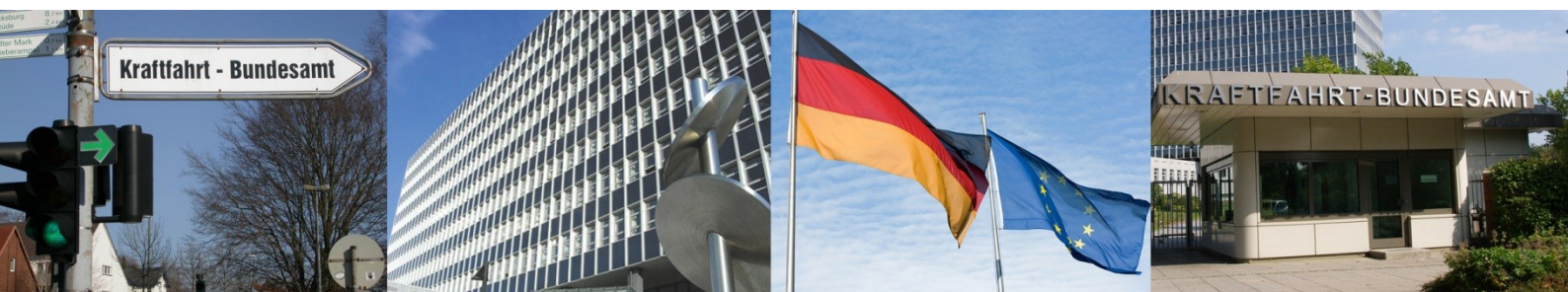


**Kraftfahrt-  
Bundesamt**



# **Wirksamkeit von Software-Updates zur Reduzierung von Stickoxiden bei Dieselmotoren**

Stand: 10.01.2020





## Inhaltsverzeichnis

|   | <b>Seite</b> |
|---|--------------|
| Glossar.....  | 6            |
| <b>A. Einleitung .....</b>  | <b>7</b>     |
| <b>B. Grundlagen .....</b>  | <b>9</b>     |
| <b>I. Entstehung und Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen.....</b>                     | <b>9</b>     |
| <b>1. Entstehung von Schadstoffemissionen / Grenzwerte .....</b>                            | <b>9</b>     |
| <b>2. Möglichkeiten zur Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen .....</b>                 | <b>10</b>    |
| a. Abgasrückführung.....  | 10           |
| b. NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator.....  | 10           |
| c. Selektive Katalytische Reduktion .....   | 10           |
| <b>3. Die Wirkung und Grenzen von Software-Updates zur NO<sub>x</sub>-Reduzierung .....</b> | <b>11</b>    |
| a. Update der AGR-Regelung.....   | 11           |
| b. Update der NSK-Regelung .....  | 12           |
| c. Update der SCR-Regelung .....  | 12           |
| <b>C. Untersuchungen .....</b>  | <b>13</b>    |
| <b>I. Messungen.....</b>  | <b>13</b>    |
| <b>1. Hintergrund der Prüfungen und Grundlagen.....</b>                                     | <b>13</b>    |
| a. Freiwillige Servicemaßnahmen:.....   | 14           |
| b. Verpflichtender Rückruf: .....   | 14           |
| c. Qualität von Software-Updates und Mängelbehebung .....                                   | 15           |
| <b>2. Prüfzyklen .....</b>  | <b>15</b>    |
| a. Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ) .....   | 15           |
| b. Worldwide harmonized light vehicle test cycle (WLTC).....                                | 17           |
| c. RDE.....   | 18           |
| <b>II. Gemessene Fahrzeuge.....</b>   | <b>19</b>    |
| <b>1. Allgemeiner Teil .....</b>  | <b>19</b>    |
| <b>2. Verpflichtender Rückruf Volkswagen EA189.....</b>                                     | <b>20</b>    |
| 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        |
| <b>3.</b> | <b>Weitere verpflichtende Rückrufe.....</b> | <b>54</b> |
| 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        |
| <b>4.</b> | <b>Freiwillige Software-Updates.....</b>    | <b>73</b> |
| 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        |
| <b>III.</b> | <b>Auswertung und Analyse .....</b>                                 | <b>116</b> |
| <b>1.</b>   | <b>Allgemeine Auswertung .....</b>                                  | <b>116</b> |
| a.          | Mögliche Korrekturen der AGR .....                                  | 116        |
| b.          | Abgasnachbehandlung durch NSK / SCR.....                            | 116        |
| c.          | Erkannte Verbesserungspotentiale .....                              | 117        |
| <b>2.</b>   | <b>Übersicht der Messergebnisse .....</b>                           | <b>118</b> |
| a.          | Tabellarische Darstellung .....                                     | 118        |
| b.          | Zusammenfassende Auswertung der verpflichtenden Rückrufe.....       | 122        |
| c.          | Zusammenfassende Auswertung der freiwilligen Serviceaktionen .....  | 127        |
| <b>3.</b>   | <b>Gesamtanalyse der Ergebnisse.....</b>                            | <b>131</b> |
| <b>4.</b>   | <b>Schaffung der Nachvollziehbarkeit von Software-Updates .....</b> | <b>132</b> |
| <b>D.</b>   | <b>Zusammenfassung .....</b>  | <b>133</b> |
|             | Abbildungsverzeichnis.....  | 134        |
|             | Tabellenverzeichnis.....  | 137        |

## Glossar

|                  |  |
|------------------|--|
| ABE              | Allgemeine Betriebserlaubnis                       |
| AGR              | Abgasrückführung                                   |
| CF               | Conformity Factor (Konformitätsfaktor)             |
| CO <sub>2</sub>  | Kohlendioxid                                       |
| CO               | Kohlenmonoxid                                      |
| DPF              | Dieselpartikelfilter                               |
| EUDC             | Extra Urban Driving Cycle                          |
| HC               | Kohlenwasserstoff                                  |
| H <sub>2</sub> O | Wasser/ Wasserdampf                                |
| HW               | Hardware   |
| HWL              | Harnstoff – Wasser – Lösung                        |
| K                | Kelvin   |
| KBA              | Kraftfahrt-Bundesamt                               |
| MSG              | Motorsteuergerät                                   |
| N <sub>2</sub>   | Stickstoff   |
| NEFZ             | Neuer Europäischer Fahrzyklus                      |
| NH <sub>3</sub>  | Ammoniak   |
| NO               | Stickstoffmonoxid                                  |
| NO <sub>2</sub>  | Stickstoffdioxid                                   |
| NO <sub>x</sub>  | Stickoxide   |
| NSK              | NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator               |
| OH <sup>-</sup>  | 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 Abschaltvorrichtungen 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 Abschaltvorrichtung 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 Dieselmotoren 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 Ausnahmeregelungen 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](http://www.KBA.de)) einsehbar.

Ungeachtet der schwierigen Bewertung der Zulässigkeit der verwendeten Motorschutzvorrichtungen 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 Verkehrsverboten für Diesel-Pkw führen könnten, wurden am 2. August 2017 im „Nationalen Forum Diesel“ weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Stickoxid-Emissionen (NO<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Emissionen und dass es zu keinem Anstieg der CO<sub>2</sub>-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 Abschaltvorrichtungen 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<sub>x</sub>-Emissionen unter Berücksichtigung des 25-30 % - Ziels dokumentiert wird.

Im Berichtsteil B („Grundlagen“) werden zunächst die Grundlagen zur Entstehung und zur Reduzierung von NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Emissionen

#### 1. Entstehung von Schadstoffemissionen / Grenzwerte

Neben den Hauptabgaskomponenten Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entstehen bei der Verbrennung von Dieselmotoren auch Schadstoffe wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO), Ruß und auch Stickoxide (NO<sub>x</sub>).

Die europäische Emissionsgesetzgebung ab der Euro-3-Stufe zielte insbesondere auf die Absenkung des Grenzwertes für NO<sub>x</sub>. Der limitierende Grenzwert für NO<sub>x</sub> wurde jeweils folgendermaßen festgelegt:

| Schadstoffklasse | NO <sub>x</sub> -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<sub>x</sub> (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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Reduzierung müssen jedoch andere Maßnahmen ergriffen werden. Um die Wirkungsweisen der unterschiedlichen Maßnahmen verstehen zu können, muss die Entstehung von NO<sub>x</sub> bei der Dieselerverbrennung erläutert werden.

Unter dem Begriff NO<sub>x</sub> werden sämtliche Stickoxidverbindungen (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) subsummiert. Im Fall der Dieselerverbrennung werden jedoch ausschließlich nennenswerte Mengen an NO und NO<sub>2</sub> erfasst, die unter dem zuvor benannten Sammelbegriff Stickoxide (NO<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Emissionen ist das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), welches nur einen kleinen Bestandteil der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen ausmacht. NO<sub>2</sub> entsteht bei der dieselmotorischen Verbrennung überwiegend aus der Reaktion von NO mit HO<sub>2</sub>- und OH-Radikalen. In der Umgebungsluft reagiert NO wiederum mit Ozon durch Lichteinfall zu NO<sub>2</sub>. 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](http://www.hlnug.de)).

## 2. Möglichkeiten zur Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen

Zur Minderung der motorischen NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Reduzierung in allen Fahrsituationen stattfinden kann.

Im Folgenden werden die üblichen Maßnahmen zur Verringerung der NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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 Motorölv Verdünnung.

### b. NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator

Eine weitere Methode zur Reduzierung der motorischen NO<sub>x</sub>-Emissionen ist die Verwendung eines Abgasnachbehandlungssystems wie dem NO<sub>x</sub>-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 (N<sub>2</sub>) und CO<sub>2</sub> umzuwandeln.

Für die Umwandlung der zuvor eingespeicherten NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> zu N<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>. Während dieses Vorgangs wird die katalytische Schicht durch Oxidation wiederhergestellt und kann im Anschluss wieder NO<sub>x</sub> 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 NH<sub>3</sub> (Ammoniak) und CO<sub>2</sub>. Das gewonnene NH<sub>3</sub> wird nun in der Beschichtung des SCR-Katalysators eingelagert („Speichermodus“) und kann die im Abgas befindlichen NO<sub>x</sub> zu N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O umwandeln.

Zur NO<sub>x</sub>-Umwandlung verfügen SCR-Systeme über zwei unterschiedliche Betriebsstrategien. Im Speichermodus wird die Priorität auf einen ausreichenden NH<sub>3</sub>-Speicherfüllstand gelegt. In dieser Betriebsstrategie wird eine optimal hohe NO<sub>x</sub>-Umsetzung auch bei transienten Motorbetriebszuständen ermöglicht. Bis zu einem bestimmten Temperaturbereich verfügt der SCR-Katalysator über eine gute Speichereigenschaft und kann überschüssiges NH<sub>3</sub> aufnehmen, sodass ein Austreten des Ammoniaks in die Umgebungsluft (sog. NH<sub>3</sub>-Schlupf) vermieden wird. Das eingespeicherte NH<sub>3</sub> wird bei sprunghaften NO<sub>x</sub>-Aufkommen abgebaut.

Bei hohen Temperaturen im SCR-Katalysator lässt das Speichervermögen nach und es besteht das Risiko eines NH<sub>3</sub>-Schlupfs. In diesem Fall wird auf einen sogenannten Onlinemodus umgeschaltet. Bei dieser Strategie wird der Speicherstand soweit minimiert, dass kein NH<sub>3</sub>-Schlupf auftritt. Die NO<sub>x</sub>-Konvertierung wird bedarfsgerecht über das direkt umgewandelte NH<sub>3</sub> erreicht. Erfahrungsgemäß werden in diesem Betriebsmodus im Vergleich zum Speichermodus meist geringere NO<sub>x</sub>-Konvertierungsraten erreicht.

### 3. Die Wirkung und Grenzen von Software-Updates zur NO<sub>x</sub>-Reduzierung

Zur schnellen Reduzierung der NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-

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 Kraftstoffteil einspritzung 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 Kraftstoff einspritzmengen 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<sub>x</sub>-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](http://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<sub>x</sub>-Füllstandserfassung - modellbasiert und sensorbasiert.

Modellbasierte Systeme können im Gegensatz zu sensorbasierten Systemen keinen NH<sub>3</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Konvertierungsrate) verweilt. Darüber hinaus kann die angestrebte maximale NO<sub>x</sub>-Konvertierungsrate (1 = alle NO<sub>x</sub> werden umgesetzt) angepasst werden, was mit einer Anhebung der eindosierten HWL einhergeht. Dabei muss weiterhin bei hohen SCR-Temperaturen die Vermeidung von NH<sub>3</sub>-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<sub>x</sub>-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 Abschaltvorrichtung 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 Abschaltvorrichtung sicher zu klassifizieren. Eine Bewertung wird nach den Verordnungen (EG) 715/2007 und 692/2008 vorgenommen. Eine Abschaltvorrichtung 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<sub>x</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 Typpenehmigungsbehörden können Rückrufmaßnahmen gegen Hersteller festsetzen. Diese muss das KBA in Deutschland dann ebenfalls mit einem verpflichtenden Rückruf durchsetzen. Bislang verfahren die europäischen Typpenehmigungsbehörden 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 Serientatenstand 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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.

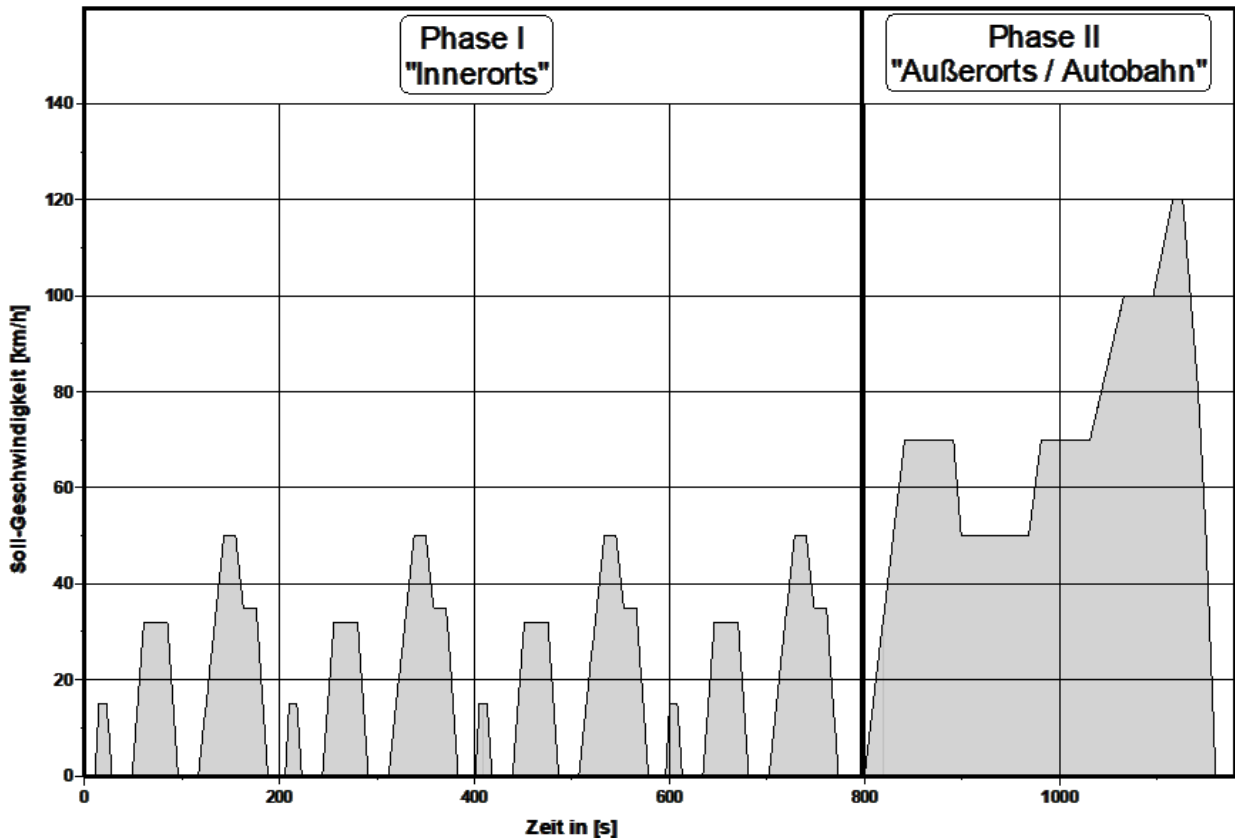


Abbildung 1: NEFZ Fahrprofil

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  $v_{\emptyset} = 33,6 \text{ km/h}$  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.

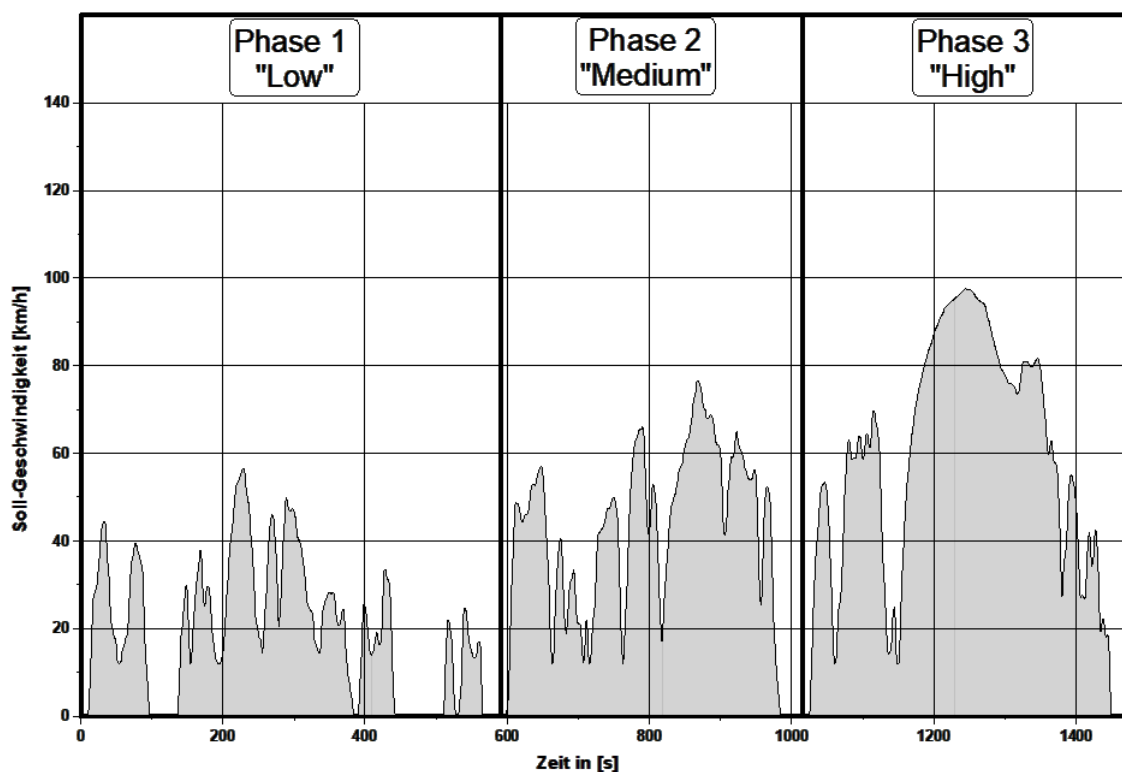


Abbildung 2: WLTC123 Fahrprofil

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  $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ . Bei den Messreihen des KBA wurden verringerte Umgebungstemperaturen angewendet, um das Abgasverhalten bei niedrigen Außentemperaturen bewerten zu können. Die Abstufung der Umgebungstemperaturen betrug hierbei  $5 \text{ °C}$ ,  $10 \text{ °C}$  und  $15 \text{ °C}$ .

### 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  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$

und  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

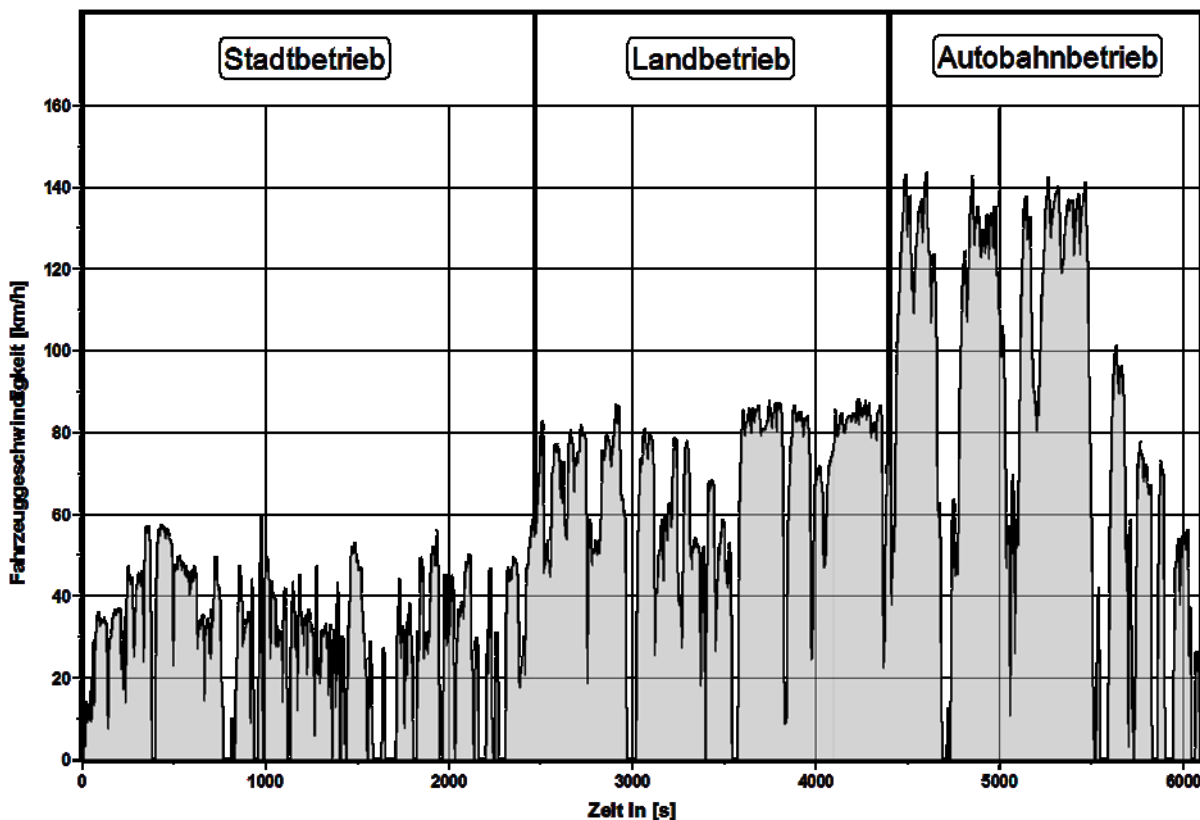


Abbildung 3: exemplarisches Beispiel eines RDE-Fahrprofils

## 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<sub>x</sub>-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 Motorengeneration 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          |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                               | Audi                               | Audi                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | A4 2.0 TDI Limousine               | A4 2.0 TDI                         | A4 2.0 TDI Avant    |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0430*17                | e1*2001/116*0430*19                | e1*2001/116*0430*18 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | B8 / LCAGCF1 / FM6B1005R8K607MGEM1 | B8 / ACAGCF1 / FM6B1005R8K607MGEM1 | B8                  |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 69.951                             | 39.292                             | 89.800              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                                | EU5                                | EU5                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                              | 1.968                              | 1.968               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>1</sup> [°C] | T USW <sup>2</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>1</sup> SSW: Serien Software

<sup>2</sup> USW: Update Software

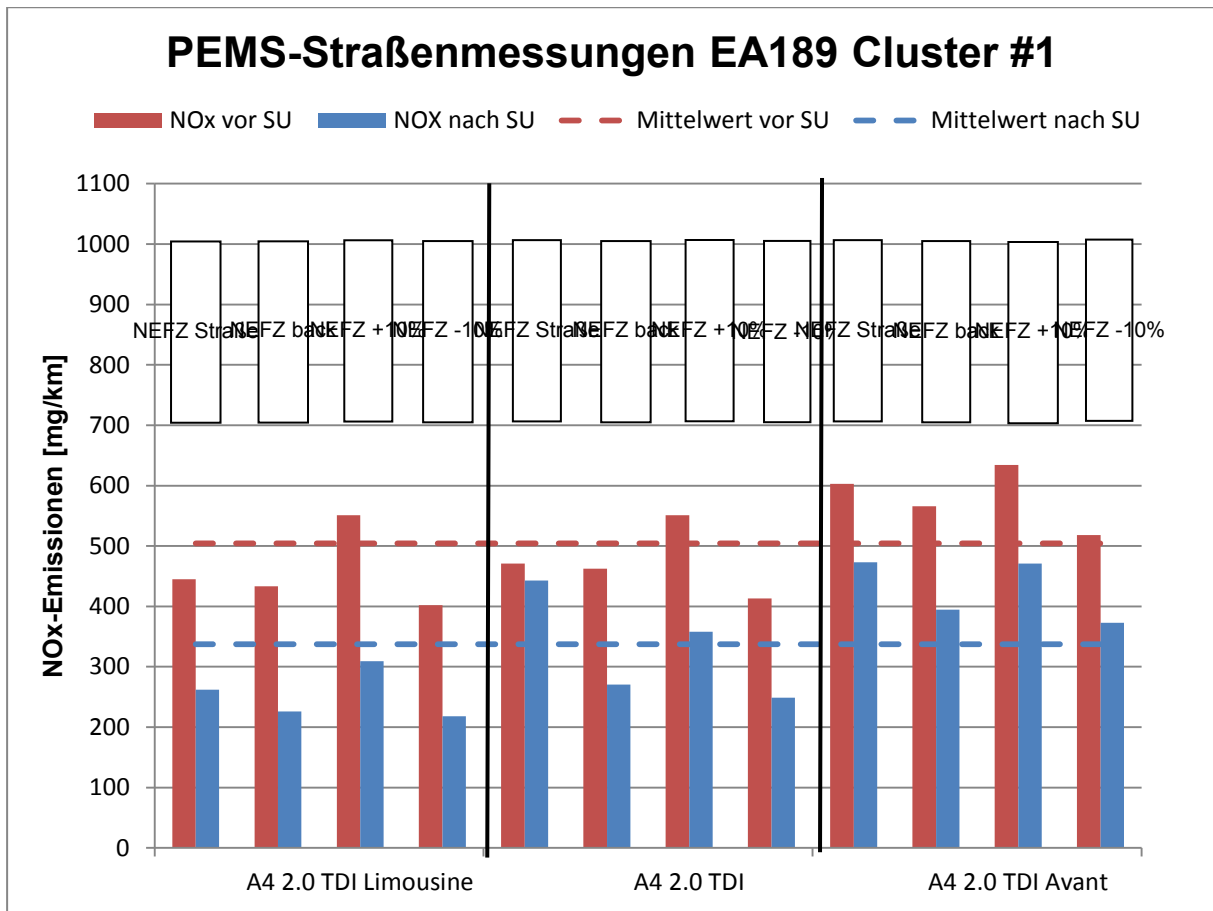


Abbildung 5: Säulendiagramm Cluster #1 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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           |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                                 | Audi                | Audi                 |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | A4 2.0 TDI Avant                     | A4 2.0 TDI Avant    | A4 2.0 TDI Limousine |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0430*33                  | e1*2001/116*0430*29 | e1*2001/116*0430*25  |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | B8 / ACJCDF1 / FAVAW011RB8K1S57MJEM1 | B8                  | B8                   |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 28.222                               | 37.000              | 98.100               |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                                  | EU5                 | EU5                  |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                                | 1.968               | 1.968                |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>3</sup> [°C] | T USW <sup>4</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>3</sup> SSW: Serien Software

<sup>4</sup> USW: Update Software



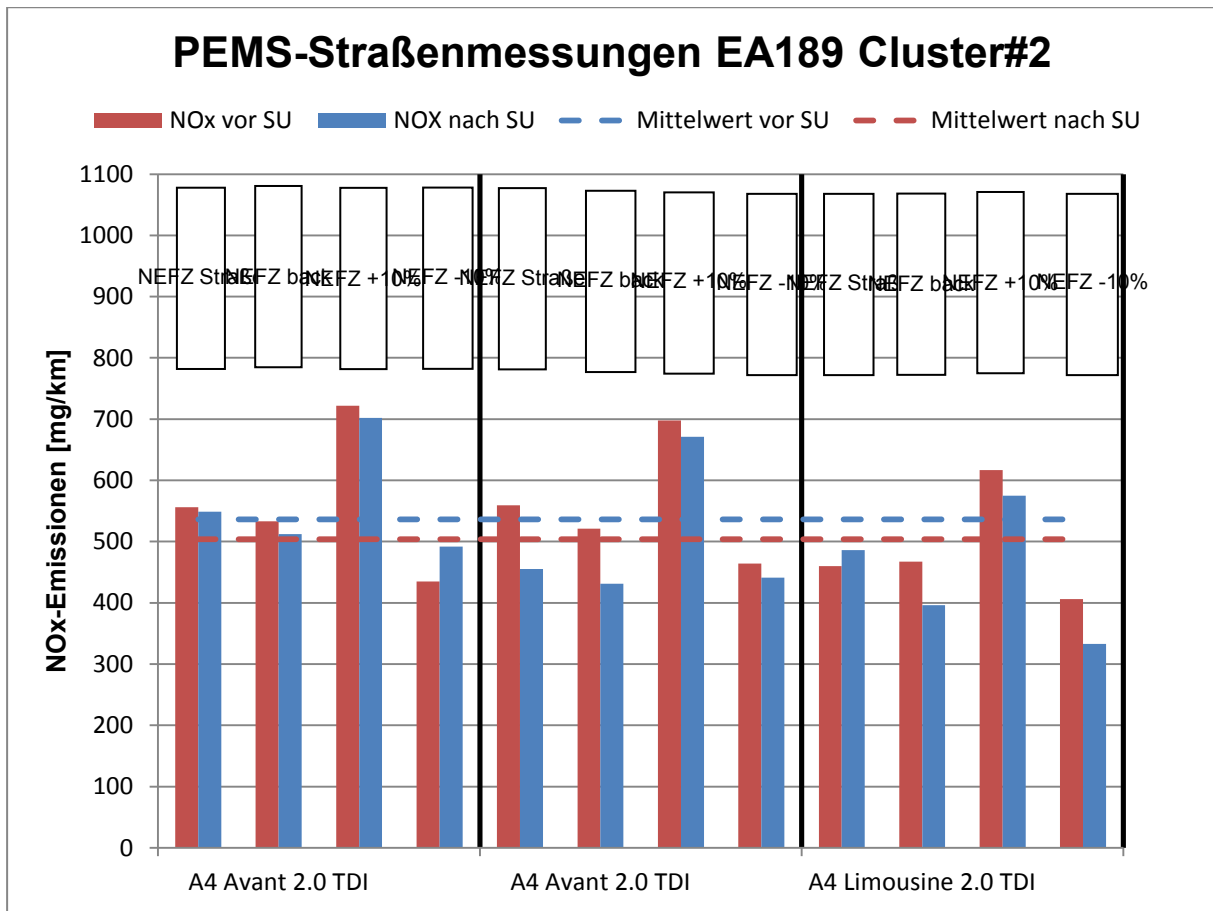


Abbildung 7: Säulendiagramm Cluster #2 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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          |
|---------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                | Audi               | Audi                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | A4 Avant 2.0 TDI    | A6 Avant 2.0 TDI   | A4 Avant 2.0 TDI    |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0430*27 | e1*2007/46*0436*06 | e1*2001/116*0430*33 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | B8                  | 4G                 | B8                  |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 42.700              | 111.900            | 38.900              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                 | EU5                | EU5                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968               | 1.968              | 1.968               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>5</sup> [°C] | T USW <sup>6</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>5</sup> SSW: Serien Software

<sup>6</sup> USW: Update Software

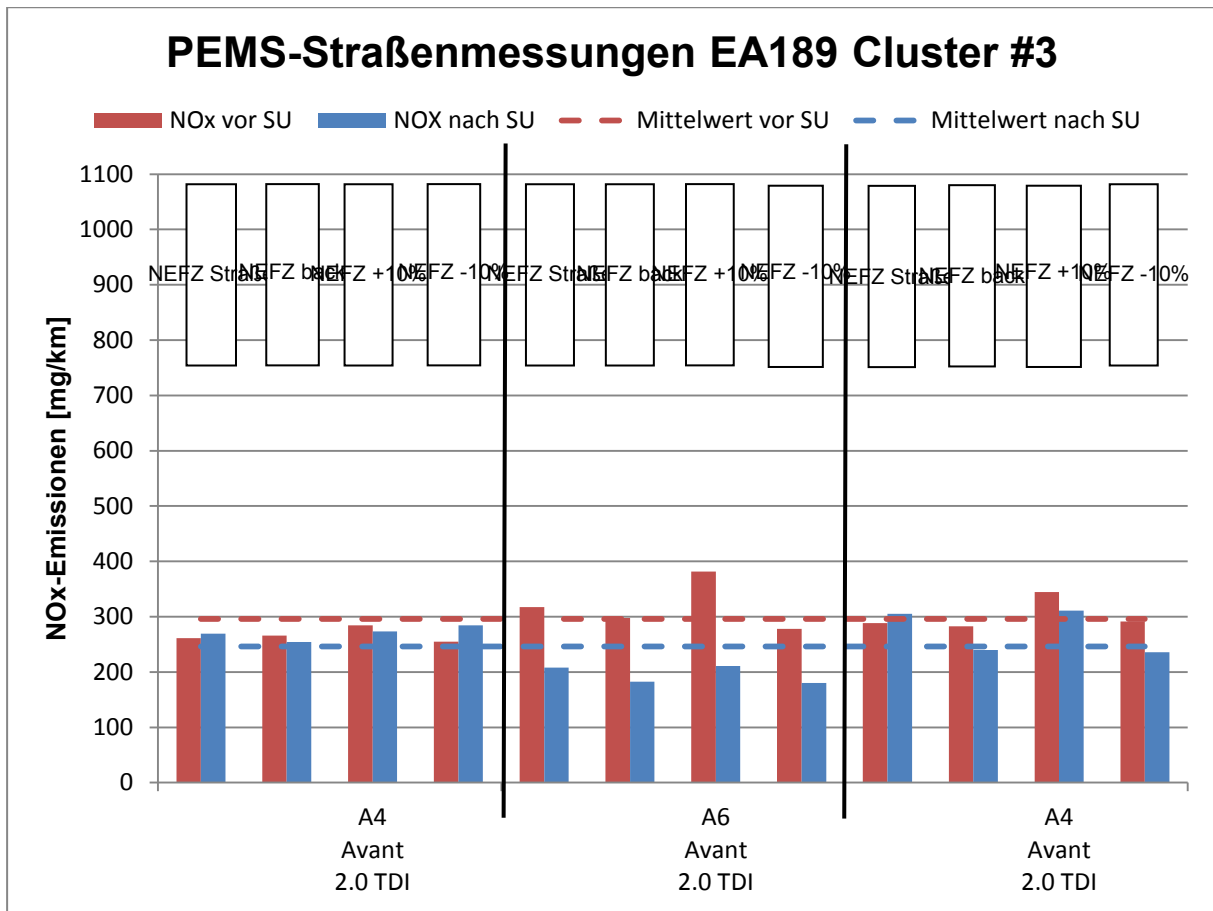


Abbildung 9: Säulendiagramm Cluster #3 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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          |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                                 | Audi                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | A5 2.0 TDI Sportback                 | A4 allroad quattro  |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0430*32                  | e1*2001/116*0430*33 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | B8 / SCGLCQ1 / QD7B5027RB8T1S47MJEM1 | B8                  |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 17.195                               | 19.000              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                                  | EU5                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                                | 1.968               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>7</sup> [°C] | T USW <sup>8</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>7</sup> SSW: Serien Software

<sup>8</sup> USW: Update Software

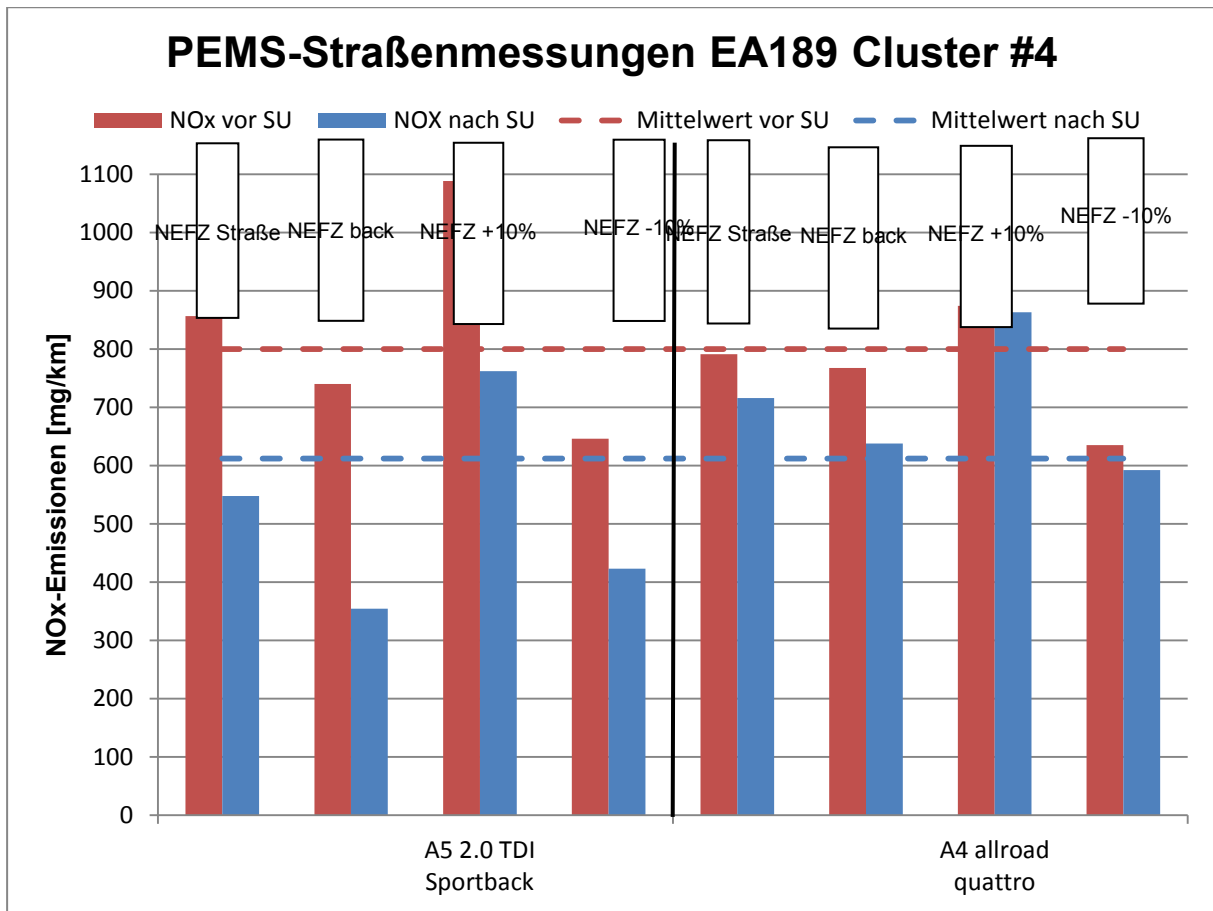
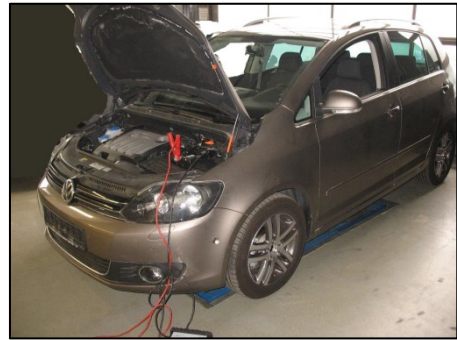


Abbildung 11: Säulendiagramm Cluster #4 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                        |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Hersteller</b>               | VW                               | VW                                 | VW                                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Golf 2.0 TDI                     | Golf Plus 2.0 TDI                  | Golf 2.0 TDI                      |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0242*44              | e1*2001/116*0304*29                | e1*2001/116*0242*43               |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 1K/ ACCFFBX0 / FM6FM62Q025N7MGN1 | 1KP / ACCFHCX0 / FM6FM62Q025N7MGN1 | 1K / ACCFFBX0 / FM6FM62Q025N7MGN1 |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 27.242                           | 15.404                             | 33.098                            |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                              | EU5                                | EU5                               |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                            | 1.968                              | 1.968                             |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>9</sup> [°C] | T USW <sup>10</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>9</sup> SSW: Serien Software

<sup>10</sup> USW: Update Software

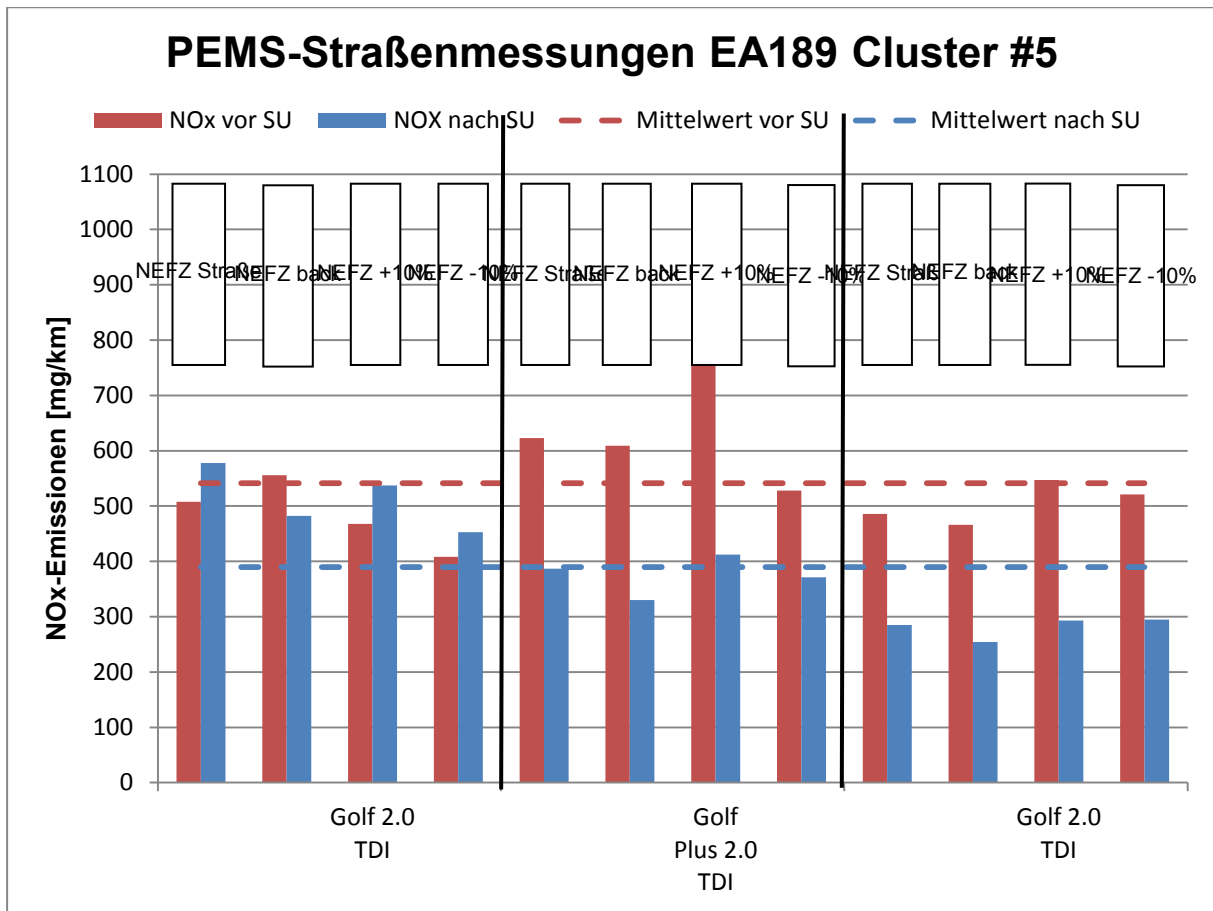


Abbildung 13: Säulendiagramm Cluster #5 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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<br>*0252*41 | e1*2001/116 *0252*41 | e1*2001/116 *0450*19 |
| Typ / Variante / Version | 2K / ACCFHGX01          | 2K / ACCFHGX01       | 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 <sup>11</sup><br>[°C] | T USW <sup>12</sup><br>[°C] | NO <sub>x</sub> SSW<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> USW<br>[mg/km] | Reduzierung<br>absolut<br>[mg/km] | Reduzierung<br>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<sub>x</sub>-Reduzierung

<sup>11</sup> SSW: Serien Software

<sup>12</sup> USW: Update Software



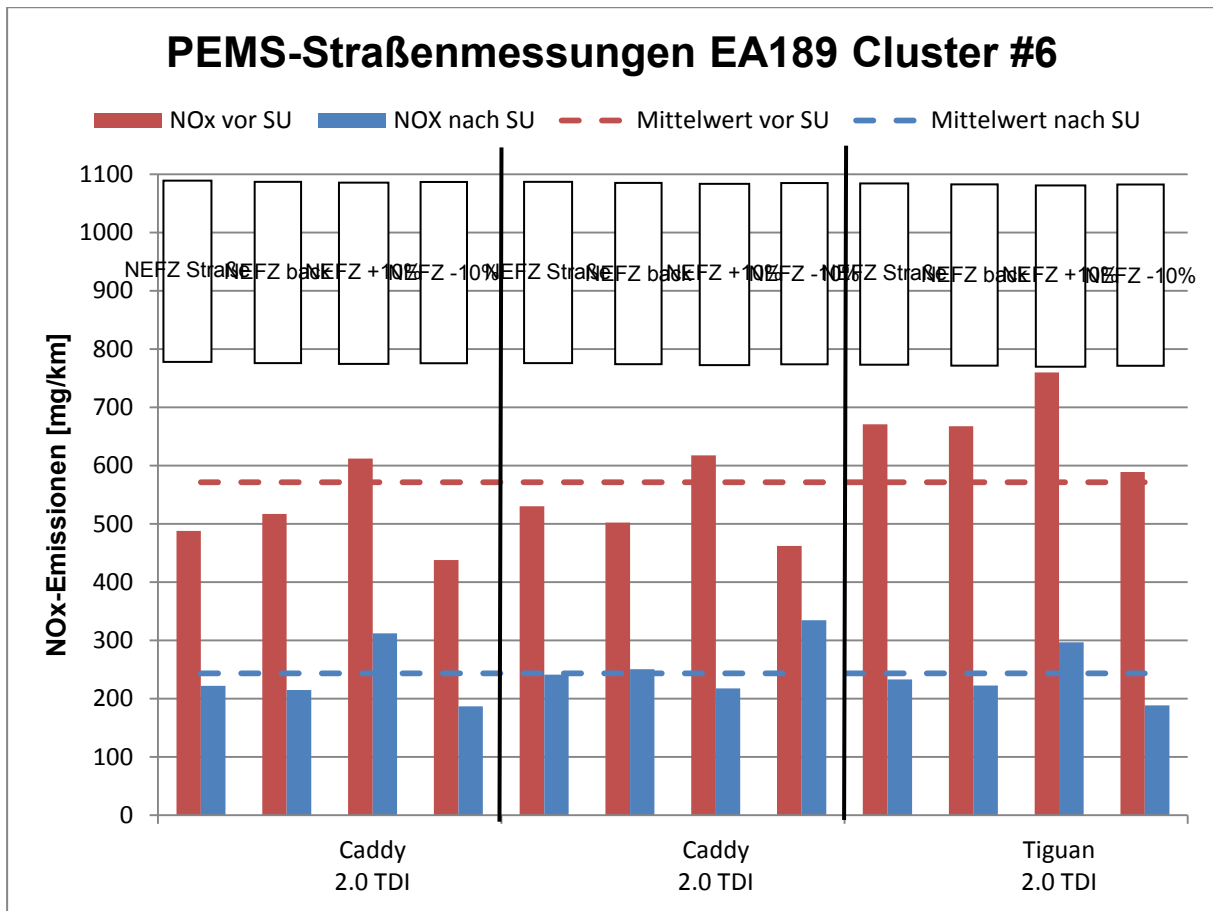


Abbildung 15: Säulendiagramm Cluster #6 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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          |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Hersteller</b>               | VW                  | VW                  | VW                  |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | CADDY Maxi 2.0 TDI  | Passat 2.0 TDI      | Touran 2.0 TDI      |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0252*41 | e1*2001/116*0307*33 | e1*2001/116*0211*28 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 2K / AFCFJAX01      | 3C / ACCFGBX0       | 1T / CFJAAF         |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 18.542              | 114.037             | 29.574              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                 | EU5                 | EU5                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968               | 1.968               | 1.968               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>13</sup> [°C] | T USW <sup>14</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>13</sup> SSW: Serien Software

<sup>14</sup> USW: Update Software

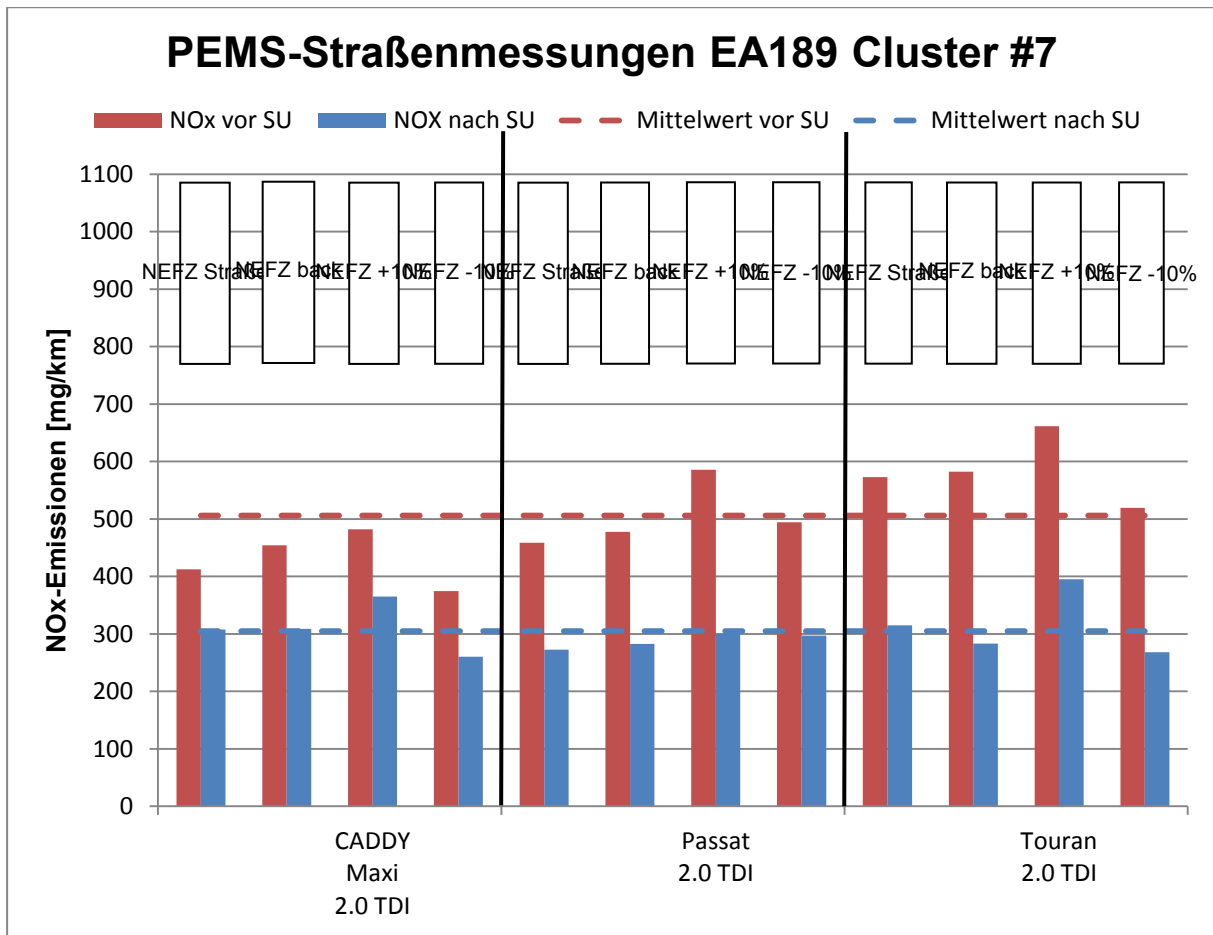


Abbildung 17: Säulendiagramm Cluster #7 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                                |
|---------------------------------|------------------------------------|---|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                               | VW  |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Q5 2.0 TDI                         | Passat 2.0 TDI                            |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0473*09                | e1*2001/116*0307*36                       |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 8R / XCGLBQ1 / QD7B5035R8R727MKEM0 | 3C / ACCFFBX0 / FD6FD62E018STP07MKS NVR20 |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 81.793                             | 9.722                                     |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU6                                | EU6                                       |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                              | 1.968                                     |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>15</sup> [°C] | T USW <sup>16</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>15</sup> SSW: Serien Software

<sup>16</sup> USW: Update Software

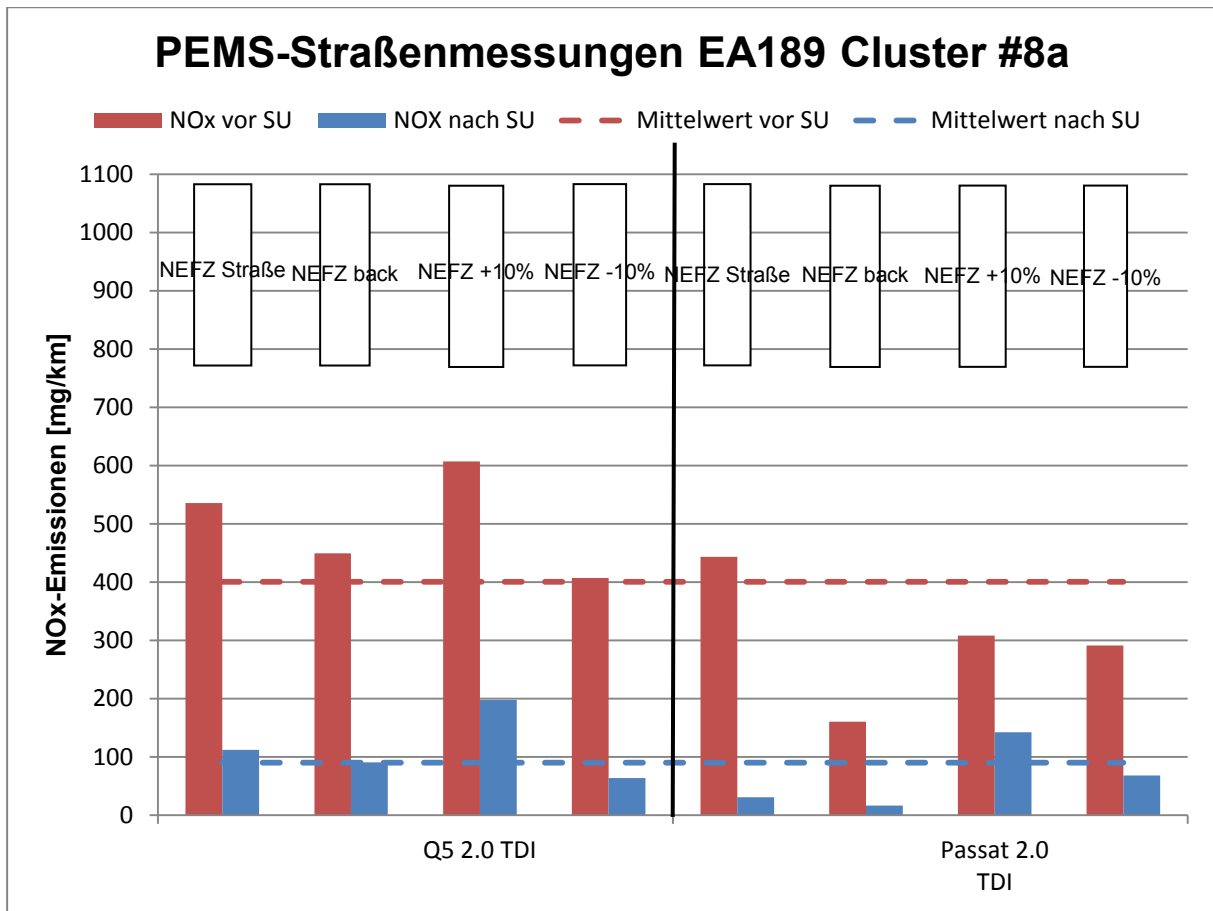


Abbildung 19: Säulendiagramm Cluster #8a NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                          |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Seat               | VW                 | Audi                                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Alhambra 2.0 TDI   | Sharan 2.0 TDI     | Q5 2.0 TDI                          |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2007/46*0401*09 | e1*2007/46*0401*09 | e1*2001/116*0473*17                 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 7N / CFGCX0AF      | 7N / CFFBX0AF      | 8R / XCGLCQ1 / QD7B5035R8R727MJEM1G |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 37.758             | 50.233             | 52.432                              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                | EU5                | EU5                                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968              | 1.968              | 1.968                               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>17</sup> [°C] | T USW <sup>18</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung

<sup>17</sup> SSW: Serien Software

<sup>18</sup> USW: Update Software

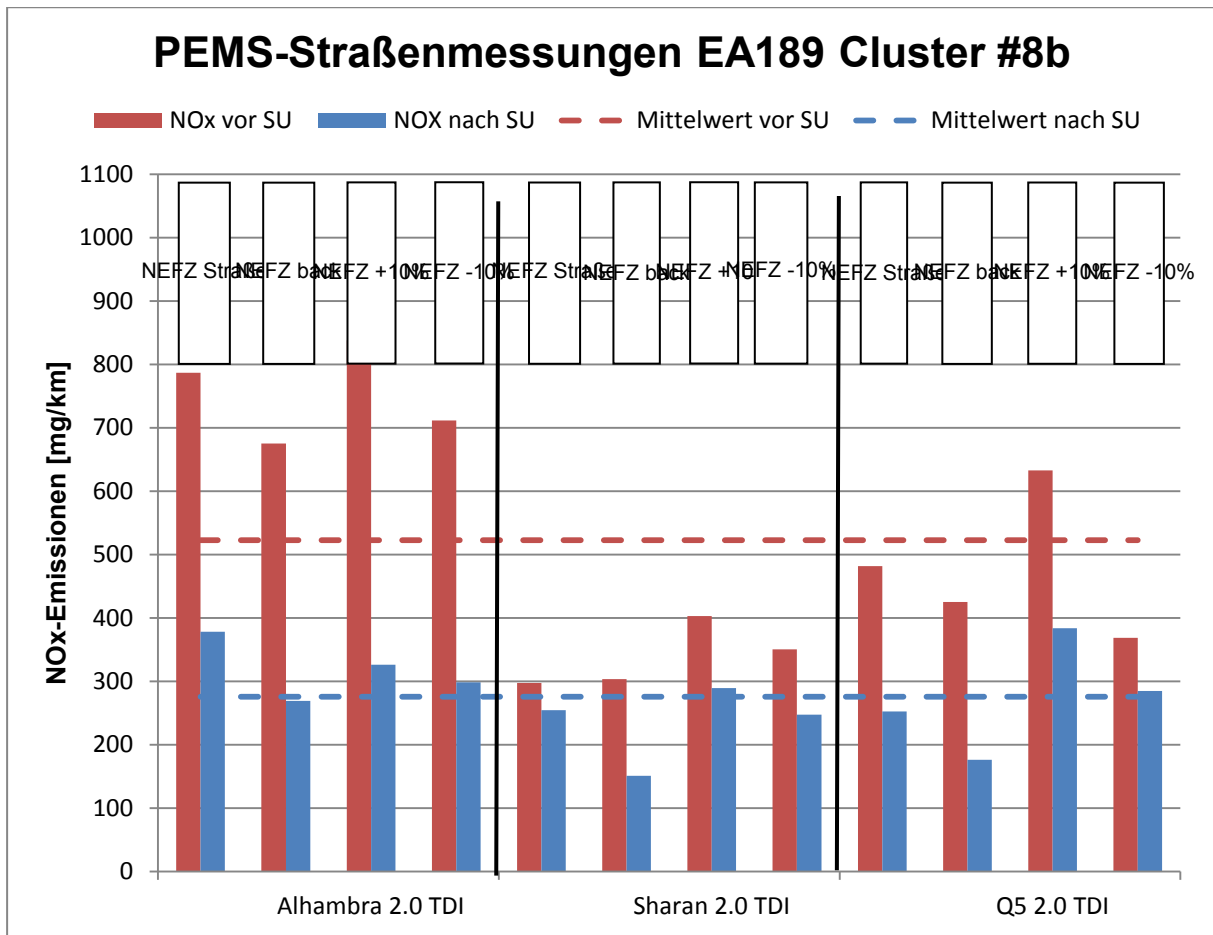


Abbildung 21: Säulendiagramm Cluster #8b NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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   |
|---------------------------------|--|--|
| <b>Hersteller</b>               | VW   | VW   |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Caddy 1.6 TDI  | Caddy 1.6 TDI  |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2007/46*0217* 21                                  | e1*2007/46*0217* 21                                  |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 2KN / BBCAYEX0 / N0J2FM5FM5A4056N1-SN2VR07MJG2NLL060 | 2KN / BBCAYDX0 / N0J2FM5FM5A4056N1-SN2VR07MJG2OLL060 |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 12.221   | 431  |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5  | EU5  |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.598  | 1.598  |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>19</sup> [°C] | T USW <sup>20</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>19</sup> SSW: Serien Software

<sup>20</sup> USW: Update Software



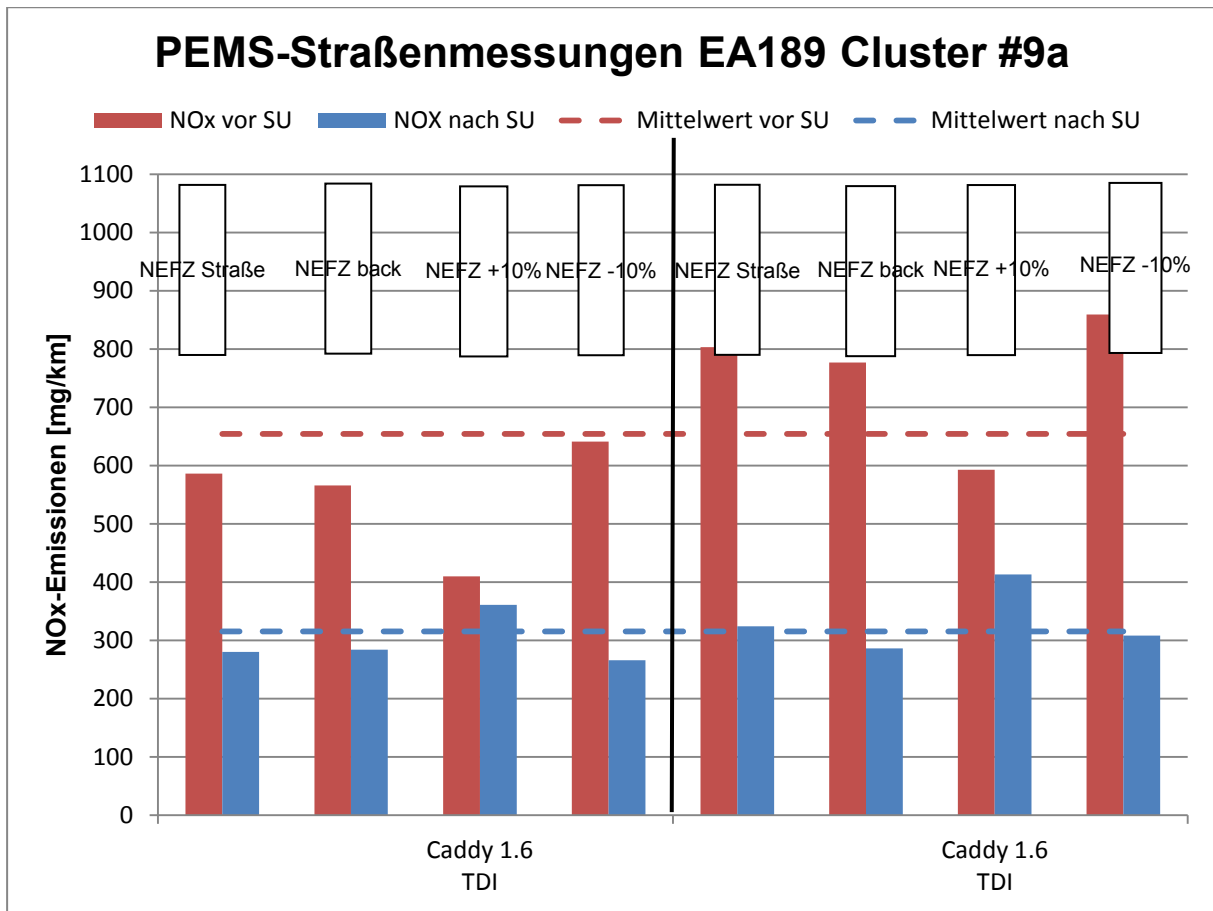


Abbildung 23: Säulendiagramm Cluster #9a NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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              |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Hersteller</b>               | VW                      | VW                      | VW                      |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Polo 1.6 TDI            | Golf 1.6 TDI            | Polo 1.6 TDI            |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*<br>0510*15 | e1*2001/116*<br>0328*26 | e1*2001/116*<br>0510*15 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 6R                      | 1KM                     | 6R                      |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 79900                   | 61200                   | 79850                   |
| <b>Abgasnorm</b>                | Euro 5                  | Euro 5                  | Euro 5                  |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1598                    | 1598                    | 1598                    |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>21</sup> [°C] | T USW <sup>22</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung

<sup>21</sup> SSW: Serien Software

<sup>22</sup> USW: Update Software

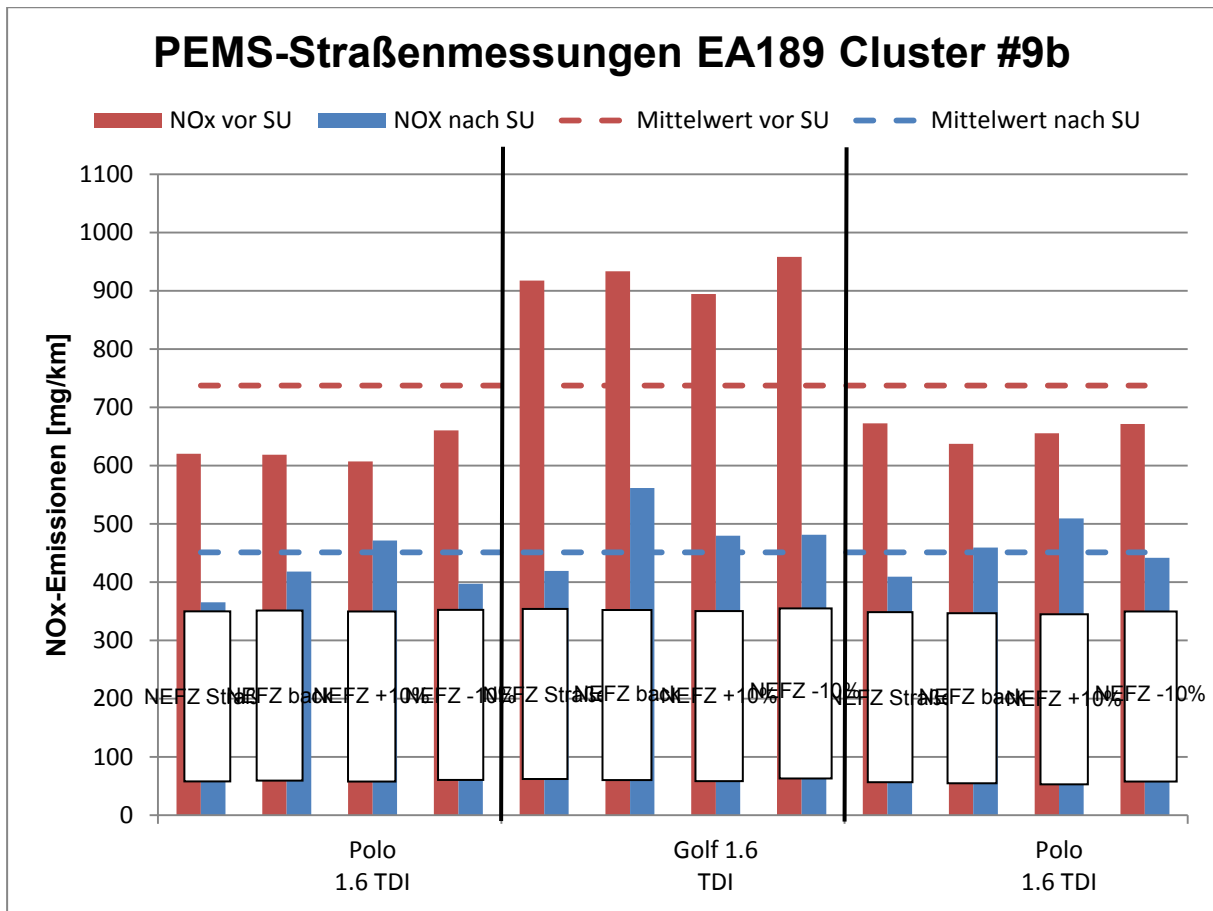


Abbildung 25: Säulendiagramm Cluster #9b NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                          |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Hersteller</b>               | VW                                  | Seat                              | VW                                  |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Golf Plus 1.6 TDI                   | Ibiza 1.6 TDI                     | Golf Variant 1.6 TDI                |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0304*27                 | e9*2001/116*0067*29               | e1*2001/116*0328*26                 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 1KP / ACCAYCX0 / FD7FD7AM014-E7MGN1 | 6J / SCCAYBX0 / AGNFD7AM00-77MJGI | 1KM / ACCAYCX0 / FD7FD7AM014-N7MGN1 |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 26.798                              | 40.321                            | 26.084                              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                                 | EU5                               | EU5                                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.598                               | 1.598                             | 1.598                               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>23</sup> [°C] | T USW <sup>24</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>23</sup> SSW: Serien Software

<sup>24</sup> USW: Update Software

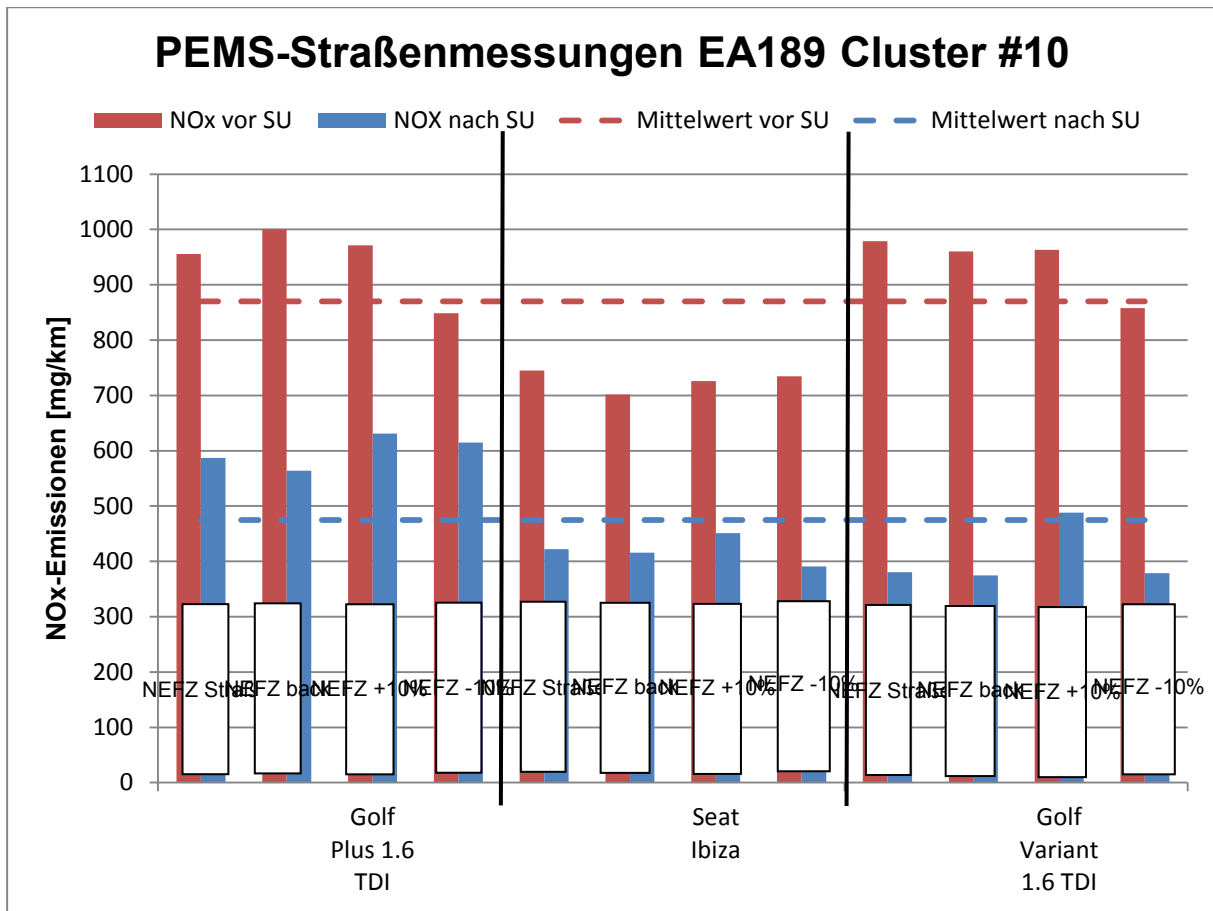


Abbildung 27: Säulendiagramm Cluster #10 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                            |
|---------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Seat                                | VW  | VW                                    |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Ibiza 1.2 TDI                       | Polo 1.2 TDI                              | Polo 1.2 TDI                          |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e9*2001/116*0067*<br>26             | e1*2001/116*051<br>0*13                   | e1*2001/116*0510*10                   |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 6J / SCCFWAX0 /<br>SGNFM52R0317MJGI | 6R / ABCFWA /<br>FM5FM52R031LLEV<br>R67MQ | 6R / ABCFWA /<br>FM5FM52R031LLEVR67MG |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 7.824                               | 16.427                                    | 41.226                                |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                                 | EU5                                       | EU5                                   |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.199                               | 1.199                                     | 1.199                                 |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>25</sup> [°C] | T USW <sup>26</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>25</sup> SSW: Serien Software

<sup>26</sup> USW: Update Software

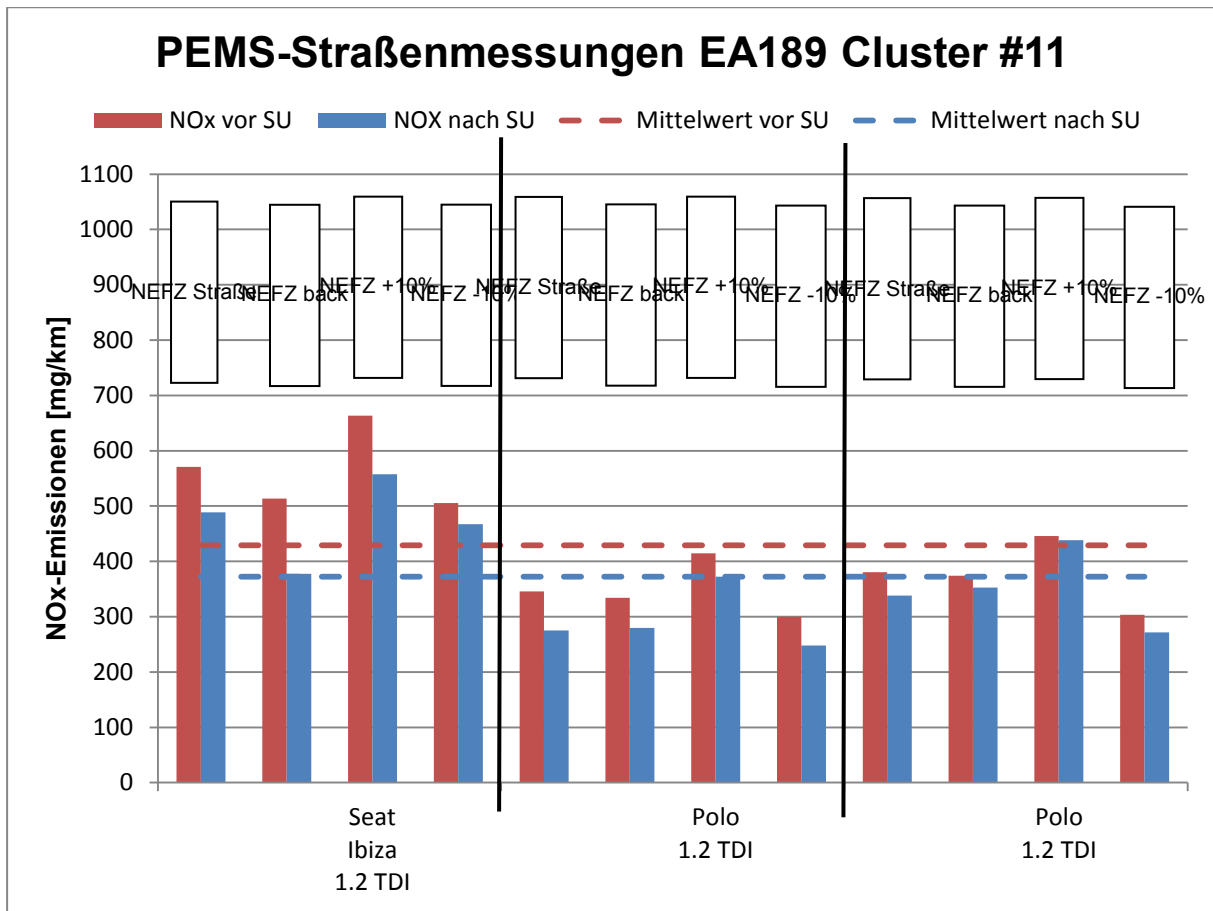


Abbildung 29: Säulendiagramm Cluster #11 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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.

| Fahrzeug | Zyklus      | T SSW <sup>27</sup><br>[°C] | T USW <sup>28</sup><br>[°C] | NO <sub>x</sub> SSW<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> USW<br>[mg/km] | Reduzierung<br>absolut<br>[mg/km] | Reduzierung<br>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<sub>x</sub>-Reduzierung

<sup>27</sup> SSW: Serien Software

<sup>28</sup> USW: Update Software



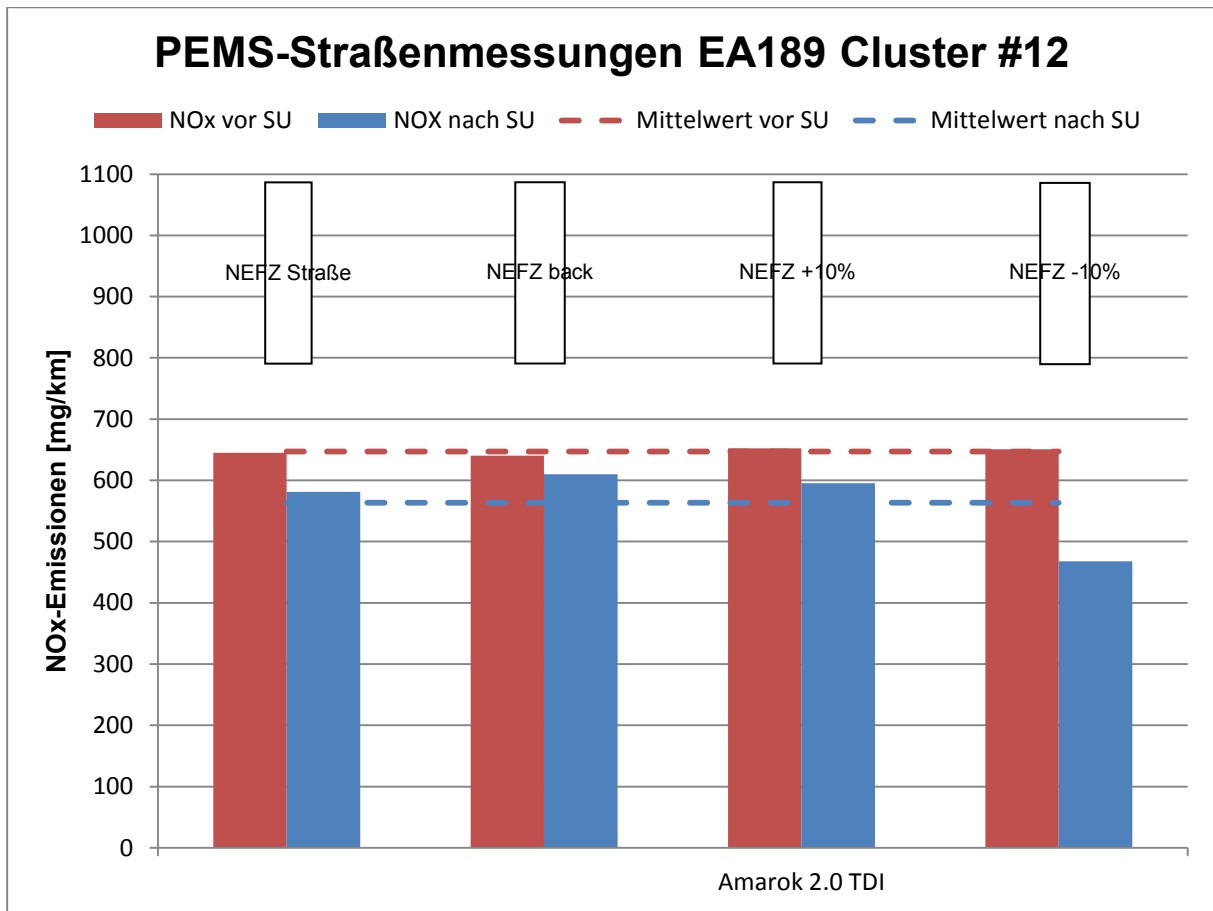


Abbildung 31: Säulendiagramm Cluster #12 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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                               |
|---------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>Hersteller</b>               | Skoda                          | VW                                       |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | Superb 2.0 TDI                 | Passat 2.0 TDI                           |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e11*2001/116*0326*31           | e1*2001/116*0307*26                      |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | 3T / ACCFFBX01 / NFM6FM62Q0257 | 3C / ACCFFBX0 / FM6FM62Q025STP07MGSNVR20 |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 33.130                         | 59.367                                   |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                            | EU5                                      |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                          | 1.968                                    |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>29</sup> [°C] | T USW <sup>30</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>29</sup> SSW: Serien Software

<sup>30</sup> USW: Update Software

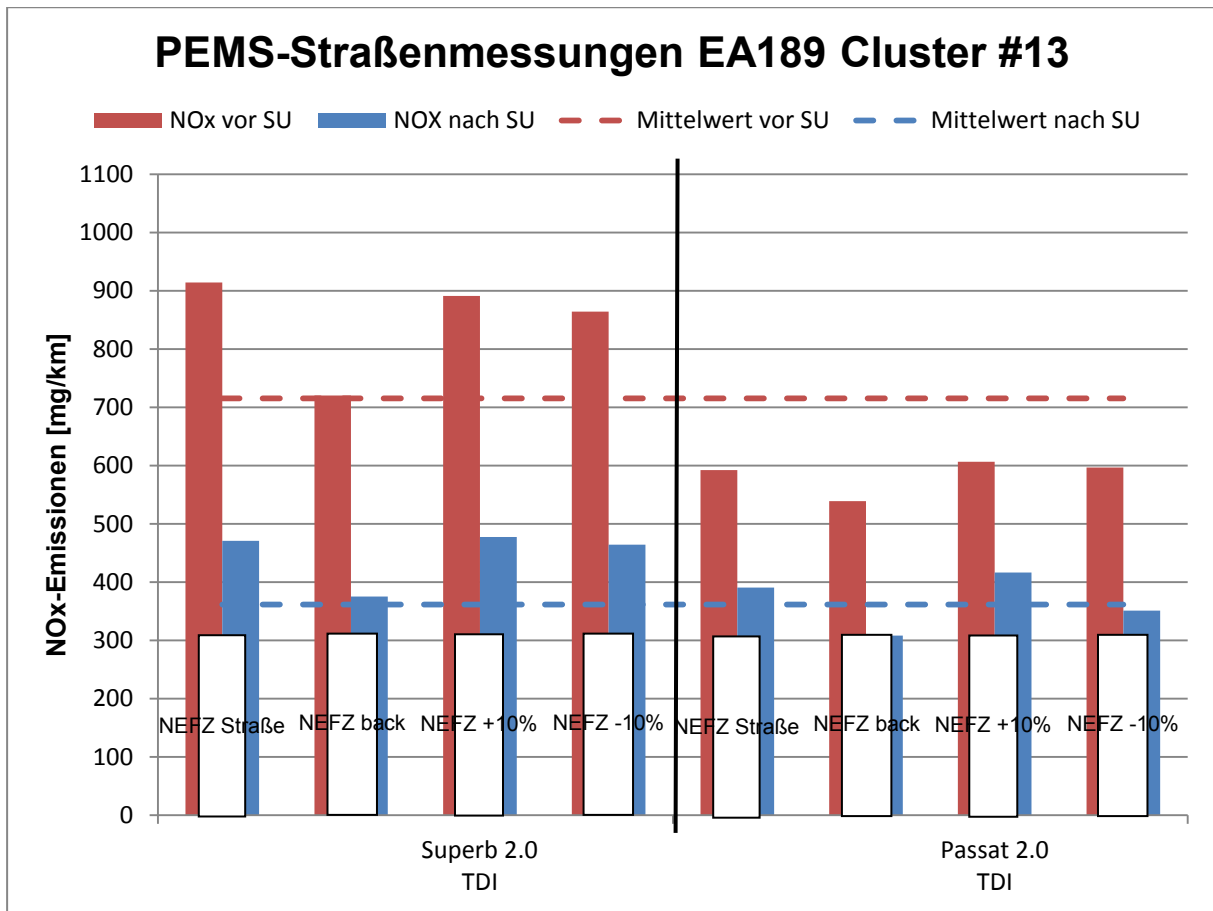


Abbildung 33: Säulendiagramm Cluster #13 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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          |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Hersteller</b>               | Audi                 | Audi                |
| <b>Handelsbezeichnung</b>       | A5 Sportback 2.0 TDI | A4 Avant 2.0 TDI    |
| <b>Typgenehmigung</b>           | e1*2001/116*0430*26  | e1*2001/116*0430*33 |
| <b>Typ / Variante / Version</b> | B8                   | B8                  |
| <b>Laufleistung [km]</b>        | 79.400               | 10.900              |
| <b>Abgasnorm</b>                | EU5                  | EU5                 |
| <b>Hubraum [ccm]</b>            | 1.968                | 1.968               |
| <b>Motorleistung [kW]</b>       | 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 <sup>31</sup> [°C] | T USW <sup>32</sup> [°C] | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

<sup>31</sup> SSW: Serien Software

<sup>32</sup> USW: Update Software

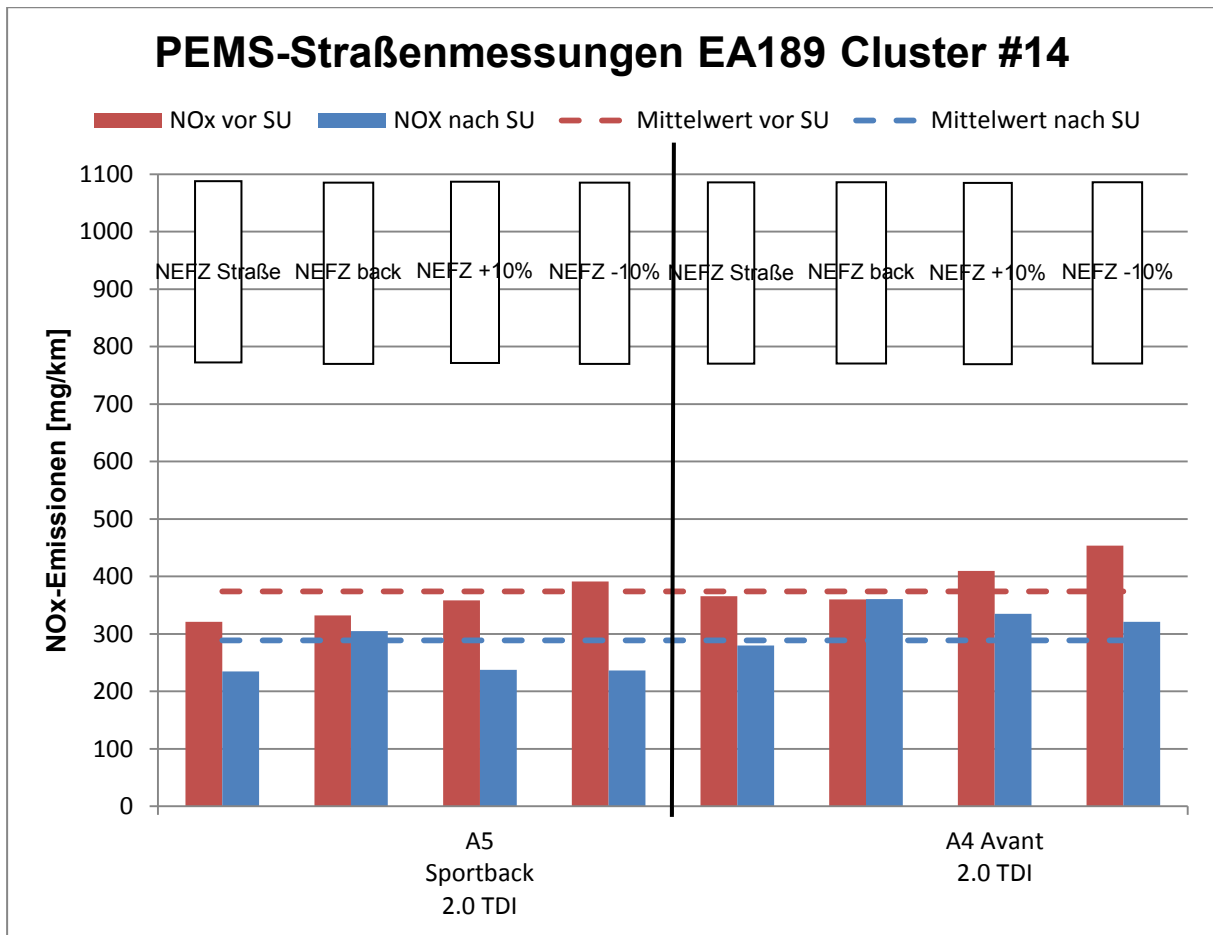


Abbildung 35: Säulendiagramm Cluster #14 NO<sub>x</sub>-Reduzierung

### 3. Weitere verpflichtende Rückrufe

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

sigen Abschaltvorrichtungen 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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x  |
|  | AGR            | x  |
|  | NSK            |  |
|  | Partikelfilter | x  |
|  | SCR-Kat        | x  |

**Tabelle 36: Fahrzeugdaten Audi A6 3.0 TDI 240kW**

| Audi A6 3.0l TDI |  |                         |                 |                 |             |
|------------------|--|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                  |  | NO <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|                  |  | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung      |  | 510                     | 239             | 272             | 53          |

Tabelle 37: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW

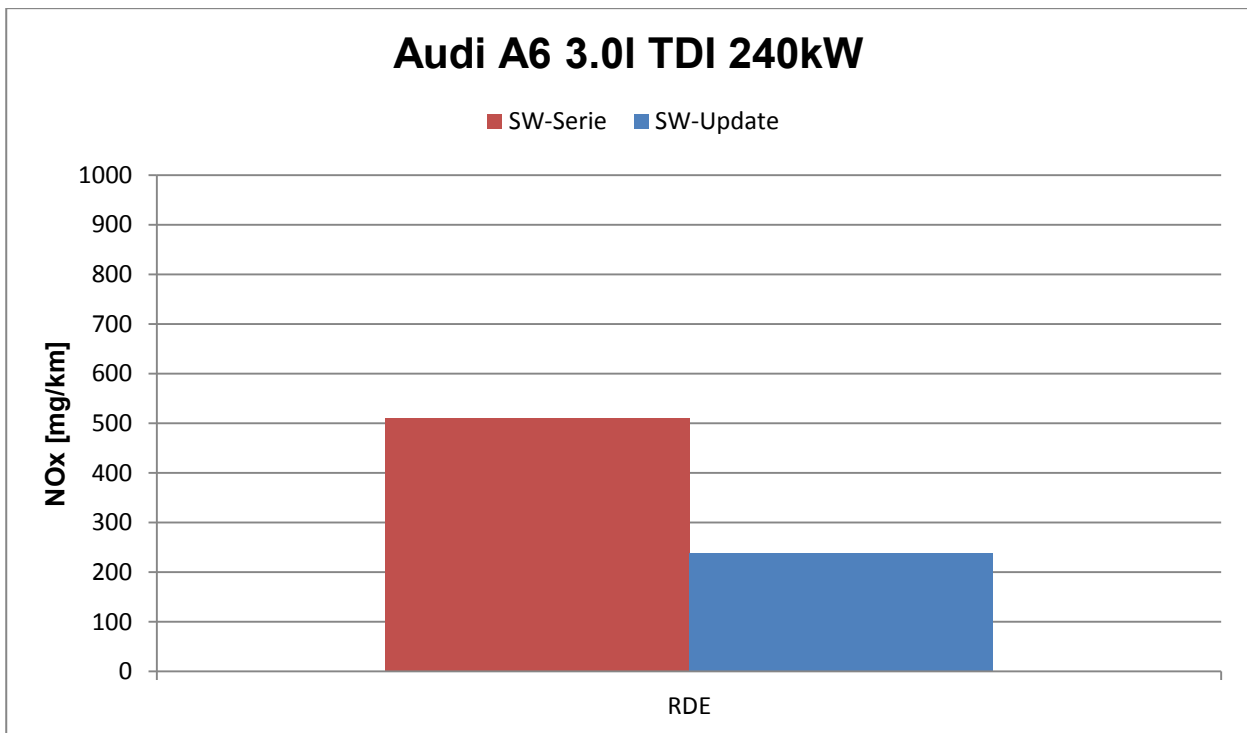


Abbildung 37: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW



**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 <sup>3</sup> ):                    | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|                  |  | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung      |  | 849                     | 288             | 561             | 66          |

Tabelle 39: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A8 4.2l TDI

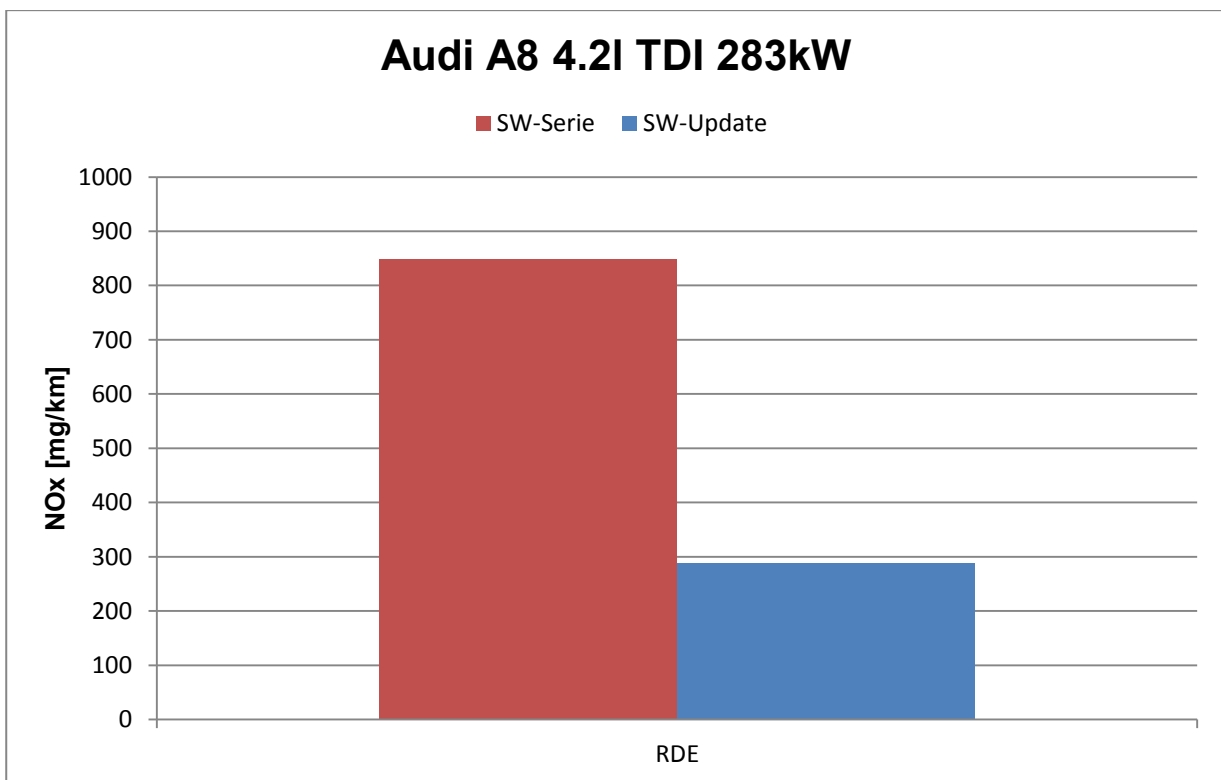


Abbildung 39: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A8 4.2l TDI

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-Konvertierungsrate des NSK erhöht.



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

|  |                |                                |
|--|----------------|--------------------------------|
| Hersteller:                                    |                | BMW                            |
| Handelsbezeichnung:                            |                | 750d xDrive                    |
| Fahrzeugkategorie:                             |                | M1                             |
| Hubraum (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>systeme | Oxi-Kat        | x                              |
|  | AGR            | x                              |
|  | NSK            | x                              |
|  | Partikelfilter | x                              |
|  | SCR-Kat        |                                |

**Tabelle 40: Fahrzeugdaten BMW 750d xDrive**

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

Tabelle 41: NO<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 750d xDrive

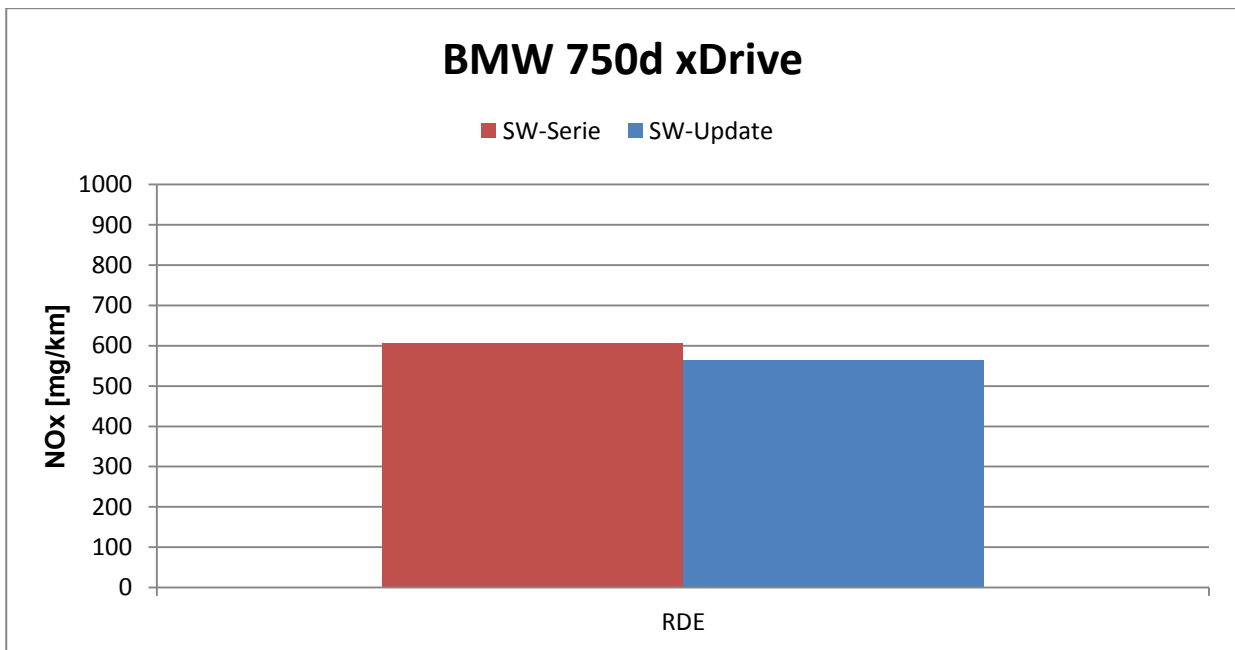


Abbildung 41: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 750d xDrive

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat                       | x |
|  | AGR                           | x |
|  | NSK                           |   |
|  | Partikelfilter                | x |
|  | SCR-Kat                       | x |

**Tabelle 42: Fahrzeugdaten Mercedes C 200 d**

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

Tabelle 43: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 200 d

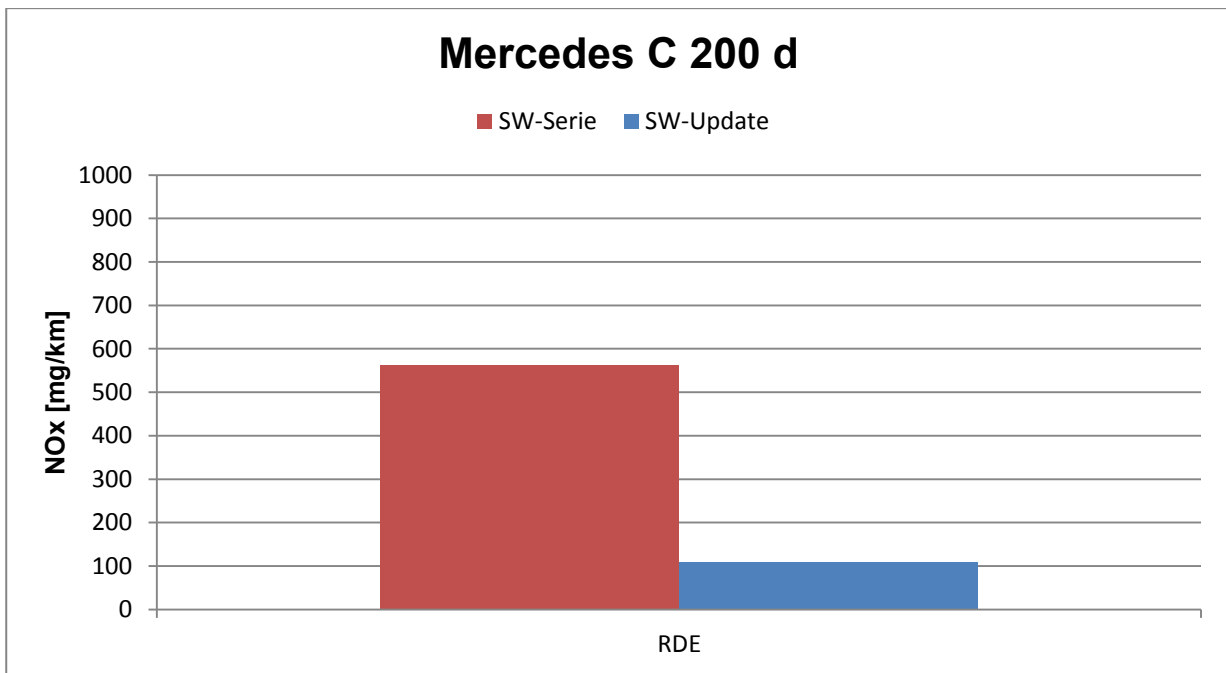


Abbildung 43: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 200 d

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|             | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung | 57                      | 32              | 25              | 44          |

Tabelle 45: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDI

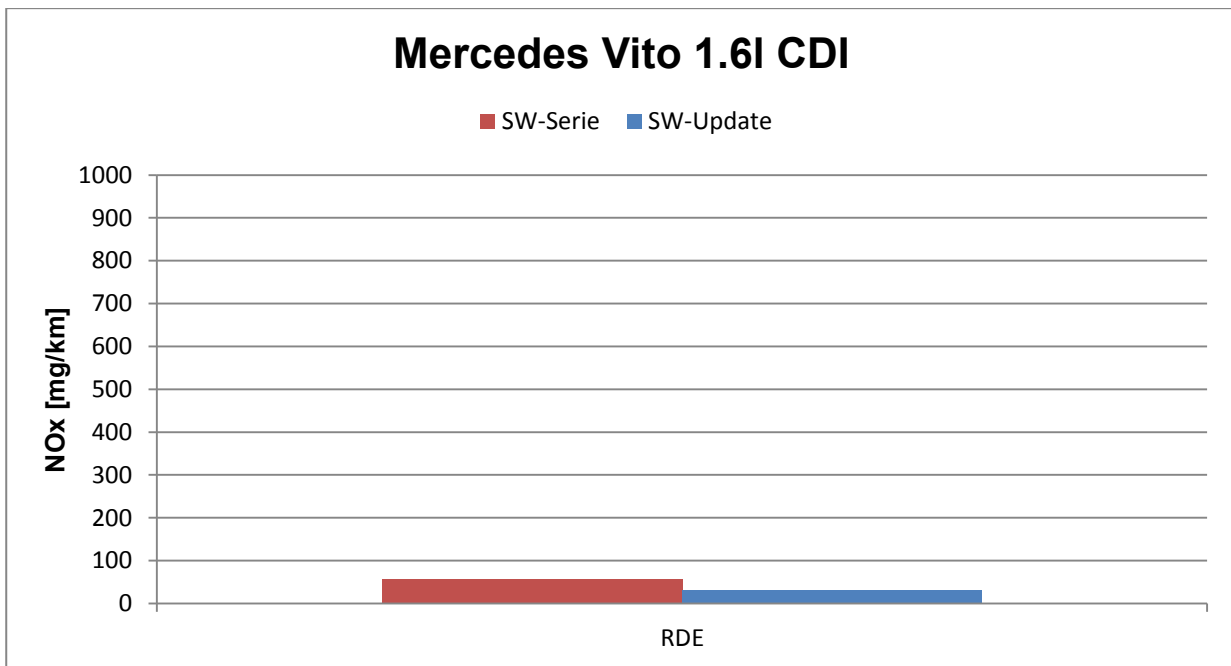


Abbildung 45: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes Vito 1.6 CDI



**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 <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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**

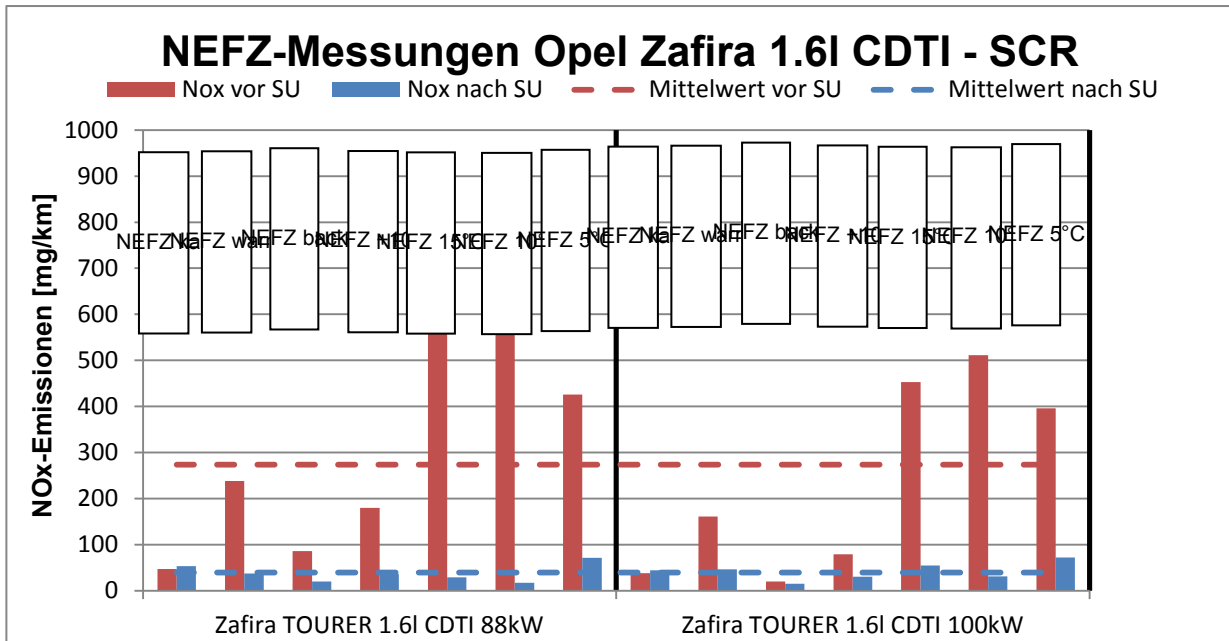
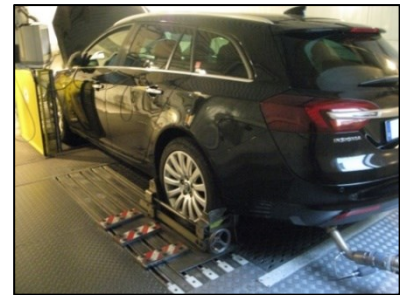


Abbildung 47: Säulendiagramm Opel Zafira 1.6l CDTI NO<sub>x</sub>-Reduzierung

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

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

| Fahrzeug | Zyklus     | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung**

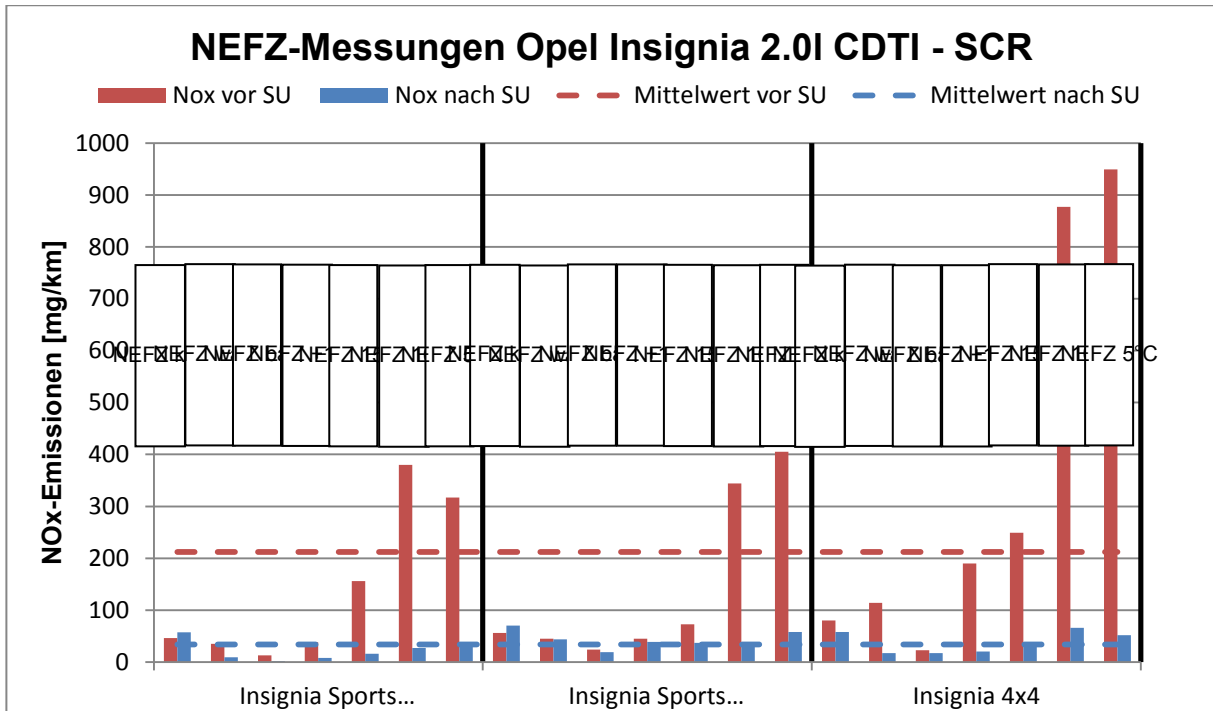


Abbildung 49: Säulendiagramm Opel Insignia 2.0I CDTI NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|                             |  | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung                 |  | 190                     | 83              | 107             | 56          |

Tabelle 51: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel

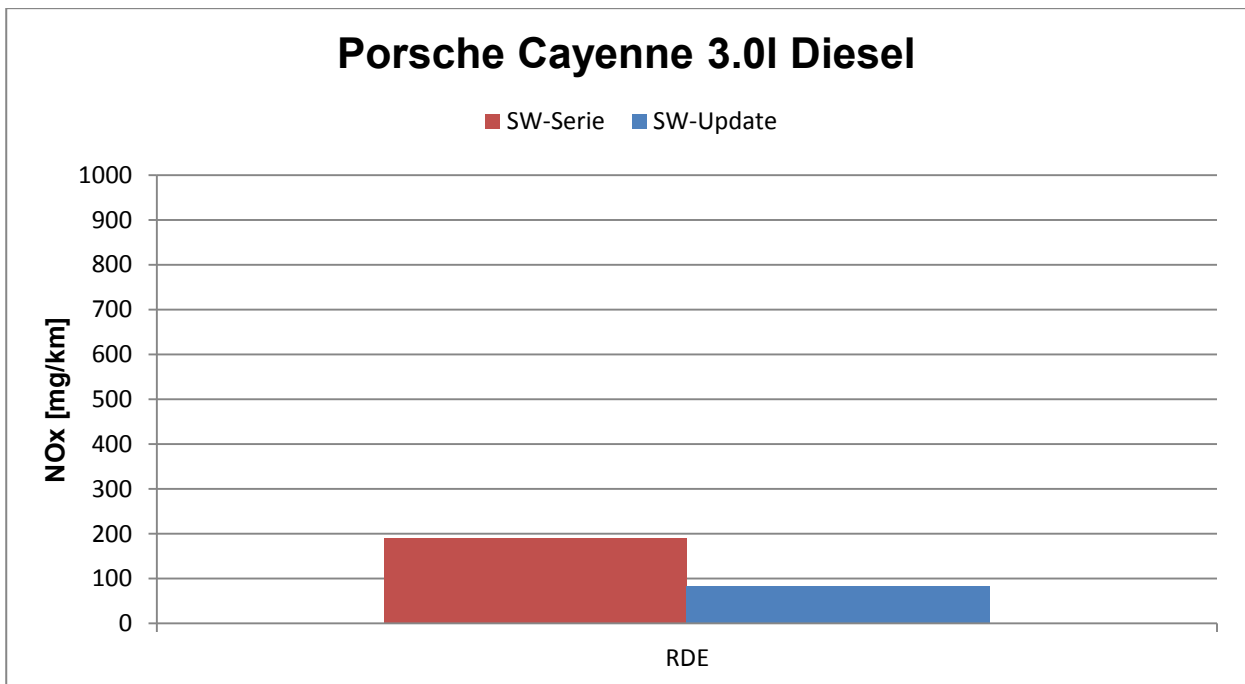


Abbildung 51: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|                             |  | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung                 |  | 746                     | 192             | 555             | 74          |

Tabelle 53: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel

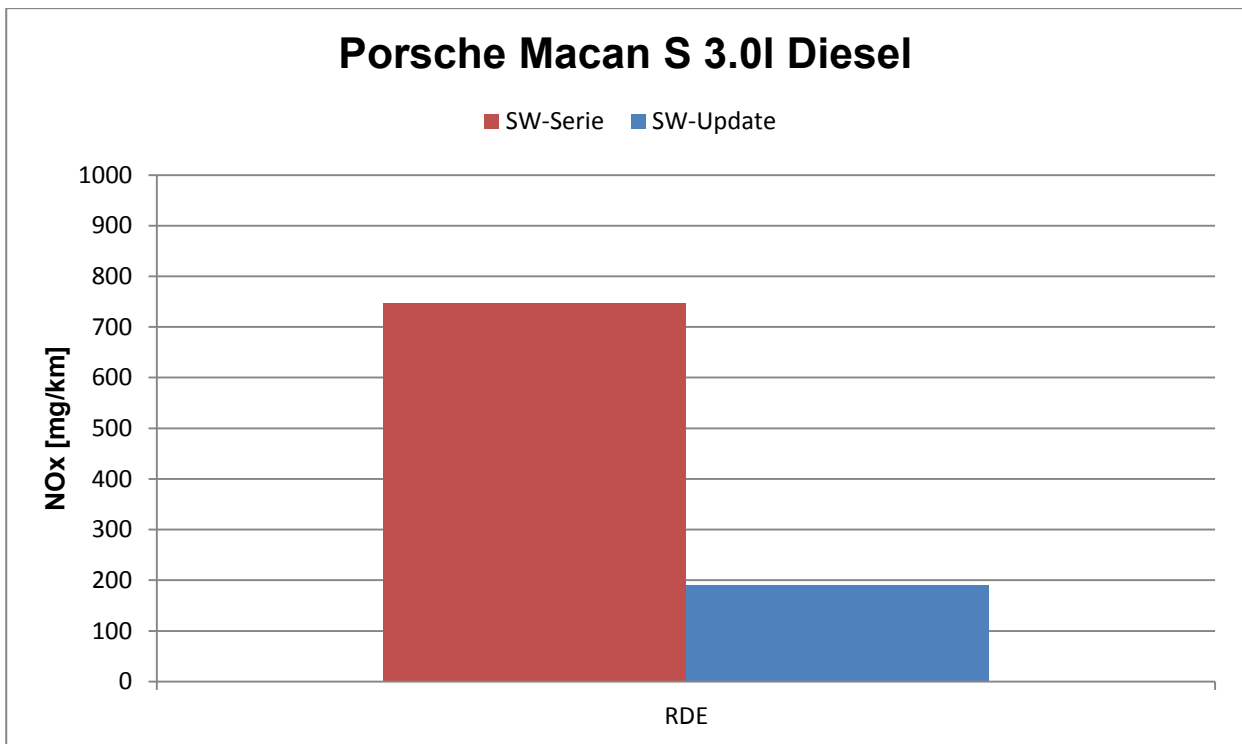


Abbildung 53: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel



#### 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 3.0I TDI (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI

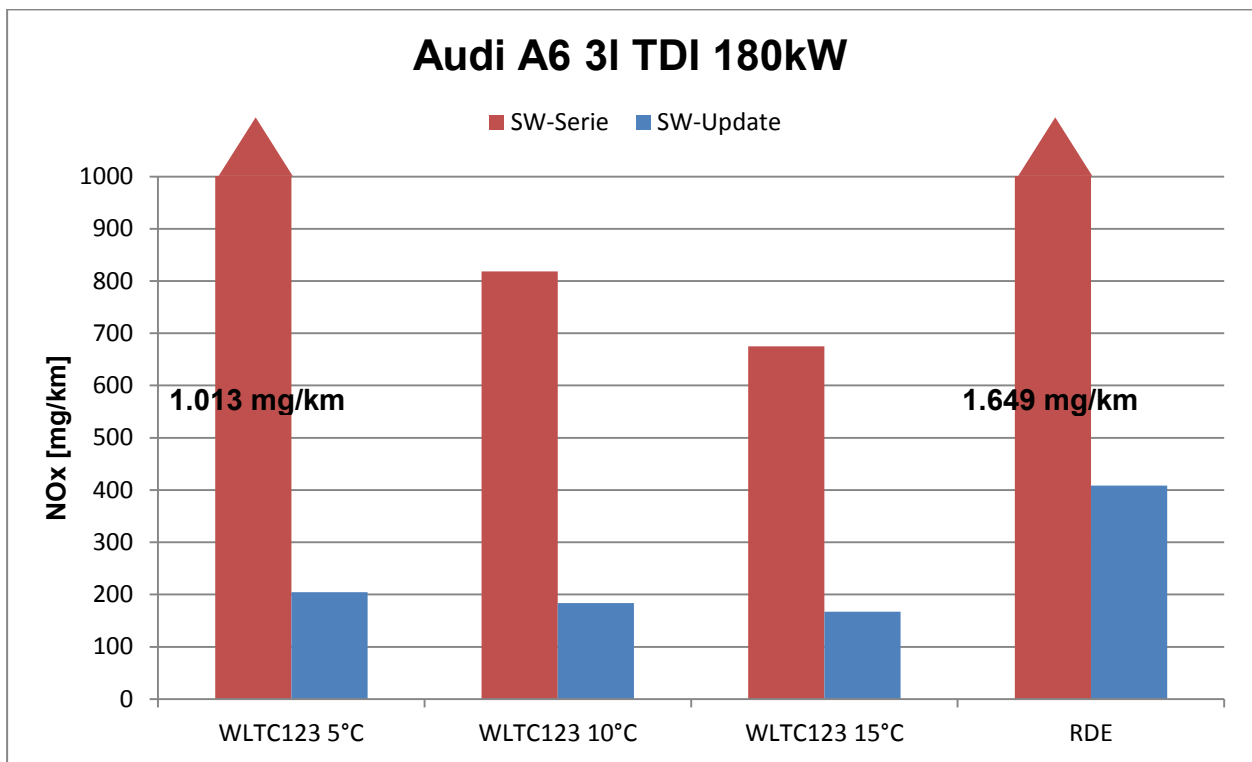


Abbildung 55: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Audi A6 3.0 TDI

**b. BMW 320d (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>systeme | Oxi-Kat                        | x |
|  | AGR                            | x |
|  | NSK                            | - |
|  | Partikelfilter                 | x |
|  | SCR-Kat                        | - |

**Tabelle 57: Fahrzeugdaten BMW 320d**

|               | BMW 320d                |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 320d

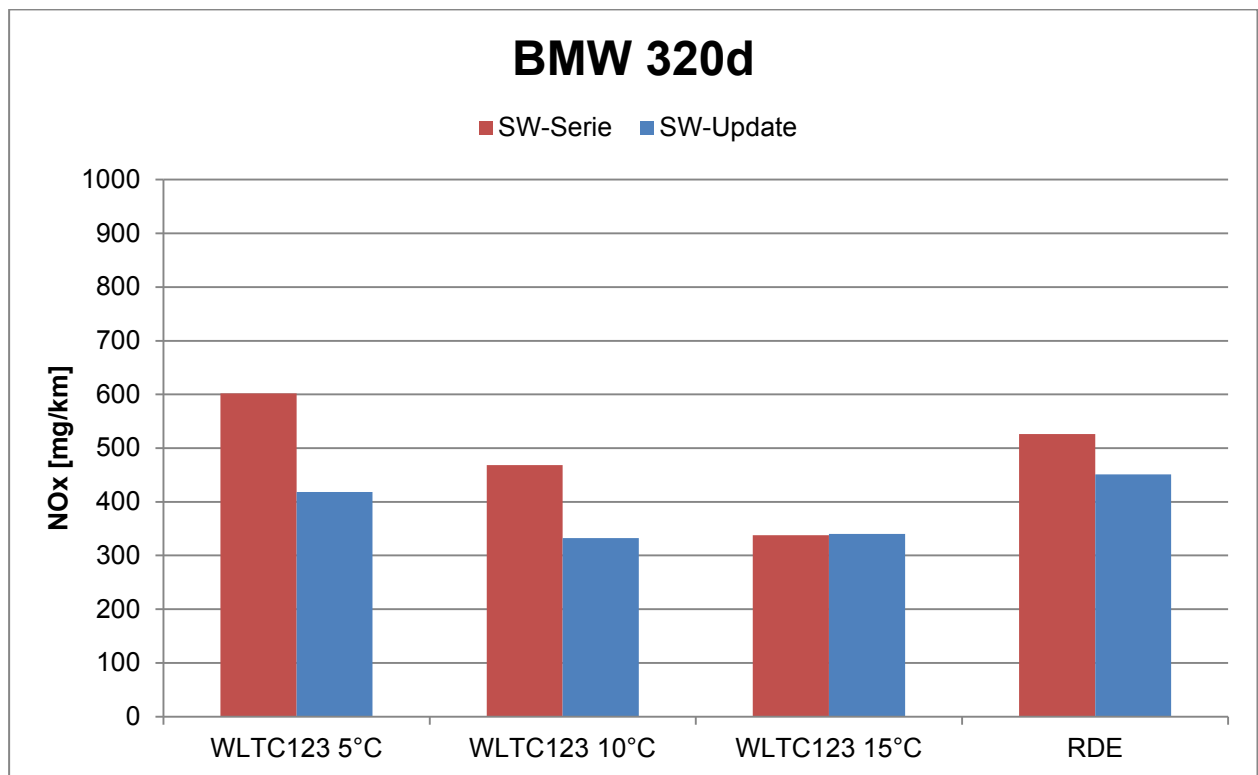


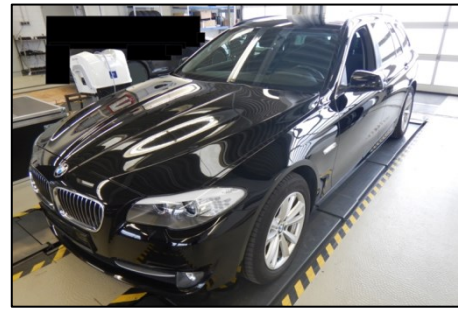
Abbildung 57: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 320d

**c. BMW 520d (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>systeme | Oxi-Kat        |                        | x |
|  | AGR            |                        | x |
|  | NSK            |                        | - |
|  | Partikelfilter |                        | x |
|  | SCR-Kat        |                        | - |

**Tabelle 59: Fahrzeugdaten BMW 520d**

|               | BMW 520d                |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 520d

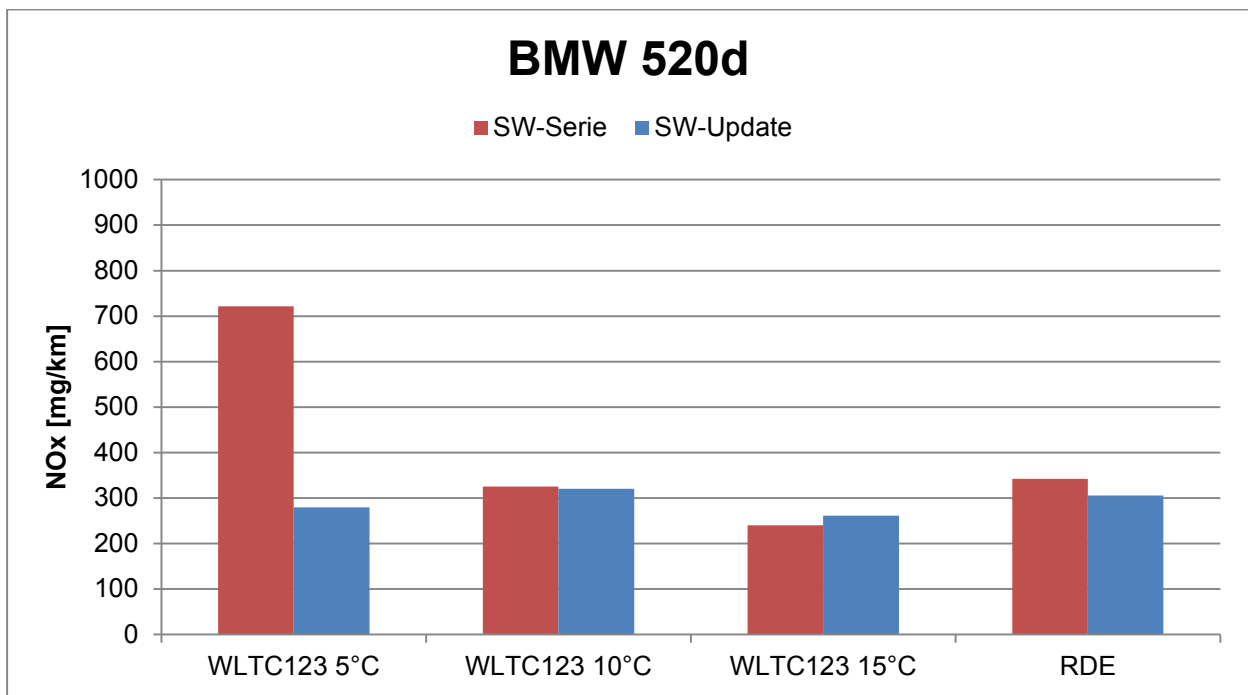


Abbildung 59: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung BMW 520d

**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<sub>x</sub>-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<br>Fzg. B: 0                              |
| Genehmigungsnummer:                    |                | Fzg. A: e3*2007/46*0318*00<br>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<br>Fzg. B: 334 / AXB22 / 01E   |
| vorhandene Abgasnachbehandlungssysteme | 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 <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet

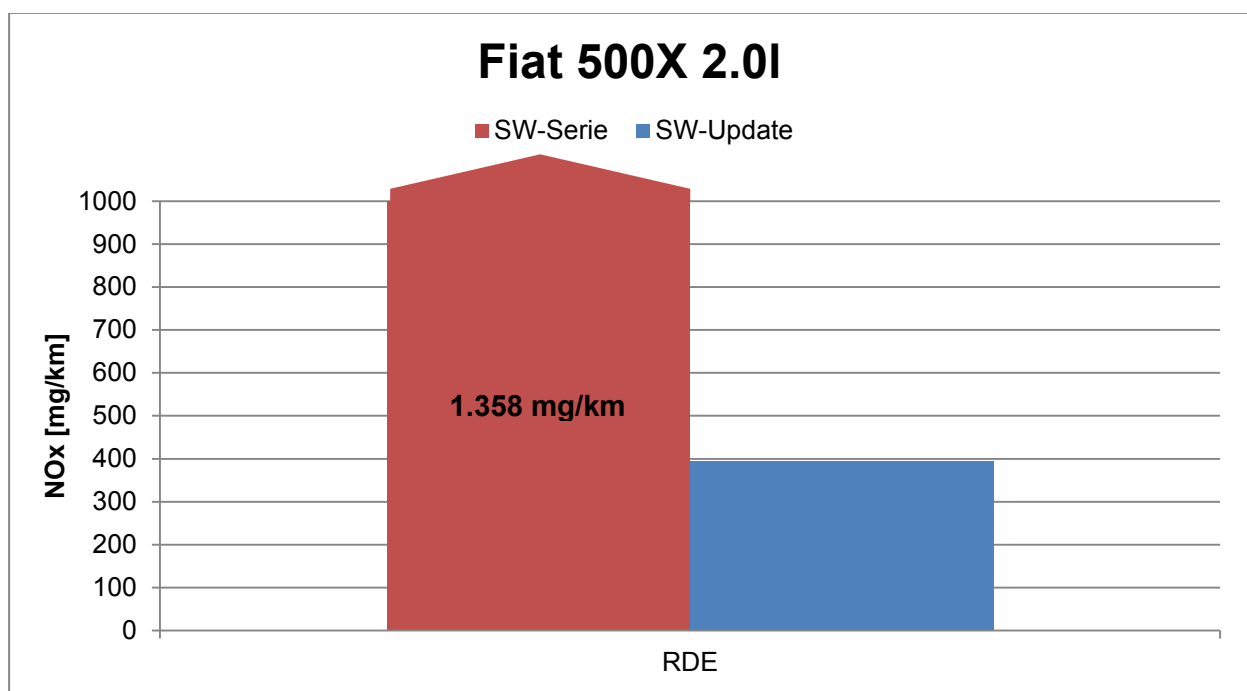


Abbildung 61: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>- Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet

**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<sub>x</sub>-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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                      |
|  | AGR            | x                      |
|  | NSK            |                        |
|  | Partikelfilter | x                      |
|  | SCR-Kat        |                        |

**Tabelle 63: Fahrzeugdaten Mazda 6 2.2i SkyActive**

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

Tabelle 64: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive

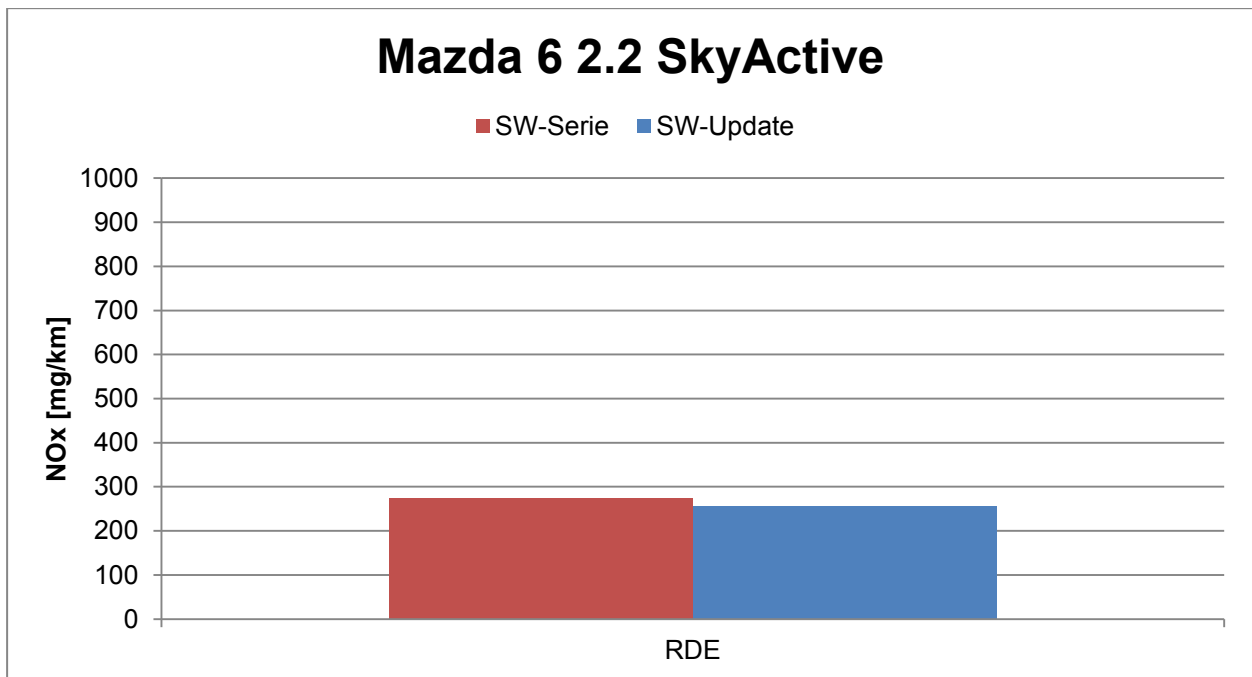


Abbildung 63: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>- Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive

**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<sub>x</sub>-Emissionen realisiert werden.



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

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

| Fahrzeug | Zyklus     | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse**

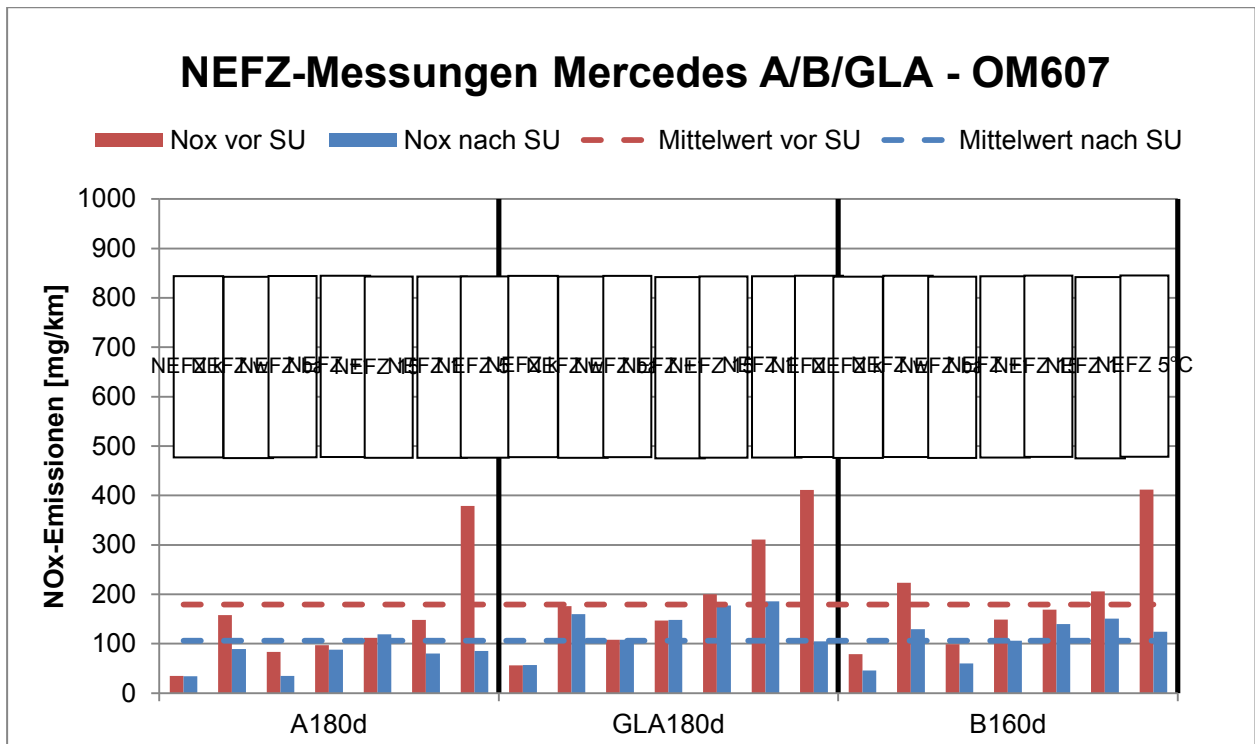


Abbildung 65: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse

**g. Mercedes B 180 CDI (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | -                             |

**Tabelle 67: Fahrzeugdaten Mercedes B 180 CDI**

|               | Mercedes B 180 CDI      |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes B 180 CDI

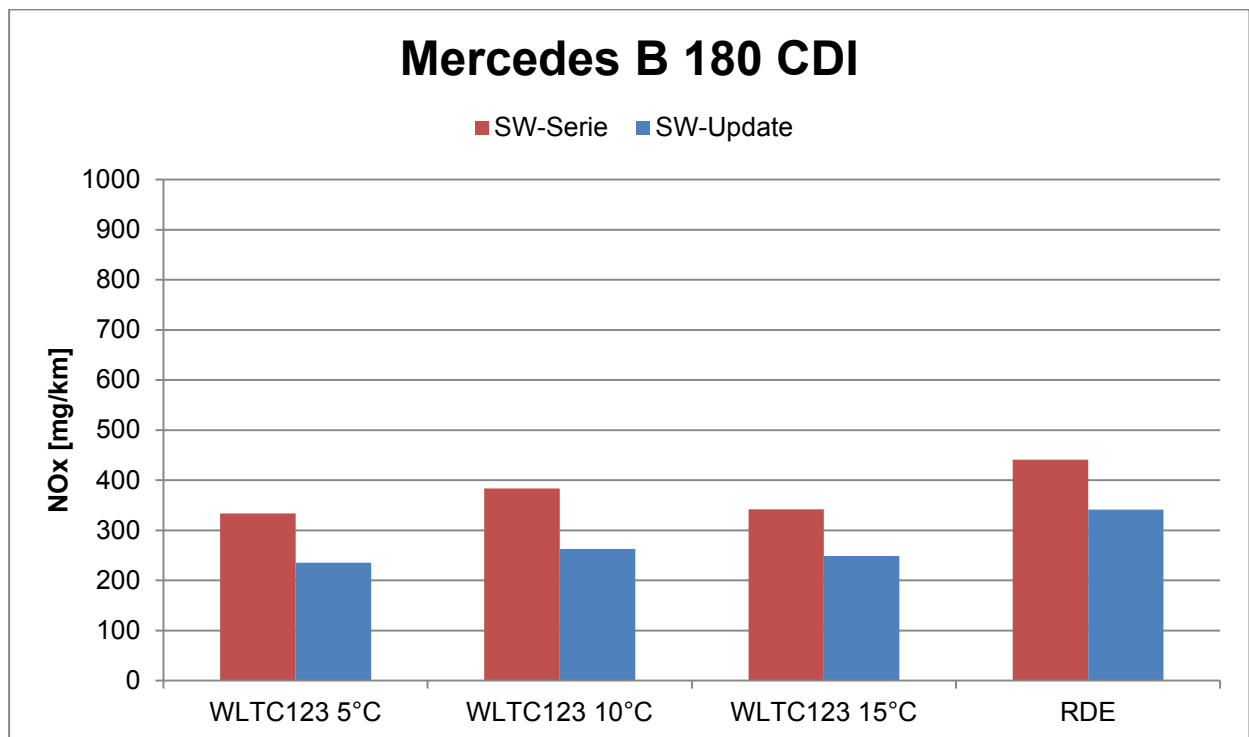


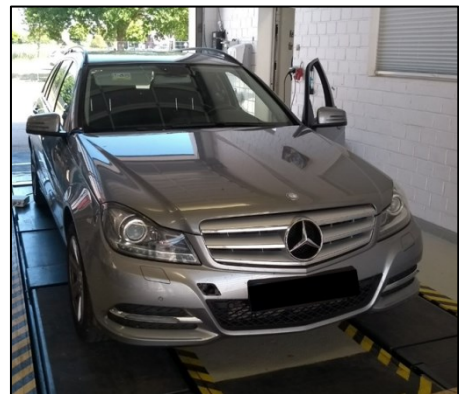
Abbildung 67: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes B 180 CDI

**h. Mercedes C 220 CDI (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                              |
|  | AGR            | x                              |
|  | NSK            | -                              |
|  | Partikelfilter | x                              |
|  | SCR-Kat        | -                              |

**Tabelle 69: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 CDI**



|               | Mercedes C 220 CDI      |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 220 CDI

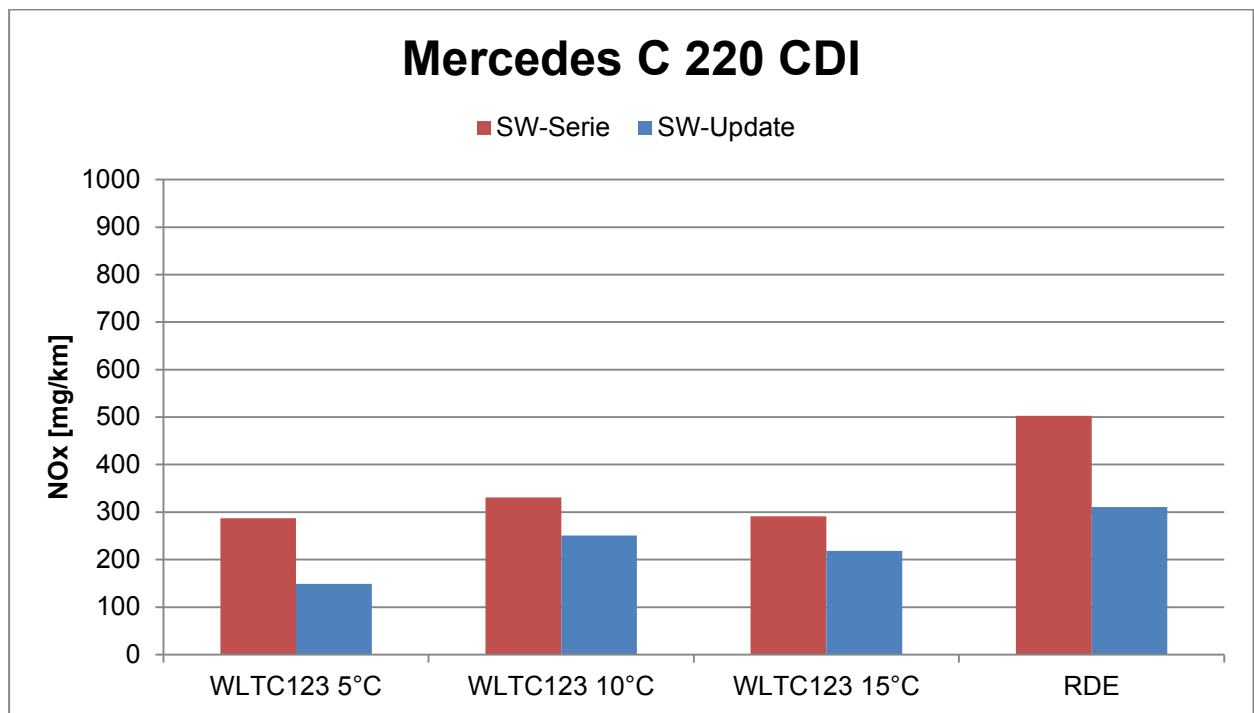


Abbildung 69: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 220 CDI

**i. Mercedes E 350 CDI (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | -                             |

**Tabelle 71: Fahrzeugdaten Mercedes E 350 CDI**

|               | Mercedes E 350 CDI      |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes E 350 CDI

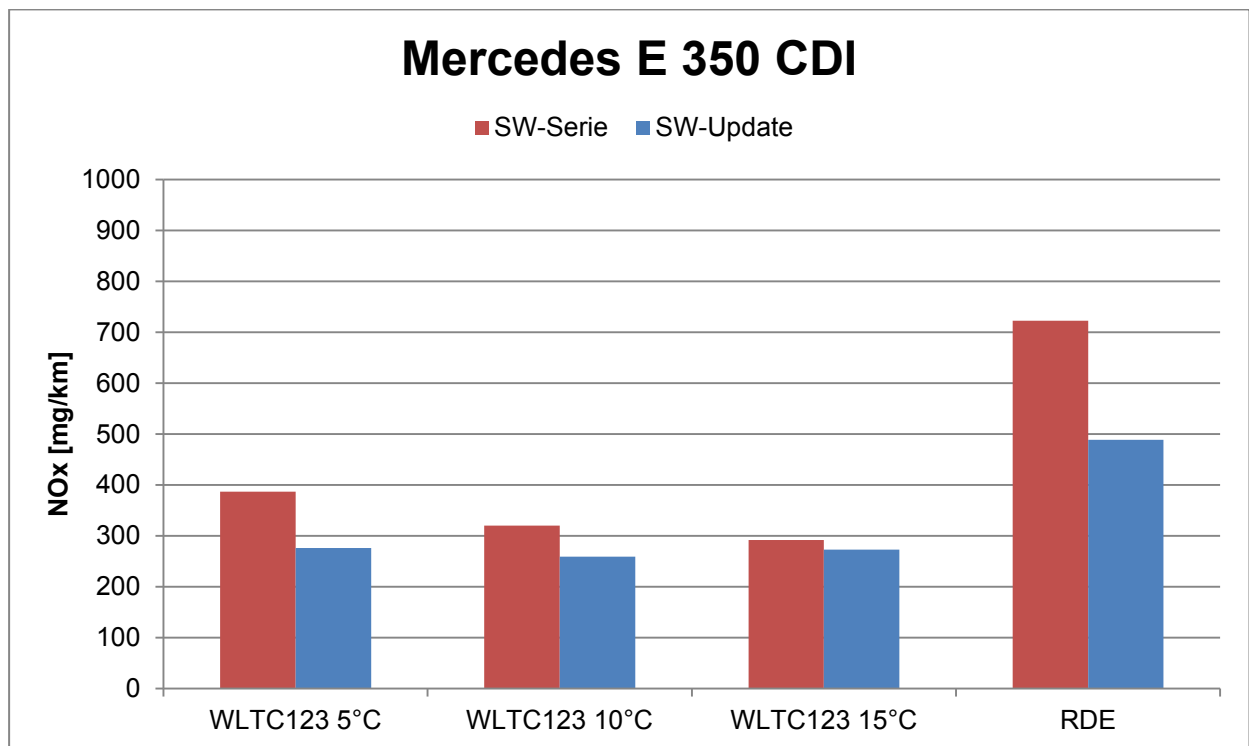


Abbildung 71: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes E 350 CDI

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

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                            |
|  | AGR            | x                            |
|  | NSK            | -                            |
|  | Partikelfilter | x                            |
|  | SCR-Kat        | -                            |

**Tabelle 73: Fahrzeugdaten Mercedes GLK 220 CDI**

|               | Mercedes GLK 220 CDI 4MATIC |                 |                 |             |
|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI

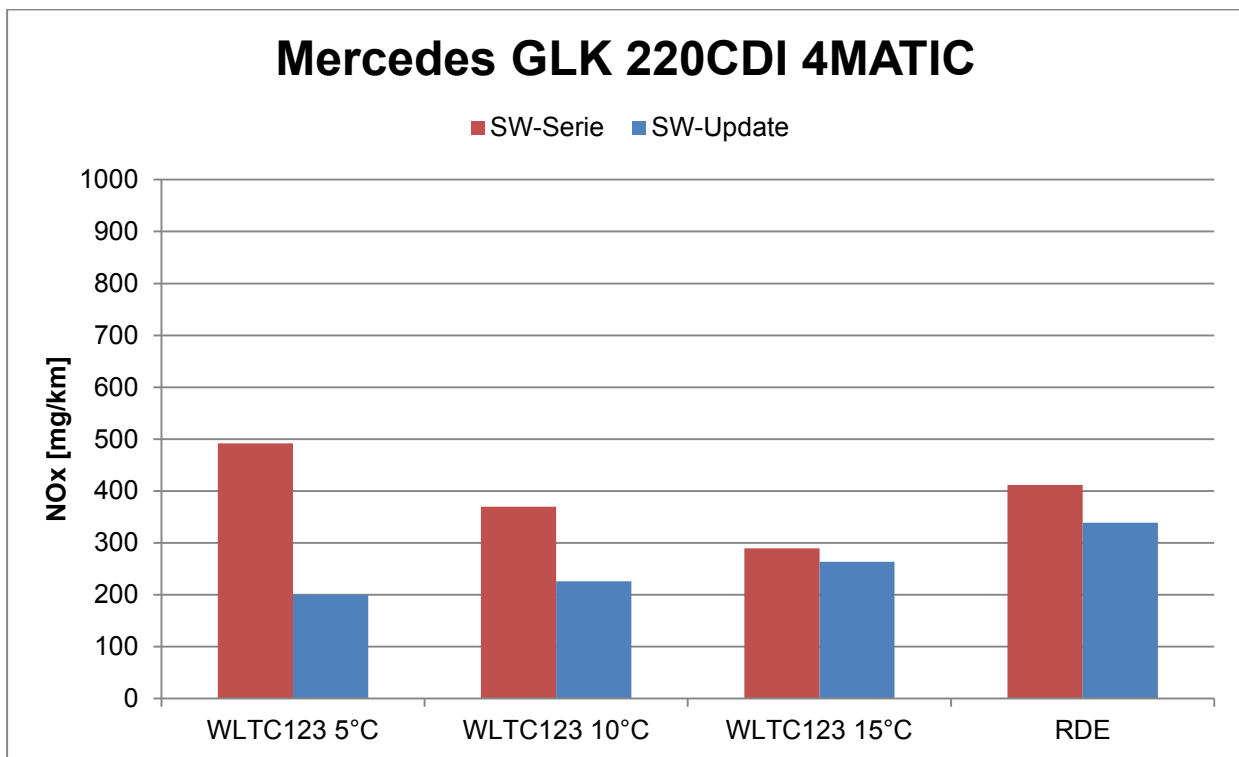


Abbildung 73: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI

**k. Mercedes B 200 d (Euro 6)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | -                             |

**Tabelle 75: Fahrzeugdaten Mercedes B 200 d**

|               | Mercedes B 200 d        |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes B 200 d

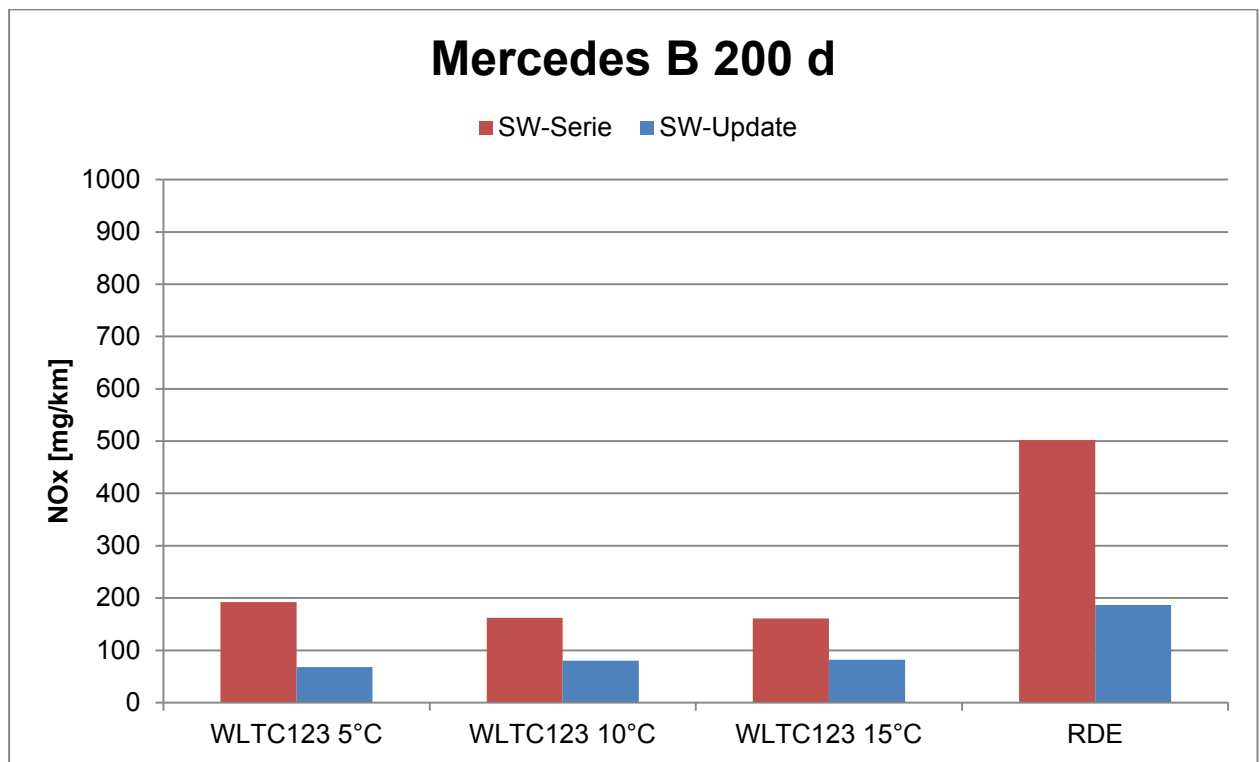


Abbildung 75: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes B 200 d

### I. Mercedes GLE 350 d (Euro 6)

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>systeme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | -                             |

**Tabelle 77: Fahrzeugdaten Mercedes GLE 350 d**



| Mercedes GLE 350 d |                         |                 |                 |             |
|--------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                    | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLE 350 d

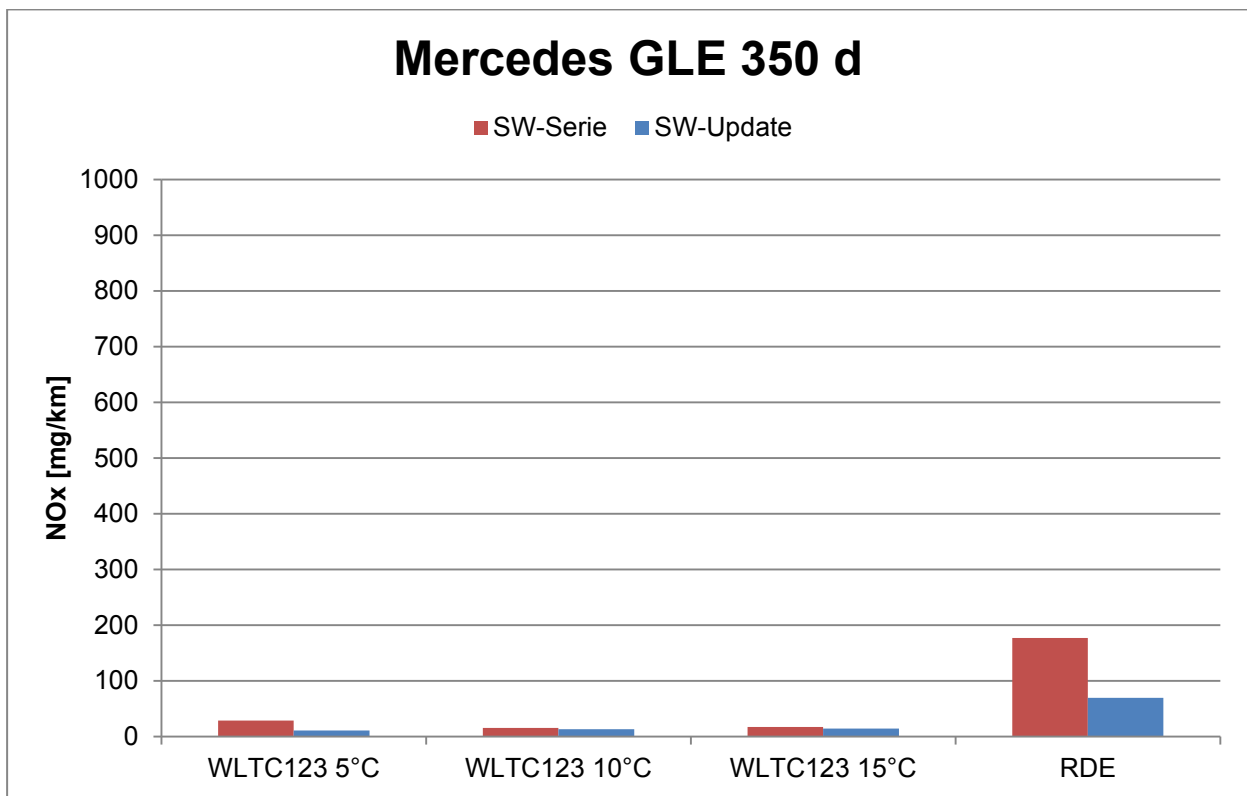


Abbildung 77: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLE 350 d

**m. Mercedes C 220 d (Euro 6)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | x                             |

**Tabelle 79: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 d**

|               | Mercedes C 220 d        |                 |                 |             |
|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|               | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 220 d

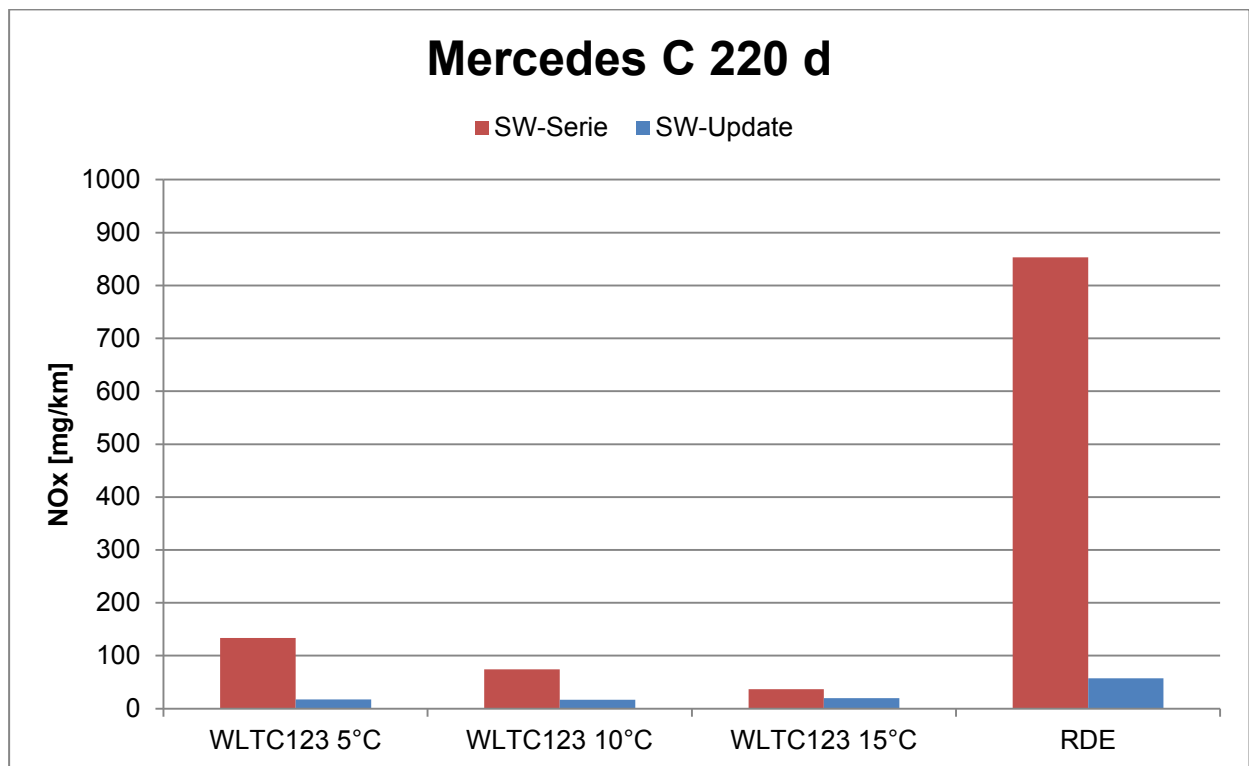


Abbildung 79: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes C 220 d

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

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                             |
|  | AGR            | x                             |
|  | NSK            | -                             |
|  | Partikelfilter | x                             |
|  | SCR-Kat        | x                             |

**Tabelle 81: Fahrzeugdaten Mercedes GLC 220 d**

| Mercedes GLC 220 d 4MATIC |                         |                 |                 |             |
|---------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                           | NO <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC

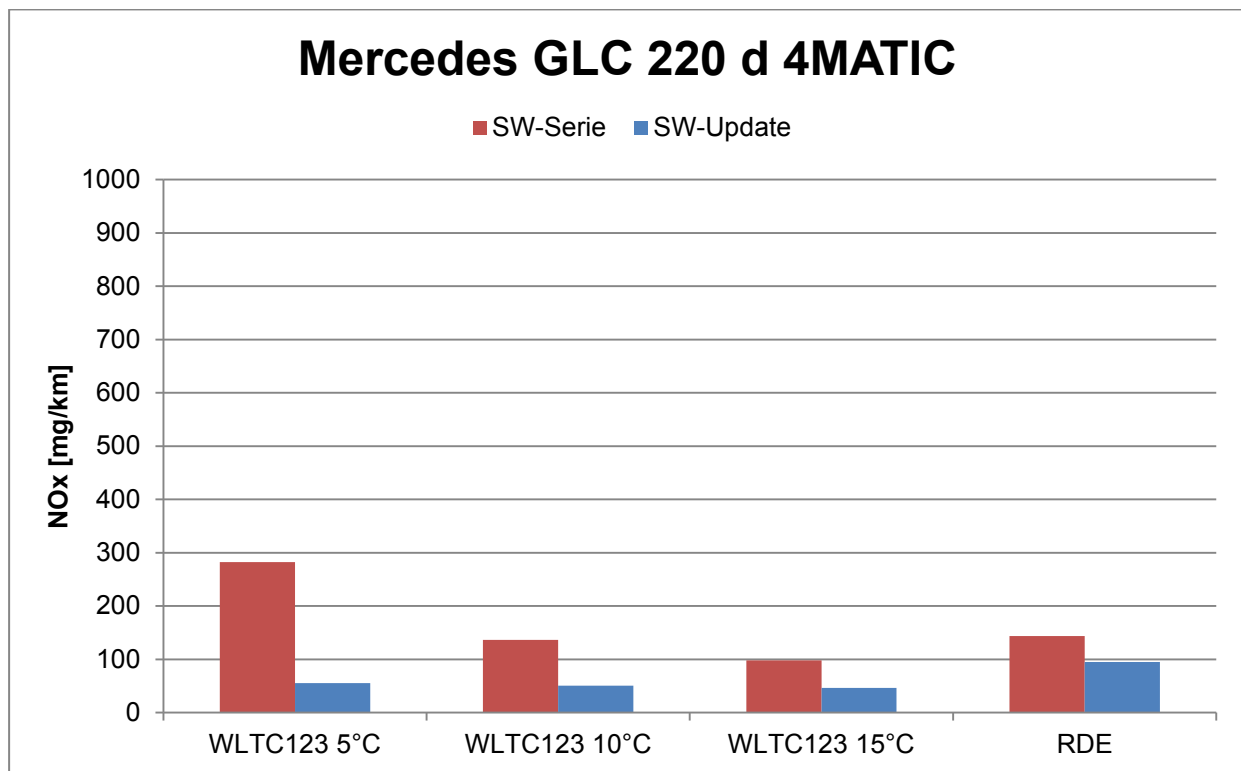


Abbildung 81: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC

**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<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>systeme | Oxi-Kat        | x                          |
|  | AGR            | x                          |
|  | NSK            | x                          |
|  | Partikelfilter | x                          |
|  | SCR-Kat        |                            |

**Tabelle 83: Fahrzeugdaten Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D**

|             | Mitsubishi Outlander 2.2I Di-D |                 |                 |             |
|-------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|             | NO <sub>x</sub> [mg/km]        |                 | Reduzierung     |             |
|             | Software Serie                 | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung | 459                            | 209             | 249             | 54          |

Tabelle 84: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D

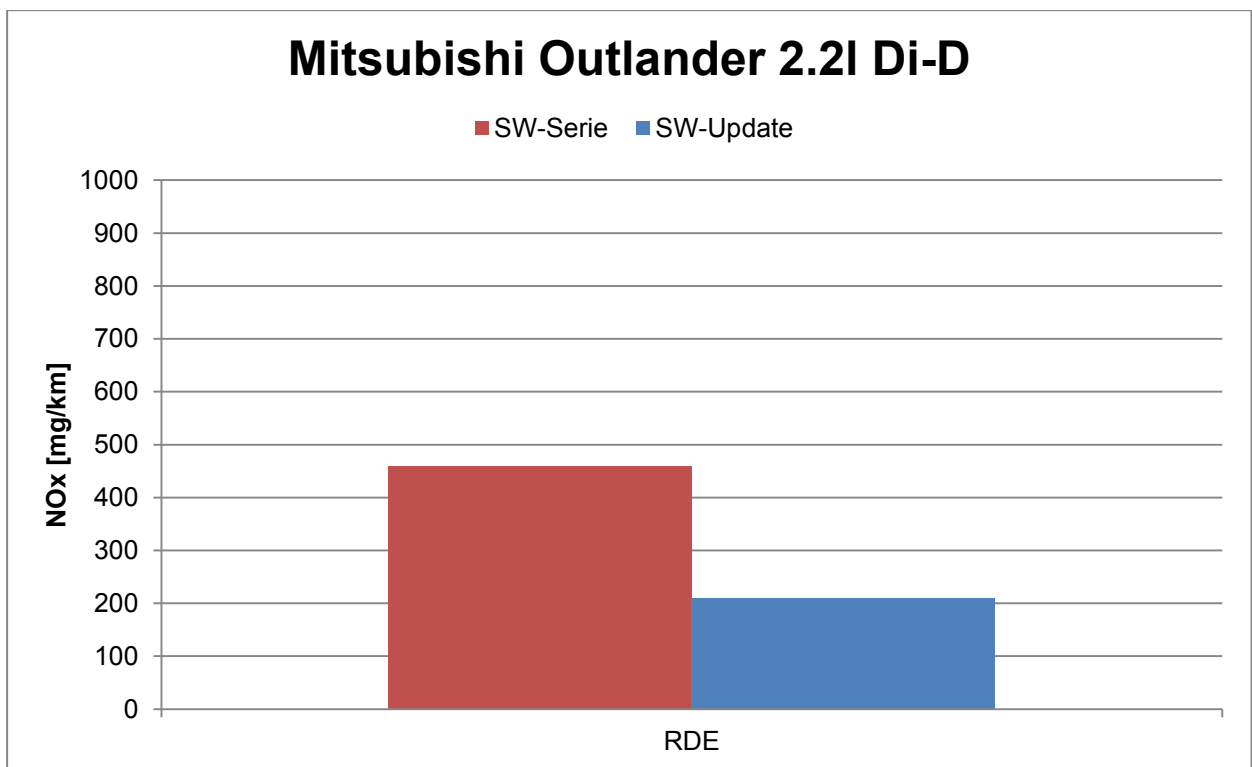


Abbildung 83: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D

**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<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|                      |  | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung          |  | 515                     | 243             | 272             | 53          |

Tabelle 86: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi

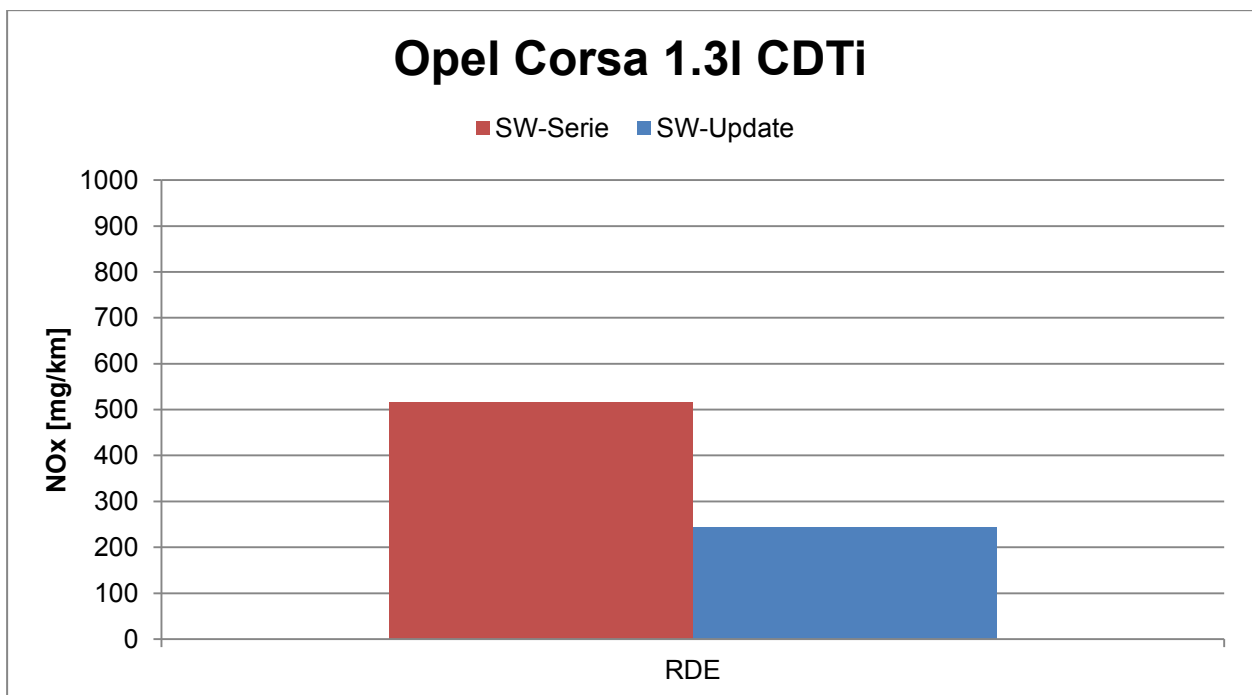


Abbildung 85: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi

**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<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [mg/km] |                 | Reduzierung     |             |
|             | Software Serie          | Software Update | Absolut [mg/km] | Relativ [%] |
| RDE-Messung | 521                     | 225             | 297             | 57          |

Tabelle 88: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi

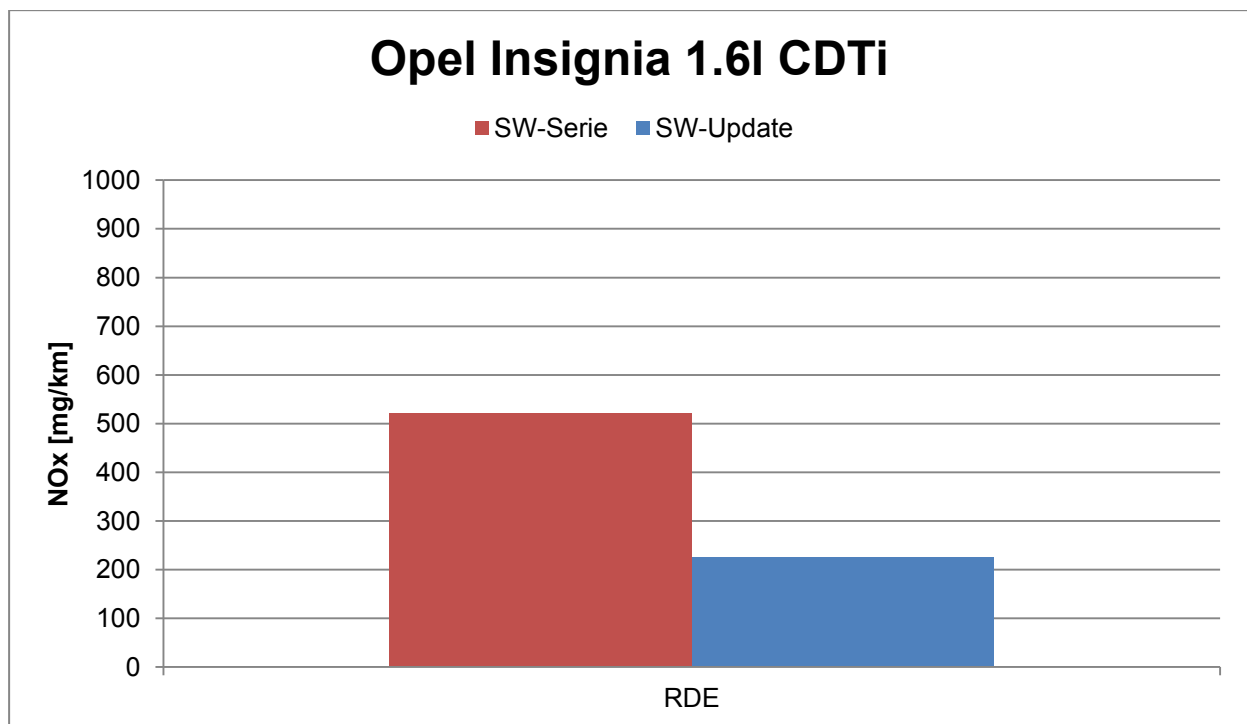


Abbildung 87: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi

**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<sub>x</sub>-Emissionen wird der AGR-Bereich insbesondere bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen erweitert.



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

|  |                |                             |
|--|----------------|-----------------------------|
| 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 Abgasnachbehandlungssysteme | Oxi-Kat        | x                           |
|  | AGR            | x                           |
|  | NSK            |                             |
|  | Partikelfilter | x                           |
|  | SCR-Kat        |                             |

**Tabelle 89: Fahrzeugdaten Subaru Outback 2.0 D**

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

Tabelle 90: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Subaru Outback 2.0 D

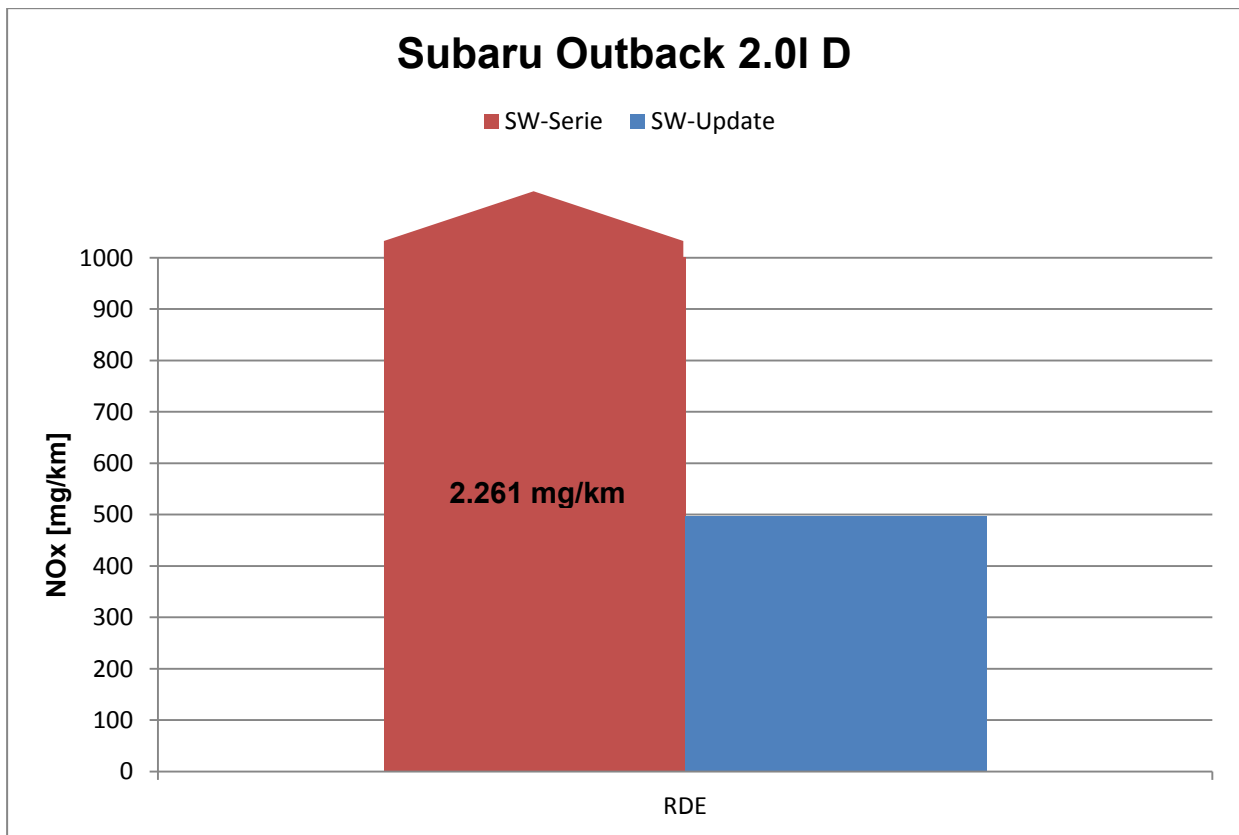


Abbildung 89: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung Subaru Outback 2.0 D

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

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



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

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

**Tabelle 91: Fahrzeugdaten VW Crafter/Amarok 2.0l TDI**

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

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

| Fahrzeug | Zyklus     | NO <sub>x</sub> SSW [mg/km] | NO <sub>x</sub> 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 2.0l TDI NO<sub>x</sub>-Reduzierung**

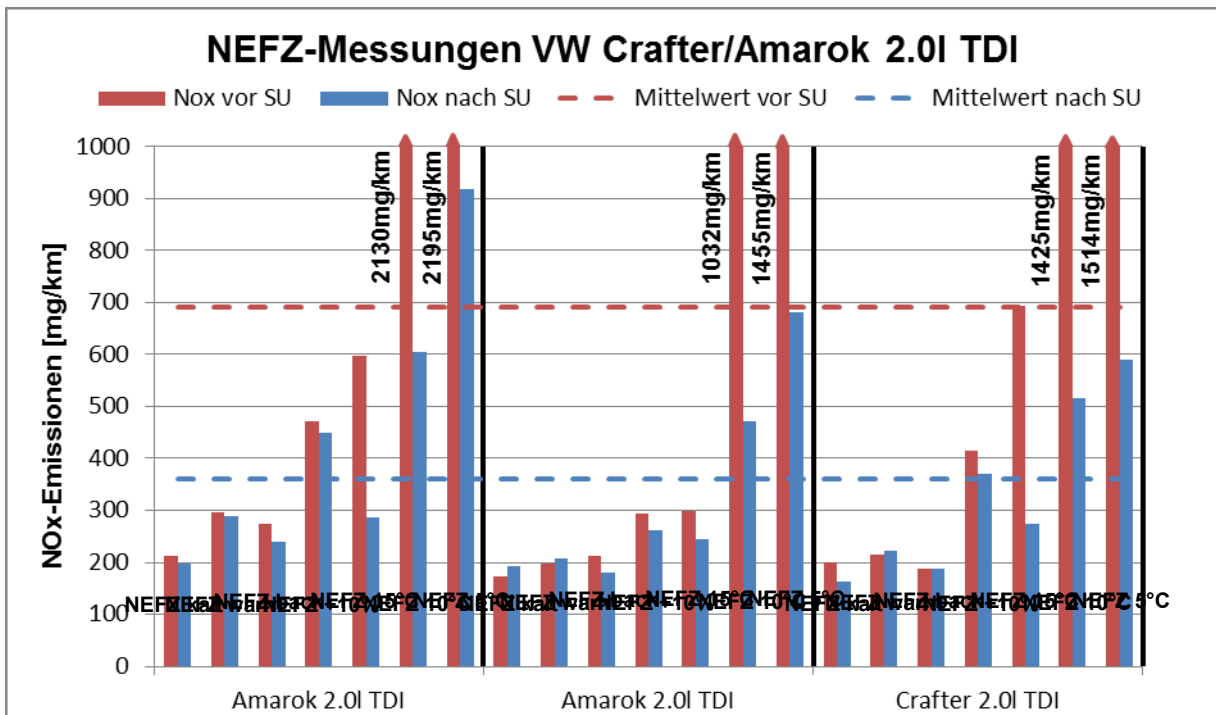


Abbildung 91: Säulendiagramm VW Crafter/Amarok 2.0l TDI NO<sub>x</sub>-Reduzierung

**t. VW T6 2.0 TDI (Euro 6)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen wird die NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):            |                | 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 Abgasnachbehandlungssysteme | 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 <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung VW T6 2.0 TDI

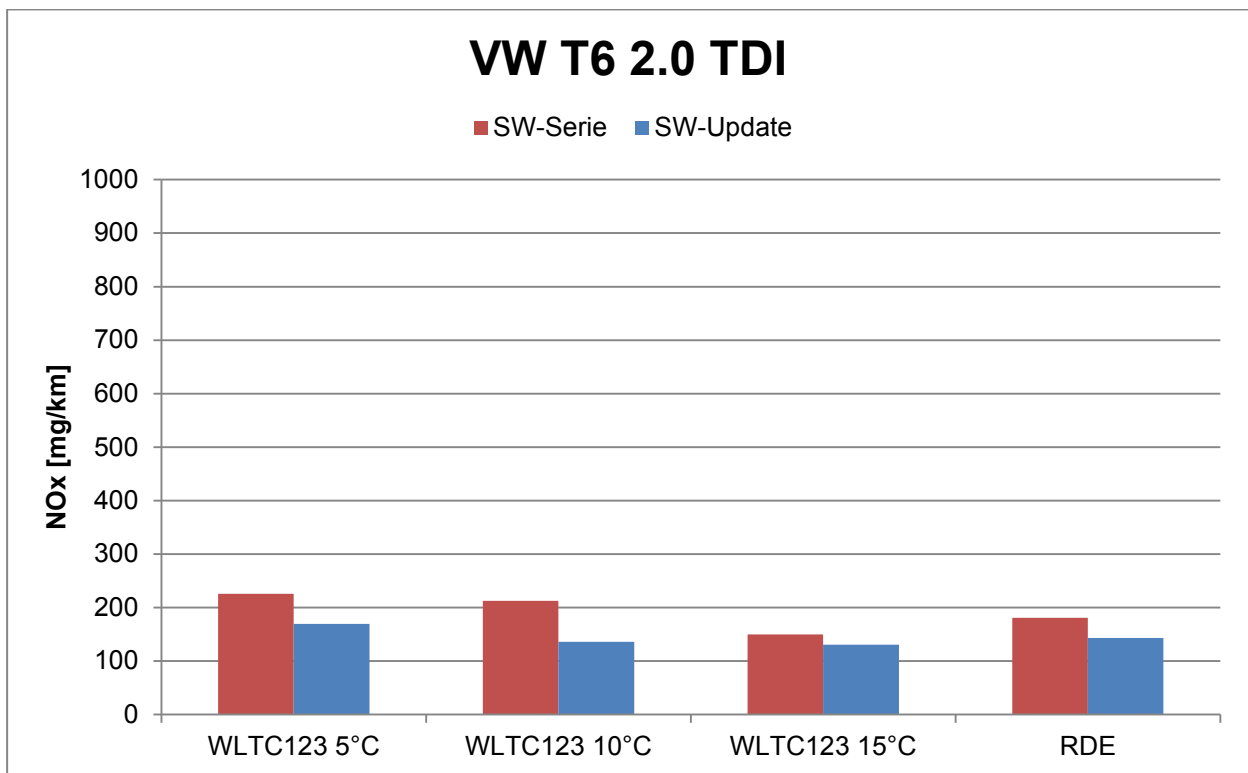


Abbildung 93: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung VW T6 2.0 TDI

**u. VW Touareg 3.0I TDI (Euro 5)**

Zur Optimierung der NO<sub>x</sub>-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 (cm <sup>3</sup> ):                    |                | 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<br>Abgasnachbehandlungs-<br>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 <sub>x</sub> [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<sub>x</sub>-Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI

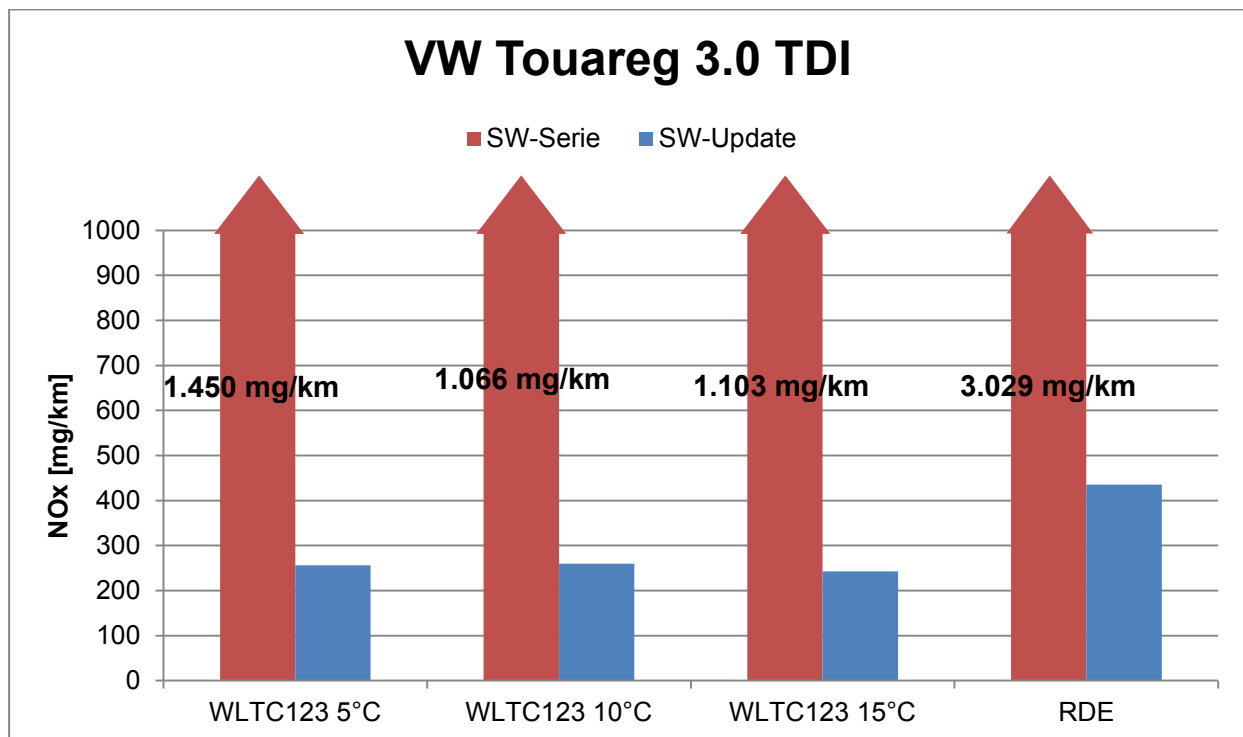


Abbildung 95: Säulendiagramm NO<sub>x</sub>-Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI

### 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Emissionen ist der Audi A6 3.0l EU5 mit 180 kW. In den WLTC123- und RDE-Messungen hat sich der Ausstoß von NO<sub>x</sub> um durchgehend mehr als 75 % verringert, was in absoluten Zahlen bis zu 1240 mg/km NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$ -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  $\text{NO}_x$ -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  $\text{NO}_x$ -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  $\text{NO}_x$ -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-<br>temperatur<br>[°C]     | NO <sub>x</sub><br>(SW-<br>Serie)<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub><br>(Soft-<br>ware-<br>Update)<br>[mg/km] | Verbesserung<br>Absolut<br>[mg/km] | Verbesserung<br>relativ<br>[%] |
|-------------------------------------|-------------------------|------|------------|--------------------------------------|--|--|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Freiwilliges Software-Update</b> |                         |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Audi</b>                         | <b>A6 3.0I TDI</b>      | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 1013   | 204  | 809                                | 80                             |
|                                     | <b>180 kW</b>           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 819  | 184  | 635                                | 78                             |
|                                     | <b>4G</b>               |      | WLTC123    | 15 °C                                | 675  | 167  | 509                                | 75                             |
|                                     |                         |      | RDE        | Serie = 14,4 °C;<br>Update = 14,5 °C | 1.649  | 408  | 1.241                              | 75                             |
| <b>BMW</b>                          | <b>320d</b>             | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 602  | 419  | 183                                | 31                             |
|                                     | <b>135 kW</b>           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 468  | 333  | 136                                | 29                             |
|                                     | <b>3K</b>               |      | WLTC123    | 15 °C                                | 338  | 340  | -2                                 | -1                             |
|                                     |                         |      | RDE        | Serie = 21,9 °C;<br>Update = 22,8 °C | 526  | 451  | 75                                 | 14                             |
| <b>BMW</b>                          | <b>520d</b>             | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 722  | 280  | 442                                | 61                             |
|                                     | <b>135 kW</b>           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 326  | 320  | 6                                  | 2                              |
|                                     | <b>5K</b>               |      | WLTC123    | 15 °C                                | 241  | 261  | -21                                | -9                             |
|                                     |                         |      | RDE        | Serie = 19 °C;<br>Update = 26 °C     | 342  | 306  | 37                                 | 11                             |
| <b>Fiat</b>                         | <b>500X 2.0</b>         | EU6  | RDE        | Serie = 11,2 °C<br>Update = 13,3 °C  | 1.358  | 394  | 964                                | 71                             |
|                                     | <b>103 kW</b>           |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|                                     | <b>334</b>              |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Mazda</b>                        | <b>6 2.2i SkyActive</b> | EU6  | RDE        | Serie = 2 °C<br>Update = 4 °C        | 275  | 257  | 18                                 | 7                              |
|                                     | <b>129 kW</b>           |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|                                     | <b>GH</b>               |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>A 180d</b>           | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 35   | 34   | 1                                  | 3                              |
|                                     | <b>80 kW</b>            |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 158  | 89   | 69                                 | 44                             |
|                                     | <b>245 G</b>            |      | 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                             |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>GLA 180d</b>         | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 56   | 57   | -1                                 | -2                             |
|                                     | <b>80 kW</b>            |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 176  | 160  | 16                                 | 9                              |
|                                     | <b>245 G</b>            |      | 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                             |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>B 160d</b>           | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 79   | 46   | 33                                 | 42                             |
|                                     | <b>66 kW</b>            |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 223  | 129  | 94                                 | 42                             |
|                                     | <b>245 G</b>            |      | 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                             |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>B 180 CDI</b>        | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 334  | 235  | 99                                 | 30                             |
|                                     | <b>80 kW</b>            |      | WLTC123    | 10 °C                                | 384  | 263  | 121                                | 32                             |
|                                     | <b>246</b>              |      | WLTC123    | 15 °C                                | 342  | 249  | 93                                 | 27                             |
|                                     |                         |      | RDE        | Serie = 15 °C;<br>Update = 18 °C     | 441  | 341  | 100                                | 23                             |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>C 220 CDI</b>        | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 287  | 149  | 139                                | 48                             |
|                                     | <b>125 kW</b>           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 331  | 250  | 80                                 | 24                             |
|                                     | <b>204 K</b>            |      | WLTC123    | 15 °C                                | 291  | 218  | 73                                 | 25                             |
|                                     |                         |      | RDE        | Serie=19 °C;<br>Update=24 °C         | 503  | 311  | 192                                | 38                             |
| <b>Mercedes</b>                     | <b>E 350 CDI</b>        | EU5  | WLTC123    | 5 °C                                 | 387  | 276  | 111                                | 29                             |
|                                     | <b>170 kW</b>           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 320  | 259  | 61                                 | 19                             |
|                                     | <b>212K</b>             |      | WLTC123    | 15 °C                                | 292  | 273  | 19                                 | 6                              |

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

| Hersteller                             | Typ                                     | Norm | Zyklus     | Umgebungs-<br>temperatur<br>[°C]     | NO <sub>x</sub><br>(SW-<br>Serie)<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub><br>(Soft-<br>ware-<br>Update)<br>[mg/km] | Verbesserung<br>Absolut<br>[mg/km] | Verbesserung<br>relativ<br>[%] |
|--|---|------|------------|--------------------------------------|--|--|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Freiwilliges Software-Update</b>    |   |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  |   |      | 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                             |
| <b>VW</b>                              | <b>T6 2.0I TDI</b>                      | EU6  | WLTC123    | 5 °C                                 | 226  | 170  | 56                                 | 25                             |
|  | <b>75 kW</b>                            |      | WLTC123    | 10 °C                                | 213  | 136  | 76                                 | 36                             |
|  | <b>7J0</b>                              |      | WLTC123    | 15 °C                                | 150  | 131  | 19                                 | 13                             |
|  |   |      | RDE        | Serie = -1,4 °C;<br>Update = 8,5 °C  | 181  | 144  | 37                                 | 21                             |
| <b>VW</b>                              | <b>Touareg 3.0I TDI</b>                 | EU5  | WLTC123    | 5°C                                  | 1.450  | 256  | 1.194                              | 82                             |
|  | <b>180 kW</b>                           |      | WLTC123    | 10 °C                                | 1.066  | 260  | 806                                | 76                             |
|  | <b>7P</b>                               |      | WLTC123    | 15 °C                                | 1.103  | 243  | 860                                | 78                             |
|  |   |      | RDE        | Serie = 4,3 °C;<br>Update = 7,6 °C   | 3.029  | 435  | 2.594                              | 86                             |
| <b>Verpflichtendes Software-Update</b> |   |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Audi</b>                            | <b>A6 3.0I TDI</b>                      | EU6  | RDE        | Serie = 19,8 °C;<br>Update = 22,3 °C | 510  | 239  | 272                                | 53                             |
|  | <b>240 kW</b>                           |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  | <b>4G</b>                               |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Audi</b>                            | <b>A8 4.2I TDI</b>                      | EU6  | RDE        | Serie = 25,8 °C;<br>Update = 21,8 °C | 849  | 288  | 561                                | 66                             |
|  | <b>283 kW</b>                           |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  | <b>4H</b>                               |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>BMW</b>                             | <b>750d xDrive</b>                      | EU6  | RDE        | Serie = 3 °C;<br>Update = 2 °C       | 608  | 564  | 44                                 | 7                              |
|  | <b>280</b>                              |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  | <b>7L</b>                               |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Mercedes</b>                        | <b>C200d</b>                            | EU6  | RDE        | Serie = 7,8 °C;<br>Update = 4,6 °C   | 563  | 109  | 454                                | 81                             |
|  | <b>100 kW</b>                           |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  | <b>204K</b>                             |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Mercedes</b>                        | <b>Vito 1,6I CDI</b>                    | EU6  | RDE        | Serie = 22,3 °C;<br>Update = 15 °C   | 57   | 32   | 25                                 | 44                             |
|  | <b>65 kW</b>                            |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
|  | <b>639/2</b>                            |      |            |                                      |  |  |                                    |                                |
| <b>Opel</b>                            | <b>Zafira Tourer 1.6I CDTI</b>          | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 47   | 53   | -6                                 | -13                            |
|  | <b>88 kW</b>                            |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 238  | 37   | 201                                | 84                             |
|  | <b>P-J/SW</b>                           |      | 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                             |
| <b>Opel</b>                            | <b>Zafira Tourer 1.6I CDTI</b>          | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 38   | 44   | -6                                 | -16                            |
|  | <b>100 kW</b>                           |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 161  | 46   | 115                                | 71                             |
|  | <b>P-J/SW</b>                           |      | 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                             |
| <b>Opel</b>                            | <b>Insignia Sports Tourer 2.0I CDTI</b> | EU6  | NEFZ       | 23                                   | 46   | 57   | -11                                | -24                            |
|  | <b>125</b>                              |      | NEFZ-warm  | 23                                   | 35   | 9  | 26                                 | 74                             |
|  | <b>0G-A</b>                             |      | 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                             |



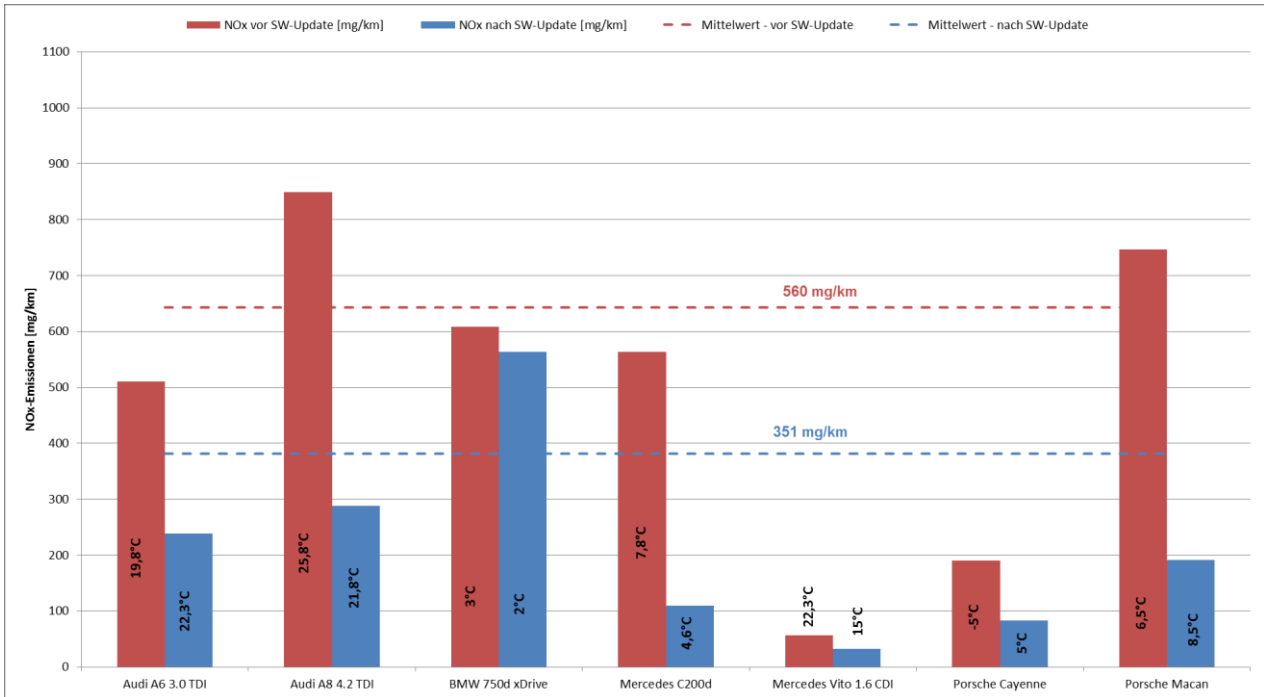
| Hersteller                          | Typ   | Norm | Zyklus     | Umgebungs-<br>temperatur<br>[°C]    | NO <sub>x</sub><br>(SW-<br>Serie)<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub><br>(Soft-<br>ware-<br>Update)<br>[mg/km] | Verbesserung<br>Absolut<br>[mg/km] | Verbesserung<br>relativ<br>[%] |    |
|-------------------------------------|---|------|------------|-------------------------------------|--|--|------------------------------------|--------------------------------|----|
| <b>Freiwilliges Software-Update</b> |   |      |            |                                     |  |  |                                    |                                |    |
| <b>Opel</b>                         | <b>Insignia Sports<br/>Tourer 2.0i CDTI</b> | 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                             |    |
| <b>Opel</b>                         | <b>Insignia 4x4 2.0i<br/>CDTI</b>           | 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                             |    |
| <b>Porsche</b>                      | <b>Macan 3.0i TDI</b>                       | EU6  | RDE        | Serie = -5 °C;<br>Update = 5 °C     | 746  | 191  | 555                                | 74                             |    |
|                                     |   |      | 190 kW     |                                     |  |  |                                    |                                |    |
|                                     |   |      | 95B        |                                     |  |  |                                    |                                |    |
| <b>Porsche</b>                      | <b>Cayenne 3.0i TDI</b>                     | EU6  | RDE        | Serie = -6,5 °C;<br>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<sub>x</sub>-Emissionen.



**Abbildung 96: NO<sub>x</sub>-Emissionen der verpflichtenden Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)**



Die Darstellung der mit PEMS ermittelten NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-

Einsparungen:

| Hersteller      | Clusterung             | NO <sub>x</sub><br>vor Update<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub><br>nach Update<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> -<br>Reduzierung<br>Absolut<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> -<br>Reduzierung<br>relativ [%] |
|-----------------|------------------------|--|---|--|---|
| <b>VW</b>       | 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   |   |
| <b>Audi</b>     | A6 240kW               | 510                                      | 239                                       | 272  | 53  |
|                 | A8 283kW               | 849                                      | 288                                       | 561  | 66  |
| <b>BMW</b>      | 750d xDrive            | 608                                      | 564                                       | 44   | 7   |
| <b>Mercedes</b> | C200d 100kW            | 563                                      | 109                                       | 454  | 81  |
|                 | Vito 65kW              | 57                                       | 32  | 25   | 44  |
| <b>Opel</b>     | Zafira Tourer 1.6 CDTI | 273                                      | 40  | 179  | 86  |
|                 | Insignia 2.0 CDTI      | 212                                      | 34  | 234  | 84  |
| <b>Porsche</b>  | 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  $\text{NO}_x$ -

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

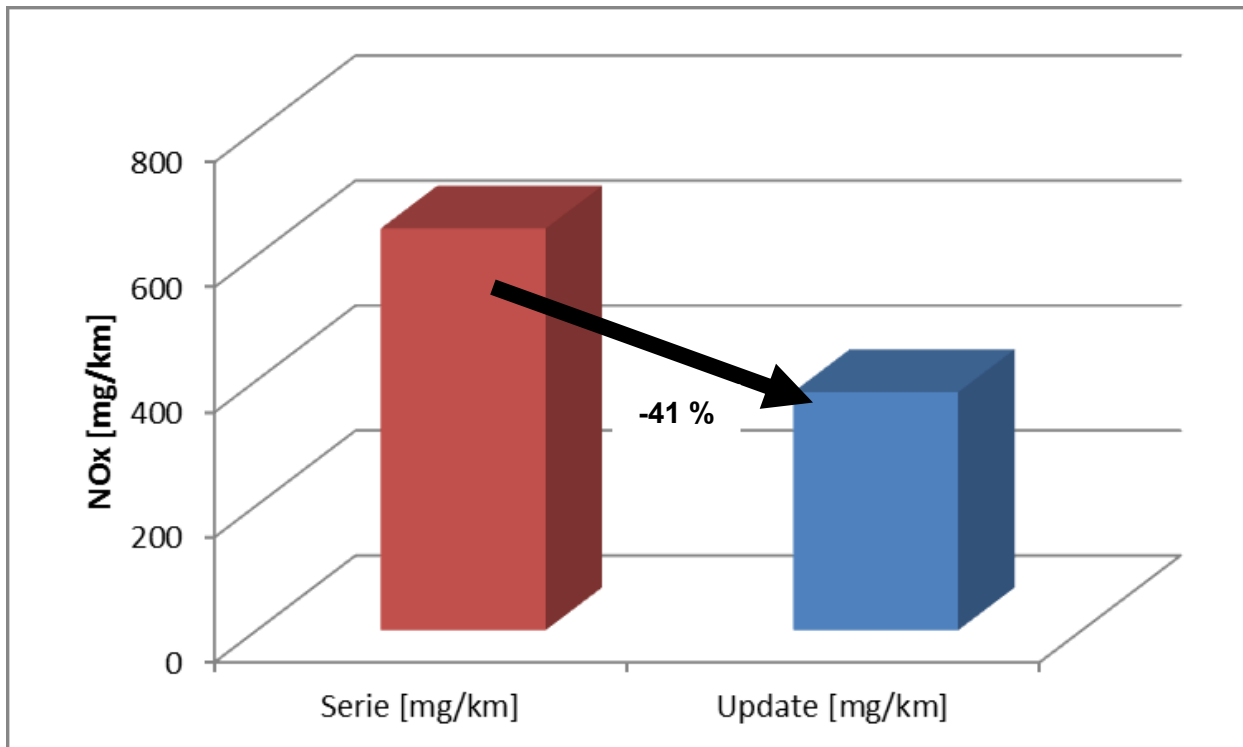
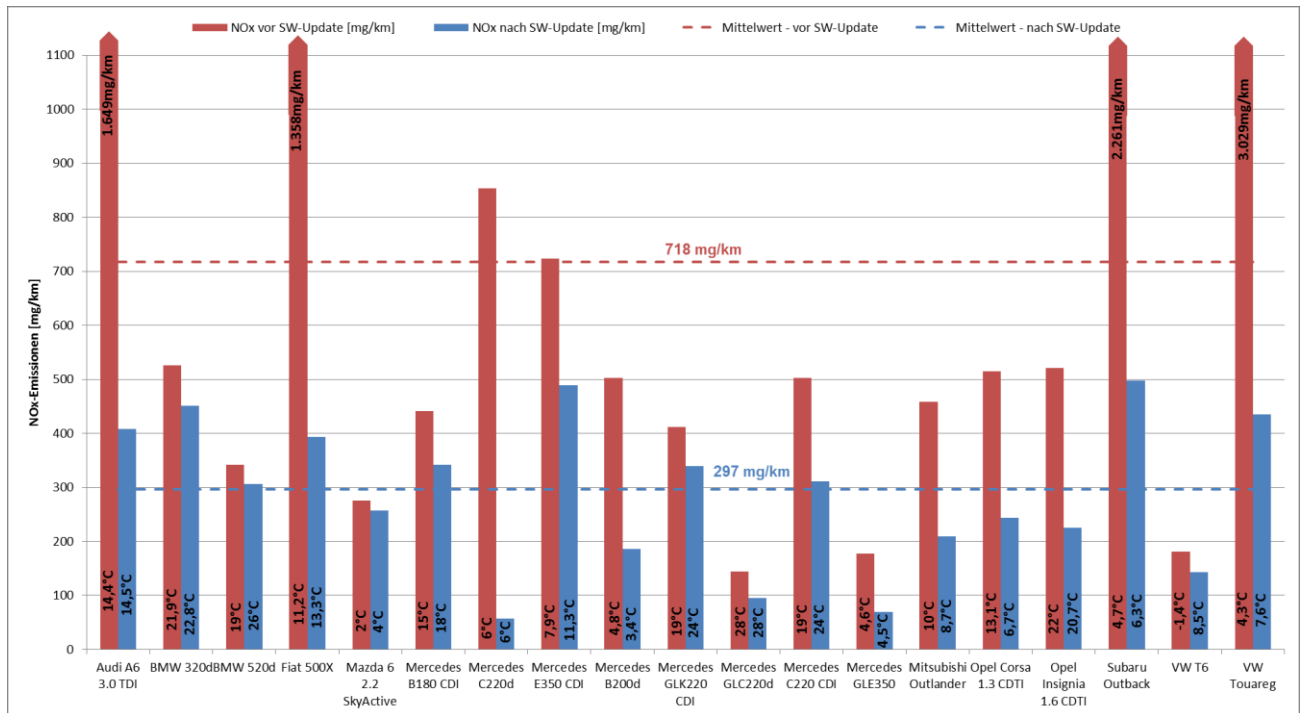


Abbildung 98: Gesamte  $\text{NO}_x$ -Reduzierung [mg/km] durch verpflichtende Software-Updates, RDE (Serie / Update)

**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<sub>x</sub>-Emissionen der freiwilligen Software-Updates, Ergebnisse RDE (Serie / Update)**

Die absoluten und relativen Veränderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen sind in der folgenden Tabelle aufgezeigt:

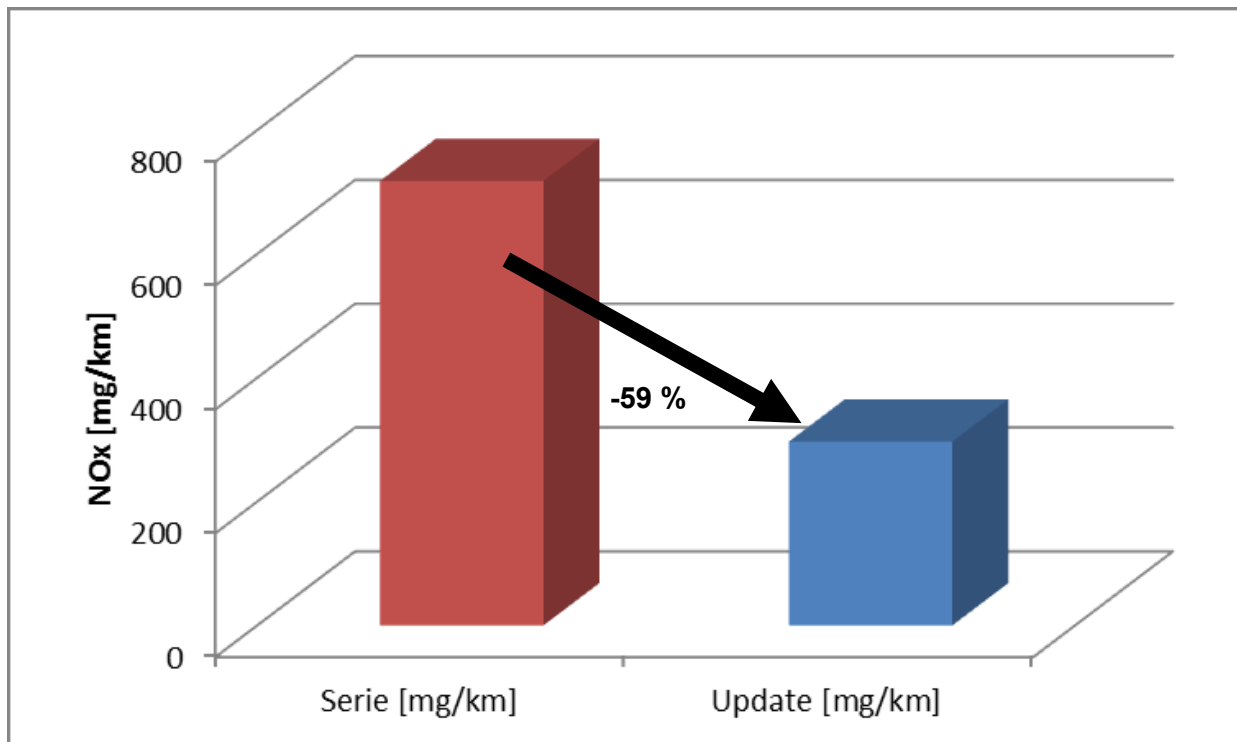
| Hersteller        | Clusterung              | NO <sub>x</sub><br>vor Update<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub><br>nach Update<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> -<br>Reduzierung<br>Absolut<br>[mg/km] | NO <sub>x</sub> -<br>Reduzierung<br>relativ [%] |
|-------------------|-------------------------|--|---|--|---|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

**Tabelle 99: Auswertung RDE absolut/relativ, freiwillige Updates**

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

| WLTC123 | NO <sub>x</sub> -Reduzierung [%] |
|---------|----------------------------------|
| 5 °C    | 61                               |
| 10 °C   | 46                               |
| 15 °C   | 41                               |

**Tabelle 102: NO<sub>x</sub>-Reduzierung Relativ (WLTC123)**

Mit abnehmender Temperatur tritt hier eine deutlichere Verbesserung der NO<sub>x</sub>-

besserung bei der Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen eintritt.

Emissionen ein. Insbesondere bei 5 °C werden rund **61 %** der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch das Software-Update eingespart.

Die RDE-Messungen zum Nachweis der Wirksamkeit der Software-Updates im Realbetrieb zeigen, dass eine NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-Einsparung von rund **41 %**.

Die RDE-Messungen zeigen im gesamten Temperaturbereich auch bei niedrigen Temperaturen eine deutliche Reduzierung der NO<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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 <sub>x</sub> -Reduzierung .....             | 23 |
| Abbildung 6: Testfahrzeug Cluster # 2 .....   | 24 |
| Abbildung 7: Säulendiagramm Cluster #2 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....             | 25 |
| Abbildung 8: Testfahrzeug Cluster #3 .....  | 26 |
| Abbildung 9: Säulendiagramm Cluster #3 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....             | 27 |
| Abbildung 10: Testfahrzeug Cluster #4 .....   | 28 |
| Abbildung 11: Säulendiagramm Cluster #4 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....            | 29 |
| Abbildung 12: Testfahrzeug Cluster #5 .....   | 30 |
| Abbildung 13: Säulendiagramm Cluster #5 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....            | 31 |
| Abbildung 14: Testfahrzeug Cluster #6 .....   | 32 |
| Abbildung 15: Säulendiagramm Cluster #6 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....            | 33 |
| Abbildung 16: Testfahrzeug Cluster #7 .....   | 34 |
| Abbildung 17: Säulendiagramm Cluster #7 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....            | 35 |
| Abbildung 18: Testfahrzeug Cluster #8a .....  | 36 |
| Abbildung 19: Säulendiagramm Cluster #8a NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 37 |
| Abbildung 20: Testfahrzeug Cluster #8b .....  | 38 |
| Abbildung 21: Säulendiagramm Cluster #8b NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 39 |
| Abbildung 22: Testfahrzeug Cluster #9a .....  | 40 |
| Abbildung 23: Säulendiagramm Cluster #9a NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 41 |
| Abbildung 24: Testfahrzeug Cluster #9b .....  | 42 |
| Abbildung 25: Säulendiagramm Cluster #9b NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 43 |
| Abbildung 26: Testfahrzeug Cluster #10 .....  | 44 |
| Abbildung 27: Säulendiagramm Cluster #10 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 45 |
| Abbildung 28: Testfahrzeug Cluster #11 .....  | 46 |
| Abbildung 29: Säulendiagramm Cluster #11 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 47 |
| Abbildung 30: Testfahrzeug Cluster #12 .....  | 48 |
| Abbildung 31: Säulendiagramm Cluster #12 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 49 |
| Abbildung 32: Testfahrzeug Cluster #13 .....  | 50 |
| Abbildung 33: Säulendiagramm Cluster #13 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 51 |
| Abbildung 34: Testfahrzeug Cluster #14 .....  | 52 |
| Abbildung 35: Säulendiagramm Cluster #14 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....           | 53 |
| Abbildung 36: Testfahrzeug Audi A6 3.0l TDI.....                                      | 55 |
| Abbildung 37: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW ..... | 56 |
| Abbildung 38: Testfahrzeug Audi A8 4.2l TDI.....                                      | 57 |
| Abbildung 39: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A8 4.2l TDI.....       | 58 |
| Abbildung 40: Testfahrzeug BMW 750d xDrive .....                                      | 59 |
| Abbildung 41: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 750d xDrive .....       | 60 |
| Abbildung 42: Testfahrzeug Mercedes C 200 d .....                                     | 61 |
| Abbildung 43: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 200 d .....      | 62 |
| Abbildung 44: Testfahrzeug Mercedes Vito 1.6l CDI .....                               | 63 |
| Abbildung 45: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -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 <sub>x</sub> -Reduzierung .....         | 66  |
| Abbildung 48: Testfahrzeug Opel Insignia 2.0l CDTI .....                                      | 67  |
| Abbildung 49: Säulendiagramm Opel Insignia 2.0l CDTI NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....       | 68  |
| Abbildung 50: Testfahrzeug Porsche Cayenne 3.0l Diesel .....                                  | 69  |
| Abbildung 51: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel .....   | 70  |
| Abbildung 52: Testfahrzeug Porsche Macan S 3.0l Diesel .....                                  | 71  |
| Abbildung 53: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Porsche Macan S 3.0 Diesel .....    | 72  |
| Abbildung 54: Testfahrzeug Audi A6 3.0 TDI.....   | 74  |
| Abbildung 55: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI.....                | 75  |
| Abbildung 56: Testfahrzeug BMW 320d .....   | 76  |
| Abbildung 57: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 320d .....                      | 77  |
| Abbildung 58: Testfahrzeug BMW 520d .....   | 78  |
| Abbildung 59: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 520d .....                      | 79  |
| Abbildung 60: Testfahrzeug Fiat 500X 2.0 MultiJet.....  | 80  |
| Abbildung 61: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> - Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet.....       | 81  |
| Abbildung 62: Testfahrzeug Mazda 6 2.2l SkyActive .....                                       | 82  |
| Abbildung 63: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> - Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive .....       | 83  |
| Abbildung 64: Testfahrzeug Mercedes GLA 180 d .....   | 84  |
| Abbildung 65: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse ..... | 85  |
| Abbildung 66: Testfahrzeug Mercedes B 180 CDI .....   | 86  |
| Abbildung 67: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes B 180 CDI .....            | 87  |
| Abbildung 68: Testfahrzeug Mercedes C 220 CDI.....  | 88  |
| Abbildung 69: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 220 CDI.....             | 89  |
| Abbildung 70: Testfahrzeug Mercedes E 350 CDI .....   | 90  |
| Abbildung 71: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes E 350 CDI .....            | 91  |
| Abbildung 72: Testfahrzeug Mercedes GLK 220 CDI 4Matic.....                                   | 92  |
| Abbildung 73: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI .....          | 93  |
| Abbildung 74: Testfahrzeug Mercedes B 200 d .....   | 94  |
| Abbildung 75: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes B 200 d .....              | 95  |
| Abbildung 76: Testfahrzeug Mercedes GLE 350 d .....   | 96  |
| Abbildung 77: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLE 350 d .....            | 97  |
| Abbildung 78: Testfahrzeug Mercedes C 220 d .....   | 98  |
| Abbildung 79: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 220 d.....               | 99  |
| Abbildung 80: Testfahrzeug Mercedes GLC 220 d .....   | 100 |
| Abbildung 81: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC .....     | 101 |
| Abbildung 82: Testfahrzeug Mitsubishi Outlander 2.2l Di-D .....                               | 102 |
| Abbildung 83: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D.....  | 103 |
| Abbildung 84: Testfahrzeug Opel Corsa 1.3l CDTi .....   | 104 |
| Abbildung 85: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi.....            | 105 |
| Abbildung 86: Testfahrzeug Opel Insignia 1.6 CDTi .....                                       | 106 |
| Abbildung 87: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi .....        | 107 |
| Abbildung 88: Testfahrzeug Subaru Outback 2.0l.....   | 108 |
| Abbildung 89: Säulendiagramm NO <sub>x</sub> -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 <sub>x</sub> -Reduzierung.....     | 111 |

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



## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Grenzwerte für NO <sub>x</sub> (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 <sub>x</sub> -Reduzierung .....    | 22 |
| Tabelle 5: Fahrzeuge Cluster #2 .....   | 24 |
| Tabelle 6: Übersicht Prüfungen Cluster # 2 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....   | 24 |
| Tabelle 7: Fahrzeuge Cluster #3 .....   | 26 |
| Tabelle 8: Übersicht Prüfungen Cluster #3 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....    | 26 |
| Tabelle 9: Fahrzeuge Cluster #4 .....   | 28 |
| Tabelle 10: Übersicht Prüfungen Cluster #4 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....   | 28 |
| Tabelle 11: Fahrzeuge Cluster #5 .....  | 30 |
| Tabelle 12: Übersicht Prüfungen Cluster #5 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....   | 30 |
| Tabelle 13: Fahrzeuge Cluster #6 .....  | 32 |
| Tabelle 14: Übersicht Prüfungen Cluster #6 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....   | 32 |
| Tabelle 15: Fahrzeuge Cluster #7 .....  | 34 |
| Tabelle 16: Übersicht Prüfungen Cluster #7 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....   | 34 |
| Tabelle 17: Fahrzeuge Cluster #8a .....   | 36 |
| Tabelle 18: Übersicht Prüfungen Cluster #8a NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 36 |
| Tabelle 19: Fahrzeuge Cluster #8b .....   | 38 |
| Tabelle 20: Übersicht Prüfungen Cluster #8b NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 38 |
| Tabelle 21: Fahrzeuge Cluster #9a .....   | 40 |
| Tabelle 22: Übersicht Prüfungen Cluster #9a NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 40 |
| Tabelle 23: Fahrzeuge Cluster #9b .....   | 42 |
| Tabelle 24: Übersicht Prüfungen Cluster #9b NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 42 |
| Tabelle 25: Fahrzeuge Cluster #10 .....   | 44 |
| Tabelle 26: Übersicht Prüfungen Cluster #10 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 44 |
| Tabelle 27: Fahrzeuge Cluster #11 .....   | 46 |
| Tabelle 28: Übersicht Prüfungen Cluster #11 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 46 |
| Tabelle 29: Fahrzeuge Cluster #12 .....   | 48 |
| Tabelle 30: Übersicht Prüfungen Cluster #12 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 48 |
| Tabelle 31: Fahrzeuge Cluster #13 .....   | 50 |
| Tabelle 32: Übersicht Prüfungen Cluster #13 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 50 |
| Tabelle 33: Fahrzeuge Cluster #14 .....   | 52 |
| Tabelle 34: Übersicht Prüfungen Cluster #14 NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....  | 52 |
| Tabelle 35: Überblick der Fahrzeuge weiterer verpflichtender Rückrufe .....     | 54 |
| Tabelle 36: Fahrzeugdaten Audi A6 3.0 TDI 240kW.....                            | 55 |
| Tabelle 37: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI 240kW.....             | 56 |
| Tabelle 38: Fahrzeugdaten Audi A8 4.2l TDI.....                                 | 57 |
| Tabelle 39: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A8 4.2l TDI.....                  | 58 |
| Tabelle 40: Fahrzeugdaten BMW 750d xDrive .....                                 | 59 |
| Tabelle 41: NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 750d xDrive .....                  | 60 |
| Tabelle 42: Fahrzeugdaten Mercedes C 200 d.....                                 | 61 |
| Tabelle 43: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 200 d.....                  | 62 |
| Tabelle 44: Fahrzeugdaten Mercedes Vito 1.6 CDI .....                           | 63 |
| Tabelle 45: NO <sub>x</sub> -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 NOX-Reduzierung .....                      | 65  |
| Tabelle 48: Fahrzeugdaten Opel Insignia 2.0l CDTI .....  | 67  |
| Tabelle 49: Übersicht Prüfungen Opel Insignia 2.0l CDTI NO <sub>x</sub> -Reduzierung .....       | 67  |
| Tabelle 50: Fahrzeugdaten Porsche Cayenne 3.0 Diesel.....  | 69  |
| Tabelle 51: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Porsche Cayenne 3.0l Diesel.....                        | 70  |
| Tabelle 52: Fahrzeugdaten Porsche Macan S 3.0 Diesel.....  | 71  |
| Tabelle 53: NO <sub>x</sub> -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 <sub>x</sub> -Reduzierung Audi A6 3.0 TDI .....                                   | 75  |
| Tabelle 57: Fahrzeugdaten BMW 320d.....  | 76  |
| Tabelle 58: NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 320d.....   | 77  |
| Tabelle 59: Fahrzeugdaten BMW 520d.....  | 78  |
| Tabelle 60: NO <sub>x</sub> -Reduzierung BMW 520d.....   | 79  |
| Tabelle 61: Fahrzeugdaten Fiat 500X 2.0 MultiJet .....   | 80  |
| Tabelle 62: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Fiat 500 X 2.0 MultiJet .....                           | 81  |
| Tabelle 63: Fahrzeugdaten Mazda 6 2.2l SkyActive.....  | 82  |
| Tabelle 64: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mazda 6 2.2l SkyActive .....                            | 83  |
| Tabelle 65: Fahrzeugdaten Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse.....                                     | 84  |
| Tabelle 66: Übersicht Prüfungen NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes OM607 A/B/GLA-Klasse ..... | 84  |
| Tabelle 67: Fahrzeugdaten Mercedes B 180 CDI.....  | 86  |
| Tabelle 68: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes B 180 CDI .....                                | 87  |
| Tabelle 69: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 CDI .....   | 88  |
| Tabelle 70: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 220 CDI .....                                | 89  |
| Tabelle 71: Fahrzeugdaten Mercedes E 350 CDI.....  | 90  |
| Tabelle 72: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes E 350 CDI .....                                | 91  |
| Tabelle 73: Fahrzeugdaten Mercedes GLK 220 CDI.....  | 92  |
| Tabelle 74: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLK 220 CDI.....                               | 93  |
| Tabelle 75: Fahrzeugdaten Mercedes B 200 d.....  | 94  |
| Tabelle 76: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes B 200 d .....                                  | 95  |
| Tabelle 77: Fahrzeugdaten Mercedes GLE 350 d .....   | 96  |
| Tabelle 78: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLE 350 d.....                                 | 97  |
| Tabelle 79: Fahrzeugdaten Mercedes C 220 d .....   | 98  |
| Tabelle 80: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes C 220 d .....                                  | 99  |
| Tabelle 81: Fahrzeugdaten Mercedes GLC 220 d.....  | 100 |
| Tabelle 82: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mercedes GLC 220 d 4MATIC.....                          | 101 |
| Tabelle 83: Fahrzeugdaten Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D .....                                    | 102 |
| Tabelle 84: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Mitsubishi Outlander 2.2 Di-D .....                     | 103 |
| Tabelle 85: Fahrzeugdaten Opel Corsa 1.3 CDTi.....   | 104 |
| Tabelle 86: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Opel Corsa 1.3 CDTi .....                               | 105 |
| Tabelle 87: Fahrzeugdaten Opel Insignia 1.6 CDTi.....  | 106 |
| Tabelle 88: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Opel Insignia 1.6 CDTi.....                             | 107 |
| Tabelle 89: Fahrzeugdaten Subaru Outback 2.0 D .....   | 108 |
| Tabelle 90: NO <sub>x</sub> -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 <sub>x</sub> -Reduzierung ..... | 110        |
| Tabelle 93: Fahrzeugdaten VW T6 2.0 TDI .....   | 112        |
| Tabelle 94: NO <sub>x</sub> -Reduzierung VW T6 2.0 TDI .....                                  | 113        |
| Tabelle 95: Fahrzeugdaten VW Touareg 3.0 TDI .....  | 114        |
| Tabelle 96: NO <sub>x</sub> -Reduzierung VW Touareg 3.0 TDI .....                             | 115        |
| Tabelle 97: Tabellarische Übersicht der gesamten Messergebnisse .....                         | 121        |
| Tabelle 98: Auswertung RDE absolut/relativ, verpflichtende Rückrufe.....                      | 125        |
| <b>Tabelle 99: Auswertung RDE absolut/relativ, freiwillige Updates .....</b>                  | <b>128</b> |
| <b>Tabelle 100: Auswertung WLTC123 absolut/relativ .....</b>                                  | <b>130</b> |
| <b>Tabelle 101: Auswertung WLTC123 absolut/relativ - Gesamtflotte - .....</b>                 | <b>131</b> |
| Tabelle 102: NO <sub>x</sub> -Reduzierung Relativ (WLTC123) .....                             | 131        |

# Impressum

Herausgeber:  
Kraffahrt-Bundesamt  
24932 Flensburg

Internet: [www.kba.de](http://www.kba.de)

Fachliche Auskünfte und Beratung:

Telefon: 0461 316-0  
Telefax: 0461 316-1650  
E-Mail: [kba@kba.de](mailto:kba@kba.de)

Stand: Januar 2020

Druck: Druckzentrum KBA

Bildquelle: KBA/[www.shutterstock.com](http://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.

© Kraffahrt-Bundesamt, Flensburg

● ● ● **Wir punkten mit Verkehrssicherheit!**