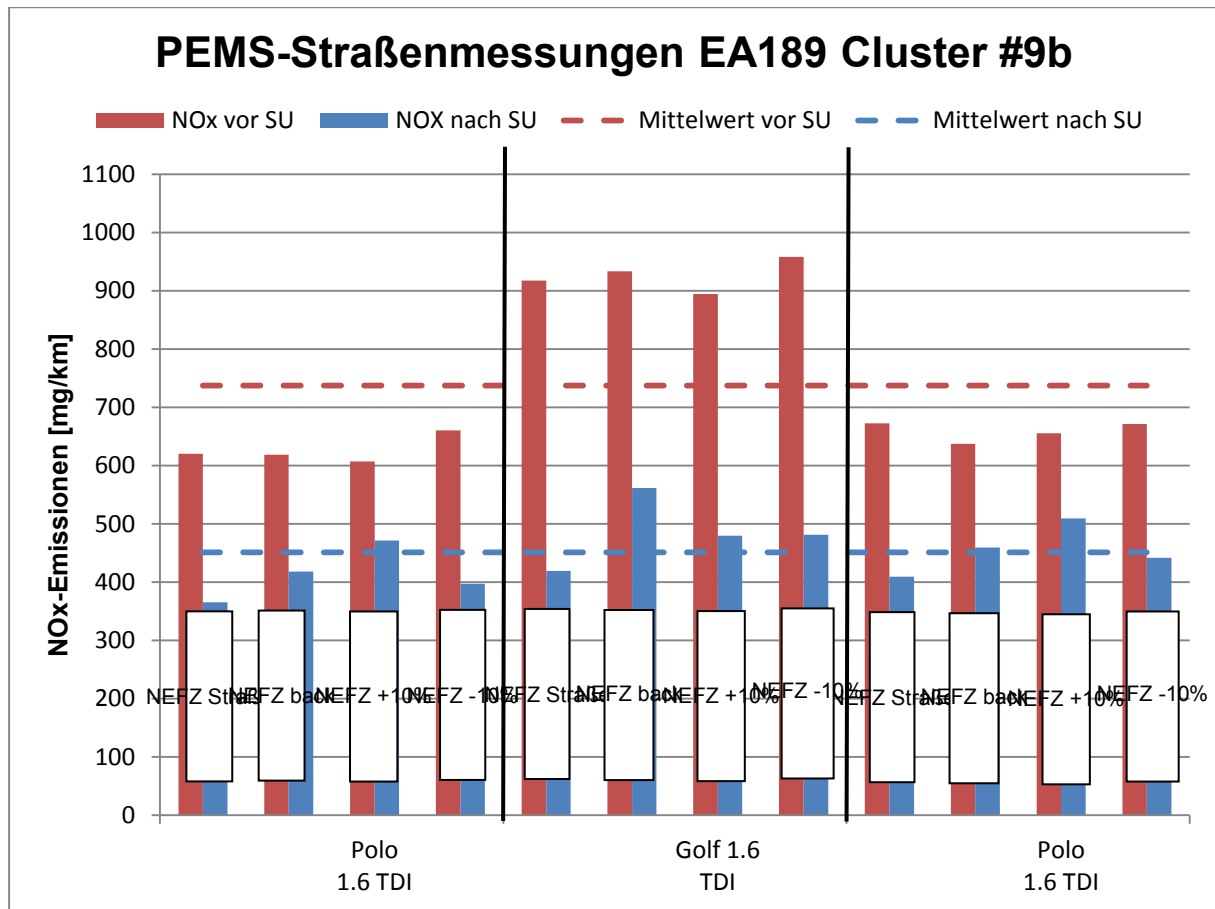
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 24 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ²¹ [°C]	T USW ²² [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	9	11	620	366	255	41
2		13	12	981	419	499	54
3		13	9	672	410	263	39
1	NEFZ back	7	8	618	418	200	32
2		12	9	934	562	372	40
3		12	7	637	459	178	28
1	NEFZ +10 %	8	10	607	471	135	22
2		13	11	894	480	415	46
3		13	7	656	509	146	22
1	NEFZ -10 %	7	9	660	397	263	40
2		13	10	958	481	477	50
3		12	7	671	442	230	34

Tabelle 24: Übersicht Prüfungen Cluster #9b NO_x-Reduzierung

²¹ SSW: Serien Software

²² USW: Update Software

Abbildung 25: Säulendiagramm Cluster #9b NO_x-Reduzierung

I. VW EA189 Cluster #10

Die nachstehende Tabelle 25 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #10 ab. Das Cluster #10 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.



Abbildung 26: Testfahrzeug Cluster #10

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	Seat	VW
Handelsbezeichnung	Golf Plus 1.6 TDI	Ibiza 1.6 TDI	Golf Variant 1.6 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0304*27	e9*2001/116*0067*29	e1*2001/116*0328*26
Typ / Variante / Version	1KP / ACCAYCX0 / FD7FD7AM014-E7MGN1	6J / SCCAYBX0 / AGNFD7AM00-77MJGI	1KM / ACCAYCX0 / FD7FD7AM014-N7MGN1
Laufleistung [km]	26.798	40.321	26.084
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.598	1.598	1.598
Motorleistung [kW]	77	66	77

Tabelle 25: Fahrzeuge Cluster #10

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #10 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

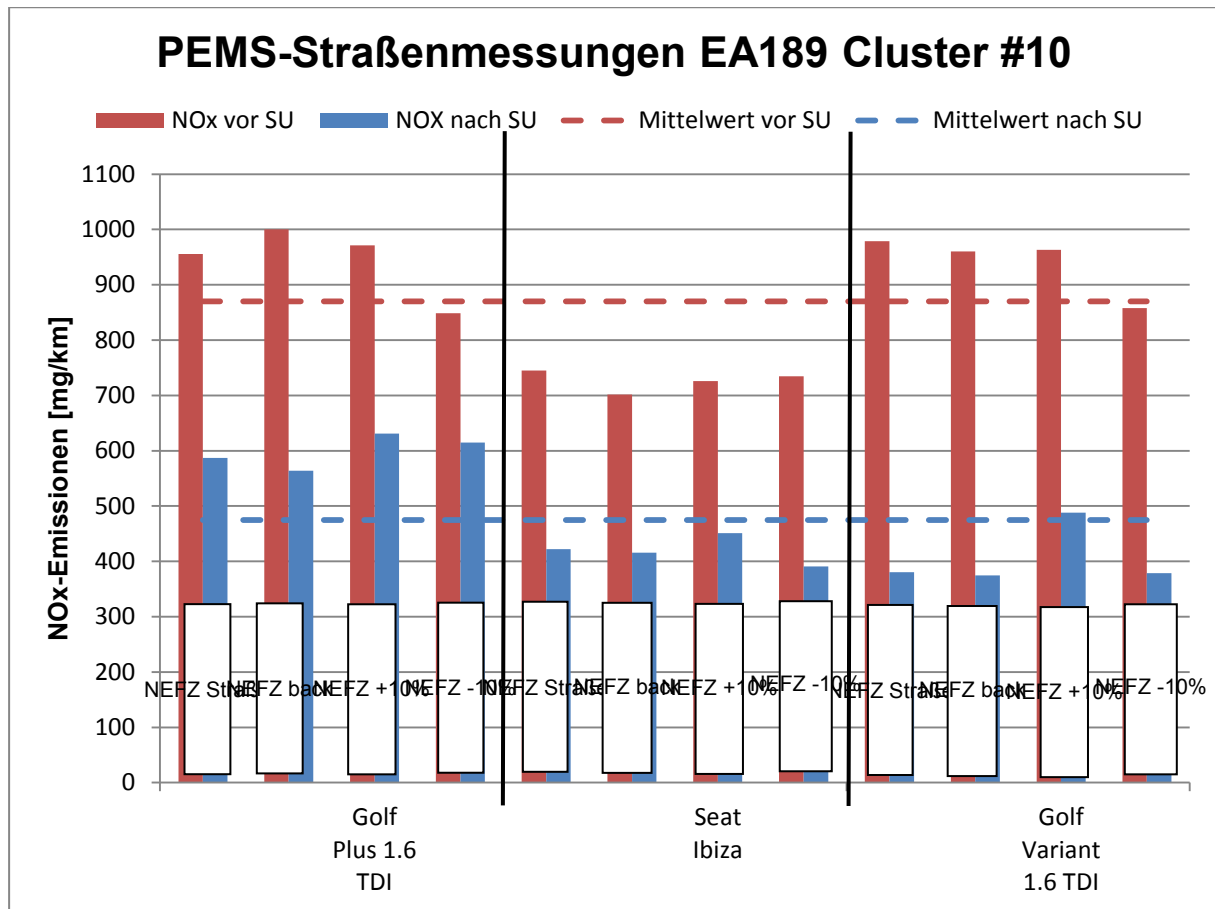
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 26 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T _{SSW} ²³ [°C]	T _{USW} ²⁴ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	12	8	956	587	369	39
2		7	7	745	422	323	43
3		17	12	979	381	598	61
1	NEFZ back	12	8	1.001	564	437	44
2		6	7	702	416	286	41
3		16	12	960	375	586	61
1	NEFZ +10 %	12	8	849	615	234	28
2		6	7	726	451	275	38
3		16	11	858	379	479	56
1	NEFZ -10 %	12	8	971	631	340	35
2		6	7	734	391	344	47
3		17	11	963	488	475	49

Tabelle 26: Übersicht Prüfungen Cluster #10 NO_x-Reduzierung

²³ SSW: Serien Software

²⁴ USW: Update Software

Abbildung 27: Säulendiagramm Cluster #10 NO_x-Reduzierung

m. VW EA189 Cluster #11

Die nachstehende Tabelle 27 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #11 ab. Das Cluster #11 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 28: Testfahrzeug Cluster #11**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Seat	VW	VW
Handelsbezeichnung	Ibiza 1.2 TDI	Polo 1.2 TDI	Polo 1.2 TDI
Typgenehmigung	e9*2001/116*0067* 26	e1*2001/116*051 0*13	e1*2001/116*0510*10
Typ / Variante / Version	6J / SCCFWAX0 / SGNFM52R0317MJGI	6R / ABCFWA / FM5FM52R031LLEV R67MQ	6R / ABCFWA / FM5FM52R031LLEVR67MG
Laufleistung [km]	7.824	16.427	41.226
Abgasnorm	EU5	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.199	1.199	1.199
Motorleistung [kW]	55	55	55

Tabelle 27: Fahrzeuge Cluster #11

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #11 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

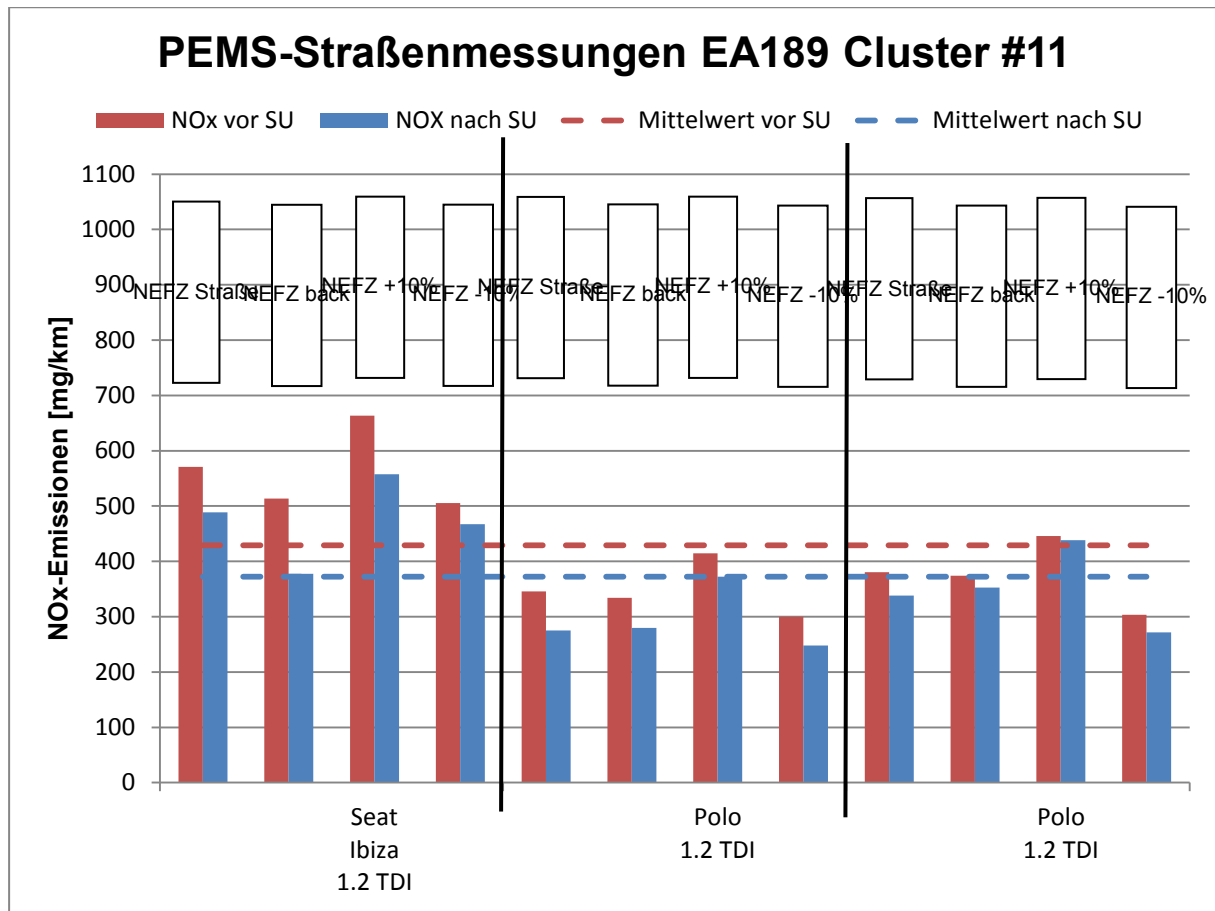
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 28 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ²⁵ [°C]	T USW ²⁶ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	17	16	571	489	82	14
2		29	27	346	275	70	20
3		19	32	380	338	42	11
1	NEFZ back	18	16	513	378	136	26
2		30	27	334	280	54	16
3		20	29	374	353	21	6
1	NEFZ +10 %	19	17	663	558	106	16
2		31	29	414	372	42	10
3		19	31	446	438	7	2
1	NEFZ -10 %	18	16	506	467	39	8
2		30	27	300	248	52	17
3		19	30	303	272	32	10

Tabelle 28: Übersicht Prüfungen Cluster #11 NO_x-Reduzierung

²⁵ SSW: Serien Software

²⁶ USW: Update Software

Abbildung 29: Säulendiagramm Cluster #11 NO_x-Reduzierung

n. VW EA189 Cluster #12

Die nachstehende Tabelle 29 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #12 ab. Das Cluster #12 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.



Abbildung 30: Testfahrzeug Cluster #12

	Fahrzeug 1
Hersteller	VW
Handels-bezeichnung	Amarok 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2007/46*0356*05
Typ / Variante / Version	2H
Laufleistung [km]	15.830
Abgasnorm	EU5
Hubraum [ccm]	1.968
Motorleistung [kW]	120

Tabelle 29: Fahrzeuge Cluster #12

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #12 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

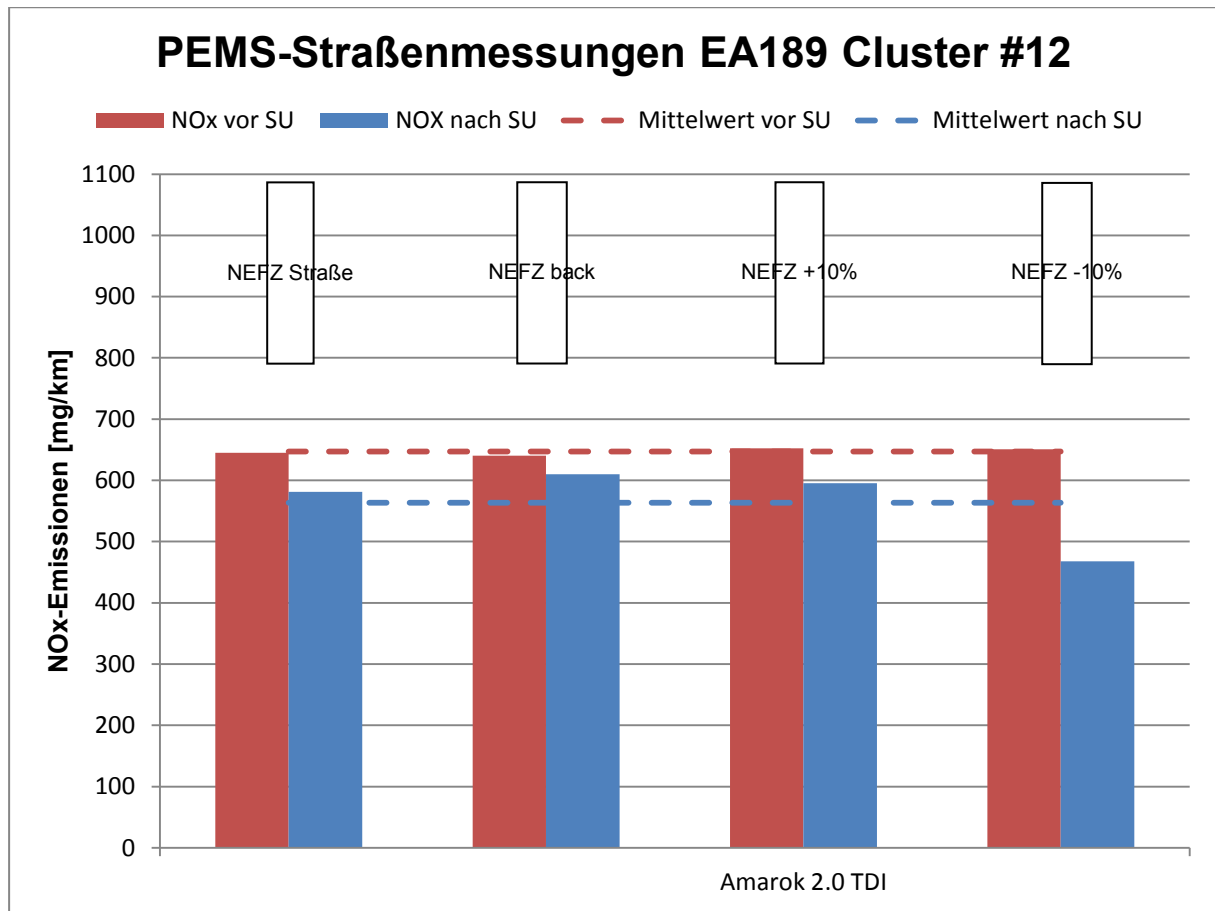
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 30 entnommen werden.

Fahr-zeug	Zyklus	T SSW ²⁷ [°C]	T USW ²⁸ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	25	23	645	581	64	10
1	NEFZ back	23	21	640	610	31	5
1	NEFZ +10 %	24	24	653	595	57	9
1	NEFZ -10 %	24	22	651	468	183	28

Tabelle 30: Übersicht Prüfungen Cluster #12 NO_x-Reduzierung

²⁷ SSW: Serien Software

²⁸ USW: Update Software

Abbildung 31: Säulendiagramm Cluster #12 NO_x-Reduzierung

o. VW EA189 Cluster #13

Die nachstehende Tabelle 31 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #13 ab. Das Cluster #13 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 32: Testfahrzeug Cluster #13**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	Skoda	VW
Handelsbezeichnung	Superb 2.0 TDI	Passat 2.0 TDI
Typgenehmigung	e11*2001/116*0326*31	e1*2001/116*0307*26
Typ / Variante / Version	3T / ACCFFBX01 / NFM6FM62Q0257	3C / ACCFFBX0 / FM6FM62Q025STP07MGSNVR20
Laufleistung [km]	33.130	59.367
Abgasnorm	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	103	103

Tabelle 31: Fahrzeuge Cluster #13

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #13 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

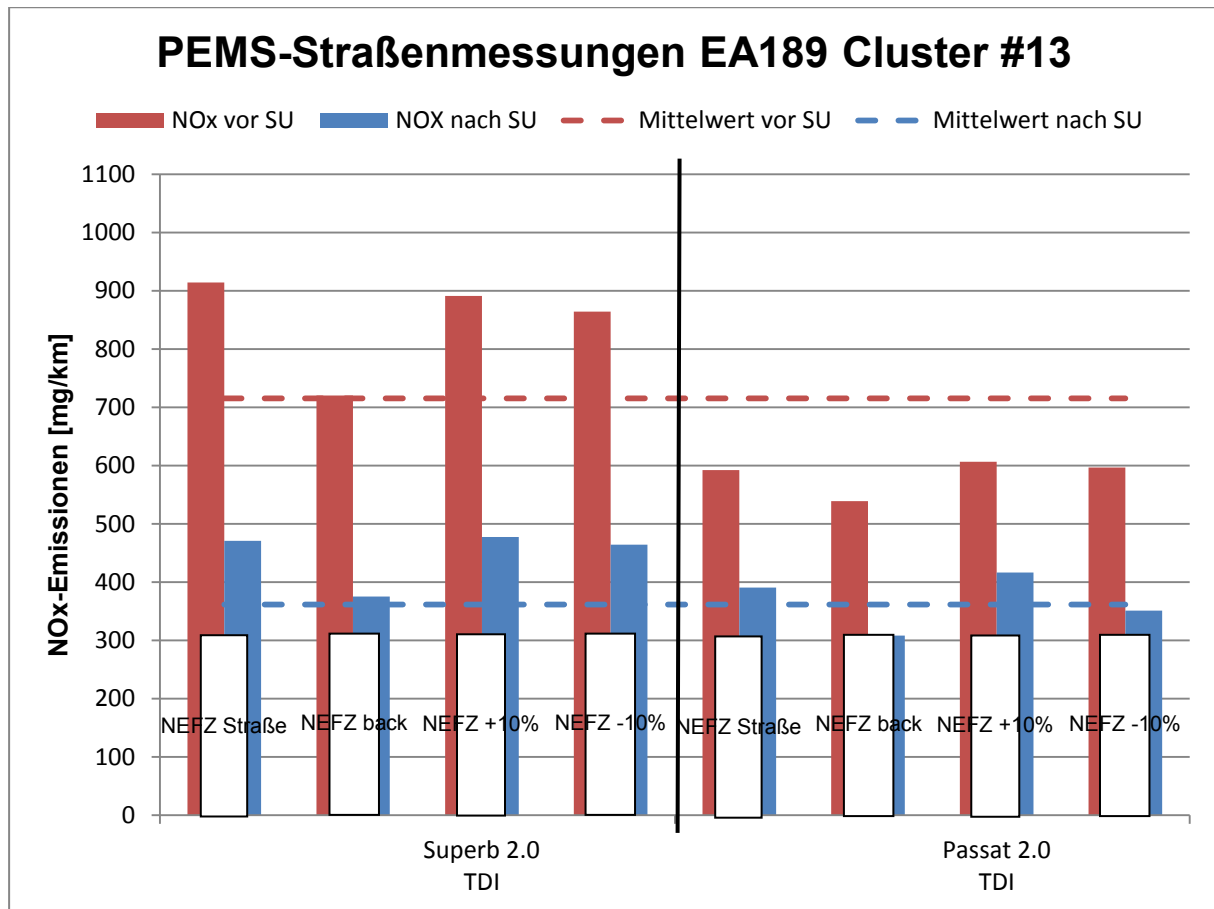
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 32 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ²⁹ [°C]	T USW ³⁰ [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	17	20	914	471	443	49
2		19	14	592	391	202	34
1	NEFZ back	16	21	720	375	345	48
2		16	13	539	308	230	43
1	NEFZ +10 %	17	23	891	478	414	46
2		18	13	607	417	190	31
1	NEFZ -10 %	18	22	864	464	400	46
2		20	15	597	351	246	41

Tabelle 32: Übersicht Prüfungen Cluster #13 NO_x-Reduzierung

²⁹ SSW: Serien Software

³⁰ USW: Update Software

Abbildung 33: Säulendiagramm Cluster #13 NO_x-Reduzierung

p. VW EA189 Cluster #14

Die nachstehende Tabelle 33 bildet die durch das KBA geprüften Fahrzeugmodelle des Clusters #14 ab. Das Cluster #14 beinhaltet weitere Fahrzeugmodelle mit verwandten Motor-/Abgasnachbehandlungskonzepten.

**Abbildung 34: Testfahrzeug Cluster #14**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	Audi	Audi
Handelsbezeichnung	A5 Sportback 2.0 TDI	A4 Avant 2.0 TDI
Typgenehmigung	e1*2001/116*0430*26	e1*2001/116*0430*33
Typ / Variante / Version	B8	B8
Laufleistung [km]	79.400	10.900
Abgasnorm	EU5	EU5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	105	88

Tabelle 33: Fahrzeuge Cluster #14

Für die Fahrzeugmodelle des Clusters #14 wurden in den vier NEFZ-Messungen, die mit Hilfe des PEMS-Gerätes im Straßenverkehr erfasst wurden, die folgenden Reduzie-

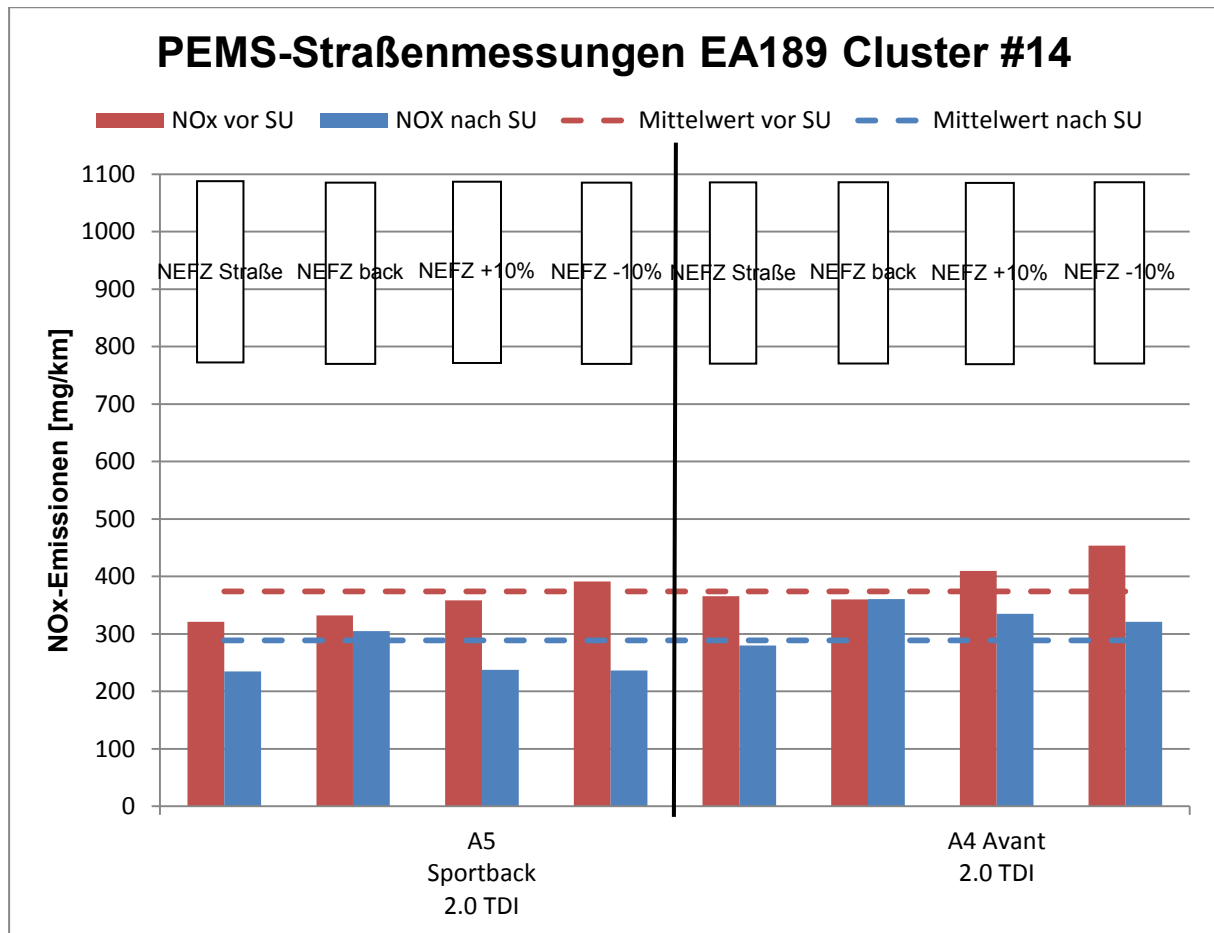
rungspotentiale durch Software-Updates ermittelt. Die Messergebnisse können der Tabelle 34 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	T SSW ³¹ [°C]	T USW ³² [°C]	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ Straße	6	9	321	235	87	27
2		3	7	366	280	86	24
1	NEFZ back	2	7	332	305	27	8
2		3	6	360	361	-1	0
1	NEFZ +10 %	2	8	359	237	121	34
2		3	7	410	335	75	18
1	NEFZ -10 %	1	7	391	236	155	40
2		2	7	454	321	132	29

Tabelle 34: Übersicht Prüfungen Cluster #14 NO_x-Reduzierung

³¹ SSW: Serien Software

³² USW: Update Software

Abbildung 35: Säulendiagramm Cluster #14 NO_x-Reduzierung

3. Weitere verpflichtende Rückrufe

Neben dem verpflichtenden Rückruf von Volkswagen des Motortyps EA189 wurde bei weiteren Fahrzeugmodellen anderer Hersteller das Vorhandensein von unzuläs-

sigen Abschalteinrichtungen durch das KBA nachgewiesen. Eine Übersicht der betroffenen Fahrzeuge kann der Tabelle 25 entnommen werden. Hierbei handelt es sich ausschließlich um Fahrzeugmodelle der Abgasnorm Euro 6.

Fahrzeugtyp	Abgasnorm
Audi A6 3.0l TDI	EU 6
Audi A8 4.2l TDI	EU 6
BMW 750d xDrive	EU 6
Mercedes C 200 d	EU 6
Mercedes Vito 1.6l CDI	EU 6
Opel Zafira Tourer 1.6l CDTI	EU 6
Opel Insignia 2.0l CDTI	EU 6
Porsche Cayenne 3.0l Diesel	EU 6
Porsche Macan S 3.0l Diesel	EU 6

Tabelle 35: Überblick der Fahrzeuge weiterer verpflichtender Rückrufe

Im Rahmen der Verifizierung von Software-Updates hat das KBA Prüfungen an einem repräsentativen Fahrzeug durchgeführt. Hierbei werden eine tiefgehende Softwareanalyse der Updatesoftware durch die Softwareanalytiker des KBA sowie RDE-Messfahrten mit dem Serien- und Update-datenstand durch KBA-Ingenieure absol-

viert. Der Hersteller weist darüber hinaus anhand von Typprüfungen bei einem anerkannten Technischen Dienst nach, dass das Software-Update den gesetzlichen Anforderungen entspricht und das Fahrzeug die Grenzwerte seiner Emissionsklasse hinsichtlich Verbrauch, Schadstoffausstoß und Geräuschverhalten einhält.

a. Audi A6 3.0I TDI (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 19,8°C mit Seriensoftware und 22,3°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

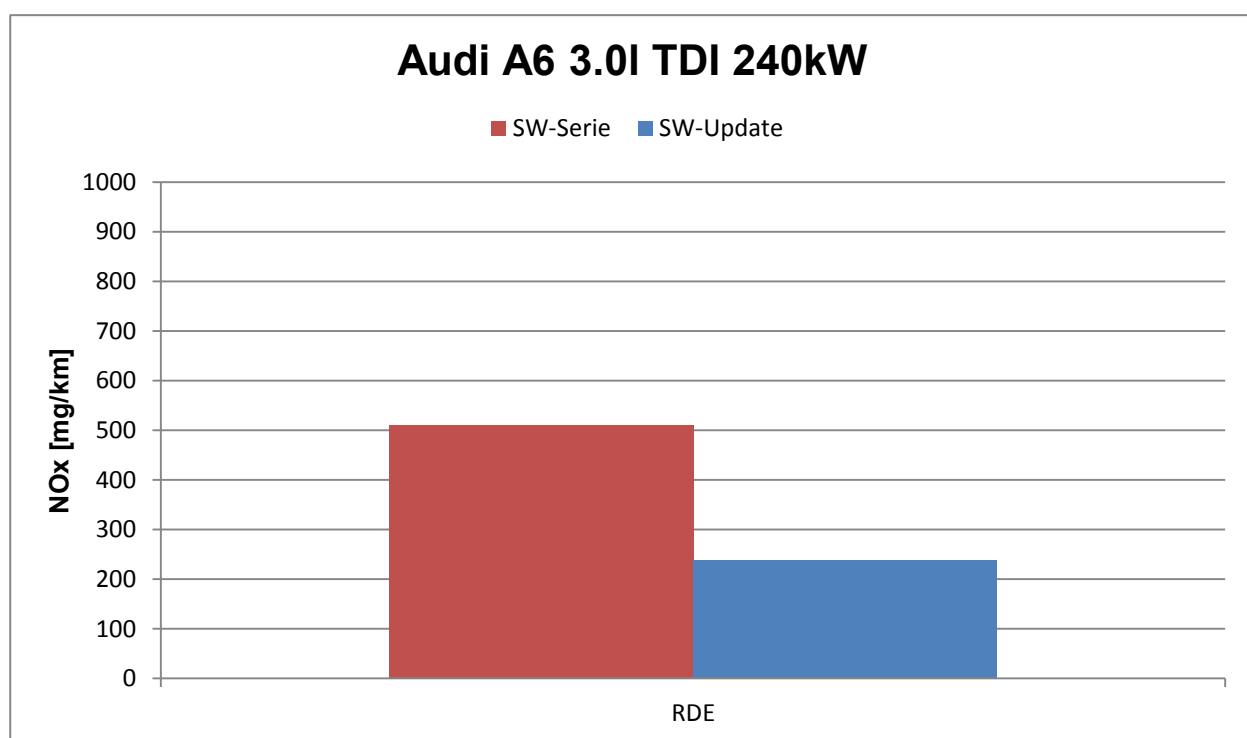


**Abbildung 36: Testfahrzeug
Audi A6 3.0I TDI**

Hersteller:		Audi
Handelsbezeichnung:		A6 3.0I TDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.967
Motorleistung (kW):		240
Kilometerstand (km):		7.795
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0436*28
Emissionsgenehmigungsnummer:		e13*715/2007*136/2014Y*6588*03
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		4G / ACVUBQ1 / QA8QA8BK021P4G13S57MMEM2K
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 36: Fahrzeugdaten Audi A6 3.0 TDI 240kW

	Audi A6 3.0I TDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	510	239	272	53

Tabelle 37: NO_x-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kWAbbildung 37: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW

b. Audi A8 4.2I TDI (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 25,8°C mit Seriensoftware und 21,8°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

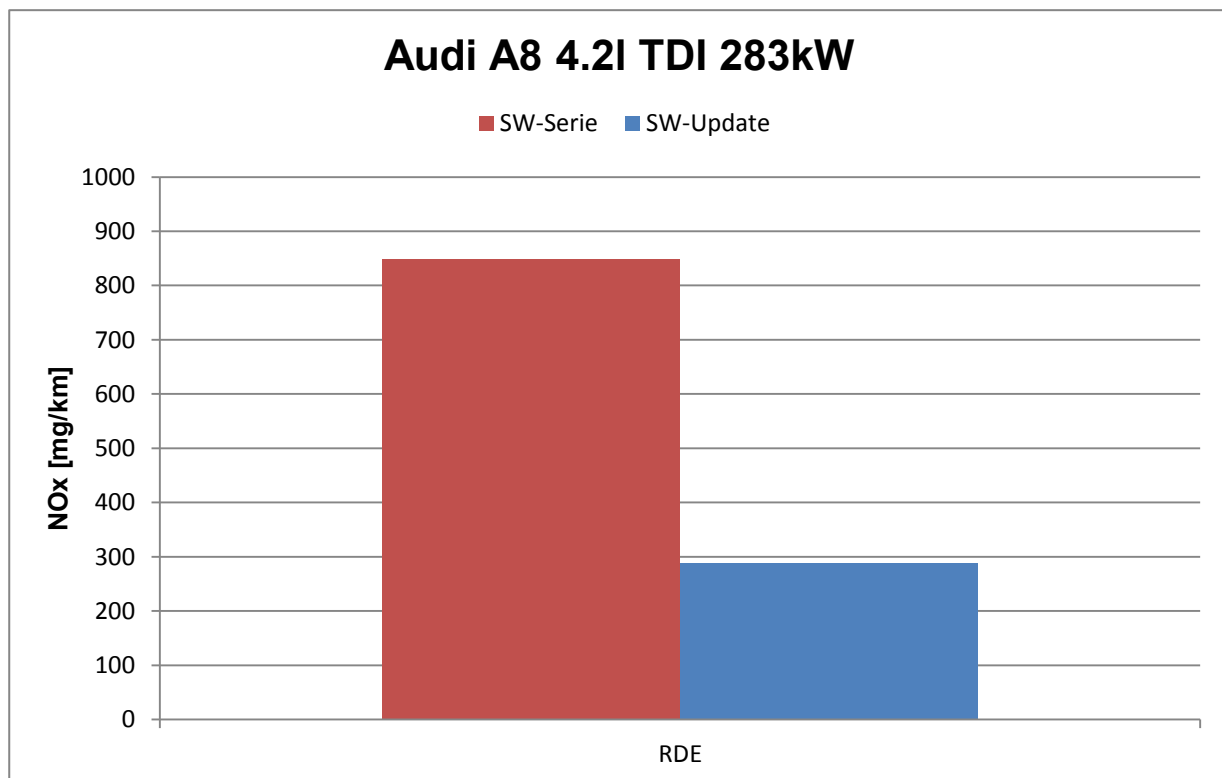


**Abbildung 38: Testfahrzeug
Audi A8 4.2I TDI**

Hersteller:		Audi
Handelsbezeichnung:		A8 4.2I TDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm ³):		4.134
Motorleistung (kW):		283
Kilometerstand (km):		9.749
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0284*20
Emissionsgenehmigungsnummer:		e13*715/2007*136/2014W*6497*01
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		4J / LCTECQ1 / QA8QA8BL002P4H08S57MMEM2K1
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 38: Fahrzeugdaten Audi A8 4.2I TDI

	Audi A8 4.2l TDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	849	288	561	66

Tabelle 39: NO_x-Reduzierung Audi A8 4.2l TDIAbbildung 39: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Audi A8 4.2l TDI

c. BMW 750d xDrive (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 3°C mit Seriensoftware und 2°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des NSK erhöht.

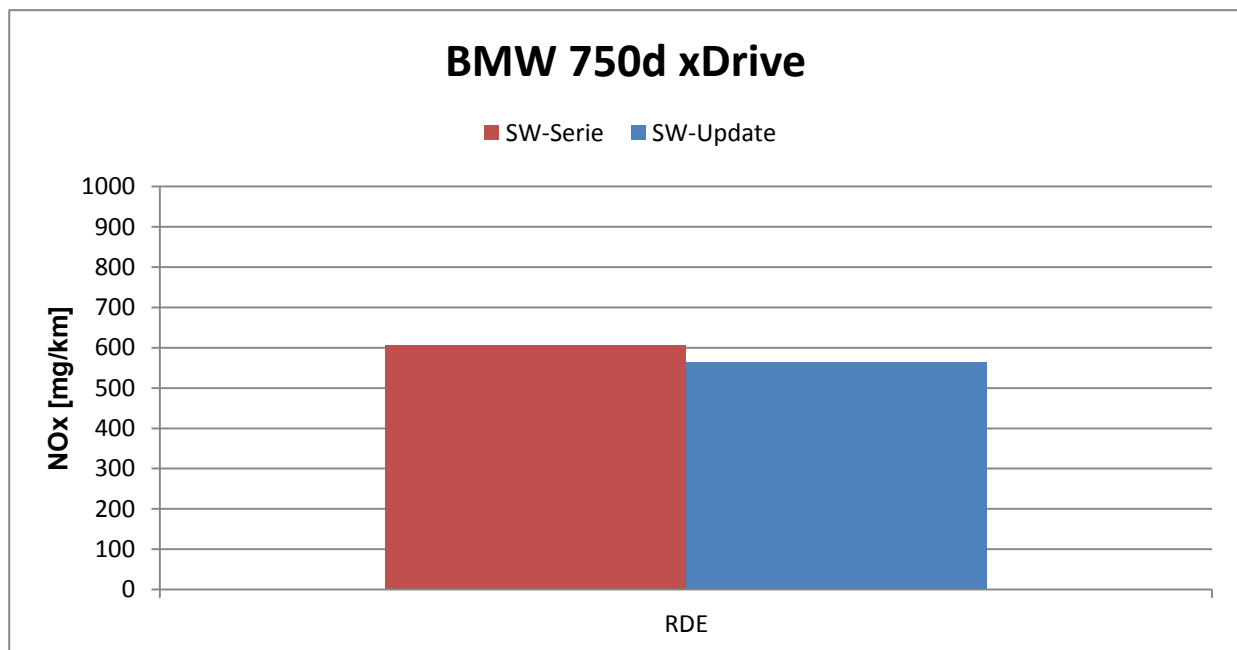


**Abbildung 40: Testfahrzeug
BMW 750d xDrive**

Hersteller:		BMW
Handelsbezeichnung:		750d xDrive
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.993
Motorleistung (kW):		280
Kilometerstand (km):		80.630
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0276*09
Emissionsgenehmigungsnummer:		e24*715/2007*566/2011T*0144*00
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		7L / YB81 / 6A050000
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	x
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 40: Fahrzeugdaten BMW 750d xDrive

	BMW 750d xDrive			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	608	564	44	7

Tabelle 41: NO_x-Reduzierung BMW 750d xDriveAbbildung 41: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung BMW 750d xDrive

d. Mercedes C 200 d (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 7,8°C mit Seriensoftware und 4,6°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

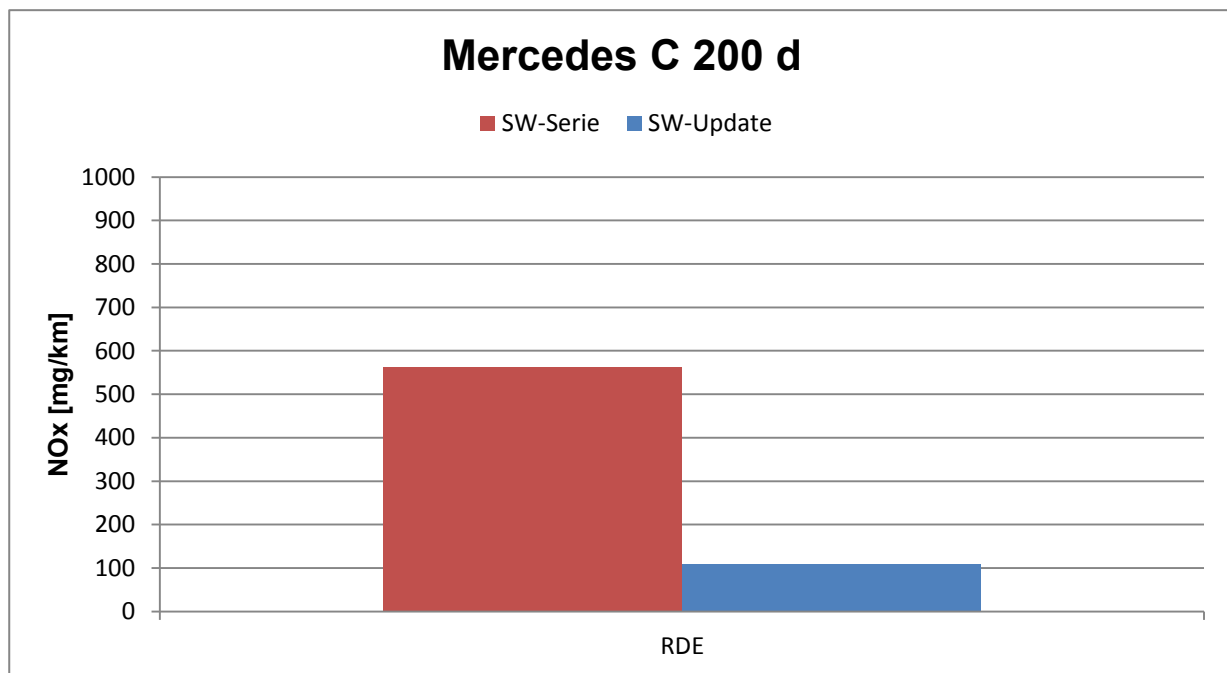


**Abbildung 42: Testfahrzeug
Mercedes C 200 d**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		C 200 d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.598
Motorleistung (kW):		100
Kilometerstand (km):		12.245
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0457*32
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1078*03
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		204 K / R237P0 / PZAA0521
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 42: Fahrzeugdaten Mercedes C 200 d

	Mercedes C 200 d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	563	109	454	81

Tabelle 43: NO_x-Reduzierung Mercedes C 200 dAbbildung 43: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes C 200 d

e. Mercedes Vito 1.6l CDI (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 22,3°C mit Seriensoftware und 15,0°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

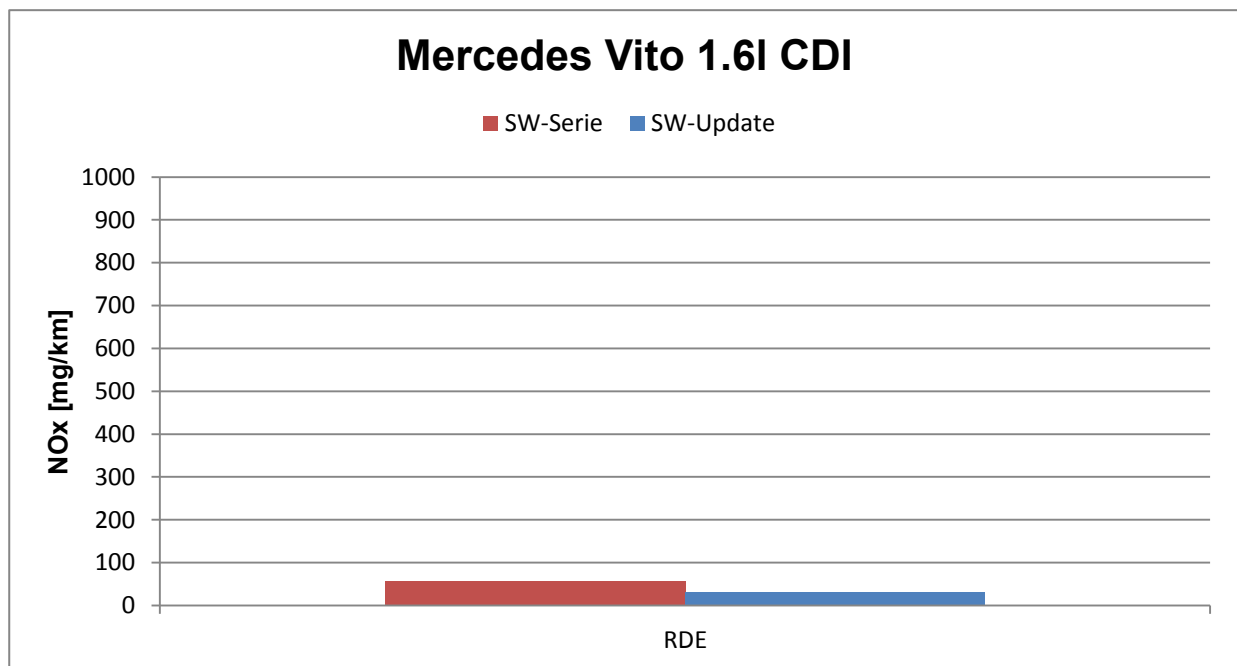


**Abbildung 44: Testfahrzeug
Mercedes Vito 1.6l CDI**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		Vito 1.6l CDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.598
Motorleistung (kW):		65
Kilometerstand (km):		9.931
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0457*15
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1209*00
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		639/2 / KOR45305N / 2RNP7R79XX
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 44: Fahrzeugdaten Mercedes Vito 1.6 CDI

	Mercedes Vito 1.6l CDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	57	32	25	44

Tabelle 45: NO_x-Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDIAbbildung 45: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDI

f. Opel Zafira Tourer 1.6l CDTI (Euro 6)

Die nachstehende Tabelle 46 stellen die Prüfergebnisse des 1.6l Zafira dar. Das Fahrzeug verfügt über einen SCR-Katalysator.



**Abbildung 46: Testfahrzeug
Opel Zafira Tourer 1.6l**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2
Hersteller	Opel	Opel
Handelsbezeichnung	Zafira TOURER 1.6l CDTI	Zafira TOURER 1.6l CDTI
Typgenehmigung	e4*2007/46*0204*21	e4*2007/46*0204*22
Typ / Variante / Version	P-J/SW (BA2P3FPJ5)	P-J/SW (EAEGC12)
Laufleistung [km]	13.743	7.524
Abgasnorm	EU6	EU6
Hubraum [ccm]	1.598	1.598
Motorleistung [kW]	88	100

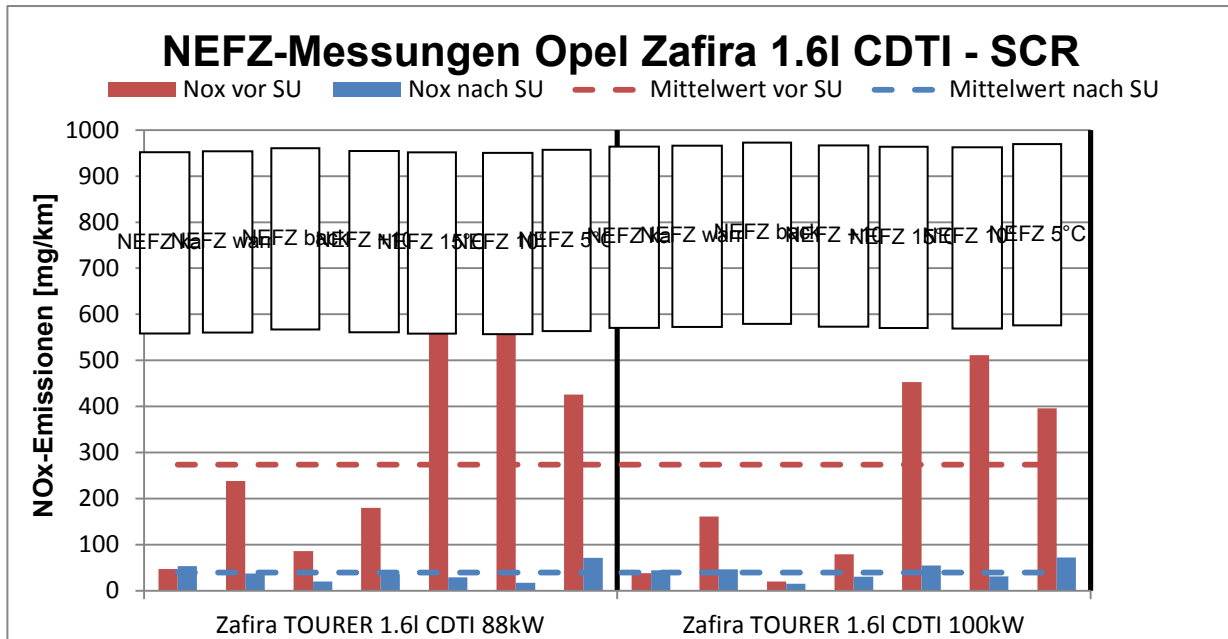
Tabelle 46: Fahrzeugdaten Opel Zafira 1.6l CDTI

Für die Verifizierung des Zafira 1.6l CDTI wurden die Messungen nach dem NEFZ-Fahrprofil absolviert. Um das Verbesserungspotential bei niedrigen Temperaturen

anzuzeigen wurde die Temperatur der Prüfkammer stufenweise herabgesenkt. Die Messergebnisse können der Tabelle 47 entnommen werden.

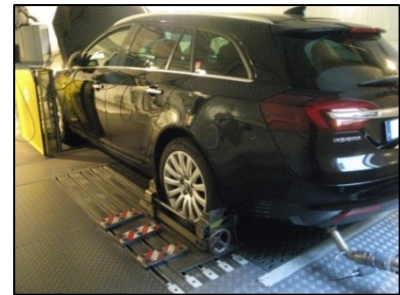
Fahrzeug	Zyklus	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ kalt	47	53	-6	-13
2		38	44	-6	-16
1	NEFZ warm	238	37	201	84
2		161	46	115	71
1	NEFZ back	86	20	66	77
2		20	15	5	25
1	NEFZ +10 %	180	36	144	80
2		79	30	49	62
1	NEFZ 15 °C	578	29	549	95
2		453	55	398	88
1	NEFZ 10 °C	615	17	598	97
2		511	31	480	94
1	NEFZ 5 °C	426	71	355	83
2		396	72	324	82

Tabelle 47: Übersicht Prüfungen Opel Zafira 1.6l CDTI NOX-Reduzierung

Abbildung 47: Säulendiagramm Opel Zafira 1.6l CDTI NO_x-Reduzierung

g. Opel Insignia 2.0l CDTI (Euro 6)

Die nachstehende Tabelle 48 stellen die Prüfergebnisse des 2.0l Insignia dar. Das Fahrzeug verfügt über einen SCR-Katalysator.



**Abbildung 48: Testfahrzeug
Opel Insignia 2.0l CDTI**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Opel	Opel	Opel
Handelsbezeichnung	Insignia Sports Tourer SW	Insignia Sports Tourer SW	Insignia 4x4
Typgenehmigung	e1*2007/46*0374*17	e1*2007/46*0374*16	
Typ / Variante / Version	0G-A / DAHMC12	0G-A / DAHMC12	3716-N094
Laufleistung [km]	7.229	1.733	28.702
Abgasnorm	EU6	EU6	EU6
Hubraum [ccm]	1.956	1.956	1.956
Motorleistung [kW]	125	125	125

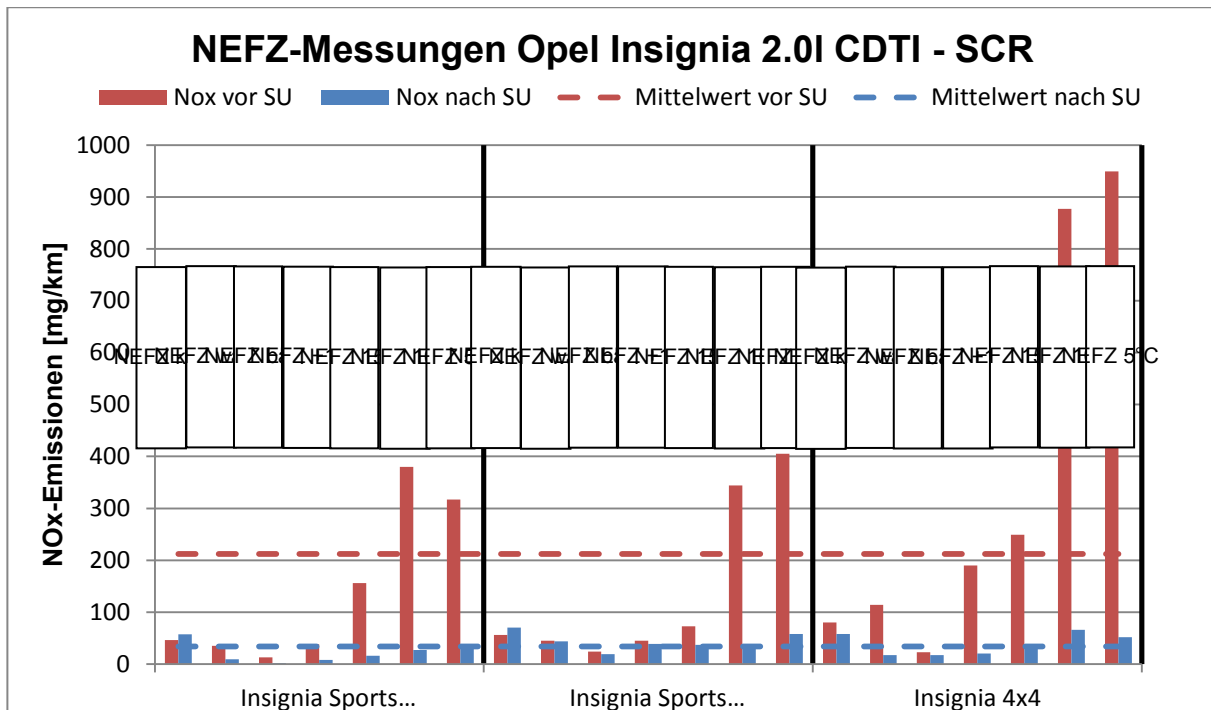
Tabelle 48: Fahrzeugdaten Opel Insignia 2.0l CDTI

Für die Verifizierung des Insignia 2.0l CDTI wurden die Messungen nach dem NEFZ-Fahrprofil absolviert. Um das Verbesserungspotential bei niedrigen Temperaturen

aufzuzeigen wurde die Temperatur der Prüfkammer stufenweise herabgesenkt. Die Messergebnisse können der Tabelle 49 entnommen werden.

Fahrzeug	Zyklus	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ kalt	46	57	-11	-24
2		56	70	-14	-25
3		80	58	22	28
1	NEFZ warm	35	9	26	74
2		45	44	1	2
3		114	17	97	85
1	NEFZ back	13	2	11	85
2		24	19	5	21
3		23	17	6	26
1	NEFZ +10 %	38	8	30	79
2		45	39	6	13
3		190	20	170	89
1	NEFZ 15 °C	156	16	140	90
2		73	37	36	49
3		249	30	219	88
1	NEFZ 10 °C	380	27	353	93
2		344	33	311	90
3		877	66	811	92
1	NEFZ 5 °C	317	31	286	90
2		405	58	347	86
3		949	52	897	95

Tabelle 49: Übersicht Prüfungen Opel Insignia 2.0l CDTI NO_x-Reduzierung

Abbildung 49: Säulendiagramm Opel Insignia 2.0l CDTI NO_x-Reduzierung

h. Porsche Cayenne 3.0l Diesel (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 6,5°C mit Seriensoftware und 8,5°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

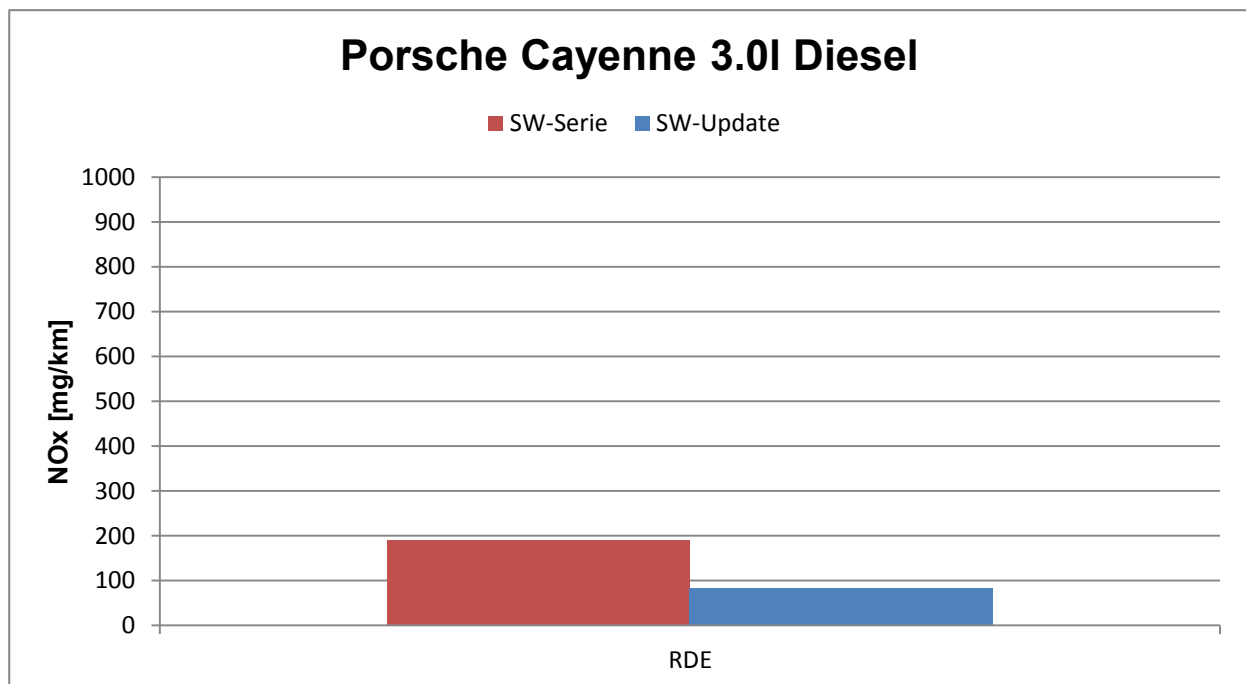


**Abbildung 50: Testfahrzeug
Porsche Cayenne 3.0l Diesel**

Hersteller:		Porsche
Handelsbezeichnung:		Cayenne 3.0l Diesel
Fahrzeugkategorie:		M1G
Hubraum (cm³):		2.967
Motorleistung (kW):		193
Kilometerstand (km):		8.459
Genehmigungsnummer:		e13*2007/46*1085*16
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*2015/45W*1112*01
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		92A / EG22 / 01
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 50: Fahrzeugdaten Porsche Cayenne 3.0 Diesel

	Porsche Cayenne 3.0l Diesel			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	190	83	107	56

Tabelle 51: NO_x-Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l DieselAbbildung 51: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel

i. Porsche Macan S 3.0l Diesel (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 8,0°C mit Seriensoftware und 7,7°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

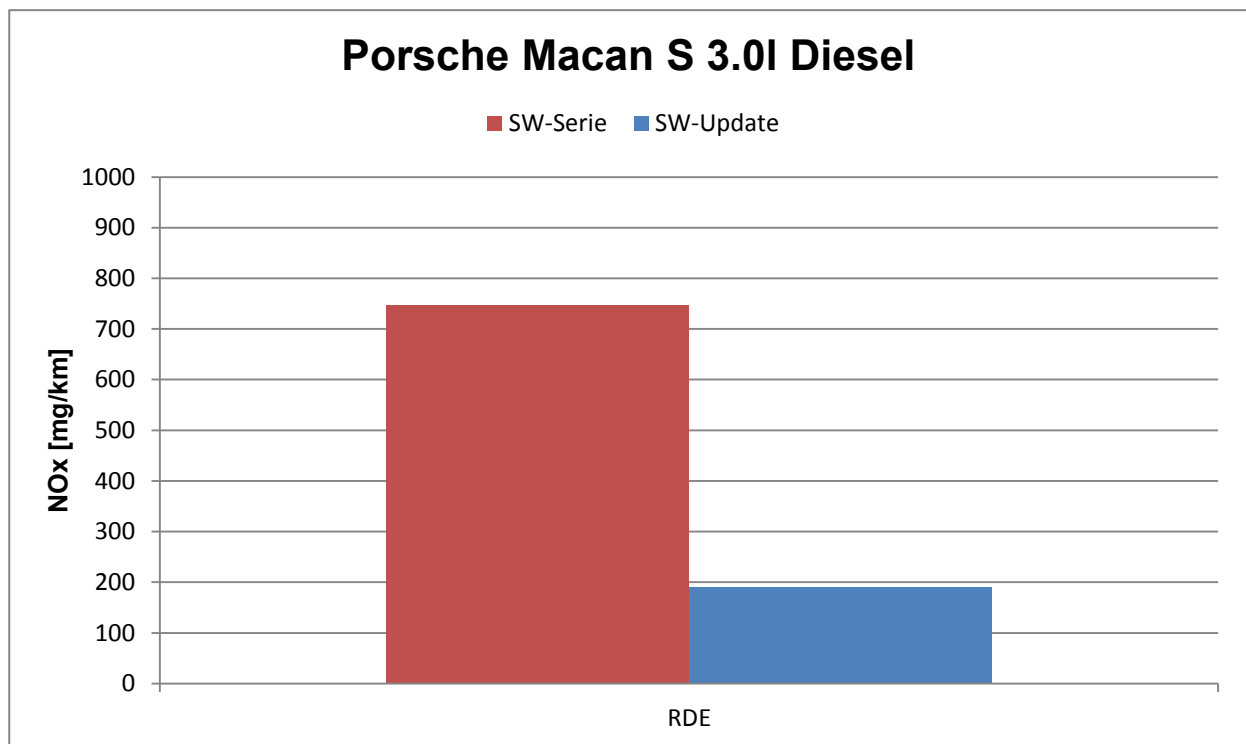


**Abbildung 52: Testfahrzeug
Porsche Macan S 3.0l Diesel**

Hersteller:		Porsche
Handelsbezeichnung:		Macan S 3.0 Diesel
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.967
Motorleistung (kW):		190
Kilometerstand (km):		4.000
Genehmigungsnummer:		e13*2007/46*1165*07
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*2015/45W*1034*01
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		95B / JG22 / D2
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 52: Fahrzeugdaten Porsche Macan S 3.0 Diesel

	Porsche Macan S 3.0l Diesel			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	746	192	555	74

Tabelle 53: NO_x-Reduzierung Porsche Macan S 3.0 DieselAbbildung 53: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel

4. Freiwillige Software-Updates

Im folgenden Abschnitt werden die Messungen der Fahrzeuge vorgestellt, bei denen die Automobilhersteller im Rahmen des Nationalen Forums Diesel eine freiwillige Optimierung der Schadstoffemissionen mit Hilfe von Software-Updates zugesagt haben.

Der Tabelle 54 können die untersuchten Fahrzeugmodelle der Abgasnormen 5 und 6 der freiwilligen Software-Updates entnommen werden.

Fahrzeugtyp	Motorleistung [kW]	Abgasnorm
Audi A6 3.0l TDI Avant	180	EU 5
BMW 320d	135	EU 5
BMW 520d	135	EU 5
Fiat 500X 2.0 MultiJet	103	EU 6
Mazda 6 2.2l SkyActive	129	EU 6
Mercedes A/B/GLA OM607	80/66	EU 5
Mercedes B 180 CDI	80	EU 5
Mercedes C 220 CDI	125	EU 5
Mercedes E 350 CDI	170	EU 5
Mercedes GLK 220 CDI 4MATIC	125	EU 5
Mercedes B 200 d	100	EU 6
Mercedes GLE350 d	190	EU 6
Mercedes C 220 d	125	EU 6
Mercedes GLC 220 d	125	EU 6
Mitsubishi Outlander 2.2l Di-D	110	EU 6
Opel Corsa 1.3 CDTi	70	EU 6
Opel Insignia 1.6 CDTi	100	EU 6
Subaru Outback 2.0 D	110	EU 6
VW Crafter / Amarok 2.0l TDI	100/103/132	EU 5
VW T6 2.0l TDI	75	EU 6
VW Touareg 3.0l TDI	180	EU 5

Tabelle 54: Übersicht Fahrzeuge freiwillige Software-Update

Im Rahmen der Verifizierung des Software-Updates zum Nationalen Forum Diesel hat das KBA Prüfungen auf Abgasrollenprüfständen bei verschiedenen Temperaturen sowie RDE Messungen durchgeführt. Die Prüfungen auf dem Abgasrollenprüfstand wurden gemäß dem WLTC-Fahrprofil durchgeführt. Der Fokus für Software-Updates liegt auf einer Verbesserung insbesondere der Innerstädtischen und Landstraßenemissionen, daher wird der Autobahnanteil des WLTC nicht durchfahren (WLTC123).

Nach erfolgreichem Nachweis der Emissionsverbesserung erteilte das KBA eine ABE für die Update-Software. Eine ABE bezieht sich hierbei immer auf eine Gruppe von Baureihen, welche hinsichtlich des Motors und der Abgasnachbehandlung vergleichbar sind.

Die Prüfungen freiwillige Softwareupdates, die nicht Bestandteil des Nationalen Forums Diesel sind, erfolgt über die Analyse der Motorsteuerungssoftware sowie Vergleichsmessungen nach RDE bzw. fallabhängigen Sonderprüfungen (z. B. Abwandlungen des NEFZ).

a. Audi A6 3.0l TDI (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 14,4 °C mit Seriensoftware und 14,5 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91759 dargestellt.

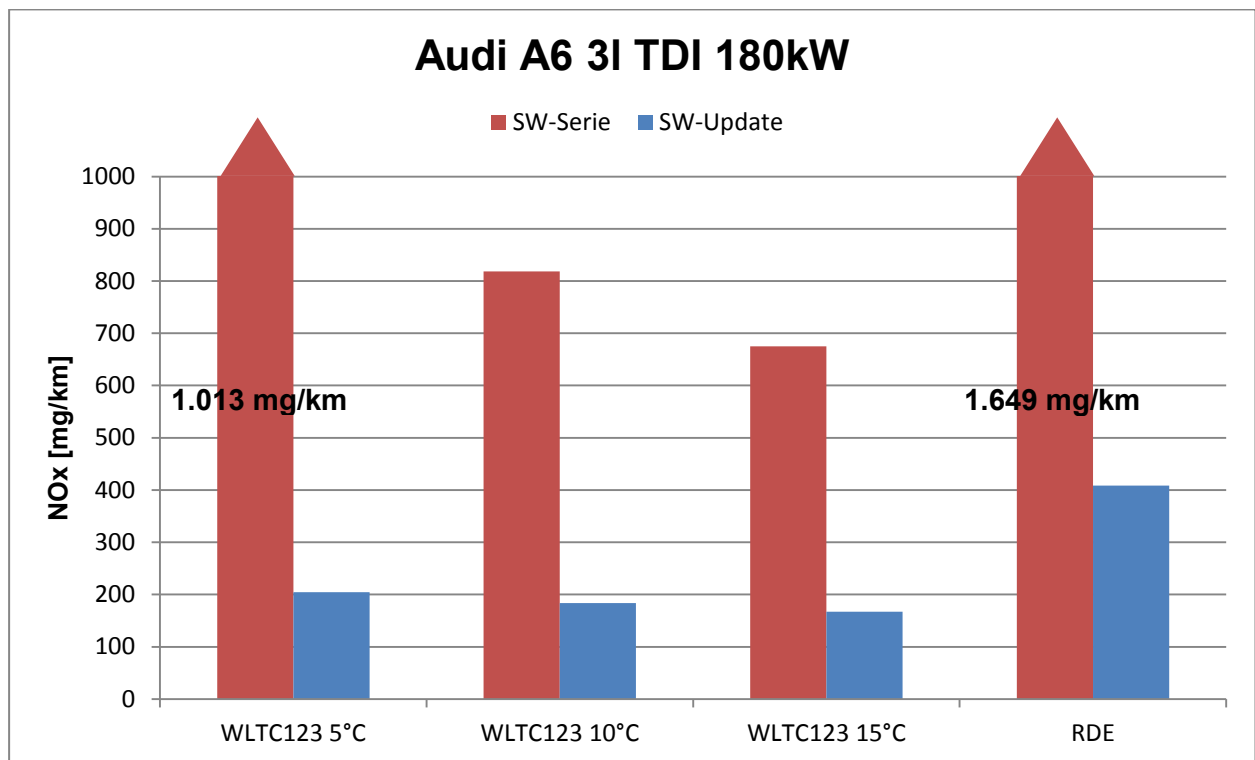


**Abbildung 54: Testfahrzeug
Audi A6 3.0 TDI**

Hersteller:		Audi
Handelsbezeichnung:		A6 Avant 3.0 TDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.967
Motorleistung (kW):		180
Kilometerstand (km):		113.310
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0436*11
Emissionsgenehmigungsnummer:		e13*715/2007*566/2011F*0180*06
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		4G / ACDUDQ1 / QD7B5027R4G71S57MGEM2
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 55: Fahrzeugdaten Audi A6 Avant 3.0 TDI

	Audi A6 3.0 TDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	1.013	204	809	80
WLTC123 10 °C	819	184	635	78
WLTC123 15 °C	675	167	509	75
RDE-Messung	1.649	408	1.241	75

Tabelle 56: NO_x-Reduzierung Audi A6 3.0 TDIAbbildung 55: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI

b. BMW 320d (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 21,9 °C mit Seriensoftware und 22,8 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91717 dargestellt.

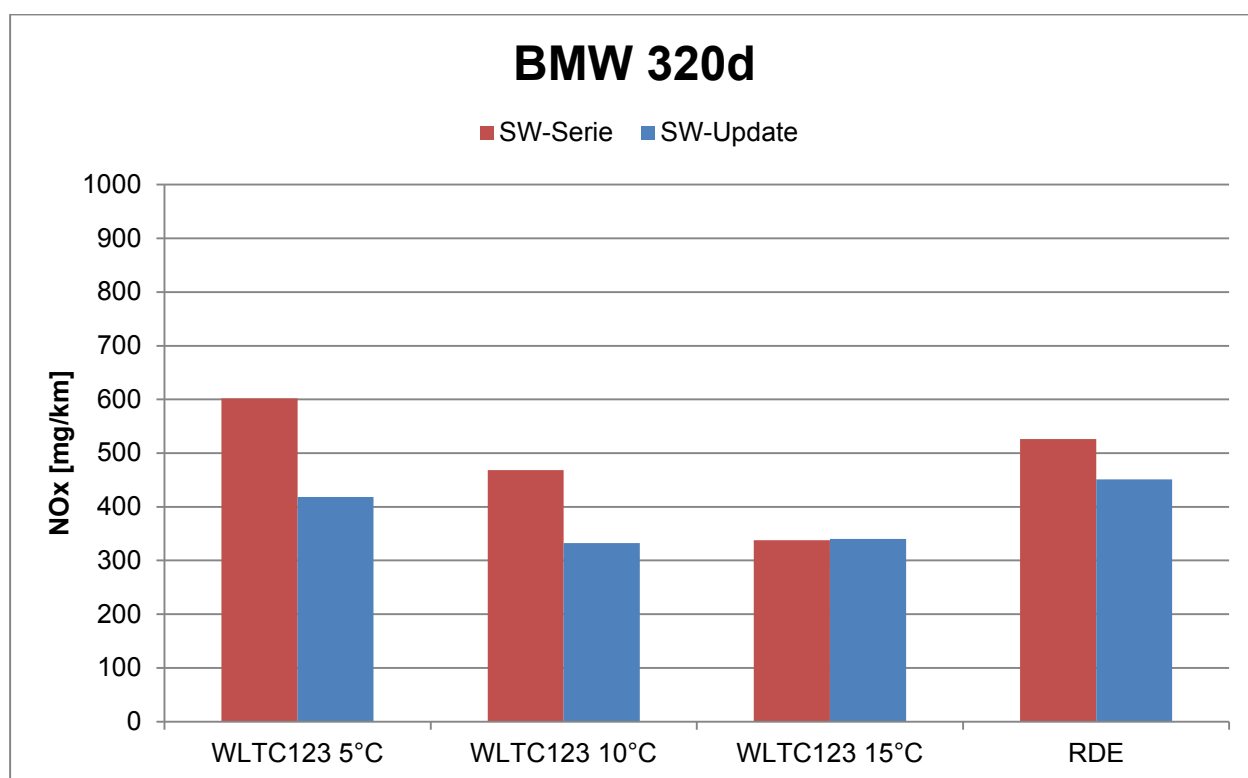


**Abbildung 56: Testfahrzeug
BMW 320d**

Hersteller:		BMW
Handelsbezeichnung:		320d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.995
Motorleistung (kW):		135
Kilometerstand (km):		134.000
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0315*01
Emissionsgenehmigungsnummer:		e24*715/2007*692/2008A*0049*00
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		3K / UY11 / 5A
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 57: Fahrzeugdaten BMW 320d

	BMW 320d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	602	419	183	31
WLTC123 10 °C	468	333	136	29
WLTC123 15 °C	338	340	-2	-1
RDE-Messung	526	451	75	14

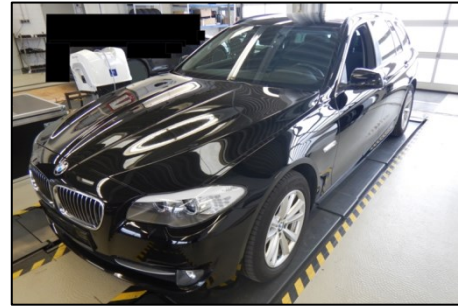
Tabelle 58: NO_x-Reduzierung BMW 320dAbbildung 57: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung BMW 320d

c. BMW 520d (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x -Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 19 °C mit Seriensoftware und 26 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91716 dargestellt.

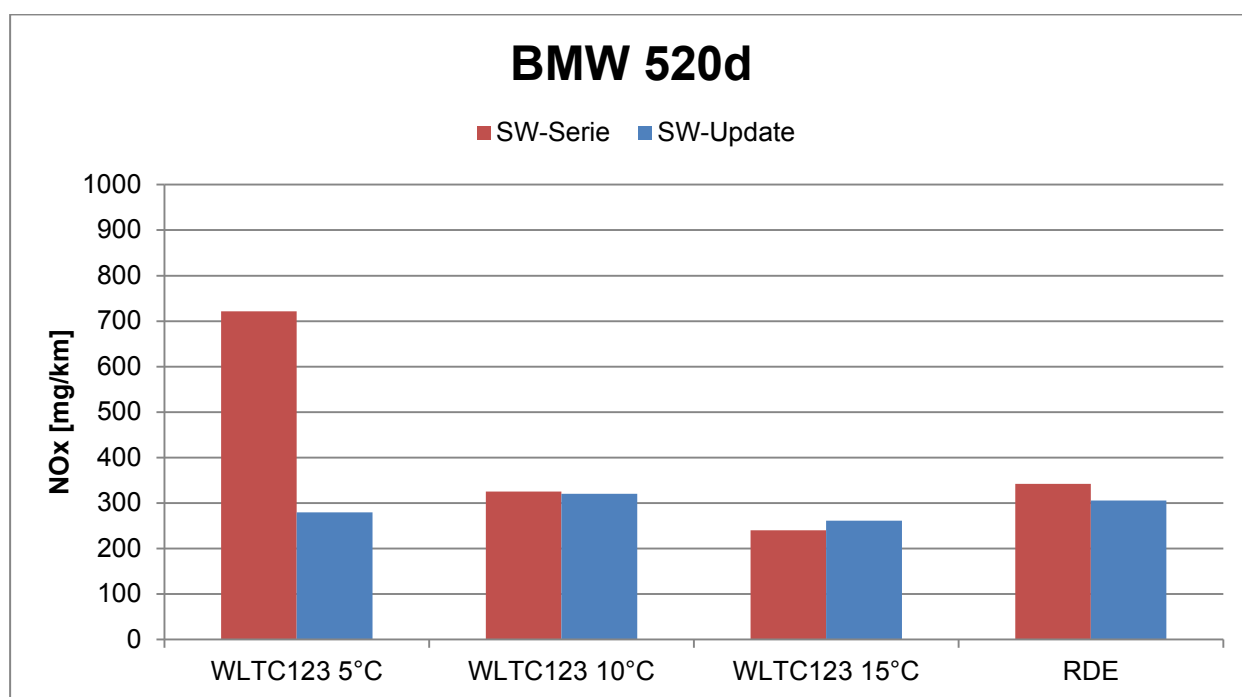


**Abbildung 58: Testfahrzeug
BMW 520d**

Hersteller:		BMW
Handelsbezeichnung:		520d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm^3):		1.995
Motorleistung (kW):		135
Kilometerstand (km):		133.114
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0455*08
Emissionsgenehmigungsnummer:		e24*715/2007*459/2012J
Abgasnorm:		EU5b
Typ/Variante/Version:		5K / MX11 / 5A100
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 59: Fahrzeugdaten BMW 520d

	BMW 520d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	722	280	442	61
WLTC123 10 °C	326	320	6	2
WLTC123 15 °C	241	261	-21	-9
RDE-Messung	342	306	37	11

Tabelle 60: NO_x-Reduzierung BMW 520dAbbildung 59: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung BMW 520d

d. Fiat 500X 2.0 MultiJet (Euro 6)

Bei diesem Fahrzeug wurden durch das KBA Vergleichsmessungen mit Serien- sowie Update-Software durchgeführt. Die Zuständigkeit für den Rückruf liegt jedoch nicht beim KBA, sondern bei der italienischen Typgenehmigungsbehörde.

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 11,2 °C mit Seriensoftware und 13,3 °C mit Updatesoftware durchgeführt. Die RDE mit Serien-SW wurde mit dem Fahrzeug A gefahren. Der Updatedatenstand mit Fahrzeug B (siehe Tabelle).

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen sowie der Arbeitsbereich des NSK erweitert.

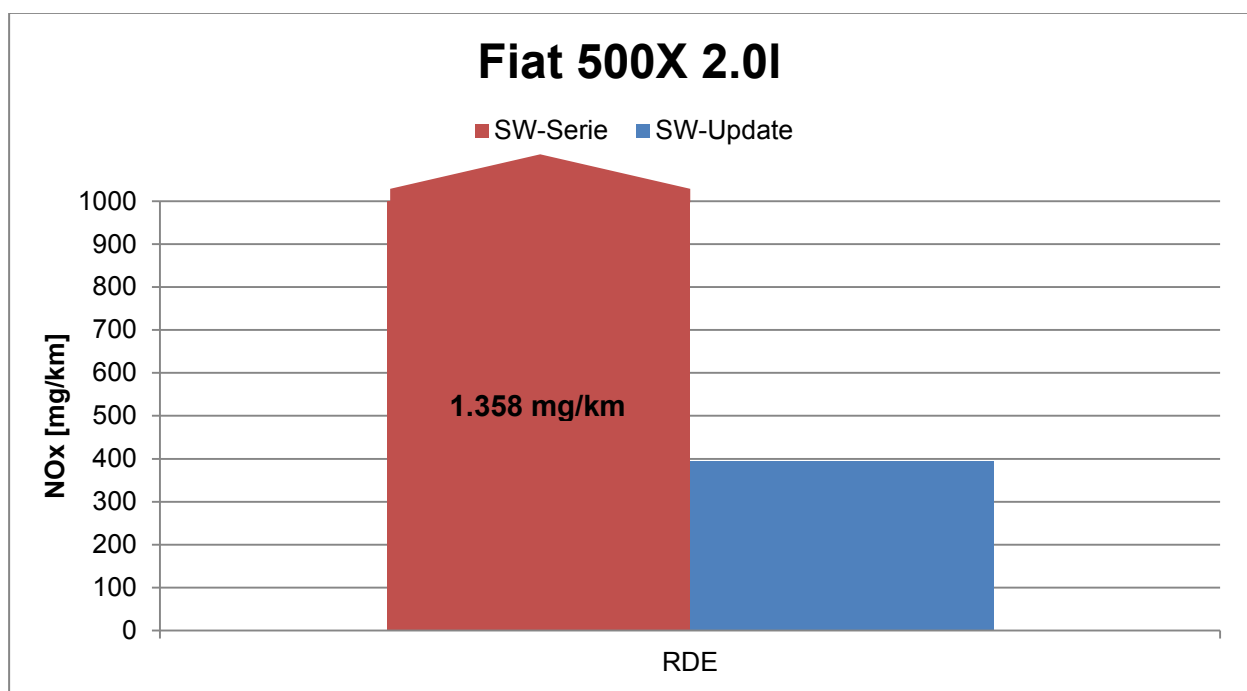


**Abbildung 60: Testfahrzeug
Fiat 500X 2.0 MultiJet**

Hersteller:		Fiat
Handelsbezeichnung:		500X 2.0 MultiJet
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.956
Motorleistung (kW):		103
Kilometerstand (km):		Fzg. A: 16.994 Fzg. B: 0
Genehmigungsnummer:		Fzg. A: e3*2007/46*0318*00 Fzg. B: e3*2007/46*0318*02
Emissionsgenehmigungsnummer:		e3*715/2007*136/2014W*0443*00
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		Fzg. A: 334 / AXB22 / 01A Fzg. B: 334 / AXB22 / 01E
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	x
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 61: Fahrzeugdaten Fiat 500X 2.0 MultiJet

	Fiat 500X 2.0 MultiJet			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie (Fzg. A)	Software Update (Fzg. B)	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	1.358	394	964	71

Tabelle 62: NO_x-Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJetAbbildung 61: Säulendiagramm NO_x- Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet

e. Mazda 6 2.2i SkyActive (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 2 °C mit Seriensoftware und 4 °C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen und bei erhöhten Motordrehzahlen erweitert.

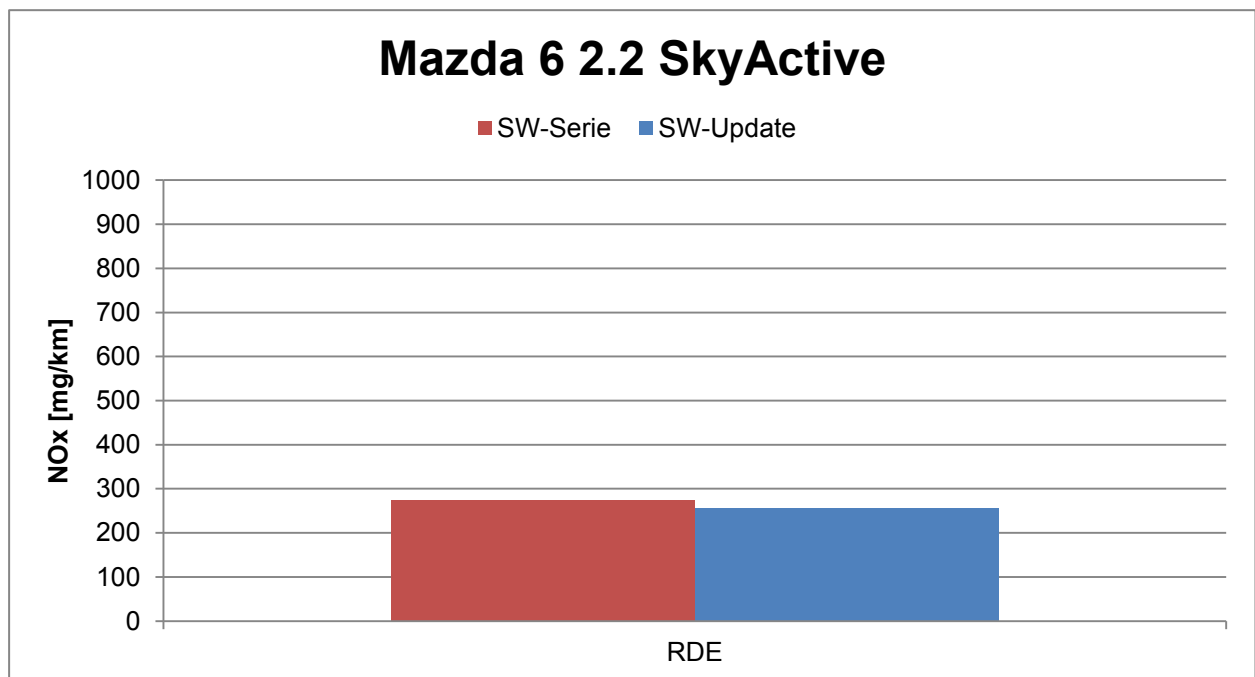


**Abbildung 62: Testfahrzeug
Mazda 6 2.2i SkyActive**

Hersteller:		Mazda
Handelsbezeichnung:		6 2.2 SkyActive
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.191
Motorleistung (kW):		129
Kilometerstand (km):		19.865
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0448*22
Emissionsgenehmigungsnummer:		e11*715/2007*136/3025W
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		GH / 692 / 87WO
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 63: Fahrzeugdaten Mazda 6 2.2i SkyActive

	Mazda 6 2.2l SkyActive			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	275	257	18	7

Tabelle 64: NO_x-Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActiveAbbildung 63: Säulendiagramm NO_x- Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive

f. Mercedes A/B/GLA OM607 (Euro 5)

Die nachstehende Tabelle 66 stellen die Prüfergebnisse der OM607 A/B/GLA-Klasse dar. Die Fahrzeuge verfügen neben der ND- und HD-AGR über einen NSK. Durch Anpassung der Betriebsstrategie von ND- und HD-AGR konnte eine Reduzierung der NO_x-Emissionen realisiert werden.



**Abbildung 64: Testfahrzeug
Mercedes GLA 180 d**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	Mercedes	Mercedes	Mercedes
Handels- bezeichnung	A 180 d	GLA 180 d	B 160 d
Typgenehmigung	e1*2001/116*0470*16	e1*2001/116*0470*16	e1*2001/116*0470*16
Typ / Variante / Version	245 G	245 G	245 G
Laufleistung [km]	7.537	41.509	35.976
Abgasnorm	Euro 6	Euro 6	Euro 6
Hubraum [ccm]	1.461	1.461	1.461
Motorleistung [kW]	80	80	66

Tabelle 65: Fahrzeugdaten Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse

Für die Verifizierung der OM607 A/B/GLA-Klasse wurden die Messungen nach dem NEFZ-Fahrprofil absolviert. Um das Verbesserungspotential bei niedrigen Tempera-

turen aufzuzeigen wurde die Temperatur der Prüfkammer stufenweise herabgesenkt. Die Messergebnisse können der Tabelle 66 entnommen werden.

Fahr- zeug	Zyklus	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ kalt	35	34	1	3
2		56	57	-1	-2
3		79	46	33	42
1	NEFZ warm	158	89	69	44
2		176	160	16	9
3		223	129	94	42
1	NEFZ back	83	35	48	58
2		108	108	0	0
3		99	60	39	39
1	NEFZ +10 %	97	88	9	9
2		147	148	-1	-1
3		149	106	43	29
1	NEFZ 15 °C	112	119	-7	-6
2		200	177	23	12
3		169	140	29	17
1	NEFZ 10 °C	148	80	68	46
2		311	186	125	40
3		206	151	55	27
1	NEFZ 5 °C	379	85	294	78
2		411	105	306	74
3		412	124	288	70

Tabelle 66: Übersicht Prüfungen NO_x-Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse

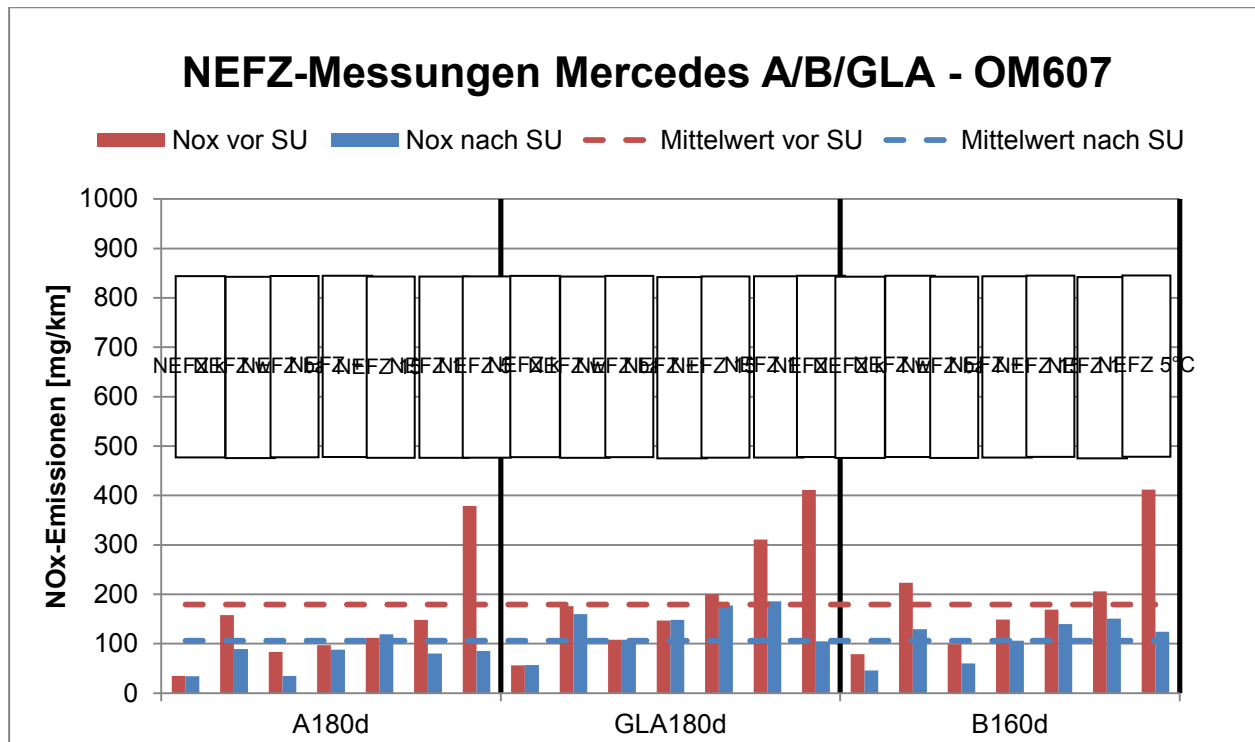


Abbildung 65: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse

g. Mercedes B 180 CDI (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 15 °C mit Seriensoftware und 18 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91732 dargestellt.

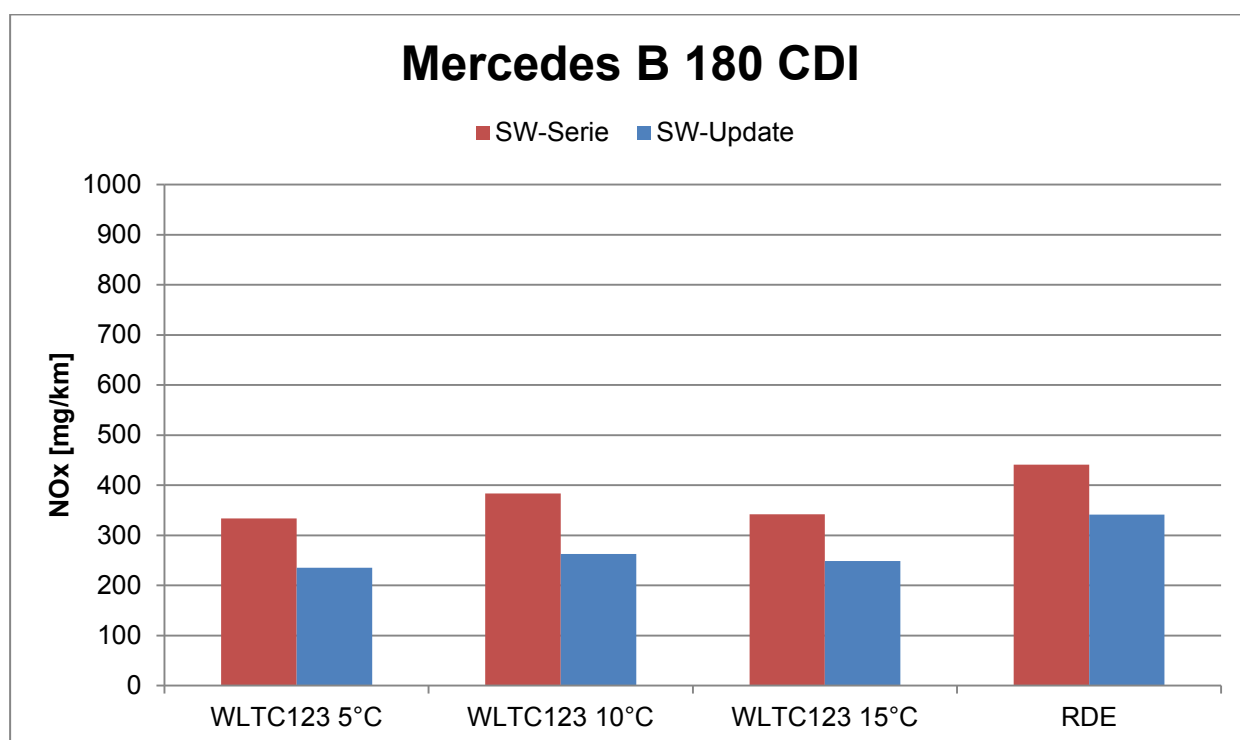


**Abbildung 66: Testfahrzeug
Mercedes B 180 CDI**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		B 180 CDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.796
Motorleistung (kW):		80
Kilometerstand (km):		64.939
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0751*01
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*566/2011J*0608*01
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		246 / M2017M2 / UZAAA500
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 67: Fahrzeugdaten Mercedes B 180 CDI

	Mercedes B 180 CDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	334	235	99	30
WLTC123 10 °C	384	263	121	32
WLTC123 15 °C	342	249	93	27
RDE-Messung	441	341	100	23

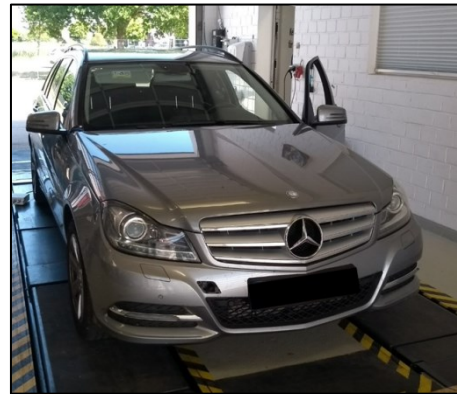
Tabelle 68: NO_x-Reduzierung Mercedes B 180 CDIAbbildung 67: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes B 180 CDI

h. Mercedes C 220 CDI (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 19 °C mit Seriensoftware und 24 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91707 dargestellt.

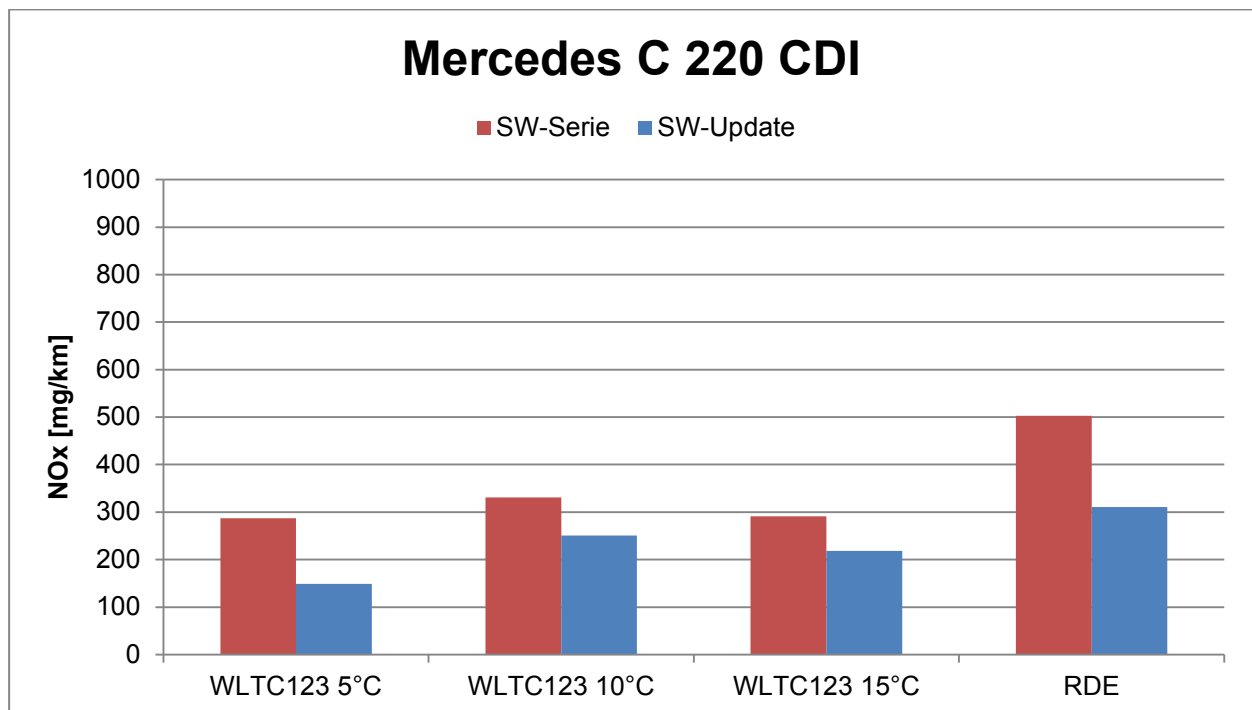


**Abbildung 68: Testfahrzeug
Mercedes C 220 CDI**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		C 220 CDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.143
Motorleistung (kW):		125
Kilometerstand (km):		150.769
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0457*24
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*1995/2013J*0777*03
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		204K / H2S2M0 / NZAAA500
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 69: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 CDI

	Mercedes C 220 CDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	287	149	139	48
WLTC123 10 °C	331	250	80	24
WLTC123 15 °C	291	218	73	25
RDE-Messung	503	311	192	38

Tabelle 70: NO_x-Reduzierung Mercedes C 220 CDIAbbildung 69: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes C 220 CDI

i. Mercedes E 350 CDI (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 7,9 °C mit Seriensoftware und 11,3 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91726 dargestellt.

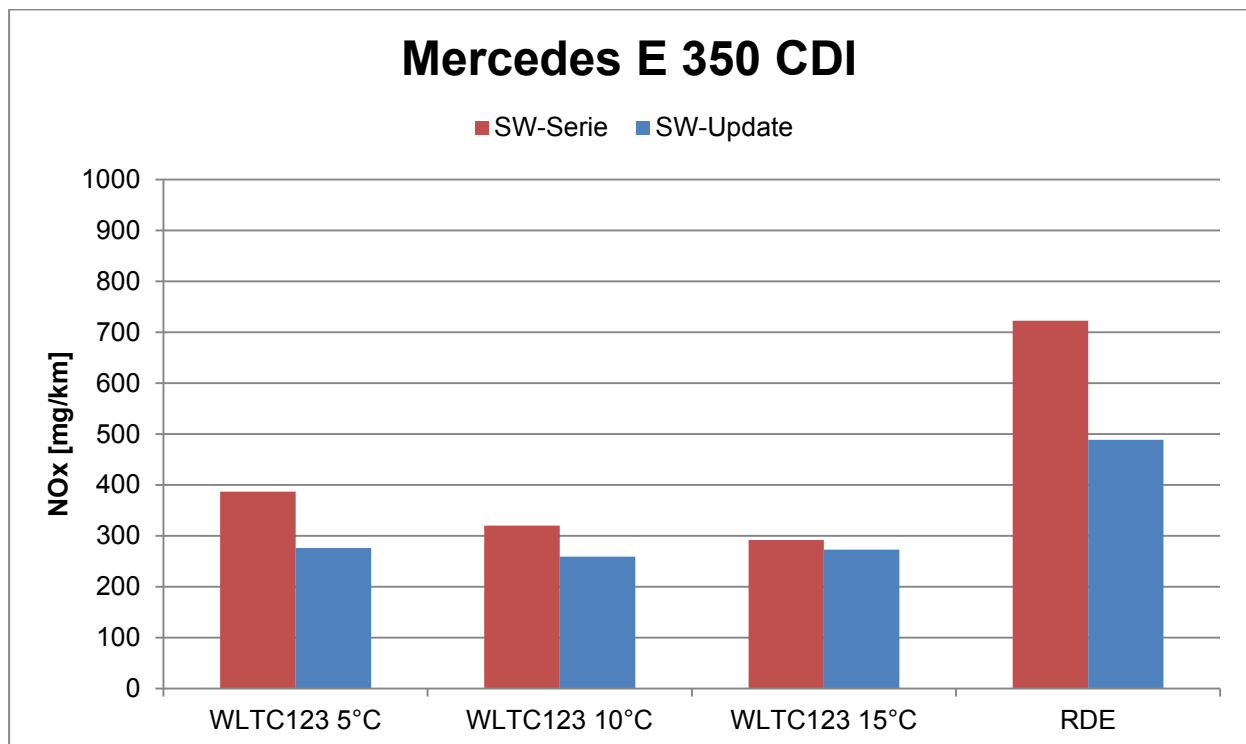


**Abbildung 70: Testfahrzeug
Mercedes E 350 CDI**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		E 350 CDI
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.987
Motorleistung (kW):		170
Kilometerstand (km):		87.229
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0200*03
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*692/2008A*0040*05
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		212K / J225M0 / NZAAA500
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 71: Fahrzeugdaten Mercedes E 350 CDI

	Mercedes E 350 CDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	387	276	111	29
WLTC123 10 °C	320	259	61	19
WLTC123 15 °C	292	273	19	6
RDE-Messung	723	489	234	32

Tabelle 72: NO_x-Reduzierung Mercedes E 350 CDIAbbildung 71: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes E 350 CDI

j. Mercedes GLK 220 CDI 4MATIC (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 19 °C mit Seriensoftware und 24 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91722 dargestellt.

Die Genehmigungsnummern e1*2001/116*0480*11 bis 15 sind Teil eines verpflichtenden Rückrufs.

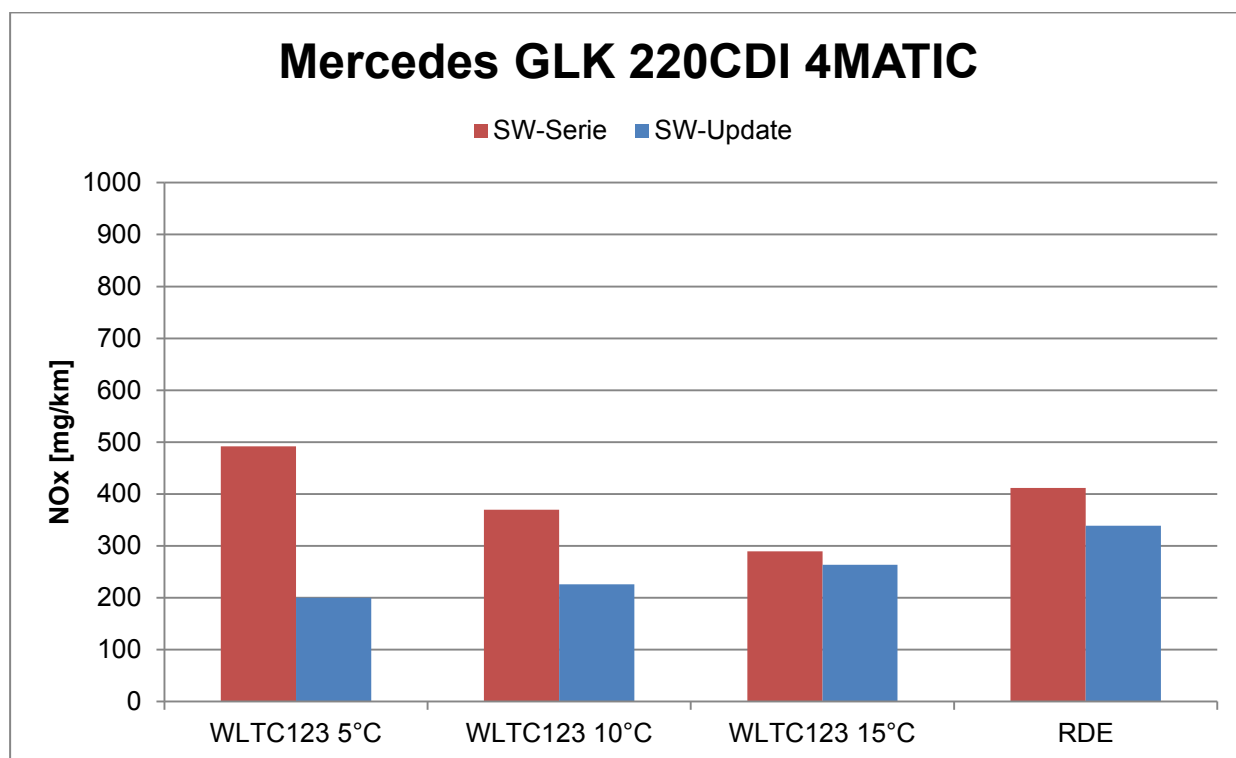


**Abbildung 72: Testfahrzeug
Mercedes GLK 220 CDI 4Matic**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		GLK 220 CDI 4MATIC
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.143
Motorleistung (kW):		125
Kilometerstand (km):		90.225
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0480*13
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*630/2012J0777*01
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		204X / H7S2M1 / NZCEA503
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 73: Fahrzeugdaten Mercedes GLK 220 CDI

	Mercedes GLK 220 CDI 4MATIC			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	492	200	292	59
WLTC123 10 °C	370	226	144	39
WLTC123 15 °C	289	264	26	9
RDE-Messung	412	339	73	18

Tabelle 74: NO_x-Reduzierung Mercedes GLK 220 CDIAbbildung 73: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI

k. Mercedes B 200 d (Euro 6)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 4,8 °C mit Seriensoftware und 3,4 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91746 dargestellt.

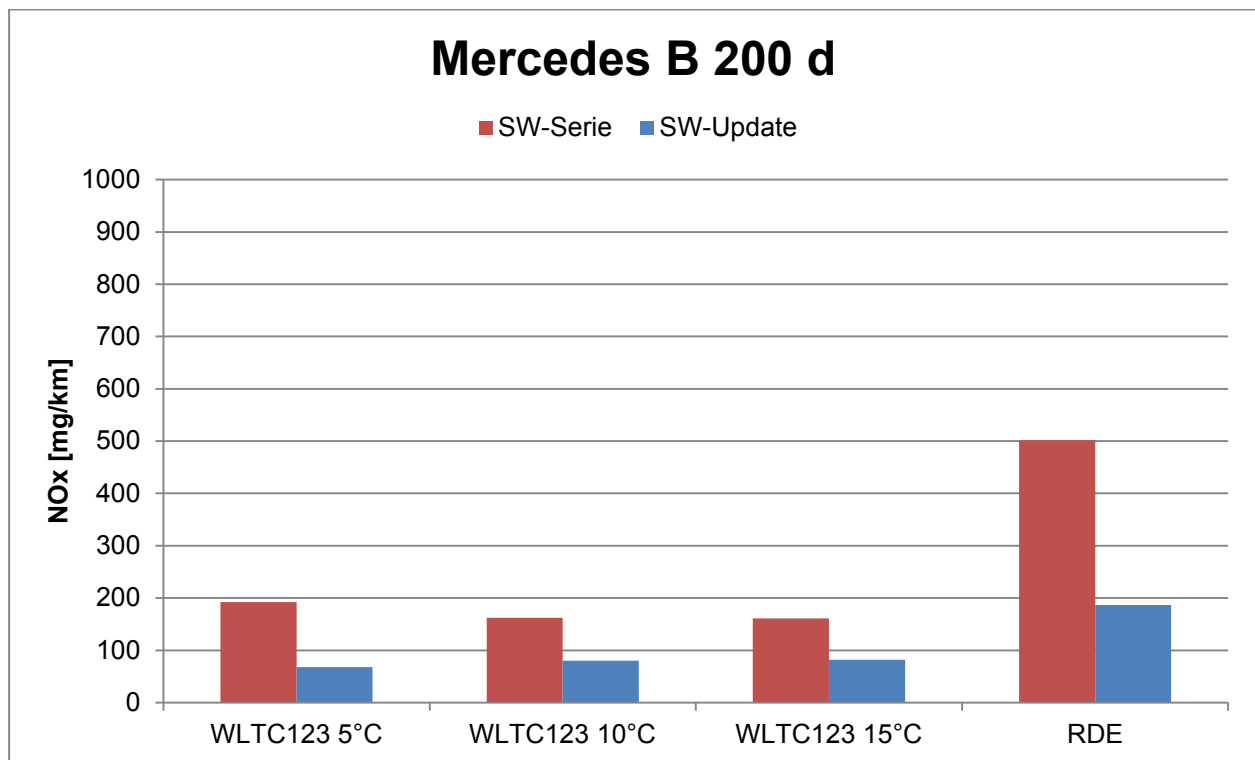


**Abbildung 74: Testfahrzeug
Mercedes B 200 d**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		B 200 d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.143
Motorleistung (kW):		100
Kilometerstand (km):		17.919
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0470*18
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1079*05
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		245G / M2S1P2 / MZBA1502
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 75: Fahrzeugdaten Mercedes B 200 d

	Mercedes B 200 d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	192	68	124	65
WLTC123 10 °C	162	80	82	50
WLTC123 15 °C	161	82	80	49
RDE-Messung	502	186	316	63

Tabelle 76: NO_x-Reduzierung Mercedes B 200 dAbbildung 75: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes B 200 d

I. Mercedes GLE 350 d (Euro 6)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 4,6 °C mit Seriensoftware und 4,5 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91749 dargestellt.

Die Genehmigungsnummern e1*2007/46*0598*17 bis 22 sind Teil eines verpflichtenden Rückrufs.

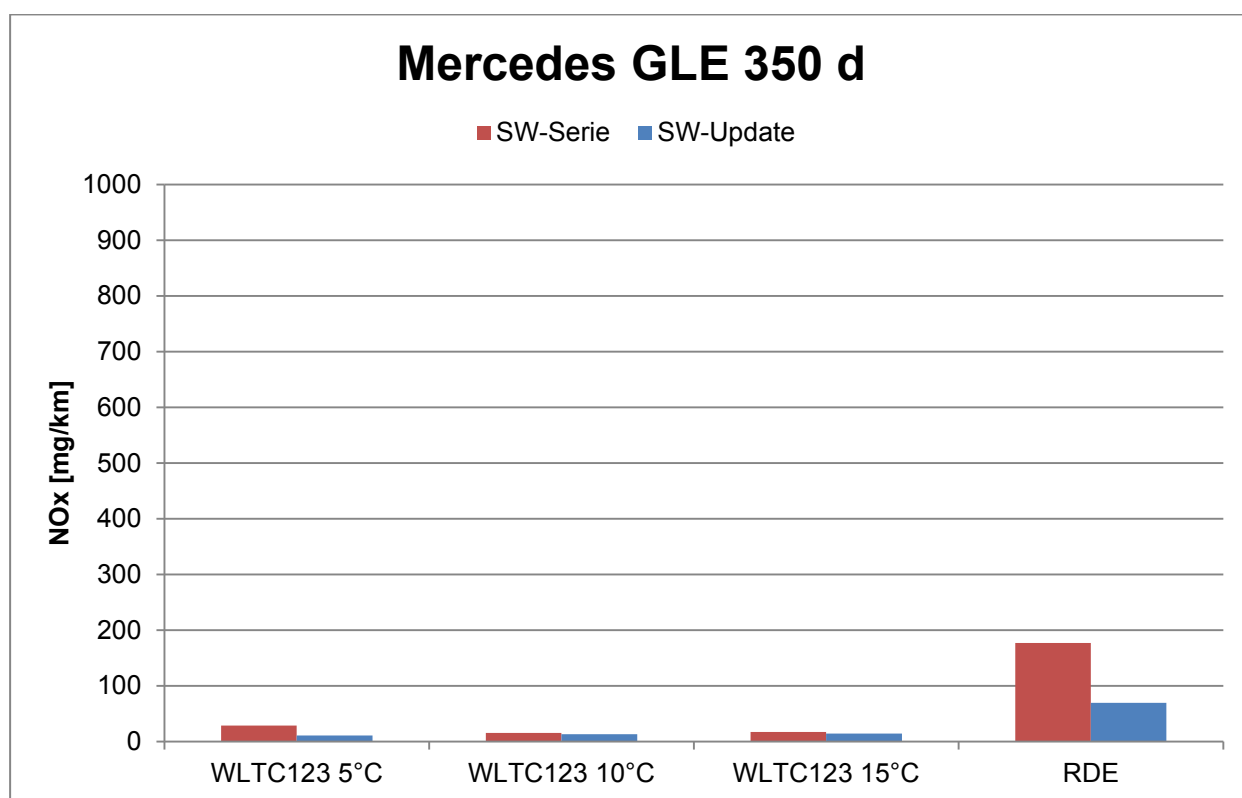


**Abbildung 76: Testfahrzeug
Mercedes GLE 350 d**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		GLE 350 d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.987
Motorleistung (kW):		190
Kilometerstand (km):		11.379
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0598*22
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1186*05
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		166 / A2BFP1 / CZCAA5F4
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 77: Fahrzeugdaten Mercedes GLE 350 d

	Mercedes GLE 350 d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	29	11	17	61
WLTC123 10 °C	16	13	2	16
WLTC123 15 °C	18	15	3	17
RDE-Messung	177	70	108	61

Tabelle 78: NO_x-Reduzierung Mercedes GLE 350 dAbbildung 77: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes GLE 350 d

m. Mercedes C 220 d (Euro 6)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 6 °C mit Seriensoftware und 6 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91743 dargestellt.

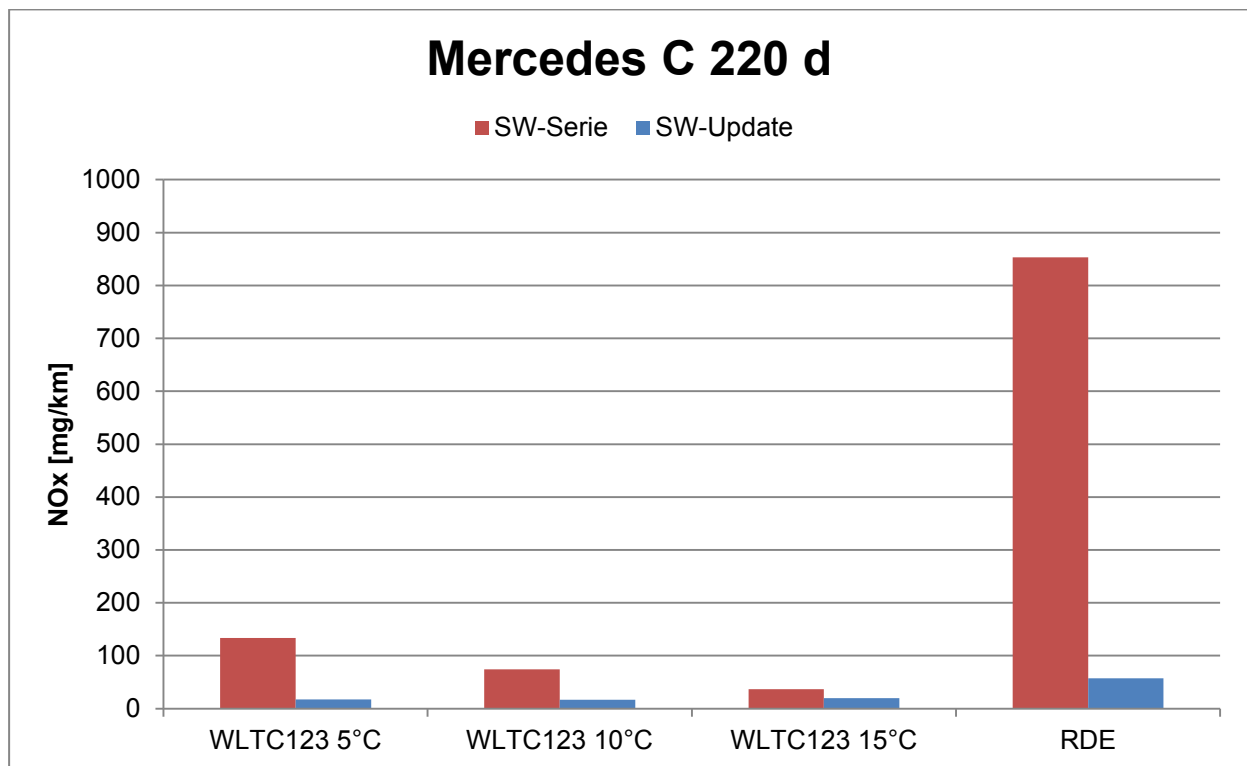


**Abbildung 78: Testfahrzeug
Mercedes C 220 d**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		C 220 d
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.143
Motorleistung (kW):		125
Kilometerstand (km):		16.776
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0457*32
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1177*08
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		204K / R20RP0 / NZAA0521
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 79: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 d

	Mercedes C 220 d			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	133	17	116	87
WLTC123 10 °C	75	17	58	78
WLTC123 15 °C	37	20	17	46
RDE-Messung	853	57	796	93

Tabelle 80: NO_x-Reduzierung Mercedes C 220 dAbbildung 79: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes C 220 d

n. Mercedes GLC 220 d 4MATIC (Euro 6)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 28 °C mit Seriensoftware und 28 °C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91708 dargestellt.

Die Genehmigungsnummern e1*2001/116*0480*16 bis 22 sind Teil eines verpflichtenden Rückrufs.

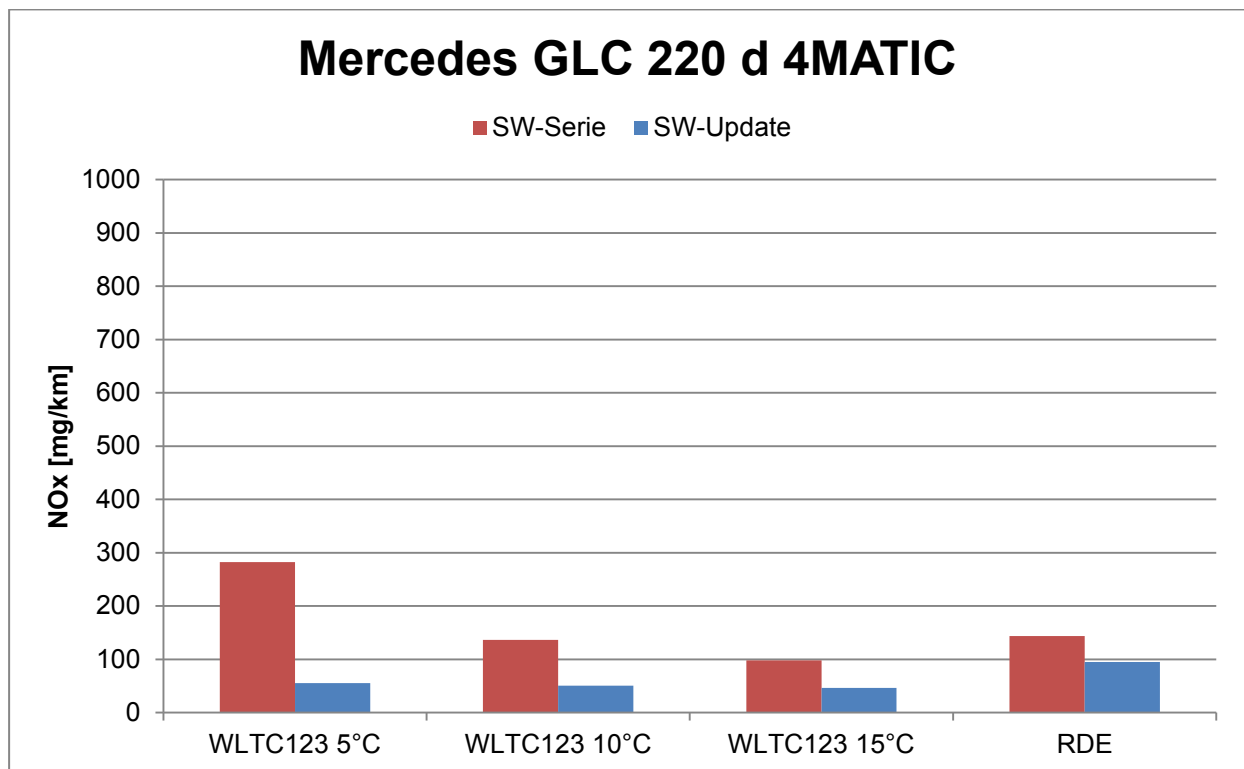


**Abbildung 80: Testfahrzeug
Mercedes GLC 220 d**

Hersteller:		Mercedes
Handelsbezeichnung:		GLC 220 d 4MATIC
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.143
Motorleistung (kW):		125
Kilometerstand (km):		13.482
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0480*21
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1177*10
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		204 X / R70RP1 / CZAA0501
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 81: Fahrzeugdaten Mercedes GLC 220 d

	Mercedes GLC 220 d 4MATIC			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	282	56	227	80
WLTC123 10 °C	137	51	86	63
WLTC123 15 °C	98	47	52	53
RDE-Messung	144	95	49	34

Tabelle 82: NO_x-Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATICAbbildung 81: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC

o. Mitsubishi Outlander 2.2i Di-D (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 10,0°C mit Seriensoftware und 8,7°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen sowie der Arbeitsbereich des NSK erweitert

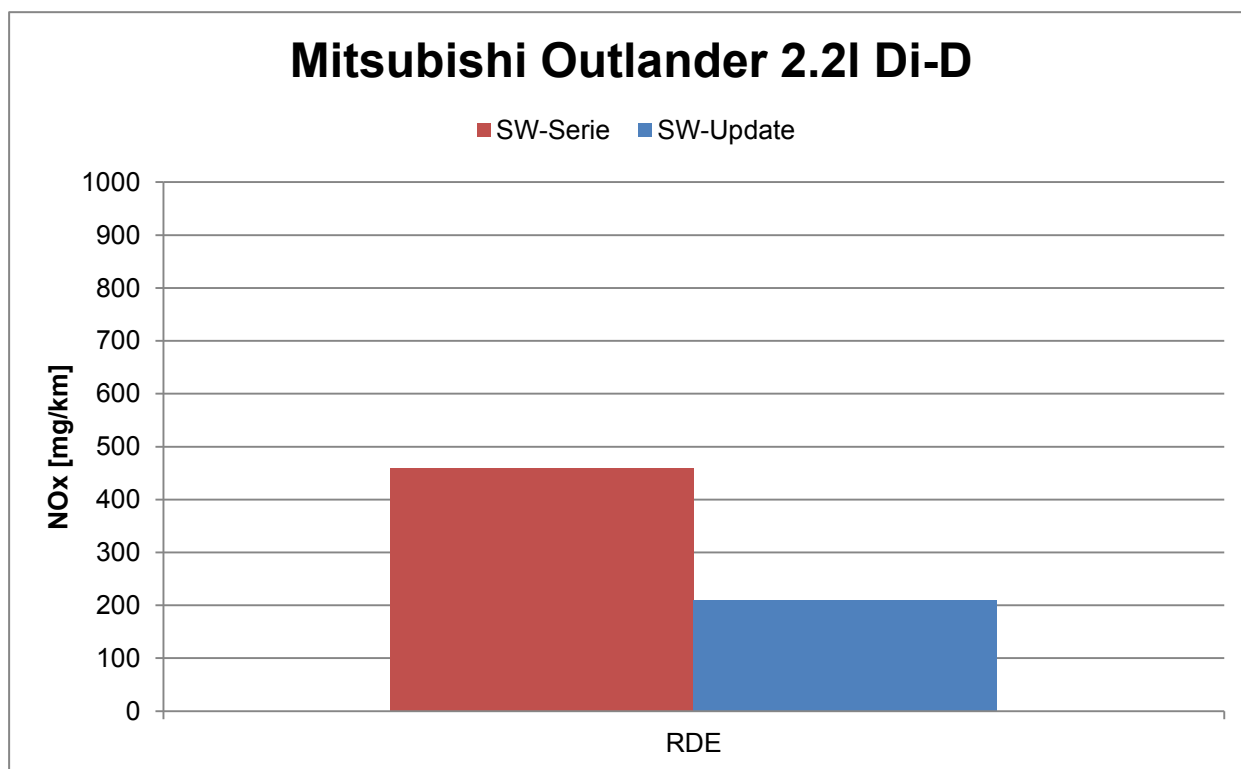


**Abbildung 82: Testfahrzeug
Mitsubishi Outlander 2.2i Di-D**

Hersteller:		Mitsubishi
Handelsbezeichnung:		Outlander 2.2 Di-D
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.268
Motorleistung (kW):		110
Kilometerstand (km):		4.372
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0406*28
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1303
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		CW0 / GF621 / ALCGC6A7AAAA
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	x
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 83: Fahrzeugdaten Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D

	Mitsubishi Outlander 2.2l Di-D			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	459	209	249	54

Tabelle 84: NO_x-Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-DAbbildung 83: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D

p. Opel Corsa 1.3 CDTi (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 13,1°C mit Seriensoftware und 6,7°C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen sowie der Arbeitsbereich des NSK erweitert.

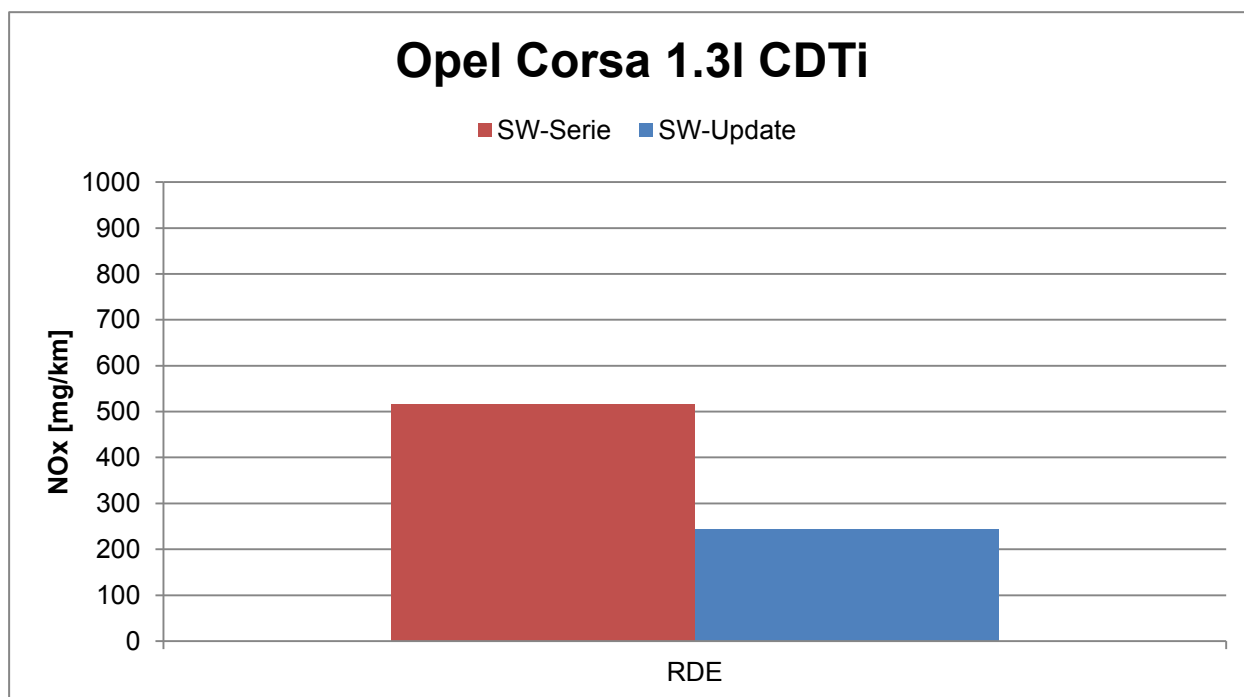


**Abbildung 84: Testfahrzeug
Opel Corsa 1.3i CDTi**

Hersteller:		Opel
Handelsbezeichnung:		Corsa 1.3i CDTi
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.248
Motorleistung (kW):		70
Kilometerstand (km):		19.127
Genehmigungsnummer:		e1*2001/116*0379*36
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1125*05
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		S-D / CACE12 / BX2F5EEHJ5
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	x
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 85: Fahrzeugdaten Opel Corsa 1.3 CDTi

	Opel Corsa 1.3l CDTi			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	515	243	272	53

Tabelle 86: NO_x-Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTiAbbildung 85: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi

q. Opel Insignia 1.6 CDTi (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 22,0 °C mit Seriensoftware und 20,7 °C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen sowie der Arbeitsbereich des NSK erweitert.

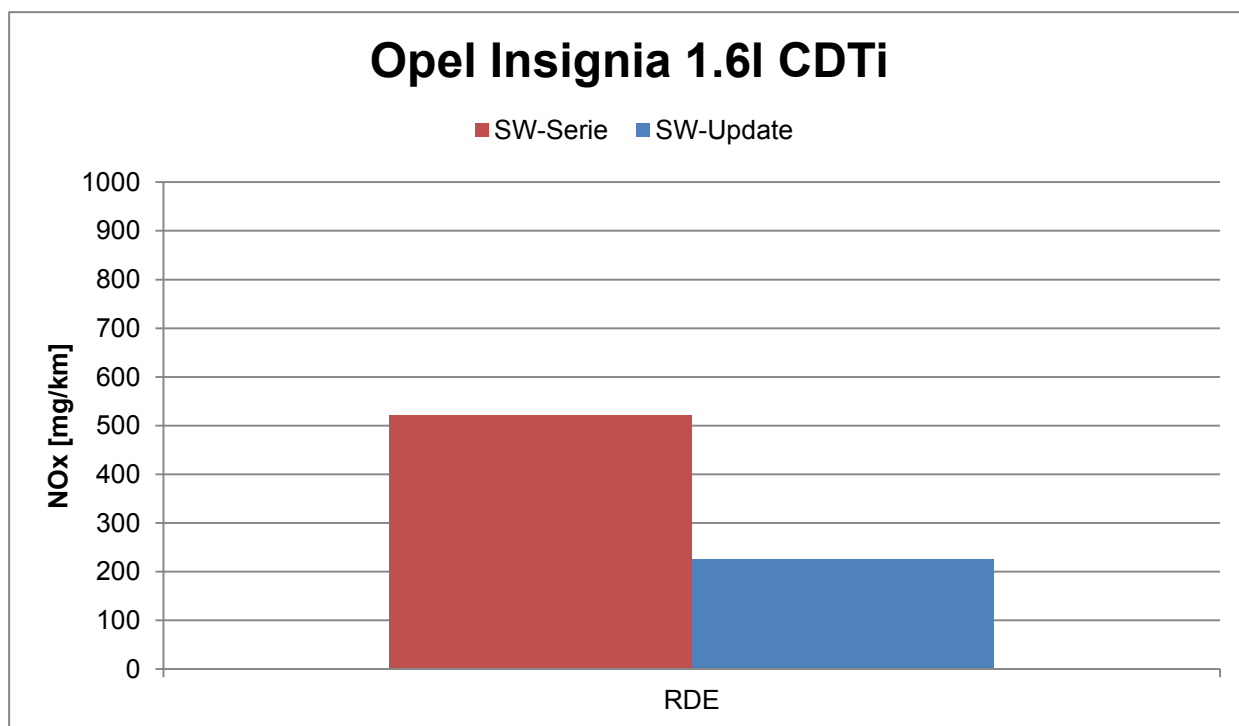


**Abbildung 86: Testfahrzeug
Opel Insignia 1.6 CDTi**

Hersteller:		Opel
Handelsbezeichnung:		Insignia 1.6 CDTi
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.598
Motorleistung (kW):		100
Kilometerstand (km):		30.217
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0374*18
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014W*1228*01
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		0G-A / DAEGA12 / BA1N4AJ8J5
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	x
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 87: Fahrzeugdaten Opel Insignia 1.6 CDTi

	Opel Insignia 1.6 CDTi			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	521	225	297	57

Tabelle 88: NO_x-Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTiAbbildung 87: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi

r. Subaru Outback 2.0 D (Euro 6)

Die RDE-Prüfungen wurden bei Umgebungstemperaturen von 4,7 °C mit Seriensoftware und 6,3 °C mit Updatesoftware durchgeführt.

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

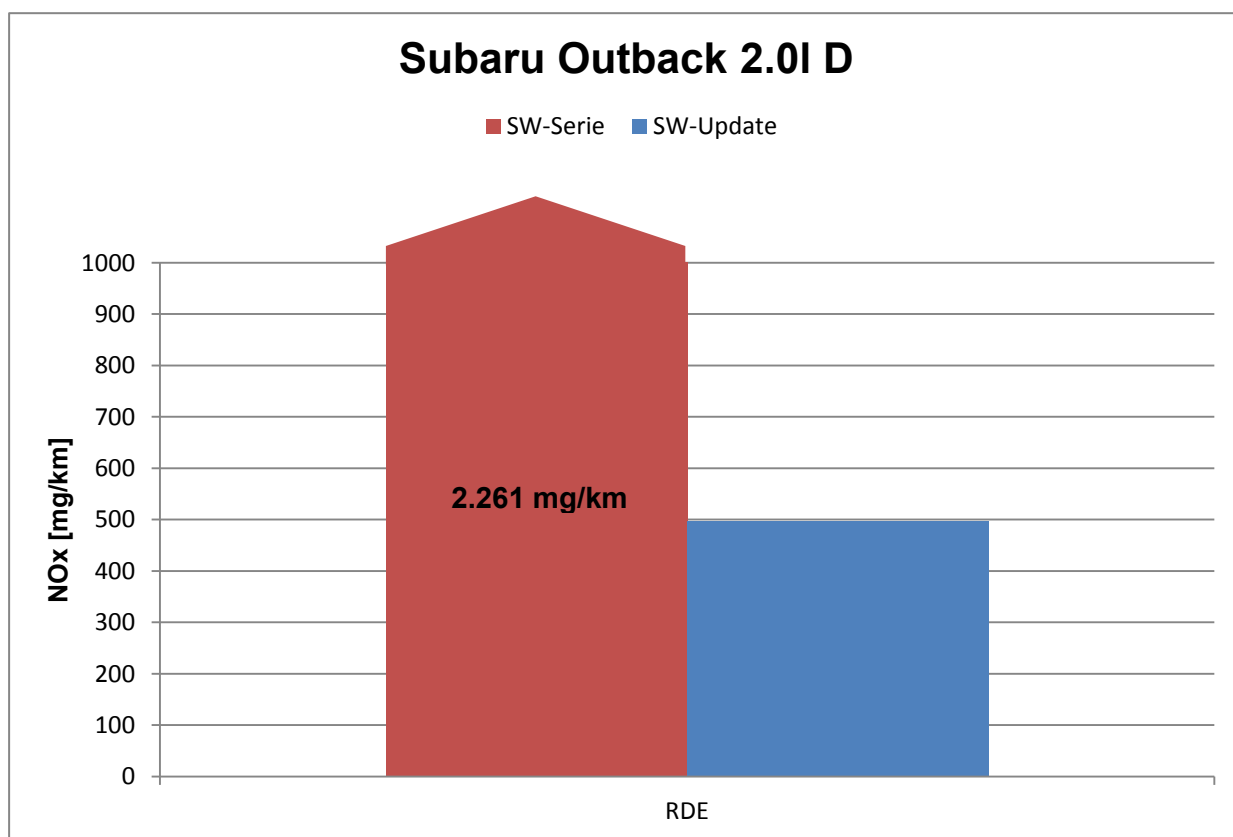


**Abbildung 88: Testfahrzeug
Subaru Outback 2.0l**

Hersteller:		Subaru
Handelsbezeichnung:		Outback 2.0 D
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.998
Motorleistung (kW):		110
Kilometerstand (km):		98.375
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*1320*00
Emissionsgenehmigungsnummer:		e13*715/2007*136/2014W*6604
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		B6 / BSD / C8L
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	

Tabelle 89: Fahrzeugdaten Subaru Outback 2.0 D

	Subaru Outback 2.0 D			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
RDE-Messung	2.261	498	1.763	78

Tabelle 90: NO_x-Reduzierung Subaru Outback 2.0 DAbbildung 89: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung Subaru Outback 2.0 D

s. VW Crafter/Amarok 2.0I TDI (Euro 5)

Die nachstehende Tabelle 92 stellen die Prüfergebnisse des 2.0I VW Crafter/Amarok dar. Die Fahrzeuge verfügen ausschließlich über HD-AGR.



**Abbildung 90: Testfahrzeug
VW Amarok 2.0I TDI**

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	VW	VW	VW
Handels- bezeichnung	Amarok 2.0I TDI	Amarok 2.0I TDI	Crafter 2.0I TDI
Typgenehmigung	e1*2007/46*356*11	e1*2007/46*0750*08	e1*2007/46*0514*10
Typ / Variante / Version	2H /	2H /	2EKE2 /
Laufleistung [km]	8.107	12.397	3.802
Abgasnorm	Euro 5	Euro 5	Euro 5
Hubraum [ccm]	1.968	1.968	1.968
Motorleistung [kW]	132	103	100

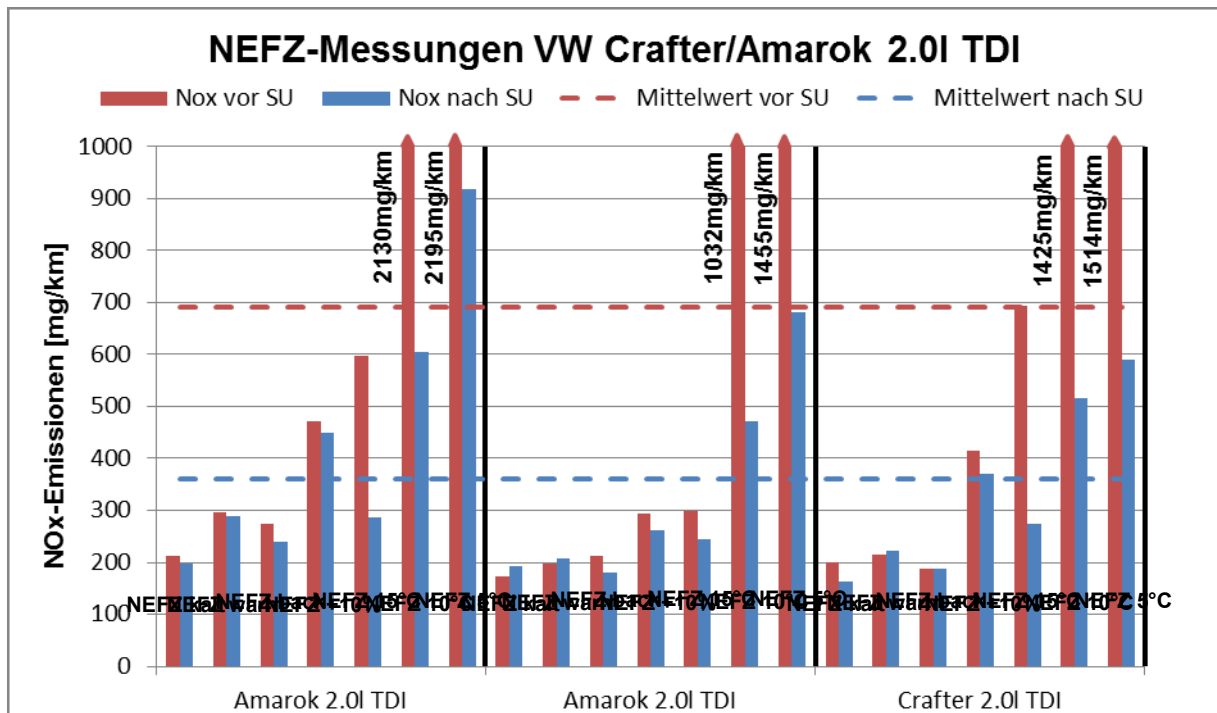
Tabelle 91: Fahrzeugdaten VW Crafter/Amarok 2.0I TDI

Für die Verifizierung des VW Crafter/Amarok 2.0I TDI wurden die Messungen nach dem NEFZ-Fahrprofil absolviert. Um das Verbesserungspotential bei niedrigen

Temperaturen aufzuzeigen wurde die Temperatur der Prüfkammer stufenweise herabgesenkt. Die Messergebnisse können der Tabelle 92 entnommen werden.

Fahr- zeug	Zyklus	NO _x SSW [mg/km]	NO _x USW [mg/km]	Reduzierung absolut [mg/km]	Reduzierung Relativ [%]
1	NEFZ kalt	212	198	14	7
2		174	192	-18	-10
3		201	164	37	18
1	NEFZ warm	297	289	8	3
2		197	208	-11	-6
3		214	222	-8	-4
1	NEFZ back	273	240	33	12
2		212	180	32	15
3		189	187	2	1
1	NEFZ +10 %	471	449	22	5
2		293	262	31	11
3		415	371	44	11
1	NEFZ 15 °C	598	286	312	52
2		298	244	54	18
3		693	275	418	60
1	NEFZ 10 °C	2130	604	1526	72
2		1032	472	560	54
3		1425	515	910	64
1	NEFZ 5 °C	2195	919	1276	58
2		1455	682	773	53
3		1514	589	925	61

Tabelle 92: Übersicht Prüfungen VW Crafter/Amarok 2.0I TDI NO_x-Reduzierung

Abbildung 91: Säulendiagramm VW Crafter/Amarok 2.0l TDI NO_x-Reduzierung

t. VW T6 2.0 TDI (Euro 6)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird die NO_x-Konvertierungsrate des SCR erhöht. Infolgedessen wird die HWL-Dosiermenge angehoben. Die Interaktion zwischen der optimierten AGR- und SCR-Strategie führt zur Verbesserung der Abgasnachbehandlung.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von -1,4°C mit Seriensoftware und 8,5°C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91775 dargestellt.

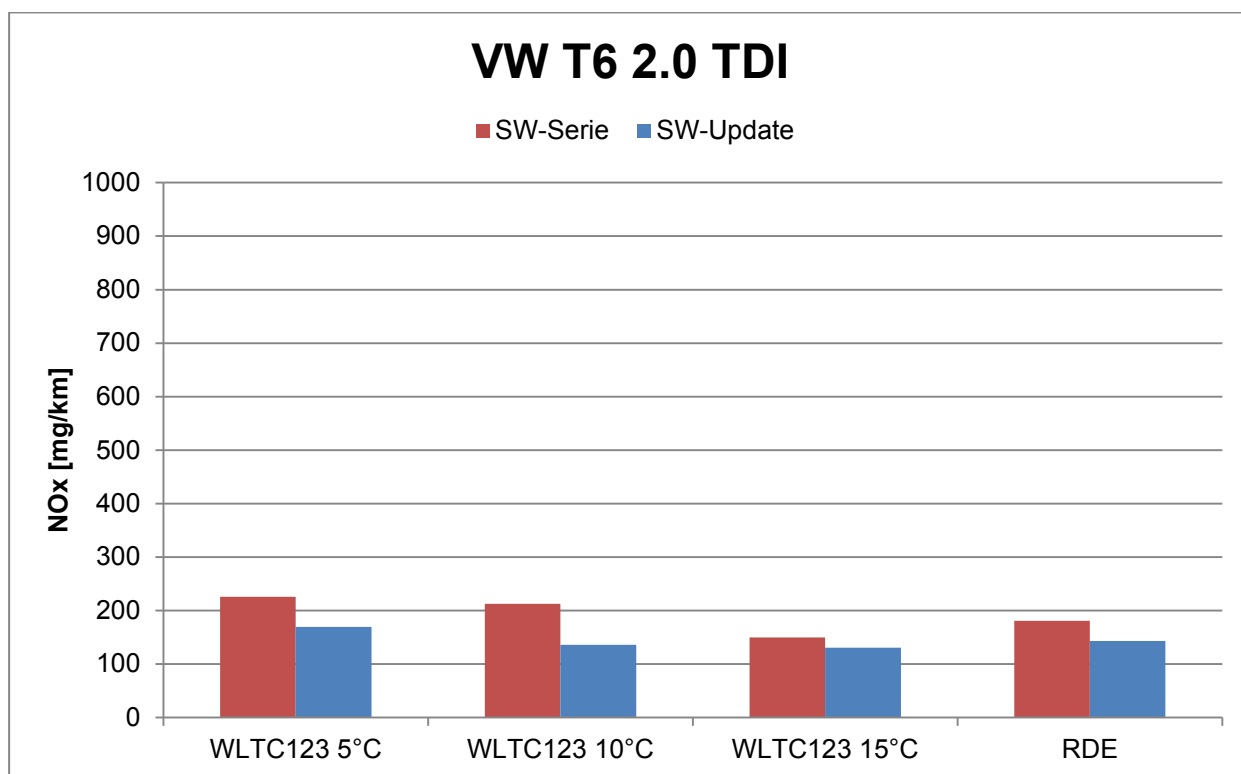


**Abbildung 92: Testfahrzeug
VW T6 2.0l TDI**

Hersteller:		VW
Handelsbezeichnung:		T6 2.0 TDI Kasten
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		1.968
Motorleistung (kW):		75
Kilometerstand (km):		32.048
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0130*21
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*136/2014Y*1307*01
Abgasnorm:		EU6
Typ/Variante/Version:		7J0 / GCXGB280X0 / LNF52Z1116NVR217MMG3SL6323
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	x

Tabelle 93: Fahrzeugdaten VW T6 2.0 TDI

	VW T6 2.0 TDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	226	170	56	25
WLTC123 10 °C	213	136	77	36
WLTC123 15 °C	150	131	19	13
RDE im KBA	181	144	37	21

Tabelle 94: NO_x-Reduzierung VW T6 2.0 TDIAbbildung 93: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung VW T6 2.0 TDI

u. VW Touareg 3.0I TDI (Euro 5)

Zur Optimierung der NO_x-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.

Die RDE-Prüfungen fanden bei Umgebungstemperaturen von 4,3°C mit Seriensoftware und 7,6°C mit Updatesoftware statt.

Im Folgenden sind das Prüffahrzeug sowie die Ergebnisse zur Erlangung der ABE Nr. 91761 dargestellt.

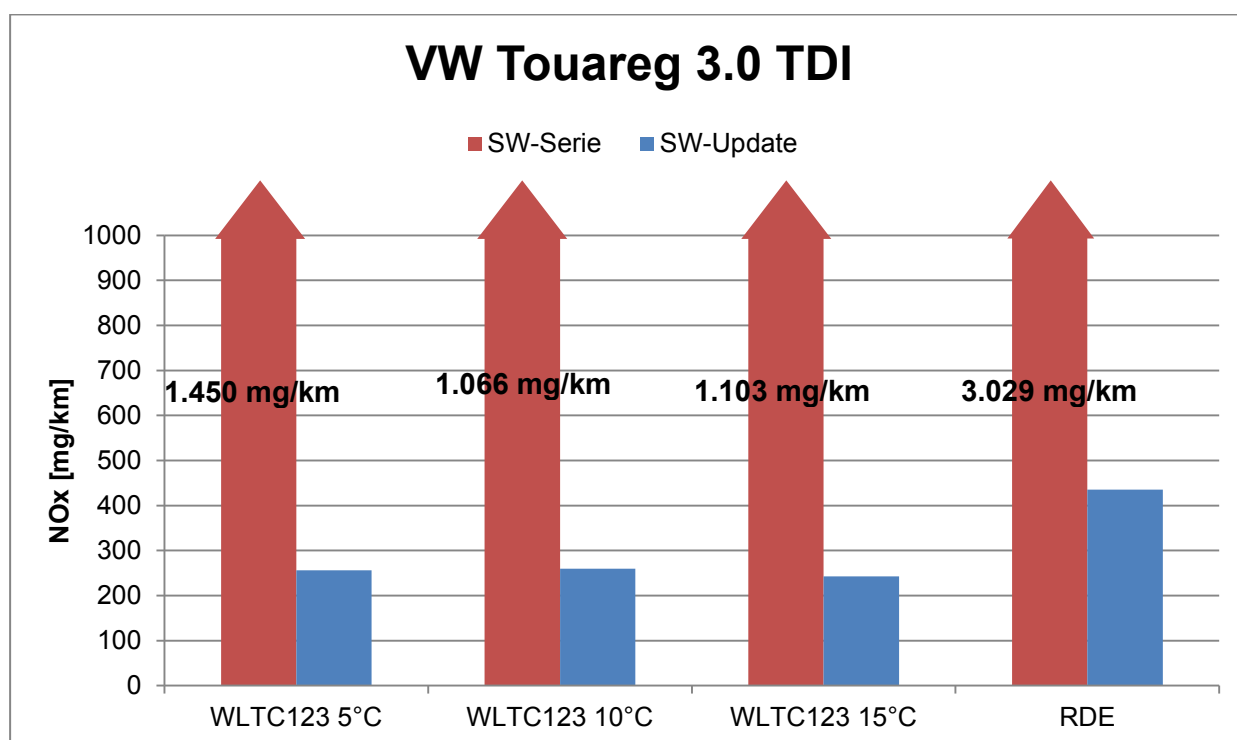


**Abbildung 94: Testfahrzeug
VW Touareg 3.0 TDI**

Hersteller:		Volkswagen
Handelsbezeichnung:		Touareg 3.0 V6 TDI BM Technology
Fahrzeugkategorie:		M1
Hubraum (cm³):		2.967
Motorleistung (kW):		180
Kilometerstand (km):		88.190
Genehmigungsnummer:		e1*2007/46*0376*09
Emissionsgenehmigungsnummer:		e1*715/2007*630/2012J*0798*00
Abgasnorm:		EU5
Typ/Variante/Version:		7P / ACCRCAX1 / AA8AA8C8022NVR67MJ0
vorhandene Abgasnachbehandlungs- systeme	Oxi-Kat	x
	AGR	x
	NSK	-
	Partikelfilter	x
	SCR-Kat	-

Tabelle 95: Fahrzeugdaten VW Touareg 3.0 TDI

	VW Touareg 3.0 TDI			
	NO _x [mg/km]		Reduzierung	
	Software Serie	Software Update	Absolut [mg/km]	Relativ [%]
WLTC123 5 °C	1.450	256	1.194	82
WLTC123 10 °C	1.066	260	806	76
WLTC123 15 °C	1.103	243	860	78
RDE im KBA	3.029	435	2.594	86

Tabelle 96: NO_x-Reduzierung VW Touareg 3.0 TDIAbbildung 95: Säulendiagramm NO_x-Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI

III. Auswertung und Analyse

1. Allgemeine Auswertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der an den Fahrzeugen durchgeführten Messungen vorgestellt. Hierbei wird aufgrund der Vielzahl der durchgeführten Messungen nicht jede Einzelmessung ausgewertet. Anhand ausgewählter Fahrzeugmodelle wird das aufgetretene Verhalten in Hinblick auf die NO_x-Reduzierung durch die Software-Updates dargestellt.

a. Mögliche Korrekturen der AGR

Anhand von zusätzlichen Beispielen sollen die jeweiligen AGR-Korrekturen anschaulich beschrieben werden. Grundsätzlich gibt es ein AGR Basiskennfeld, das abhängig von Drehzahl und Last die AGR-Rate festlegt. Hinzu kommen Korrekturfaktoren/-kennlinien, die in der Regel die AGR-Rate reduzieren.

Bezugnehmend auf die umgebungsluftabhängige Korrektur der AGR können aufgrund des absolvierten Messprogramms, vor allem die im Rahmen der freiwilligen Servicemaßnahme geprüften Fahrzeuge betrachtet werden. Die dort absolvierten WLTC123-Messungen zeigen den Einfluss der Umgebungslufttemperatur (15 °C, 10 °C, 5 °C) in einem für den Stadt- und Landverkehr repräsentativen Zyklus auf. Die Aufweitung des unkorrigierten Bereichs stellt sich bei den verschiedenen Motorkonzepten unter Berücksichtigung des vorhandenen Potentials unterschiedlich dar.

Ein Beispiel für eine besonders starke Verringerung der NO_x-Emissionen ist der Audi A6 3.0l EU5 mit 180 kW. In den WLTC123- und RDE-Messungen hat sich der Ausstoß von NO_x um durchgehend mehr als 75 % verringert, was in absoluten Zahlen bis zu 1240 mg/km NO_x-Reduzierung während der RDE-Messfahrt bedeutet. Im Rahmen der Softwareanalyse konnte dieses Verhalten bestätigt werden. Der Hersteller konnte diese deutliche Verbesserung aufgrund eines größeren Erfahrungsgewinns erlangen.

Anhand der Messergebnisse des BMW 320d ist zu erkennen, dass bei diesem Fahrzeug kein Reduzierungspotential im Bereich von 15 °C vorherrscht. Ab der

10-°C-WLTC123-Messung ist eine Verbesserung, bezogen auf den ursprünglichen Datenstand, erkennbar, welche sich bei der 5 °C-Messung deutlicher ausprägt.

Bei diesen beiden Fahrzeugbeispielen weichen die RDE-Ergebnisse teils deutlich von den Resultaten der WLTC123-Messungen ab. Hier ist zu beachten, dass im Rahmen einer RDE auch ein Autobahnanteil enthalten ist (höhere Geschwindigkeit, höhere Last). Hingegen sind die WLTC123-Messungen für eine Bewertung der städtischen und ländlichen Emissionen ausgelegt. Vor allem im höherlastigen Autobahnanteil treten motorschutzbedingt neben den AGR-Korrekturen über Umgebungslufttemperatur auch lastabhängige Korrekturen auf. Darüber hinaus liegen auch AGR-Korrekturen bei hohen Motordrehzahlen vor.

b. Abgasnachbehandlung durch NSK / SCR

Neben der NO_x-Reduzierung durch AGR ist die Abgasnachbehandlung durch NSK und SCR maßgeblich für ein gutes Funktionieren der Emissionsminderungssysteme bei EU6 Fahrzeugen verantwortlich. Bei betriebsbereiten Abgasnachbehandlungssystemen kann auch die Rückführrate der AGR angepasst werden und somit die Gesamtemission auf niedrigem Stand gehalten werden.

Die Anordnung der SCR-Katalysatoren kann je nach vorhandenem Bauraum und Alter des Fahrzeugkonzeptes variieren. Beim Audi A6 EU6 240 kW ist der SCR-Katalysator relativ motornah angebracht, dies führt zu einer schnelleren Aktivierung der katalytischen Reaktion aufgrund schnellerer Aufheizung. Das durchgeführte Update beinhaltet bei diesem Fahrzeug Anpassungen beim Wechsel der Betriebsarten sowie eine schnellere Betriebsbereitschaft des SCR-Katalysators. Darüber hinaus ist auch die Funktion der reduzierten HWL-Eindosierung bei geringem HWL-Füllstand deaktiviert worden.

Bei der Betrachtung der sogenannten Tailpipe-Emissionen (Abgas am Auspuffrohr) ist der VW T6 2.0l TDI als gutes Beispiel heranzuziehen. Bei diesem Fahrzeug liegt ein

Zusammenspiel zwischen der AGR und einem SCR-Katalysator vor. Der motorfern verbaute SCR-Katalysator kann in bestimmten, schwachlastigen Fahrsituationen aufgrund der baulichen Anordnung weniger Wärme speichern, die er für die chemische Reaktion von Ammoniak und NO_x benötigen würde. In solchen Situationen setzt der SCR-Katalysator weniger um, was bei diesem Konzept jedoch von der AGR kompensiert werden kann. Durch diese Gesamtsystemauslegung erreicht das Fahrzeug im Rahmen der RDE-Messung auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen bereits NO_x -Emissionen (143,5 mg/km), die unterhalb der Grenze der Schadstoffklasse EU6 d-TEMP liegen (168 mg/km).

Ein mit NSK ausgestattetes Fahrzeug ist der Fiat 500X EU6, welches im ursprünglichen Seriendatenstand über eine Abschaltung der NSK-Regeneration nach einem Zeitraum von ca. 4.000s verfügte. Mit dem Updatedatenstand ist diese Unzulässigkeit entfernt worden, sodass nun eine dauerhafte periodische Regeneration des NSK sichergestellt ist. In neueren Softwareständen ist hier eine Verbesserung erreicht worden, die eine häufigere NSK-Regeneration ermöglicht.

c. Erkannte Verbesserungspotentiale

Die grundsätzlichen Verbesserungspotentiale sind insbesondere Aufweitungen der AGR-Betriebsbereiche, eine Verbesserung des Purge-Verhaltens bei Fahrzeugen mit NSK sowie eine bedarfsgerechte SCR-Eindosierung. Bei Verwendung einer Abgasnachbehandlung (NSK / SCR) ist eine schnellere Einsatzbereitschaft durch entsprechende Aufwärmung/Konditionierung realisierbar.

Der Audi A6 3.0 TDI EU5 180 kW ist ein Fahrzeugbeispiel, welches eine sehr deutliche Verbesserung der NO_x -Emissionen durch das Software-Update erfährt. Das

Verbesserungspotential gegenüber dem Serienstand ist bei diesem Fahrzeug nachweisbar sehr hoch (>75 %). Dies beruht bei diesem reinen AGR-Konzept darauf, dass die ursprüngliche Bedatung eine unkorrigierte AGR nur in einem Bereich von 18 °C – 34 °C vorsah. Dieser Bereich wurde mit dem Update deutlich in Richtung der niedrigen Umgebungstemperaturen von bis zu 2°C vergrößert. Die ursprüngliche Auslegung der AGR-Kennfelder konnte durch den Erkenntnisgewinn der Hersteller auf Basis moderner Motorkonzepte erweitert werden.

Beim Mercedes C 220 d EU6 ist ein deutliches Verbesserungspotential insbesondere bei tiefen Temperaturen, während der RDE-Messungen, ausgeschöpft worden. RDE-Vergleichsmessungen bei Außentemperaturen um 6 °C zeigten eine deutliche Verbesserung der NO_x -Emissionen (>90 %). Dieses Fahrzeug unterschreitet sogar 80 mg/km während der RDE mit dem Update.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass nicht die gesetzliche Anforderung für die Software-Updates besteht, die NO_x -Emissionen von 80 mg/km (180 mg/km EU5) auf RDE-Fahrten zu unterschreiten. Erst seit der Einführung der RDE-Anforderungen für die Schadstoffklasse Euro6 d-TEMP und Euro6 d müssen Pkw in Straßenmessungen einen Grenzwert einhalten.

Der Mercedes GLK 220 CDI zeigt während der RDE-Fahrten mit Serien- sowie Updatedatenstand nur eine geringe Verbesserung (rund 18 %). Dies ist unter Einbezug der Außentemperatur während der Messungen erklärlich (19° C sowie 24 °C). In diesem Temperaturbereich sind die Auswirkungen der Updatesoftware in diesem Fall nur gering (siehe hierzu auch WLTC123 bei 15 °C). Die Verbesserungen zeigten sich erst bei Umgebungstemperaturen < 10 °C

2. Übersicht der Messergebnisse

a. Tabellarische Darstellung

Hersteller	Typ	Norm	Zyklus	Umgebungs- temperatur [°C]	NO _x (SW- Serie) [mg/km]	NO _x (Soft- ware- Update) [mg/km]	Verbesserung Absolut [mg/km]	Verbesserung relativ [%]
Freiwilliges Software-Update								
Audi	A6 3.0I TDI	EU5	WLTC123	5 °C	1013	204	809	80
	180 kW		WLTC123	10 °C	819	184	635	78
	4G		WLTC123	15 °C	675	167	509	75
			RDE	Serie = 14,4 °C; Update = 14,5 °C	1.649	408	1.241	75
BMW	320d	EU5	WLTC123	5 °C	602	419	183	31
	135 kW		WLTC123	10 °C	468	333	136	29
	3K		WLTC123	15 °C	338	340	-2	-1
			RDE	Serie = 21,9 °C; Update = 22,8 °C	526	451	75	14
BMW	520d	EU5	WLTC123	5 °C	722	280	442	61
	135 kW		WLTC123	10 °C	326	320	6	2
	5K		WLTC123	15 °C	241	261	-21	-9
			RDE	Serie = 19 °C; Update = 26 °C	342	306	37	11
Fiat	500X 2.0	EU6	RDE	Serie = 11,2 °C Update = 13,3 °C	1.358	394	964	71
	103 kW							
Mazda	334	EU6						
	6 2.2I SkyActive		RDE	Serie = 2 °C Update = 4 °C	275	257	18	7
	129 kW	EU6						
	GH							
Mercedes	A 180d	EU6	NEFZ	23	35	34	1	3
	80 kW		NEFZ-warm	23	158	89	69	44
	245 G		NEFZ-back	23	83	35	48	58
			NEFZ+10 %	23	97	88	9	9
			NEFZ 15 °C	15	112	119	-7	-6
			NEFZ 10 °C	10	148	80	68	46
			NEFZ 5 °C	5	379	85	294	78
Mercedes	GLA 180d	EU6	NEFZ	23	56	57	-1	-2
	80 kW		NEFZ-warm	23	176	160	16	9
	245 G		NEFZ-back	23	108	108	0	0
			NEFZ+10 %	23	147	148	-1	-1
			NEFZ 15 °C	15	200	177	23	12
			NEFZ 10 °C	10	311	186	125	40
			NEFZ 5 °C	5	411	105	306	74
Mercedes	B 160d	EU6	NEFZ	23	79	46	33	42
	66 kW		NEFZ-warm	23	223	129	94	42
	245 G		NEFZ-back	23	99	60	39	39
			NEFZ+10 %	23	149	106	43	29
			NEFZ 15 °C	15	169	140	29	17
			NEFZ 10 °C	10	206	151	55	27
			NEFZ 5 °C	5	412	124	288	70
Mercedes	B 180 CDI	EU5	WLTC123	5 °C	334	235	99	30
	80 kW		WLTC123	10 °C	384	263	121	32
	246		WLTC123	15 °C	342	249	93	27
			RDE	Serie = 15 °C; Update = 18 °C	441	341	100	23
Mercedes	C 220 CDI	EU5	WLTC123	5 °C	287	149	139	48
	125 kW		WLTC123	10 °C	331	250	80	24
	204 K		WLTC123	15 °C	291	218	73	25
			RDE	Serie=19 °C; Update=24 °C	503	311	192	38
Mercedes	E 350 CDI	EU5	WLTC123	5 °C	387	276	111	29
	170 kW		WLTC123	10 °C	320	259	61	19
	212K		WLTC123	15 °C	292	273	19	6

Hersteller	Typ	Norm	Zyklus	Umgebungs- temperatur [°C]	NO _x (SW- Serie) [mg/km]	NO _x (Soft- ware- Update) [mg/km]	Verbesse- rung Absolut [mg/km]	Ver- besse- rung relativ [%]
Freiwilliges Software-Update								
			RDE	Serie=7,9 °C; Update=11,3 °C	723	489	234	32
Mercedes	B 200d	EU6	WLTC123	5 °C	192	68	124	65
	100 kW		WLTC123	10 °C	162	80	82	50
	245G		WLTC123	15 °C	161	82	80	49
			RDE	Serie=4,8 °C; Update=3,4 °C	502	186	316	63
Mercedes	GLK 220 CDI	EU5	WLTC123	5 °C	492	200	292	59
	125 kW		WLTC123	10 °C	370	226	144	39
	204X		WLTC123	15 °C	289	264	26	9
			RDE	Serie=19 °C; Update=24 °C	412	339	73	18
Mercedes	GLC 220 d	EU6	WLTC123	5 °C	282	56	227	80
	125 kW		WLTC123	10 °C	137	51	86	63
	204X		WLTC123	15 °C	98	47	52	53
			RDE	Serie = 28 °C; Update = 28 °C	144	95	49	34
Mercedes	C 220 d	EU6	WLTC123	5 °C	133	17	116	87
	125 kW		WLTC123	10 °C	75	17	58	78
	204K		WLTC123	15 °C	37	20	17	46
			RDE	Serie = 6 °C; Update = 6 °C	853	57	796	93
Mercedes	GLE 350 d	EU6	WLTC123	5 °C	29	11	17	61
	190 kW		WLTC123	10 °C	16	13	2	16
	166		WLTC123	15 °C	18	15	3	17
			RDE	Serie = 4,6 °C; Update = 4,5 °C	177	70	108	61
Mitsubishi	Outlander 2.2i AT	EU6	RDE	Serie = 10,0 °C; Update = 8,7 °C	459	209	249	54
	110 kW							
	CW0							
Opel	Corsa	EU6	RDE	Serie = -13,1 °C; Update = 6,7 °C	515	243	272	5 3
	70 kW							
	S-D							
Opel	Insignia	EU6	RDE	Serie = -22 °C; Update = 20,7 °C	521	225	297	5 7
	100 kW							
	0G-A							
Subaru	Outback	EU6	RDE	Serie = -4,7 °C; Update = 6,3 °C	2.2 61	498	1.763	7 8
	110 kW							
	B6							
VW	Amarok 2.0i TDI	EU5	NEFZ	23	212	198	14	7
	132 kW		NEFZ-warm	23	297	289	8	3
	2H		NEFZ-back	23	273	240	33	12
			NEFZ+10 %	23	471	449	22	5
			NEFZ 15 °C	15	598	286	312	52
			NEFZ 10 °C	10	2130	604	1526	72
			NEFZ 5 °C	5	2195	919	1276	58
VW	Amarok 2.0i TDI	EU5	NEFZ	23	174	192	-18	-10
	103 kW		NEFZ-warm	23	197	208	-11	-6
	2H		NEFZ-back	23	212	180	32	15
			NEFZ+10 %	23	293	262	31	11
			NEFZ 15 °C	15	298	244	54	18
			NEFZ 10 °C	10	1032	472	560	54
			NEFZ 5 °C	5	1455	682	773	53
VW	Crafter 2.0i TDI	EU5	NEFZ	23	201	164	37	18
	100 kW		NEFZ-warm	23	214	222	-8	-4
	2EKE2		NEFZ-back	23	189	187	2	1

Hersteller	Typ	Norm	Zyklus	Umgebungs- temperatur [°C]	NO _x (SW- Serie) [mg/km]	NO _x (Soft- ware- Update) [mg/km]	Verbesserung Absolut [mg/km]	Verbesserung relativ [%]
Freiwilliges Software-Update								
			NEFZ +10 %	23	415	371	44	11
			NEFZ 15 °C	15	693	275	418	60
			NEFZ 10 °C	10	1425	515	910	64
			NEFZ 5 °C	5	1514	589	925	61
VW	T6 2.0l TDI	EU6	WLTC123	5 °C	226	170	56	25
	75 kW		WLTC123	10 °C	213	136	76	36
	7J0		WLTC123	15 °C	150	131	19	13
			RDE	Serie = -1,4 °C; Update = 8,5 °C	181	144	37	21
VW	Touareg 3.0l TDI	EU5	WLTC123	5°C	1.450	256	1.194	82
	180 kW		WLTC123	10 °C	1.066	260	806	76
	7P		WLTC123	15 °C	1.103	243	860	78
			RDE	Serie = 4,3 °C; Update = 7,6 °C	3.029	435	2.594	86
Verpflichtendes Software-Update								
Audi	A6 3.0l TDI	EU6	RDE	Serie = 19,8 °C; Update = 22,3 °C	510	239	272	53
	240 kW							
	4G							
Audi	A8 4.2l TDI	EU6	RDE	Serie = 25,8 °C; Update = 21,8 °C	849	288	561	66
	283 kW							
	4H							
BMW	750d xDrive	EU6	RDE	Serie = 3 °C; Update = 2 °C	608	564	44	7
	280							
	7L							
Mercedes	C200d	EU6	RDE	Serie = 7,8 °C; Update = 4,6 °C	563	109	454	81
	100 kW							
	204K							
Mercedes	Vito 1,6l CDI	EU6	RDE	Serie = 22,3 °C; Update = 15 °C	57	32	25	44
	65 kW							
	639/2							
Opel	Zafira Tourer 1.6l CDTI	EU6	NEFZ	23	47	53	-6	-13
	88 kW		NEFZ-warm	23	238	37	201	84
	P-J/SW		NEFZ-back	23	86	20	66	77
			NEFZ +10 %	23	180	36	144	80
			NEFZ 15 °C	15	578	29	549	95
			NEFZ 10 °C	10	615	17	598	97
			NEFZ 5 °C	5	426	71	355	83
Opel	Zafira Tourer 1.6l CDTI	EU6	NEFZ	23	38	44	-6	-16
	100 kW		NEFZ-warm	23	161	46	115	71
	P-J/SW		NEFZ-back	23	20	15	5	25
			NEFZ+10 %	23	79	30	49	62
			NEFZ 15 °C	15	453	55	398	88
			NEFZ 10 °C	10	511	31	480	94
			NEFZ 5 °C	5	396	72	324	82
Opel	Insignia Sports Tourer 2.0l CDTI	EU6	NEFZ	23	46	57	-11	-24
	125		NEFZ-warm	23	35	9	26	74
	0G-A		NEFZ-back	23	13	2	11	85
			NEFZ+10 %	23	38	8	30	79
			NEFZ 15 °C	15	156	16	140	90
			NEFZ 10 °C	10	380	27	353	93
			NEFZ 5 °C	5	317	31	286	90

Hersteller	Typ	Norm	Zyklus	Umgebungs- temperatur [°C]	NO _x (SW- Serie) [mg/km]	NO _x (Soft- ware- Update) [mg/km]	Verbesserung Absolut [mg/km]	Verbesserung relativ [%]
Freiwilliges Software-Update								
Opel	Insignia Sports Tourer 2.0i CDTI	EU6	NEFZ	23	56	70	-14	-25
	125		NEFZ-warm	23	45	44	1	2
	0G-A		NEFZ-back	23	24	19	5	21
			NEFZ +10 %	23	45	39	6	13
			NEFZ 15 °C	15	73	37	36	49
			NEFZ 10 °C	10	344	33	311	90
			NEFZ 5 °C	5	405	58	347	86
Opel	Insignia 4x4 2.0i CDTI	EU6	NEFZ	23	80	58	22	28
	125		NEFZ-warm	23	114	17	97	85
			NEFZ-back	23	23	17	6	26
			NEFZ +10 %	23	190	20	170	89
			NEFZ 15 °C	15	249	30	219	88
			NEFZ 10 °C	10	877	66	811	92
			NEFZ 5 °C	5	949	52	897	95
Porsche	Macan 3.0i TDI	EU6	RDE	Serie = -5 °C; Update = 5 °C	746	191	555	74
	190 kW 95B							
Porsche	Cayenne 3.0i TDI	EU6	RDE	Serie = -6,5 °C; Update = 8,5 °C	190	83	107	56
	193kW 92A							

Tabelle 97: Tabellarische Übersicht der gesamten Messergebnisse

b. Zusammenfassende Auswertung der verpflichtenden Rückrufe

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der verpflichtenden Rückrufe führte das KBA RDE-Messungen durch. Eine Ergebnisübersicht der absolvierten RDE-Messungen liefert die

folgende Darstellung (inklusive über die Anzahl der im jeweiligen Fahrzeugcluster befindlichen Fahrzeuge gemittelten NO_x -Emissionen).

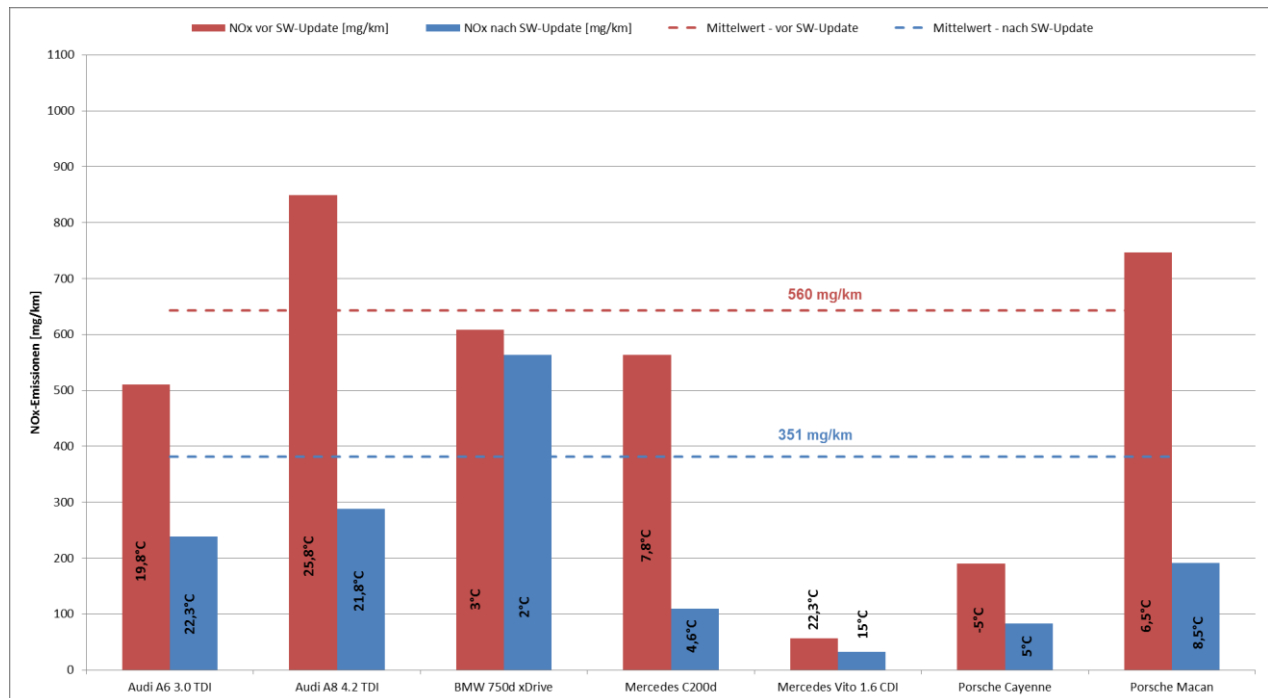


Abbildung 96: NO_x -Emissionen der verpflichtenden Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)

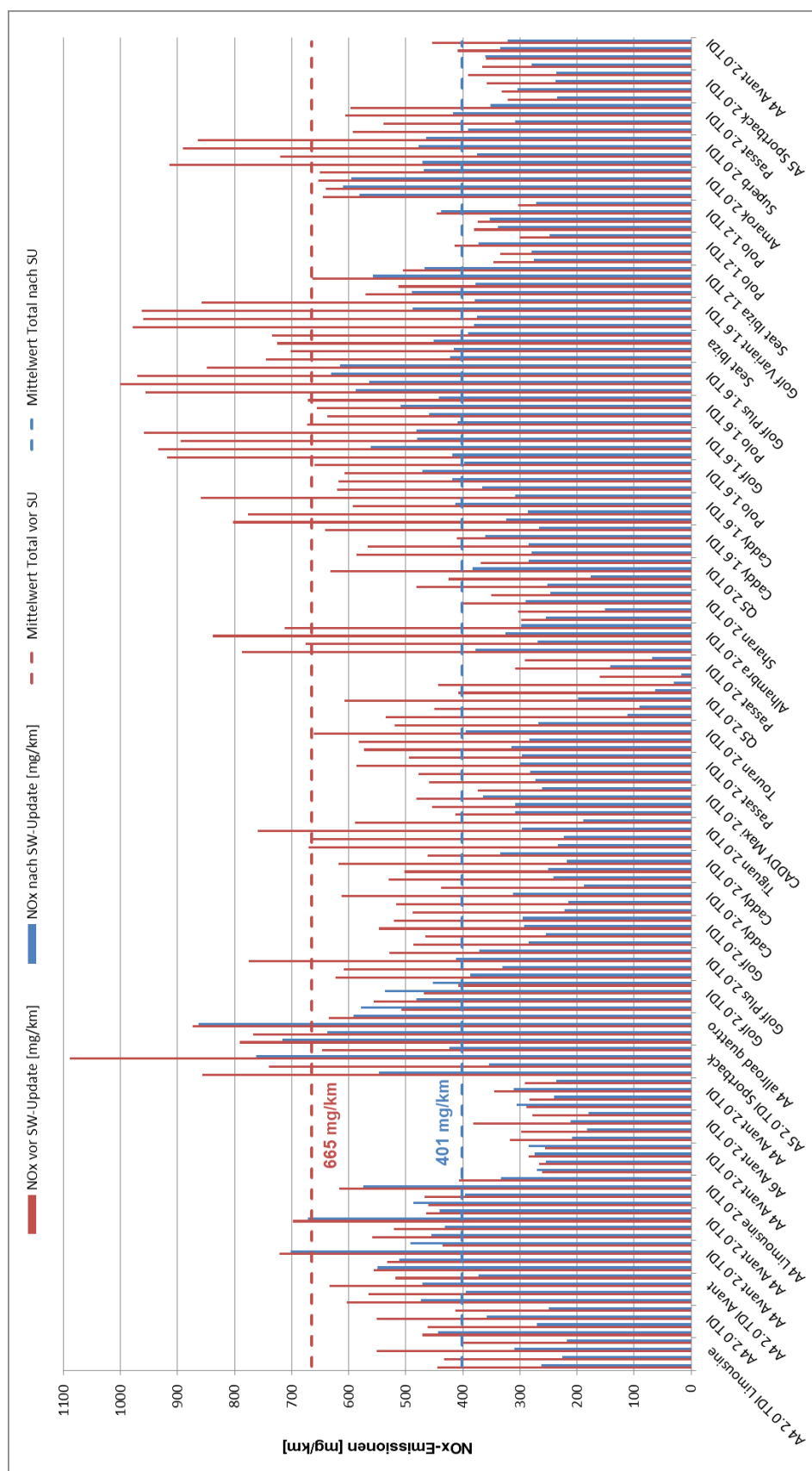


Abbildung 97: NO_x-Emissionen der Fahrzeuge mit EA189 Motor, PEMS-Messungen (Serie / Update)

Die Darstellung der mit PEMS ermittelten NO_x-Emissionen zeigt ebenfalls die über die EA189-Flotte gemittelten Durchschnittswerte für Serien- und Updatedatenstand auf. Mithilfe des Software-Updates konnte dieser von durchschnittlich **665 mg/km** auf **401 mg/km** reduziert werden.

Die RDE-Messungen unterliegen den im Prüfzeitraum vorliegenden Umgebungsbe-

dingungen (Lufttemperatur, Luftdruck, Verkehrslage, etc.), weswegen diese bei vergleichenden Messungen und zwischen den jeweiligen Prüfaufträgen teils stark abweichen können. Es wird bei vergleichenden Messungen angestrebt in einem möglichst ähnlichen Temperaturbereich zu prüfen.

Anhand dieser Annahmen ergeben sich folgende, absolute und relative, NO_x-

Einsparungen:

Hersteller	Clusterung	NO _x vor Update [mg/km]	NO _x nach Update [mg/km]	NO _x - Reduzierung Absolut [mg/km]	NO _x - Reduzierung relativ [%]
VW	Cluster#1	504	337	167	33
	Cluster#2	537	504	33	6
	Cluster#3	296	247	49	17
	Cluster#4	664	612	52	8
	Cluster#5	541	390	152	28
	Cluster#6	571	243	328	57
	Cluster#7	506	305	202	40
	Cluster#8a	400	90	310	77
	Cluster#8b	523	276	247	47
	Cluster#9a	652	315	337	52
	Cluster#9b	742	451	291	39
	Cluster#10	740	476	263	36
	Cluster#11	429	372	57	16
	Cluster#12	647	564	84	13
	Cluster#13	716	407	309	43
	Cluster#14	374	289	85	23
Audi	A6 240kW	510	239	272	53
	A8 283kW	849	288	561	66
BMW	750d xDrive	608	564	44	7
Mercedes	C200d 100kW	563	109	454	81
	Vito 65kW	57	32	25	44
Opel	Zafira Tourer 1.6 CDTI	273	40	179	86
	Insignia 2.0 CDTI	212	34	234	84
Porsche	Cayenne	190	83	107	56
	Macan	746	192	555	74

Tabelle 98: Auswertung RDE absolut/relativ, verpflichtende Rückrufe

Bei der relativen Betrachtung aller Cluster ist eine Reduzierung von **41 %** realisiert worden. Die durchschnittlichen NO_x -

Emissionen sind im realen Straßenbetrieb (RDE) von durchschnittlich **643 mg/km** auf **381 mg/km** verringert worden.

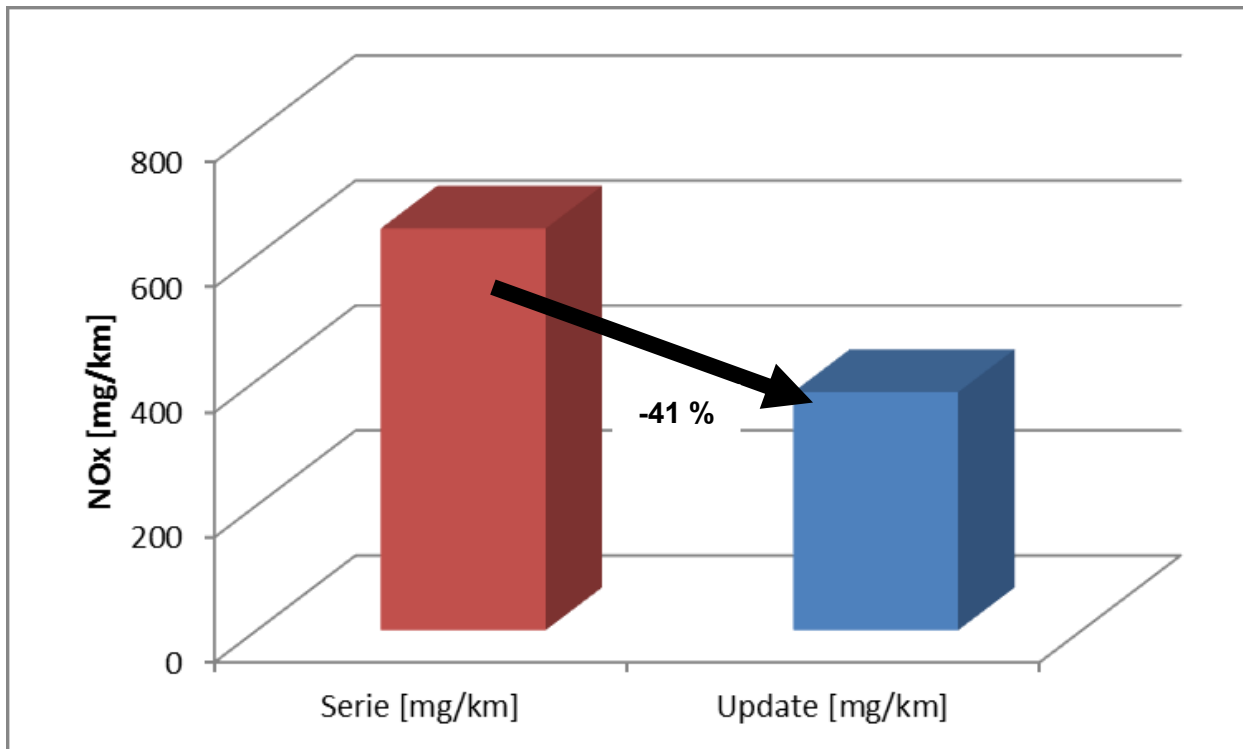


Abbildung 98: Gesamte NO_x -Reduzierung [mg/km] durch verpflichtende Software-Updates, RDE (Serie / Update)

c. Zusammenfassende Auswertung der freiwilligen Serviceaktionen

Im Rahmen der freiwilligen Software-Updates sind RDE-Messungen zum Nachweis der Wirksamkeit des Updates im realen Straßenbetrieb sowie WLTC123-Messungen (bei 5 °C, 10 °C, 15 °C) auf dem Rollenprüfstand zur Überprüfung der

Wirksamkeit des Updates bei niedrigen Umgebungstemperaturen absolviert worden. Die Resultate der RDE-Messungen sind im Folgenden dargestellt und mit einem über die Fahrzeugstückzahlen gemittelten Wert ergänzt.

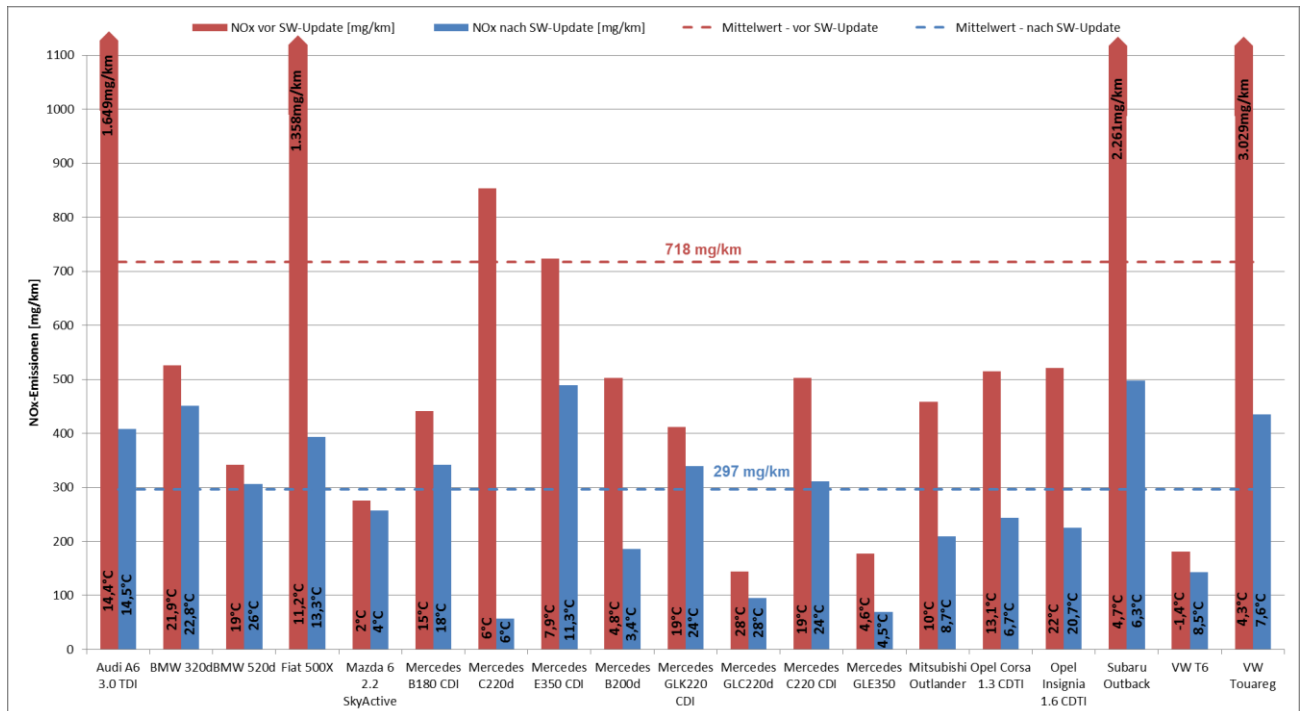


Abbildung 99: NO_x-Emissionen der freiwilligen Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)

Die absoluten und relativen Veränderungen der NO_x-Emissionen sind in der folgenden Tabelle aufgezeigt:

Hersteller	Clusterung	NO _x vor Update [mg/km]	NO _x nach Update [mg/km]	NO _x - Reduzierung Absolut [mg/km]	NO _x - Reduzierung relativ [%]
Audi	A6 180 kW	1.649	408	1241	75
BMW	320d	526	451	75	14
	520d	342	306	37	11
Fiat	500X	1.358	394	964	71
Mazda	6 2.2 SkyActive	275	257	18	7
Mercedes	B 180 CDI	441	341	100	23
	C 220 CDI	503	311	192	38
	E 350 CDI	723	489	234	32
	GLK 220 CDI	412	339	73	18
	B 200 d	502	186	316	63
	GLE 350d	177	70	108	61
	C 220d 125 kW	853	57	796	93
	GLC 220d	144	95	49	34
Mitsubishi	Outlander	459	209	249	54
Opel	Corsa	515	243	272	53
	Insignia	521	225	297	57
Subaru	Outback	2.261	498	1.763	78
VW	T6 2.0 TDI	181	144	37	21
	Touareg 3.0l TDI	3029	435	2594	86

Tabelle 99: Auswertung RDE absolut/relativ, freiwillige Updates

Die durchschnittlichen NO_x-Emissionen der freiwilligen Updatemaßnahmen, die anhand der RDE-Messungen ermittelt wurden,

konnten um **59 %** von **718 mg/km** auf **297 mg/km** reduziert werden.

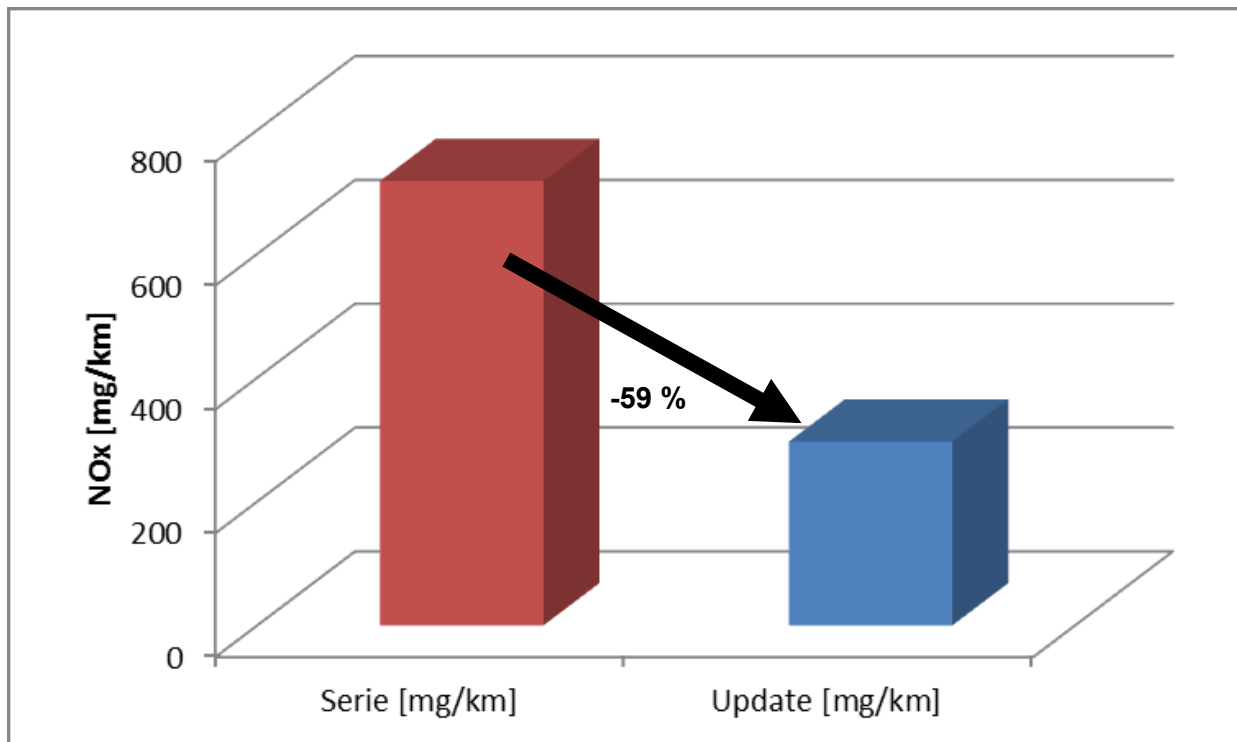


Abbildung 100: Gesamte NO_x-Reduzierung [mg/km] durch freiwillige Software-Updates, RDE (Serie / Update)

Im Rahmen der freiwilligen Software-Updates wurden Messungen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen (15 °C, 10 °C, 5 °C) nach dem WLTC123-Zyklus auf dem Rollenprüfstand durchgeführt. Dieses Prüfprogramm soll die Wirksamkeit der erhöhten Abgasreinigung auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen (bis

5 °C) aufzeigen. Bei der Betrachtung der jeweiligen Temperaturabschnitte kann man eine deutliche Verbesserung der Abgasreinigung hin zu 5 °C erkennen. Im Folgenden sind die erreichten Verbesserungen der jeweiligen Cluster und der gesamten Flotte (Fahrzeuge, die das freiwillige Update erhalten) aufgeführt.

Hersteller	Clustering	Temperatur [°C]	NO _x vor Update [mg/km]	NO _x nach Update [mg/km]	NO _x - Reduzierung Absolut [mg/km]	NO _x -Reduzierung Relativ [%]
VW	T6 2.0 TDI	5	226	170	56	25
		10	213	136	77	36
		15	150	131	19	13
	Touareg 3l TDI	5	1450	256	1194	82
		10	1066	260	806	76
		15	1103	243	860	78
Audi	A6 180 kW	5	1013	204	809	80
		10	819	184	635	78
		15	675	167	509	75
BMW	320d	5	602	419	183	31
		10	468	333	136	29
		15	338	340	-2	-1
	520d	5	722	280	442	61
		10	326	320	6	2
		15	241	261	-21	-9
Mercedes	B 180 CDI	5	334	235	99	30
		10	384	263	121	32
		15	342	249	93	27
	C 220 CDI	5	287	149	139	48
		10	331	250	80	24
		15	291	218	73	25
	E 350 CDI	5	387	276	111	29
		10	320	259	61	19
		15	292	273	19	6
	GLK 220 CDI	5	492	200	292	59
		10	370	226	144	39
		15	289	264	26	9
	B 200d	5	192	68	124	65
		10	162	80	82	50
		15	161	82	80	49
	GLE 350d	5	29	11	17	61
		10	16	13	2	16
		15	18	15	3	17
	C 220d	5	133	17	116	87
		10	75	17	58	78
		15	37	20	17	46
	GLC 220d	5	282	56	227	80
		10	137	51	86	63
		15	98	47	52	53

Tabelle 100: Auswertung WLTC123 absolut/relativ

Anhand der WLTC123 (5 °C, 10 °C, 15 °C) Ergebnisse lassen folgende Schlüsse ziehen:

WLTC123	Gemittelte NO _x -Emissionen vor Update [mg/km]	Gemittelte NO _x -Emissionen nach Update [mg/km]	NO _x -Reduzierung Absolut [mg/km]	NO _x -Reduzierung Relativ [%]
5 °C	394	155	240	61
10 °C	337	183	154	46
15 °C	287	171	116	41

Tabelle 101: Auswertung WLTC123 absolut/relativ - Gesamtflotte -

Es ist zu erkennen, dass mit abnehmender Temperatur eine relative und absolute Ver-

3. Gesamtanalyse der Ergebnisse

Zur Überprüfung des NO_x-Reduzierungspotentials und somit der Wirksamkeit von Software-Updates im Rahmen verpflichtender Rückrufe und freiwilligen Serviceaktionen der Hersteller hat das KBA Verifizierungsmessungen vorgenommen. Im Rahmen der Messungen wurde festgestellt, dass sich das NO_x-Emissionsverhalten der Fahrzeugmodelle durch die Software-Updates deutlich verbessert.

An Fahrzeugen aus den freiwilligen Serviceaktionen konnte eine umgebungsluftabhängige Korrektur der AGR mit Fokus auf niedrigere Temperaturen beobachtet werden. Dies wurde durch die WLTC123-Rollenprüfstandsmessungen bei unterschiedlichen Temperaturen zur Überprüfung des Abgasverhaltens im Stadt- und Landverkehr bestätigt. Mit Blick auf die gesamte betroffene Fahrzeugflotte konnten bei den Temperaturen 5 °C, 10 °C und 15 °C die folgenden relativen NO_x-Einsparungen erreicht werden:

WLTC123	NO _x -Reduzierung [%]
5 °C	61
10 °C	46
15 °C	41

Tabelle 102: NO_x-Reduzierung Relativ (WLTC123)

Mit abnehmender Temperatur tritt hier eine deutlichere Verbesserung der NO_x-

besserung bei der Verminderung der NO_x-Emissionen eintritt.

Emissionen ein. Insbesondere bei 5 °C werden rund **61 %** der NO_x-Emissionen durch das Software-Update eingespart.

Die RDE-Messungen zum Nachweis der Wirksamkeit der Software-Updates im Realbetrieb zeigen, dass eine NO_x-Reduzierung von durchschnittlich **59 %** möglich ist.

Für die vom verpflichtenden Rückruf betroffenen Fahrzeuge wurden zur Überprüfung der Software-Updates nur Verifizierungsmessungen im realen Straßenverkehr absolviert. Es konnten überwiegend sehr deutliche Verbesserungen bei den RDE-Messungen erreicht werden. Die verpflichtenden Software-Updates erzielen eine NO_x-Einsparung von rund **41 %**.

Die RDE-Messungen zeigen im gesamten Temperaturbereich auch bei niedrigen Temperaturen eine deutliche Reduzierung der NO_x-Emissionen.

Die Untersuchungen bestätigten, dass die Software-Updates eine durchgehend positive Wirkung auf die Abgasemissionen der Fahrzeuge haben.

Die Überprüfung der Einsparpotentiale der freiwilligen Serviceaktionen und verpflichtender Rückrufe zeigt, dass die Zielsetzung für eine Verbesserung der NO_x-Emissionen durch Software-Updates von 25 bis 30 % im Straßenbetrieb deutlich übertroffen wurde.

4. Schaffung der Nachvollziehbarkeit von Software-Updates

Trotz der Verbesserungen der Luftschadstoffwerte in den zurückliegenden Jahren ist die Luftqualität in zahlreichen deutschen Städten nach wie vor beeinträchtigt. Die Bundesregierung hat deshalb zahlreiche Maßnahmen ergriffen, um den NO_x-Ausstoß der Diesel-Kfz zu reduzieren. Das betrifft insbesondere die bei der Automobilindustrie erwirkte Zusage, Software-Updates bei ca. 5,3 Mio. Diesel-Pkw durchzuführen, die Gegenstand dieses Berichts sind.

Das KBA hat sich im Hinblick auf die Wirksamkeit dieser Maßnahme engagiert, indem es der Frage der Wirksamkeit der Software-Updates mit den eigenen Messungen nachgegangen ist und hat mit dem vorliegenden Bericht deutlich gemacht, dass die Erwartungen, die in die Software-Updates gesetzt worden sind, erreicht werden konnten. Mit Blick auf die Nachvollziehbarkeit der Vornahme des Software-Updates bei einem einzelnen Fahrzeug wird es für zweckmäßig gehalten, hierfür ein Verfahren einzuführen. Damit wird es den Fahrzeughaltern ermög-

licht, die Teilnahme am Software-Update nachweisen zu können. Den Behörden wird somit eine Möglichkeit eröffnet, für die teilnehmenden Fahrzeughalter den Status der Teilnahme am Software-Update beim KBA abzufragen. Dafür sollte das nachfolgend dargestellte Verfahren implementiert werden.

Der Hersteller oder die Vertragswerkstatt stellt dem Fahrzeughalter eine Bescheinigung über die Teilnahme an dem Software-Update unter Angabe der vom KBA für das Update erteilten ABE aus.

Die Übergabe dieser Bescheinigung an den Fahrzeughalter erfolgt auf dessen Antrag beim Hersteller oder der Vertragswerkstatt.

Dem Halter wird damit die Möglichkeit eröffnet, die Fahrzeugänderung auf Antrag in die Zulassungsbescheinigung Teil I durch die Zulassungsbehörde eintragen zu lassen.

Die Eintragung wird im Zentralen Fahrzeugregister vermerkt und für den Abruf durch dafür berechnigte Behörden, auch im automatisierten Verfahren, zur Verfügung gestellt.

D. Zusammenfassung

Die Durchführung der Software-Updates führt erkennbar zu einer deutlichen Verringerung der NO_x-Emissionen auch ohne den Einsatz eines Nachrüstsystems. Anhand der Auswertungen lässt sich feststellen, dass die Softwareverbesserungen eine durchgehend positive Wirkung auf die Abgasemissionen haben. So konnten nicht nur die NO_x-Emissionen bei den verpflichtenden Rückrufen und freiwilligen Serviceaktionen während der RDE-Messungen durchgehend verringert werden, sondern auch eine positive Wirkung bei niedrigen Temperaturen anhand des für den innerstädtischen Betrieb vorgesehenen WLTC123-Zyklus bei den freiwilligen Updates nachgewiesen werden.

Durch die Software-Updates im Rahmen der freiwilligen Servicemaßnahmen werden die NO_x-Emissionen im Realbetrieb um rund **59 %** bei den betroffenen Fahrzeugen verringert.

Für den Stadt- und Landverkehr kann im Rahmen der freiwilligen Software-Updates sogar eine Verringerung der NO_x-Emissionen um bis zu **61 %** (5 °C Umgebungstemperatur, WLTC123) bei den betroffenen Fahrzeugen erreicht werden.

Bei den Fahrzeugen der verpflichtenden Rückrufe wird durch die Softwareverbesserung eine NO_x-Reduzierung von rund **41 %** im Realbetrieb erreicht.

Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass die Software-Updates zu einer deutlichen Verbesserung des Emissionsverhaltens führen. Diese Verbesserung wirkt sich vor allem auch bei Umgebungslufttemperaturen deutlich unter 20 °C aus. Somit bewirkt ein Software-Update vor allem eine Verringerung der ausgestoßenen Stickoxidemissionen bei Temperaturen in der Nähe der deutschen Jahresdurchschnittstemperatur von 9,6 °C (Durchschnitt im Jahr 2017) und trägt zu einer Verbesserung der innerstädtischen Luftqualität bei.

Die Auswertung der Messergebnisse zeigt, dass die Vorgabe aus dem Nationalen Forum Diesel vom 02.08.2017 einer durchschnittlichen Reduzierung der NO_x-Emissionen um 25-30 % durch ein Software-Update deutlich übertroffen wurde.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: NEFZ Fahrprofil.....	16
Abbildung 2: WLTC123 Fahrprofil	17
Abbildung 3: exemplarisches Beispiel eines RDE-Fahrprofils	18
Abbildung 4: Testfahrzeug Cluster #1	22
Abbildung 5: Säulendiagramm Cluster #1 NO _x -Reduzierung	23
Abbildung 6: Testfahrzeug Cluster # 2	24
Abbildung 7: Säulendiagramm Cluster #2 NO _x -Reduzierung	25
Abbildung 8: Testfahrzeug Cluster #3	26
Abbildung 9: Säulendiagramm Cluster #3 NO _x -Reduzierung	27
Abbildung 10: Testfahrzeug Cluster #4	28
Abbildung 11: Säulendiagramm Cluster #4 NO _x -Reduzierung	29
Abbildung 12: Testfahrzeug Cluster #5	30
Abbildung 13: Säulendiagramm Cluster #5 NO _x -Reduzierung	31
Abbildung 14: Testfahrzeug Cluster #6	32
Abbildung 15: Säulendiagramm Cluster #6 NO _x -Reduzierung	33
Abbildung 16: Testfahrzeug Cluster #7	34
Abbildung 17: Säulendiagramm Cluster #7 NO _x -Reduzierung	35
Abbildung 18: Testfahrzeug Cluster #8a	36
Abbildung 19: Säulendiagramm Cluster #8a NO _x -Reduzierung	37
Abbildung 20: Testfahrzeug Cluster #8b	38
Abbildung 21: Säulendiagramm Cluster #8b NO _x -Reduzierung	39
Abbildung 22: Testfahrzeug Cluster #9a	40
Abbildung 23: Säulendiagramm Cluster #9a NO _x -Reduzierung	41
Abbildung 24: Testfahrzeug Cluster #9b	42
Abbildung 25: Säulendiagramm Cluster #9b NO _x -Reduzierung	43
Abbildung 26: Testfahrzeug Cluster #10	44
Abbildung 27: Säulendiagramm Cluster #10 NO _x -Reduzierung	45
Abbildung 28: Testfahrzeug Cluster #11	46
Abbildung 29: Säulendiagramm Cluster #11 NO _x -Reduzierung	47
Abbildung 30: Testfahrzeug Cluster #12	48
Abbildung 31: Säulendiagramm Cluster #12 NO _x -Reduzierung	49
Abbildung 32: Testfahrzeug Cluster #13	50
Abbildung 33: Säulendiagramm Cluster #13 NO _x -Reduzierung	51
Abbildung 34: Testfahrzeug Cluster #14	52
Abbildung 35: Säulendiagramm Cluster #14 NO _x -Reduzierung	53
Abbildung 36: Testfahrzeug Audi A6 3.0l TDI.....	55
Abbildung 37: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW	56
Abbildung 38: Testfahrzeug Audi A8 4.2l TDI.....	57
Abbildung 39: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Audi A8 4.2l TDI.....	58
Abbildung 40: Testfahrzeug BMW 750d xDrive	59
Abbildung 41: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung BMW 750d xDrive	60
Abbildung 42: Testfahrzeug Mercedes C 200 d	61
Abbildung 43: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes C 200 d	62
Abbildung 44: Testfahrzeug Mercedes Vito 1.6l CDI	63
Abbildung 45: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDI	64

Abbildung 46: Testfahrzeug Opel Zafira Tourer 1.6l	65
Abbildung 47: Säulendiagramm Opel Zafira 1.6l CDTI NO _x -Reduzierung	66
Abbildung 48: Testfahrzeug Opel Insignia 2.0l CDTI	67
Abbildung 49: Säulendiagramm Opel Insignia 2.0l CDTI NO _x -Reduzierung	68
Abbildung 50: Testfahrzeug Porsche Cayenne 3.0l Diesel	69
Abbildung 51: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel	70
Abbildung 52: Testfahrzeug Porsche Macan S 3.0l Diesel	71
Abbildung 53: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel	72
Abbildung 54: Testfahrzeug Audi A6 3.0 TDI	74
Abbildung 55: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI	75
Abbildung 56: Testfahrzeug BMW 320d	76
Abbildung 57: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung BMW 320d	77
Abbildung 58: Testfahrzeug BMW 520d	78
Abbildung 59: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung BMW 520d	79
Abbildung 60: Testfahrzeug Fiat 500X 2.0 MultiJet	80
Abbildung 61: Säulendiagramm NO _x - Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet	81
Abbildung 62: Testfahrzeug Mazda 6 2.2l SkyActive	82
Abbildung 63: Säulendiagramm NO _x - Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive	83
Abbildung 64: Testfahrzeug Mercedes GLA 180 d	84
Abbildung 65: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse	85
Abbildung 66: Testfahrzeug Mercedes B 180 CDI	86
Abbildung 67: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes B 180 CDI	87
Abbildung 68: Testfahrzeug Mercedes C 220 CDI	88
Abbildung 69: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes C 220 CDI	89
Abbildung 70: Testfahrzeug Mercedes E 350 CDI	90
Abbildung 71: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes E 350 CDI	91
Abbildung 72: Testfahrzeug Mercedes GLK 220 CDI 4Matic	92
Abbildung 73: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI	93
Abbildung 74: Testfahrzeug Mercedes B 200 d	94
Abbildung 75: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes B 200 d	95
Abbildung 76: Testfahrzeug Mercedes GLE 350 d	96
Abbildung 77: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes GLE 350 d	97
Abbildung 78: Testfahrzeug Mercedes C 220 d	98
Abbildung 79: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes C 220 d	99
Abbildung 80: Testfahrzeug Mercedes GLC 220 d	100
Abbildung 81: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC	101
Abbildung 82: Testfahrzeug Mitsubishi Outlander 2.2l Di-D	102
Abbildung 83: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D	103
Abbildung 84: Testfahrzeug Opel Corsa 1.3l CDTi	104
Abbildung 85: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi	105
Abbildung 86: Testfahrzeug Opel Insignia 1.6 CDTi	106
Abbildung 87: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi	107
Abbildung 88: Testfahrzeug Subaru Outback 2.0l	108
Abbildung 89: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung Subaru Outback 2.0 D	109
Abbildung 90: Testfahrzeug VW Amarok 2.0l TDI	110
Abbildung 91: Säulendiagramm VW Crafter/Amarok 2.0l TDI NO _x -Reduzierung	111

Abbildung 92: Testfahrzeug VW T6 2.0l TDI	112
Abbildung 93: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung VW T6 2.0 TDI	113
Abbildung 94: Testfahrzeug VW Touareg 3.0 TDI	114
Abbildung 95: Säulendiagramm NO _x -Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI	115
Abbildung 96: NO _x -Emissionen der verpflichtenden Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)	122
Abbildung 97: NO _x -Emissionen der Fahrzeuge mit EA189 Motor, PEMS-Messungen (Serie / Update)	123
Abbildung 98: Gesamte NO _x -Reduzierung [mg/km] durch verpflichtende Software-Updates, RDE (Serie / Update)	126
Abbildung 99: NO _x -Emissionen der freiwilligen Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)	127
Abbildung 100: Gesamte NO _x -Reduzierung [mg/km] durch freiwillige Software-Updates, RDE (Serie / Update)	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grenzwerte für NO _x (M1).....	9
Tabelle 2: Übersicht der getesteten Fahrzeuge der einzelnen EA189 Cluster	21
Tabelle 3: Fahrzeuge Cluster #1	22
Tabelle 4: Übersicht Prüfungen Cluster #1 NO _x -Reduzierung	22
Tabelle 5: Fahrzeuge Cluster #2	24
Tabelle 6: Übersicht Prüfungen Cluster # 2 NO _x -Reduzierung	24
Tabelle 7: Fahrzeuge Cluster #3	26
Tabelle 8: Übersicht Prüfungen Cluster #3 NO _x -Reduzierung	26
Tabelle 9: Fahrzeuge Cluster #4	28
Tabelle 10: Übersicht Prüfungen Cluster #4 NO _x -Reduzierung	28
Tabelle 11: Fahrzeuge Cluster #5	30
Tabelle 12: Übersicht Prüfungen Cluster #5 NO _x -Reduzierung	30
Tabelle 13: Fahrzeuge Cluster #6	32
Tabelle 14: Übersicht Prüfungen Cluster #6 NO _x -Reduzierung	32
Tabelle 15: Fahrzeuge Cluster #7	34
Tabelle 16: Übersicht Prüfungen Cluster #7 NO _x -Reduzierung	34
Tabelle 17: Fahrzeuge Cluster #8a	36
Tabelle 18: Übersicht Prüfungen Cluster #8a NO _x -Reduzierung	36
Tabelle 19: Fahrzeuge Cluster #8b	38
Tabelle 20: Übersicht Prüfungen Cluster #8b NO _x -Reduzierung	38
Tabelle 21: Fahrzeuge Cluster #9a	40
Tabelle 22: Übersicht Prüfungen Cluster #9a NO _x -Reduzierung	40
Tabelle 23: Fahrzeuge Cluster #9b	42
Tabelle 24: Übersicht Prüfungen Cluster #9b NO _x -Reduzierung	42
Tabelle 25: Fahrzeuge Cluster #10	44
Tabelle 26: Übersicht Prüfungen Cluster #10 NO _x -Reduzierung	44
Tabelle 27: Fahrzeuge Cluster #11	46
Tabelle 28: Übersicht Prüfungen Cluster #11 NO _x -Reduzierung	46
Tabelle 29: Fahrzeuge Cluster #12	48
Tabelle 30: Übersicht Prüfungen Cluster #12 NO _x -Reduzierung	48
Tabelle 31: Fahrzeuge Cluster #13	50
Tabelle 32: Übersicht Prüfungen Cluster #13 NO _x -Reduzierung	50
Tabelle 33: Fahrzeuge Cluster #14	52
Tabelle 34: Übersicht Prüfungen Cluster #14 NO _x -Reduzierung	52
Tabelle 35: Überblick der Fahrzeuge weiterer verpflichtender Rückrufe	54
Tabelle 36: Fahrzeugdaten Audi A6 3.0 TDI 240kW	55
Tabelle 37: NO _x -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW	56
Tabelle 38: Fahrzeugdaten Audi A8 4.2l TDI	57
Tabelle 39: NO _x -Reduzierung Audi A8 4.2l TDI	58
Tabelle 40: Fahrzeugdaten BMW 750d xDrive	59
Tabelle 41: NO _x -Reduzierung BMW 750d xDrive	60
Tabelle 42: Fahrzeugdaten Mercedes C 200 d	61
Tabelle 43: NO _x -Reduzierung Mercedes C 200 d	62
Tabelle 44: Fahrzeugdaten Mercedes Vito 1.6 CDI	63
Tabelle 45: NO _x -Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDI	64

Tabelle 46: Fahrzeugdaten Opel Zafira 1.6l CDTI	65
Tabelle 47: Übersicht Prüfungen Opel Zafira 1.6l CDTI NO _x -Reduzierung	65
Tabelle 48: Fahrzeugdaten Opel Insignia 2.0l CDTI	67
Tabelle 49: Übersicht Prüfungen Opel Insignia 2.0l CDTI NO _x -Reduzierung	67
Tabelle 50: Fahrzeugdaten Porsche Cayenne 3.0 Diesel	69
Tabelle 51: NO _x -Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel	70
Tabelle 52: Fahrzeugdaten Porsche Macan S 3.0 Diesel	71
Tabelle 53: NO _x -Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel	72
Tabelle 54: Übersicht Fahrzeuge freiwillige Software-Update	73
Tabelle 55: Fahrzeugdaten Audi A6 Avant 3.0 TDI	74
Tabelle 56: NO _x -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI	75
Tabelle 57: Fahrzeugdaten BMW 320d	76
Tabelle 58: NO _x -Reduzierung BMW 320d	77
Tabelle 59: Fahrzeugdaten BMW 520d	78
Tabelle 60: NO _x -Reduzierung BMW 520d	79
Tabelle 61: Fahrzeugdaten Fiat 500X 2.0 MultiJet	80
Tabelle 62: NO _x -Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet	81
Tabelle 63: Fahrzeugdaten Mazda 6 2.2l SkyActive	82
Tabelle 64: NO _x -Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive	83
Tabelle 65: Fahrzeugdaten Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse	84
Tabelle 66: Übersicht Prüfungen NO _x -Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse	84
Tabelle 67: Fahrzeugdaten Mercedes B 180 CDI	86
Tabelle 68: NO _x -Reduzierung Mercedes B 180 CDI	87
Tabelle 69: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 CDI	88
Tabelle 70: NO _x -Reduzierung Mercedes C 220 CDI	89
Tabelle 71: Fahrzeugdaten Mercedes E 350 CDI	90
Tabelle 72: NO _x -Reduzierung Mercedes E 350 CDI	91
Tabelle 73: Fahrzeugdaten Mercedes GLK 220 CDI	92
Tabelle 74: NO _x -Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI	93
Tabelle 75: Fahrzeugdaten Mercedes B 200 d	94
Tabelle 76: NO _x -Reduzierung Mercedes B 200 d	95
Tabelle 77: Fahrzeugdaten Mercedes GLE 350 d	96
Tabelle 78: NO _x -Reduzierung Mercedes GLE 350 d	97
Tabelle 79: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 d	98
Tabelle 80: NO _x -Reduzierung Mercedes C 220 d	99
Tabelle 81: Fahrzeugdaten Mercedes GLC 220 d	100
Tabelle 82: NO _x -Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC	101
Tabelle 83: Fahrzeugdaten Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D	102
Tabelle 84: NO _x -Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D	103
Tabelle 85: Fahrzeugdaten Opel Corsa 1.3 CDTi	104
Tabelle 86: NO _x -Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi	105
Tabelle 87: Fahrzeugdaten Opel Insignia 1.6 CDTi	106
Tabelle 88: NO _x -Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi	107
Tabelle 89: Fahrzeugdaten Subaru Outback 2.0 D	108
Tabelle 90: NO _x -Reduzierung Subaru Outback 2.0 D	109
Tabelle 91: Fahrzeugdaten VW Crafter/Amarok 2.0l TDI	110

Tabelle 92: Übersicht Prüfungen VW Crafter/Amarok 2.0l TDI NO _x -Reduzierung	110
Tabelle 93: Fahrzeugdaten VW T6 2.0 TDI	112
Tabelle 94: NO _x -Reduzierung VW T6 2.0 TDI	113
Tabelle 95: Fahrzeugdaten VW Touareg 3.0 TDI	114
Tabelle 96: NO _x -Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI	115
Tabelle 97: Tabellarische Übersicht der gesamten Messergebnisse	121
Tabelle 98: Auswertung RDE absolut/relativ, verpflichtende Rückrufe.....	125
Tabelle 99: Auswertung RDE absolut/relativ, freiwillige Updates	128
Tabelle 100: Auswertung WLTC123 absolut/relativ	130
Tabelle 101: Auswertung WLTC123 absolut/relativ - Gesamtflotte -	131
Tabelle 102: NO _x -Reduzierung Relativ (WLTC123)	131

Impressum

Herausgeber:
Kraftfahrt-Bundesamt
24932 Flensburg

Internet: www.kba.de

Fachliche Auskünfte und Beratung:

Telefon: 0461 316-0
Telefax: 0461 316-1650
E-Mail: kba@kba.de

Stand: Januar 2020

Druck: Druckzentrum KBA

Bildquelle: KBA/www.shutterstock.com (© Bauer Alexander)

Alle Rechte vorbehalten. Die Vervielfältigung und Verbreitung dieser Veröffentlichung, auch auszugsweise und in digitaler Form, ist nur mit Quellenangabe gestattet. Dies gilt auch, wenn Inhalte dieser Veröffentlichung weiterverbreitet werden, die nur mittelbar erlangt wurden.

© Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg

● ● ● Wir punkten mit Verkehrssicherheit!