

Der neue Fahrzyklus

NEFZ - WLTP

SEAT

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTE

Einführung / Grundkonzepte 03
1 NEFZ – WLTP 04
2 Fahrzyklus 04
3 Emissionen 05
4 ECE 06
5 Berechnung der Emissionen aus Verbrennungs- und Elektromotoren 07

NEFZ-Grundkonzepte 08
1 Definition 09
2 Geschichte 10
3 Messverfahren 11
4 Grenzwerte, Gesetzgebung und Boni 12
5 Fahrzeugtypen 13
6 Fahrwiderstand 14
7 Ziele 14

WLTP-Grundkonzepte 15
1 Definition 16
2 Geschichte 17
3 Messverfahren 17
4 RDE, PEMS 19
5 Grenzwerte, Gesetzgebung und Boni 19
6 Leistungsgewichtsklassen 20
7 Ausstattungsvarianten 20
8 Ziele und Daten 21

NEFZ und WLTP im Vergleich 22
1 NEFZ und WLTP im Vergleich 23

Auswirkungen / SEAT Produktreihe 24
1 Flottenboni 25
2 Sonderausstattung 25
3 Kundenfragen 25
4 Markenvergleich 27

KAPITEL 1

EINFÜHRUNG – GRUNDKONZEPTE



01 NEFZ – WLTP

Die gesamte Automobilindustrie diskutiert derzeit den NEFZ und den WLTP, aber was genau bedeuten die Abkürzungen und wozu dienen diese Fahrzyklen?

Der CO_2-Ausstoß von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen *(zulässige Gesamtmasse bis 3,5 Tonnen)* wird von den Richtlinien und Regelungen der Europäischen Union geregelt.

Diese Gesetzgebung sieht Grenzwerte und Prüfverfahren für Emissionen vor mit dem Ziel, die Emissionen langfristig zu reduzieren.

NEFZ *(1992)*

Die Abkürzung NEFZ steht für „Neuer Europäischer Fahrzyklus". Er dient zur Beschreibung einer Messung auf dem Rollenprüfstand, bei der die Abgasemissionen und der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs registriert werden.
Das NEFZ-Messverfahren wird im September 2017 durch die WLTP ersetzt.

WLTP *(September 2017)*

Der WLTP-Fahrzyklus *(Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure)* ist das neue weltweit einheitliche Testverfahren für leichte Nutzfahrzeuge und besteht in einem überarbeiteten Prüfverfahren zur Überprüfung der Erfüllung der Abgasnorm.

02 Fahrzyklus

Worin besteht ein Fahrzyklus?

Ein Fahrzyklus regelt die Bedingungen, unter denen ein Fahrzeug betrieben wird, um seinen Kraftstoffverbrauch und seinen CO_2-Ausstoß zu bestimmen. Sowohl der NEFZ- als auch der WLTP-Fahrzyklus werden auf einem Rollenprüfstand durchgeführt.

Der Fahrzyklus unterliegt Einschränkungen wie Starttemperatur, Geschwindigkeit und Last.

Fahrzyklen haben zum Ziel, die Belastung auf möglichst realitätsnahe Art und Weise zu simulieren, obwohl sie natürlich nur ein Durchschnittsprofil abbilden.

03 Emissionen

Was sind Emissionen?

Die Verbrennung eines Gemischs wie z. B. aus Benzin und Luft in den Zylindern eines Motors erzeugt gasförmige Verbrennungsprodukte, so genannte Emissionen.

Welche Emissionen werden durch die Nutzung von Fahrzeugen mit Benzin-, Diesel-, Erdgas- oder Autogasantrieb erzeugt?

- Stickoxide NO_X
- Kohlenwasserstoffe HC
- Kohlenmonoxid CO
- Rußpartikel PM
- Kohlendioxid CO_2

Was sind die Folgen von Emissionen?

Alle Schadstoffe gelangen in die Troposphäre, den untersten Teil unserer Atmosphäre. Einige Schadstoffe steigen sogar noch höher hinauf.

Emissionen

Der Begriff „Emissionen" wird verwendet, um den Ausstoß von Verunreinigungen in die Umwelt zu bezeichnen. Die Emissionsquelle, z. B. das Fahrzeug, wird „Emittent" genannt und jede Emission verursacht automatisch eine Immission, d. h. ein Einwirken von Verunreinigungen, Lärm, Strahlen und weiterer Emissionen auf die Umwelt.

Emissionskontrolle

Eine Emissionskontrolle wird durchgeführt, um diese negativen Folgen zu verhindern oder zu reduzieren, und sie umfasst Maßnahmen, die direkt an der Emissionsquelle angewendet werden. Dazu gehören der Einsatz von Fahrzeugabgasfiltern, Reduktionsmitteln wie AdBlue® in Kombination mit einem Katalysator (SCR-System) und der Einbau von Katalysatoren.

Immission

Der Begriff Immission bezieht sich auf eine Freisetzung in die Atmosphäre, d. h. die Belastung von Menschen, Tieren, Pflanzen und Gebäuden durch Verunreinigungen und Lärm.

Imissionskontrolle

Es wird auch eine Imissionskontrolle durchgeführt und sie dient dazu, Immissionen zu begrenzen.

04 ECE

Wofür steht ECE bzw. UNECE?

Die Abkürzungen ECE bzw. UNECE stehen für „United Nations Economic Commission for Europe“, eine Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für die Entwicklung in Europa, die 1947 ins Leben gerufen wurde. 56 Länder gehören dieser Kommission an, einschließlich der Europäischen Union, der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS) und Nordamerika.

Die UNECE erlässt Richtlinien, Regelungen und Gesetze, um die internationale Einhaltung der Sicherheits- und Umweltschutzziele sicherzustellen, sowie Regelungen zum Transport von Substanzen. Die NEFZ- und WLTP-Messverfahren basieren auf UNECE-Regelungen.

Worin bestehen die UNECE-Regelungen?

Bei den so genannten UNECE-Regelungen handelt es sich um Empfehlungen, die in die nationale Gesetzgebung der jeweiligen Mitgliedstaaten aufgenommen werden können. Die Europäische Union kann ebenfalls UNECE-Regelungen für alle Mitgliedstaaten der EU annehmen. In diesem Fall ist kein weiterer Rechtsetzungsakt erforderlich, um diese Regelungen in die nationale Gesetzgebung aufzunehmen.

Die UNECE-Regelungen in der Automobilindustrie

Die R 101 ist eine für die Automobilindustrie relevante UNECE-Regelung zur Messung von CO_2 und Kraftstoffverbrauch sowie auch das von der UNECE genehmigte Gesetz für das WLTP-Messverfahren.

Die Regelungen zu Geräuschemissionen, Recycling, Batterien, Sicherheit und Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge werden im Moment aufgrund der technischen Fortschritte im Bereich der Elektromobilität überarbeitet.

Das WLTP-Messverfahren muss so angepasst werden, dass es Messungen des Energieverbrauchs und der Reichweite von Elektrofahrzeugen berücksichtigt.

05 Berechnung der Emissionen aus Verbrennungs- und Elektromotoren

Wie wird der CO_2-Ausstoß bei Verbrennungsmotoren berechnet?

Es gibt eine theoretische Berechnung für den CO_2-*Ausstoß von Diesel-* und Benzinmotoren, die sowohl für den NEFZ als auch für den neuen WLTP gilt.

BENZINER	DIESEL
Die vollständige Verbrennung eines Liters Benzin erzeugt 2370 g CO_2.	Die vollständige Verbrennung eines Liters Diesel erzeugt 2650 g CO_2.
5,5 l /100 km entspricht einem CO_2-Ausstoß von 130,35 g pro km *(insgesamt 13,035 g CO_2 pro 100 km)*.	5,5 l /100 km entspricht einem CO_2-Ausstoß von 145,75 g pro km *(insgesamt 14,575 g CO_2 pro 100 km)*.

Wie werden die Emissionen von Elektrofahrzeugen berechnet?

Elektrofahrzeuge erzeugen keine Emissionen beim Fahren, sodass stattdessen der Energieverbrauch gemessen wird. Die hierfür angewandten Messverfahren sind bei beiden Verfahren identisch, beim MLTP besteht jedoch die Möglichkeit, den theoretischen CO_2-Ausstoß pro Kilometer zu berechnen. Bei der Berechnung des Energiebedarfs von Elektrofahrzeugen wird zwischen zwei Messungen unterschieden:

1. Es wird die verbrauchte Energie bei vollständig aufgeladenen Batterien bis zu ihrer kompletten Entladung gemessen.
2. Die Messung „*Tank-to-Wheel*“, d. h., von der Tanksäule bzw. vom Ladepunkt bis zum Rad, misst einerseits den Energiebedarf zum Aufladen der Batterie an der Steckdose und andererseits die verbrauchte Energie bzw. die Entladung der Batterie unter Berücksichtigung des minimalen Ladeverlusts an der Steckdose.

Der während der Energieerzeugung entstandene CO_2-Ausstoß darf dabei nicht übersehen werden. Die Berechnung, die als Well-to-Wheel, d. h. „*von der Quelle bis zum Rad*“ bezeichnet wird, berücksichtigt, welche und wie viele Emissionen von der Energieerzeugung über den Transport bis zum Aufladen an der Steckdose erzeugt werden. Diese Emissionen werden dann dem Fahrzeug angerechnet und pro Kilometer angegeben. So wird z. B. für einen deutschen Strommix aus Braunkohle, Steinkohle, Uran, Erdgas und erneuerbaren Energien (Wasser, Wind und Photovoltaik) ein CO_2-Wert von 560 g pro kWh (Stand: 2015) angegeben. Der Stromverbrauch wird von allen Herstellern für jedes Elektrofahrzeug angegeben, um zu ermöglichen, dass basierend auf dem in Punkt 1 erläuterten kWh-Wert für jeden elektrisch gefahrenen Kilometer ein theoretischer CO_2-Wert berechnet werden kann.

KAPITEL 2

NEFZ-GRUNDKONZEPTE



01 Definition

Worin besteht der NEFZ?

Die Fahrzeuge auf unseren Straßen werden aktuell vorwiegend durch Verbrennungsmotoren *(Diesel- und Benzinmotoren)* angetrieben. Die von den Fahrzeugen verbrauchte Kraftstoffmenge ist für die Fahrer in Bezug auf die Kraftstoffkosten und die negativen Auswirkungen des CO_2-Ausstoßes auf das Klima, dessen Menge direkt mit dem Kraftstoffverbrauch verknüpft ist, relevant.

Sowohl der Kraftstoffverbrauch als auch die Schadstoffemissionen werden für jedes Fahrzeugmodell genau registriert, um sicherzustellen, dass potenzielle Käufer der Fahrzeuge zuverlässig informiert und die Einhaltung der Abgasgrenzwerte von den Behörden kontrolliert werden können.

In der Europäischen Union werden der Kraftstoffverbrauch und die fahrzeugspezifischen Emissionen seit 1992 gemessen und zwar anhand des so genannten NEFZ, d. h., des „*Neuen Europäischen Fahrzyklus*“. Es werden vier Werte registriert:

- Kraftstoffverbrauch im innerstädtischen Verkehr
- Kraftstoffverbrauch im außerstädtischen Verkehr
- Kraftstoffverbrauch im kombinierten Verkehr
- CO_2-Ausstoß im kombinierten Verkehr

Diese Werte werden bei jedem geprüften Fahrzeugmodell gemessen. Der Fahrzyklus wird in einem Labor auf einem Rollenprüfstand durchgeführt und dauert ca. 20 Minuten. Die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Schaltpunkte und die Prüfungsdauer werden gesetzlich genau vorgeschrieben. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der gesamten Prüfung beträgt ca. 33,6 km/h und die Entfernung ca. 11 km bei einer Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h.

02 Werdegang

Wie wurde der NEFZ entwickelt?

Die Entwicklungsgeschichte des NEFZ begann mit der Einführung der ersten Abgasnormen Ende der 1960er-Jahre. Sie wurden zuerst in Deutschland und kurz darauf in Frankreich eingeführt und dann im März 1970 in der Richtlinie 70/220/EWG *(Europäische Wirtschaftsgemeinschaft)* als gemeinsamer Fahrzyklus zusammengeführt.

1976 entwickelte die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen UNECE *(United Nations Economic Commission for Europe)* ein Verfahren zur Messung des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen anhand eines Fahrzyklus, der das Fahren im innerstädtischen und im außerstädtischen Verkehr mit 90 bzw. 120 km/h auf einem Rollenprüfstand simulierte. 1978 wurde dieses Verfahren als Grundlage für die Norm DIN 70030 aufgenommen.

1992 wurde der Fahrzyklus erweitert, um auch den außerstädtischen Verkehr zu berücksichtigen. Er wurde umbenannt auf „*Neuer Europäischer Fahrzyklus*". 1997 wurde der NEFZ erneut angepasst: Durch strengere Abgasnormen entstand der „*Modifizierte Neue Europäische Fahrzyklus*" *(abgekürzt MNEFZ)*, bei dem die Messung zeitgleich mit dem Kaltstart beginnt und nicht wie bislang erst nach 40 Sekunden. Von einem Kaltstart spricht man, wenn die Öltemperatur im Motor unter 50°C liegt.

Die europäische Abgasnorm ermöglicht es, Fahrzeuge nach ihren Emissionen zu klassifizieren. Alle Neuwagen müssen die aktuell geltende Abgasnorm erfüllen, um die Zulassung zu erhalten. Seit 2002 ist eine erweiterte Prüfung mit einem Kaltstart bei -7°C durchzuführen, bei der die innerstädtische Route des NEFZ-Prüfzyklus ebenfalls durchgeführt und die Einhaltung der Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffgrenzwerte geprüft wird.

- 1960 Einführung der ersten Abgasnormen
- 1970 In Deutschland und Frankreich als gemeinsamer Fahrzyklus zusammengeführt
- 1976 Die UNECE entwickelte ein Verfahren zur Messung des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen
- 1978 Dieses Verfahren wurde als Grundlage für die Norm DIN 70030 angenommen
- 1992 Neuer Europäischer Fahrzyklus
- 1997 Modifizierter Neuer Europäischer Fahrzyklus
- 2002 Erweiterte Prüfung

03 Messverfahren

Wie werden die Messverfahren durchgeführt?

Die Messungen des „*Neuen Europäischen Fahrzyklus*“ werden auf einem Rollenprüfstand in einem Labor durchgeführt. Die Verbrauchsmessung wird vom Technischen Service überwacht und von der TÜV-Prüfstelle registriert. Vor dem Start wird eine Fahrwiderstandsprüfung durchgeführt, zu der in der untenstehenden Schulungskarte weitere Informationen zu finden sind.

Der Fahrzyklus besteht aus zwei Phasen, bei denen das Fahren im innerstädtischen und im außerstädtischen Verkehr simuliert wird. Ein Fahrer mit einem Gewicht von höchstens 75 kg startet das Fahrzeug bei einer vorgeschriebenen Raumtemperatur zwischen 20 und 30°C und sieht auf einem Bildschirm die Geschwindigkeiten, mit denen er zu fahren hat. Die Schaltpunkte sind ebenfalls vorgegeben. Die Prüfung muss wiederholt werden, wenn die vorgeschriebenen Geschwindigkeiten und Schaltpunkte nicht eingehalten werden.

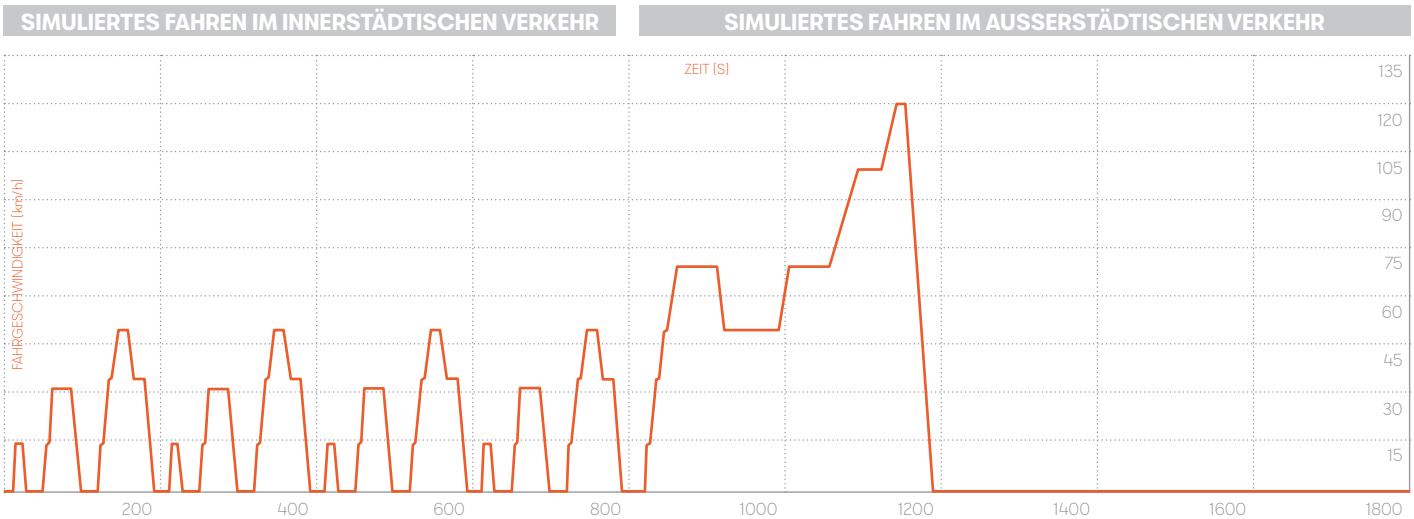
Simuliertes Fahren im innerstädtischen Verkehr

- Ca. 13 Minuten
- Durchschnittl. 18,8 km/h
- Höchstens 50 km/h

Simuliertes Fahren im außerstädtischen Verkehr

- Ca. 7 Minuten
- Durchschnittl. 62,6 km/h
- Höchstens 120 km/h

NEFZ



04 Grenzwerte, Gesetzgebung und Boni

Welche Grenzwerte und Gesetze sind einzuhalten?

Bis zum Inkrafttreten des WLTP im September 2017 ist in der Europäischen Union für den Verkauf und die Inbetriebnahme von Neufahrzeugen bis zum WLTP vorgeschrieben *(vgl. Art. 2 der Richtlinie 93/116/EG)*. Der NEFZ ist der Prüfzyklus, der zur Bestimmung der durch die geltende Gesetzgebung geregelten Emissionswerte verwendet wird, mit Ausnahme der CO_2-Werte, die keinen gesetzlichen Grenzwert haben und entsprechend dem Prüfergebnis definiert sind. Um eine ausgewogene Lastenverteilung unter den verschiedenen Herstellern zu erreichen, beschloss die EU, keine einheitlichen CO_2-Grenzwerte einzuführen. Zu diesem Zweck wurde ein Verfahren entwickelt, das bei der Registrierung der herstellerspezifischen CO_2-Grenzwerte die verschiedenen Produktreihen berücksichtigt.

Ausgehend von einem anfänglichen Flottenemissionswert von ca. 190 g CO_2/km im Jahr 1990 hat die Automobilindustrie daran gearbeitet, die CO_2-Flottenwerte zu reduzieren, basierend auf dem Engagement der Industrie für diese Reduzierung (-30 % im Vergleich zu 1990). Die herstellerspezifischen CO_2-Grenzwerte führten zu einem Zielwert von 130 g CO_2/km ab 2012 (mit einigen Flexibilitäten bis 2015) als Durchschnitt für die europäische Flotte. Diese Zielwerte werden 2020 auf 95 g CO_2/km reduziert und stellen damit eine große Herausforderung für die Automobilindustrie dar.

Worin bestehen die EU-Abgasnormen?

Die EU-Abgasnormen bestehen aus Regelungen, die es ermöglichen, Fahrzeuge nach ihren Emissionen zu klassifizieren. Die in den Normen angegebenen Grenzwerte für Kohlenmonoxid *(CO)*, Kohlenwasserstoffe *(HC)*, Stickoxide *(NO_X)*, Partikelmasse *(PM)* und Nichtmethankohlenwasserstoffe *(NMHC)* sind von der EU-Kommission definiert. Die Emissionsklassen sind von höchster Wichtigkeit für die Automobilhersteller, da sie für Neuwagen verbindlich sind. Alle neu zugelassenen Fahrzeuge mussten seit September 2015 die Abgasnorm EURO 6 erfüllen. Die Grenzwerte variieren je nach Motortyp *(z. B. Benzin- oder Dieselmotor)* und Fahrzeugtyp *(z. B. Auto oder Motorrad)*.

Die Einhaltung der Grenzwerte muss vom Fahrzeughersteller mit einer so genannten Typenprüfung belegt und für einen bestimmten Zeitraum und eine bestimmte Kilometerzahl garantiert werden. Die Fahrzeuge werden dann in Emissionsklassen unterteilt, die unter anderem dazu verwendet werden, um die Höhe der zu leistenden Kfz-Steuer zu bestimmen.

Was geschieht, wenn die Grenzwerte überschritten werden?

Wenn der durchschnittliche spezifische CO_2-Ausstoß der Flotte eines Herstellers den festgesetzten Grenzwert überschreitet, müssen Strafzahlungen an die EU entrichtet werden. Die Höhe der Strafzahlung hängt davon ab, in welchem Maße der Grenzwert überschritten wurde, sowie von der Anzahl verkaufter Neuwagen. Grundsätzlich beträgt die Strafzahlung 95 € pro Gramm über dem Grenzwert pro verkauftem Neuwagen. Es gibt eine Einführungsphase, die bis Ende 2019 dauert und eine schrittweise Anhebung der Strafzahlungen vorsieht. Bis dahin ist die volle Strafzahlung von 95 € pro Gramm nur dann zu zahlen, wenn der spezifische Grenzwert des Herstellers um 3 Gramm überschritten wird. Die reduzierten Strafzahlungen sind wie folgt gestaffelt: 5 € für das erste Gramm der Überschreitung, 15 € für das zweite Gramm und 25 € für das dritte Gramm über dem Grenzwert. Die ermittelte Zahl wird anschließend mit der Anzahl der vom Hersteller verkauften Neuwagen multipliziert.

Wie werde Flottenemissionen berechnet?

Der unternehmensspezifische Grenzwert basiert auf der Struktur der vom Hersteller vertriebenen Neuwagen. Der zulässige CO_2-Ausstoß der Neuwagenflotte eines Herstellers hängt wiederum von vier Faktoren ab:

- Vom europäischen Flottenzielwert von 130 g CO_2/km
- Vom Durchschnittsgewicht der vom Hersteller verkauften Neuwagen
- Vom Durchschnittsgewicht der in der EU 27 zwischen 2008 und 2010 verkauften Neuwagen, das 1372 kg betrug.
- Von einem Gewichtungsfaktor, der definiert, wie stark die Emissionen ansteigen können, wenn das Gewicht des Fahrzeugs zunimmt *(der Gewichtungsfaktor ist aktuell so ausgewählt worden, dass 100 kg zusätzliches Fahrzeuggewicht den Grenzwert um 4,57 g CO_2/km)* erhöht.

05 Fahrzeugtypen

Welche Fahrzeugtypen werden gemäß NEFZ gemessen?

Der „*Neue Europäische Fahrzyklus*“ wird für alle Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge angewendet. Der NEFZ wurde ursprünglich nur zur Verwendung für Fahrzeuge entwickelt, die durch einen Verbrennungsmotor angetrieben werden. Für Fahrzeuge mit Hybridantrieb *(Elektro-Hybride)* und reinem Elektroantrieb sind zusätzliche Regelungen erforderlich. Weitere Informationen dazu sind im folgenden Kapitel zu finden.

> **Definition von leichten Nutzfahrzeugen:**
>
> Leichte Nutzfahrzeuge sind Fahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3,5 Tonnen, die für den Gütertransport konzipiert sind.

06 Fahrwiderstand

Wie wird der Fahrwiderstand gemessen?

Der NEFZ umfasst eine Fahrwiderstandsmessung. Der Rollwiderstand eines Fahrzeugs wird anhand einer Coastdown-Prüfung (Ausrollprüfung) auf einer Prüfstrecke gemessen. Der Luftwiderstand wird in einem Windtunnel mit einer bekannten Luftdichte und Luftgeschwindigkeit gemessen. Es gibt auch einen Wert für Reibungsverluste *(Kräfte, die im Fahrzeuginneren entstehen wie z. B. im Getriebe)*. Der Fahrwiderstand des jeweiligen Fahrzeugs wird dann ausgehend von diesen drei Werten berechnet. Der ermittelte Wert wird anschließend in das Computersystem des Rollenprüfstands übertragen, wo er sich unmittelbar auf das Ergebnis des NEFZ auswirkt. Zur Bestimmung des Fahrwiderstands wird die folgende Formel verwendet:

LUFTWIDERSTAND + ROLLWIDERSTAND *"EINSCHLIESSLICH REIBUNGSVERLUSTE"* = FAHRWIDERSTAND

Rollwiderstandskräfte

Diese Kräfte entstehen, wenn eine runde Oberfläche *(z. B. Fahrzeugreifen)* langsam auf einer anderen Oberfläche ausrollt. Die Ursache dieser Kraft ist die Verformung der Oberflächen am Berührungspunkt. Die resultierende Walkung *(Verformung)* des Reifenmaterials erfordert zusätzliche Kraft, wobei auch das Reifenmaterial, die Unterlage und der Reifendruck den Rollwiderstand beeinflussen. Je größer die Berührungsfläche des Reifens, desto höher ist auch der Rollwiderstand. Die Rollwiderstandskraft nimmt ab, je steifer die Räder und die Unterlage sind.

Luftwiderstandskräfte

Der Luftwiderstand *(Aerodynamik)* hängt von der Form, dem Querschnitt und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und von der Luftdichte ab. Dachträger, Heckspoiler und Fahrradträger wirken sich alle negativ auf die Aerodynamik eines Fahrzeugs aus und bewirken, dass das Fahrzeug mehr Kraftstoff verbraucht. Bereits ein auf dem Dach montierter Skiträger erhöht den Luftwiderstand um 33,3 %. Infolge erhöht sich der Kraftstoffverbrauch um mehr als:

- 0,8 l/100 km bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h.
- 2 l/160 km bei einer Geschwindigkeit von 160 km/h.

07 Ziele

Worin bestehen die Ziele des NEFZ?

Der „*Neue Europäische Fahrzyklus*" liefert konsistente, fahrzeugspezifische Daten zu Emissionen und Kraftstoffverbrauch. Ein genormtes Messverfahren wie dieses macht es möglich, Messverfahren bei verschiedenen Herstellern und Modellen in der EU zu wiederholen und miteinander zu vergleichen. Der NEFZ fördert auch den Klimaschutz, da es der „*Neue Europäische Fahrzyklus*" ermöglicht, die Einhaltung der von der Europäischen Union definierten Grenzwerte zu prüfen und bei Bedarf zu sanktionieren. Ein Überschreiten der Grenzwerte der EU-Abgasnorm kann auch bedeuten, dass Neuwagen nicht für den Vertrieb zugelassen werden.

KAPITEL 3

WLTP-GRUNDKONZEPTE



01 Definition

Worin besteht die WLTP?

Die Abkürzung WLTP steht für „*Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure*“, das neue weltweit einheitliche Testverfahren für leichte Nutzfahrzeuge, das ab September 2017 in der Europäischen Union den NEFZ ersetzen wird. An einigen Orten ist der Fahrzyklus auch als „*weltweit einheitlicher Testzyklus für leichte Nutzfahrzeuge*“ bekannt. Der neue Zyklus wird eingeführt, um eine international genormte CO_2-Ausstoßmessung für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge zu erreichen und die aktuellen CO_2-Ausstoßwerte im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch für die Verbraucher realitätsnäher darzustellen. Bis jetzt wurden weltweit unterschiedliche Fahrzyklen verwendet, was zu höheren Gemeinkosten für die Hersteller führte und die Vergleichbarkeit allgemein erschwerte.

Das neue weltweit einheitliche Testverfahren für leichte Nutzfahrzeuge WLTP *(„Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure“)* wurde auf der Basis von weltweit erhobenen Fahrdaten entwickelt und berücksichtigt verschiedene Fahrsituationen, angefangen beim innerstädtischen Verkehr bis hin zum Fahren auf der Autobahn. Im Vergleich zum NEFZ ist der WLTP erheblich dynamischer, da er bedeutend mehr Beschleunigungs- und Bremsmanöver umfasst als sein Vorgänger. Neben dem eigentlichen Fahrbetrieb wird das Messverfahren durch den WLTP außerdem international genormt und an die aktuelle Fahrtechnologie angepasst.

NEFZ *(alte Prüfung)*
Neuer Europäischer Fahrzyklus

- In den 1980er-Jahren entwickelt.
- Basiert auf theoretischem Fahren.
- Ist nicht mehr zeitgemäß.

WLTP *(neue Prüfung)*
Weltweit einheitliches Testverfahren für leichte Nutzfahrzeuge

- Seit 2017 in Kraft.
- Basiert auf realen Fahrdaten.
- Besser an die Leistung auf der Straße angepasst.

02 Werdegang

Wann wurde der WLTP entwickelt?

Als eine Reaktion auf die Verordnung *(EG)* Nr. 715/2007 beschloss die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen UNECE *(United National Economic Commission of Europe)* im November 2007, ein weltweit vereinheitlichtes Testverfahren für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge zu entwickeln. Experten aus der Europäischen Union, Japan und Indien waren, unter anderen, an diesem Entwicklungsprozess beteiligt. Die EU 27, Australien, China, Norwegen, Russland, Südafrika, die Türkei und Moldawien werden das Prüfverfahren in seiner aktuellen Form *(von Oktober 2016)* einführen. Anerkanntermaßen waren auch die USA an diesem Prozess beteiligt, brachen ihre Zusammenarbeit jedoch im laufenden Entwicklungsverfahren ab. Es ist zu erwarten, dass Indien und Südkorea nur Teile des WLTP implementieren werden und in Japan wird im Moment darüber diskutiert, ob und in welchem Umfang das neue Verfahren umgesetzt werden soll.

> **Verordnung (EG) Nr. 715/2007**
>
> *„Die Kommission musste die eventuelle Erfordernis einer Anpassung des Neuen Europäischen Fahrzyklus, auf dem die Emissionsmessungen basierten, prüfen. Die Anpassung oder Ersetzung des Prüfzyklus kann erforderlich sein, um Veränderungen in Hinblick auf die Fahrzeugeigenschaften und das Fahrverhalten zu berücksichtigen.“*

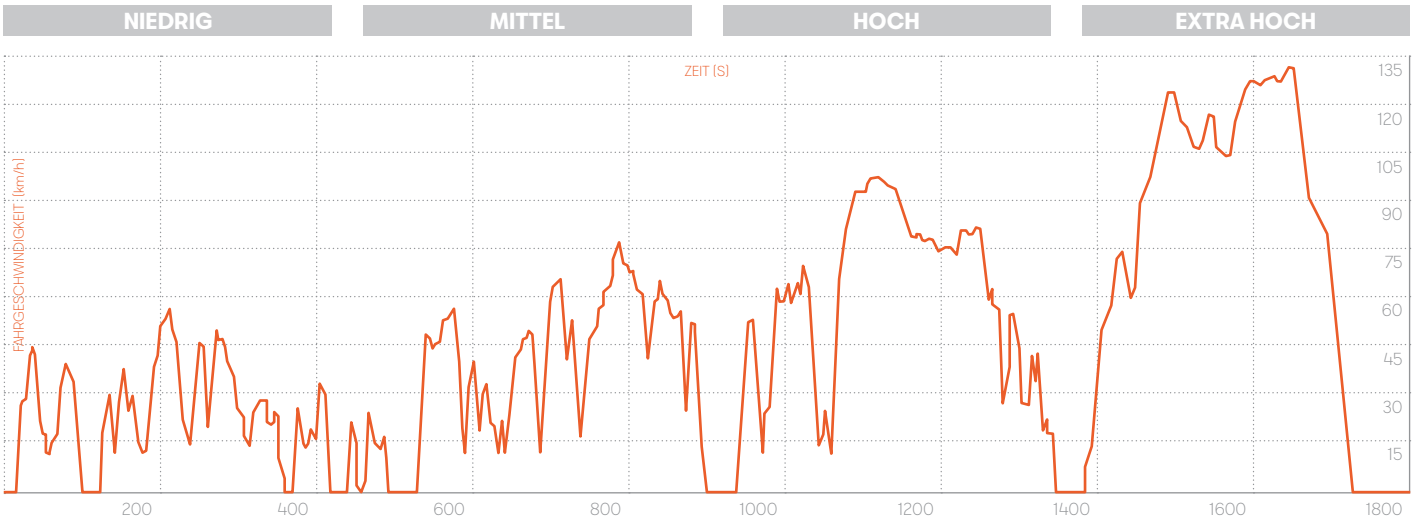
03 Messverfahren

Wie wird das Messverfahren durchgeführt?

Basierend auf Daten zum Fahrverhalten in den am WLTP beteiligten Regionen der Klasse 3 wurde ein Fahrzyklus von ca. 30 Minuten Dauer berechnet, der repräsentativ für Schlüsselparameter wie Beschleunigungsverhalten, Geschwindigkeiten und Fahrzeugstillstandszeiten in allen beteiligten Ländern sein soll. Der gesamte Fahrzyklus wird unterteilt in Leistungsgewichtsklassen in Übereinstimmung mit der erreichbaren Höchstgeschwindigkeit. Praktisch alle in Europa verfügbaren Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge werden in Übereinstimmung mit den technischen Kriterien in der höchsten WLTP-Leistungsgewichtsklasse 3 klassifiziert, die aus den Zyklusphasen *„Niedrig“*, *„Mittel“*, *„Hoch“* und *„Extra hoch“* besteht *(weitere Einzelheiten zu den Zyklusphasen siehe nächste Seite)*. Der WLTP-Fahrzyklus stellt im Wesentlichen einen dynamischen Fahrbetrieb dar, der Beschleunigung, Abbremsung und Stillstand abbildet.

Sogar die zugrunde liegenden Bedingungen sollen realitätsnäher, vergleichbarer und präziser sein. Die Schlüsselregelungen umfassen die Berechnung von Plug-in-Hybridfahrzeugen *(PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicles)* und die Berücksichtigung von zusätzlichem Verbrauch. Die Messung berücksichtigt also das individuelle Fahrzeug sowie die tatsächlichen Sonderausstattungen. Auch die Schaltpunkte werden für jedes Fahrzeug spezifisch berechnet.

WLTP-KLASSE 3



Niedrig	Mittel	Hoch	Extra Hoch
Distanz: ca. 3 km	Distanz: ca. 5 km	Distanz: ca. 7 km	Distanz: ca. 7,7 km
Dauer: 156 s	Dauer: 433 s	Dauer: 455 s	Dauer: 323 s
Stoppanteil: 26,5 %	Stoppanteil: 11,1 %	Stoppanteil: 6,8 %	Stoppanteil: 2,2 %
Höchstgeschw: 56,5 km/h	Höchstgeschw: 76,6 km/h	Höchstgeschw: 97,4 km/h	Höchstgeschw: 131,3 km/h
Durchschnittsgeschw: 25,7 km/h	Durchschnittsgeschw: 44,5 km/h	Durchschnittsgeschw: 60,8 km/h	Durchschnittsgeschw: 94,0 km/h

04 RDE, PEMS

Was bedeutet RDE und PEMS?

Die Verordnung *(EG)* Nr. 715/2007, die bei der Entwicklung des WLTP-Fahrzyklus umgesetzt wurde, verlangt die Messung unter praktischen Fahrbedingungen mit mobilen Emissionsmessgeräten. Die Prinzipien dieses Verfahrens sind in der EU gesetzlich verankert und seit April 2016 in Kraft.

Verordnung (EG) Nr. 715/2007
Es können Inspektionen erforderlich sein, um zu gewährleisten, dass die bei der Zulassungsprüfung gemessenen Emissionen dem praktischen Fahrbetrieb entsprechen. Der Einsatz von tragbaren Emissionsmessgeräten und die Einführung des Konzepts „Nicht überschreiten" (der Hersteller muss gewährleisten, dass seine Fahrzeuge die Grenzwerte nicht überschreiten) werden ebenfalls geprüft.

RDE *„Real Drive Emission" (Emissionen im praktischen Fahrbetrieb)*
Zusätzlich zum WLTP handelt es sich hierbei um eine EU-weite gesetzliche Definition der zugrunde liegenden Bedingungen für Emissionsmessungen im laufenden Straßenverkehr. Das Fahrzeug fährt eine gemischte Route, bestehend aus innerstädtischem Verkehr, außerstädtischem Verkehr und Autobahnverkehr, die zwischen 90 und 120 Minuten dauert.

PEMS *„Portable Emission Measurement System" (Mobiles Emissionsmessgerät)*
Ein Messkasten, der für die RDE-Prüfung an der Anhängerkupplung des Testfahrzeugs montiert wird, enthält ein Abgasanalysegerät, ein Abgasstrommessgerät, eine Wetterstation, ein GPS-System sowie eine Verbindung zum Fahrzeugnetzwerk und ein Analysemodul. Während der Fahrt speist eine Sonde Fahrzeugemissionen in den Messkasten und registriert die Emissionen *(CO, CO_2, und NO_X)* zusammen mit den zugehörigen Motor-, Fahrzeug- und Umgebungsparametern im Echtzeitmodus. Die Verknüpfung dieser Daten mit den GPS-Daten ermöglicht die Erzeugung einer präziseren Korrelation zwischen der Fahrsituation und den Emissionsergebnissen. Die Bedingungen der Route werden so definiert, dass die Prüfung auch die Vergleichbarkeit in verschiedenen Ländern gewährleistet. Die beim Fahren auf der Straße registrierten Emissionen werden als tatsächliche Emissionen bezeichnet.

05 Grenzwerte, Gesetzgebung und Boni

Welche Grenzwerte und welche Gesetzgebung sind aktuell gültig?

Seit September 2017 ist die WLTP die gesetzliche Grundlage für die Abgasgesetzgebung in Europa. Die WLTP wurde am 14. November 2013 von den Vereinten Nationen verabschiedet. Die aktuell geltenden CO_2-Flottengrenzwerte sind bis heute unverändert. Es wird immer noch diskutiert, in welchem Umfang weiterhin an den Flottenboni festgehalten werden soll.

06 Leistungsgewichtsklassen

Welche Leistungsgewichtsklasse gibt es?

Der WLTP-Fahrzyklus unterteilt die zu prüfenden Fahrzeuge in Leistungsgewichtsklassen, eine Regelung, die im NEFZ nicht berücksichtigt wurde. Damit soll die Vergleichbarkeit zwischen leistungsstärkeren und leistungsschwächeren Fahrzeugen gewährleistet werden. Da einige Fahrzeuge nicht dazu in der Lage waren, die letzten Phasen des WLTP mit den vorgeschriebenen Geschwindigkeiten zu fahren, werden sie in den unteren Klassen ausgelassen. Aus den zugehörigen Emissionsdaten ist zu entnehmen, nach welcher Leistungsklasse das jeweilige Fahrzeug gemessen wurde.

> **Beispiel**
>
> Ein Fahrzeug der Klasse 1 führt die Phasen „*Niedrig*“ und „*Mittel*“ des WLTP bei einer Höchstgeschwindigkeit von 64,4 km/h durch. Aufgrund seiner niedrigen Höchstgeschwindigkeit kann dieses Fahrzeug die Klassifizierung „*Hoch*“ und „*Extra hoch*“ nicht erreichen, ein Problem, das einige Fahrzeug betrifft, die für den indischen Markt gebaut werden.

Die Fahrzeuge werden in folgende drei Klassen unterteilt:

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Diese Klasse umfasst Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge bis einschließlich 22 Watt pro kg Leergewicht.	Diese Klasse umfasst Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge mit 23-34 Watt pro kg Leergewicht.	Diese Klasse umfasst Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge mit über 35 Watt pro kg Leergewicht.

07 Ausstattungsvarianten

Welchen Einfluss haben die verschiedenen Ausstattungen?

Anders als beim NEFZ werden Sonderausstattungen mit Einfluss auf Gewicht, Aerodynamik und Elektrik *(Ruheleistung)* beim WLTP berücksichtigt. Sonderausstattungen wie das wie Klimaanlage oder Sitzheizung bleiben während des Prüfverfahrens ausgeschaltet. Bei der Auswahl der Extras im Rahmen der Konfiguration eines Neuwagens muss für Verkäufer und Kunde zukünftig ersichtlich sein, inwiefern hierdurch der CO_2-Aussoß des Fahrzeugs verändert wird. Bei der Unterzeichnung des Kaufvertrags wird der im Voraus berechnete CO_2-Wert verbindlich sein. In der EU werden die Kunden eine Konformitätsbescheinigung (auch bekannt als COC-Zertifikat - Certificate of Conformity) erhalten, die gleichzeitig gesetzlich maßgebend ist.

Konformitätsbescheinigung

Die Konformitätsbescheinigung ist eine Erklärung des Fahrzeugherstellers an den Käufer, die gewährleistet, dass das von ihm gekaufte Fahrzeug der zum Zeitpunkt der Herstellung geltenden Gesetzgebung der Europäischen Union entspricht. Die Konformitätsbescheinigung dient auch dazu, die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten in die Lage zu versetzen, Fahrzeuge zuzulassen, ohne den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten zu ermöglichen, Fahrzeuge zuzulassen, ohne dass der Antragsteller hierfür zusätzliche technische Unterlagen vorlegen muss. Zu diesem Zweck besteht die Konformitätsbescheinigung aus einer Konformitätserklärung des Herstellers und einer technischen Beschreibung der wichtigsten Merkmale des Fahrzeugs.

08 Ziele und Agenda

Welche Ziele werden mit der WLTP verfolgt und wann tritt dieses Verfahren in Kraft?

Das Ziel des WLTP-Fahrzyklus besteht in der genormten Messung der Abgase und des Energieverbrauchs verschiedener Antriebsarten wie z. B. Benzin-, Diesel-, Erdgas- oder Autogasantrieb in Verbindung mit einem weltweit einheitlichen Testverfahren.

Der WLTP-Messzyklus hat außerdem zum Ziel, eine realitätsnähere Abbildung des Fahrverhaltens bereitzustellen und nicht nur die Emissionswerte zu prüfen.

2010 wurden allein in der EU 4,72 Milliarden Tonnen CO_2-Emissionen erzeugt, wovon 19 % aus dem Straßenverkehr stammten, was erklärt, warum die Europäische Union eine Reduktion der Emissionen um 20 % bis 2020 *(im Vergleich zu 1990)* verordnet hat. Die Einhaltung dieses Grenzwerts wird mit dem WLTP überwacht, was zum Klimaschutz und zur Verbesserung der Luftqualität beiträgt. Das neue weltweit einheitliche Testverfahren für leichte Nutzfahrzeuge WLTP *(„Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure")* wird in zwei aufeinanderfolgenden Phasen eingeführt.

September 2017

Ab diesem Datum müssen alle von den Fahrzeugherstellern eingeführten neuen Modelle und Motoren die WLTP-Werte für Kraftstoffverbrauch und Emissionen aufweisen.

September 2018

Ab diesem Datum müssen alle Neuwagen die WLTP-Werte für Kraftstoffverbrauch und Emissionen aufweisen. In diesem Sinne müssen die Automobilbauer auch ihre bereits vorhandenen Modelle mit dem neuen Fahrzyklus messen und auf geeignete Weise kennzeichnen.

KAPITEL 4

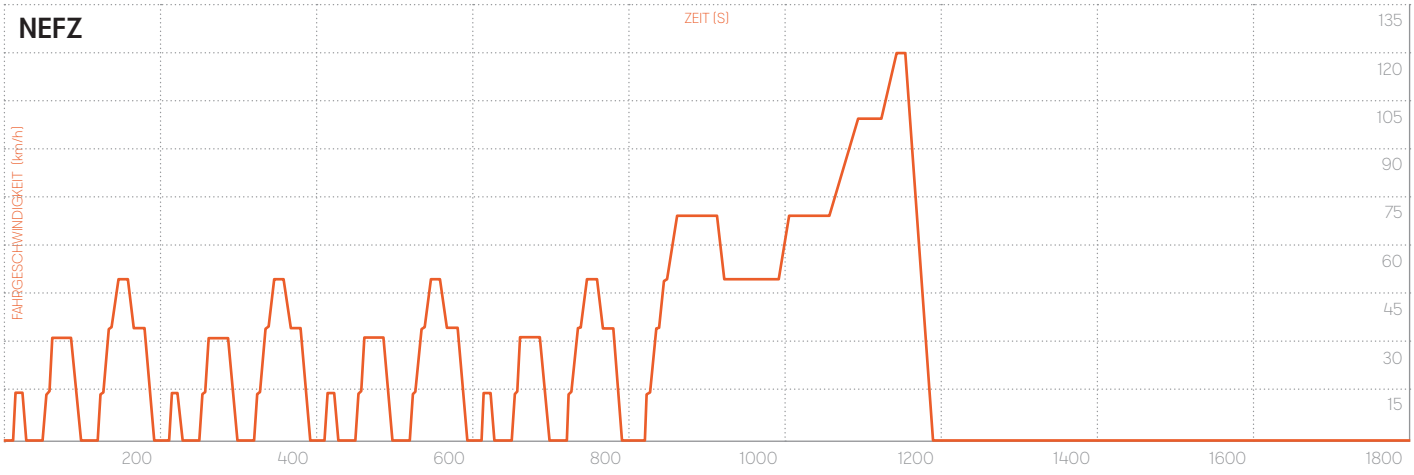
NEFZ UND WLTP IM VERGLEICH



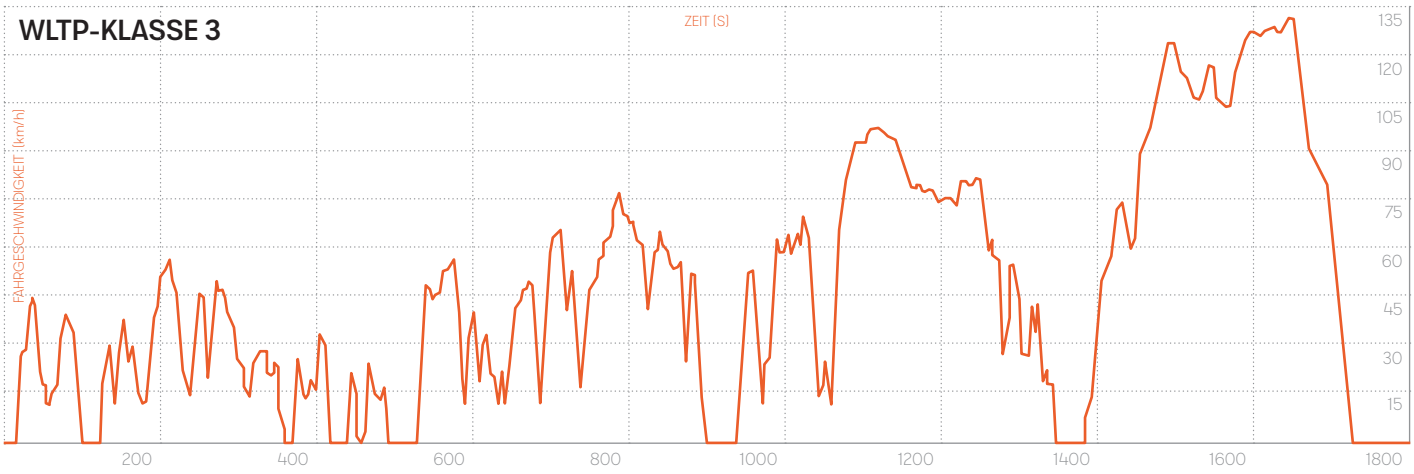
01 NEFZ und WLTP im Vergleich

VERGLEICH	NEFZ	WLTP
• Dauer und Distanz	• Dauer: 20 Min • Distanz: 11 km	• Dauer: 30 Min • Distanz: 23 km
• Höchst- und Durchschnittsgeschwindigkeit	• Höchstgeschw.: 120 km/h • Durchschnittsgeschw.: 34 km/h	• Höchstgeschw.: 131 km/h • Durchschnittsgeschw.: 47 km/h
• Phasen und Starttemperatur	• 2 Phasen: Fahren im nner- und außerstädtischen Verkehr • Kaltstart	• 4 Phasen: Niedrig, Mittel, Hoch und Extra hoch • Kaltstart
• Stillstandszeiten und Sonderausstattung	• Stillstandszeit: 25 % • Ohne Berücksichtigung von Sonderausstattungen	• Stillstandszeit: 13% • Sonderausstattungen werden in Bezug auf Gewicht, Aerodynamik und Ruheleistung berücksichtigt.

SIMULIERTES FAHREN IM INNERSTÄDTISCHEN VERKEHR | SIMULIERTES FAHREN IM AUSSERSTÄDTISCHEN VERKEHR



NIEDRIG | MITTEL | HOCH | EXTRA HOCH



KAPITEL 5

AUSWIRKUNGEN – SEAT PRODUKTREIHE



01 Flottenboni

Wie werden Flottenboni in Zukunft behandelt?

Gemäß EU-Plänen müssen Fahrzeughersteller ab 2021 eine Buße von 95 € für jedes zusätzliche Gramm CO_2 *(basierend auf dem Originalhersteller-spezifischen Flottenzielwert)* bezahlen. Mit dem NEFZ war es möglich, kleine Verstöße gegen die Grenzwerte bestimmter Modelle mit so genannten Boni von kraftstoffeffizienteren Fahrzeugen zu kompensieren. Es ist jedoch bis jetzt noch nicht geklärt worden, ob diese Flottenboni mit dem WLTP *(seit Oktober 2016) weiterhin gelten*.

02 Sonderausstattung

Welche Sonderausstattung wird beim WLTP berücksichtigt und wirken sich Extras auf die Emissionswerte aus?

Die WLTP berücksichtigt Sonderausstattungen, da Extras wie z. B. Panoramadächer das Gewicht des Fahrzeugs erhöhen, ein Heckspoiler die Aerodynamik verändert und unterschiedliche Reifen den Rollwiderstand beeinflussen. Diese Faktoren können die Emissionswerte erhöhen oder sogar reduzieren. Mit dem NEFZ wurden nur Fahrzeuge ohne Sonderausstattung geprüft. Extras wie z. B. die Klimaanlage bleiben während des Prüfzyklus weiterhin ausgeschaltet.

03 Kundenfragen

Wird die Kfz-Steuer infolge von höheren CO_2-Werten ansteigen?

Fahrzeugeigentümer haben nur höhere Kfz-Steuern zu erwarten, wenn das WLTP-Messverfahren einen höheren CO_2-Wert ergibt als mit dem NEFZ. Es ist noch nicht klar, in welchem Maße die Besteuerung an das neue Messverfahren angepasst werden muss. Aktuell beträgt der prozentuale CO_2-Anteil der Fahrzeugsteuer in Deutschland 2 € pro g/km *(seit Oktober 2016)*.

Kann ich als Fahrer meinen CO_2-Ausstoß reduzieren, und wenn ja, wie?

Jeder Fahrer kann seinen Kraftstoffverbrauch beeinflussen und somit in gewissem Ausmaß auch den CO_2-Ausstoß. Im Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Empfehlungen, die einfach in die Praxis umzusetzen sind:

- Planen Sie Ihre Fahrten gut, um unnötige Umwege zu vermeiden.
- Reduzieren Sie das Gewicht, indem Sie zusätzliche Lasten so gering wie möglich halten.
- Fahren Sie langsamer. Vermeiden Sie es, die auf der Strecke zulässige Höchstgeschwindigkeit zu erreichen.
- Verwenden Sie, sofern vorhanden, die Geschwindigkeitsregelanlage.
- Lassen Sie das Fahrzeug langsam bis zum Stillstand ausrollen, anstatt zu bremsen *(durch antizipierendes und vorausschauendes Fahren)* und beschleunigen Sie sanft.

Wie werden nachträgliche Änderungen, die den CO_2-Ausstoß erhöhen, geregelt?

Nachträgliche Änderungen wie z. B. der Einbau einer Zusatzheizung oder einer Anhängerkupplung verändern das Gewicht des Fahrzeugs und folglich sein Emissionsniveau. In der nationalen Gesetzgebung ist noch nicht geregelt, wie nachträgliche Änderungen mit der WLTP in Zukunft gehandhabt werden.

In welchen Ländern wird die WLTP eingeführt?

Die EU 28 und die Schweiz, Liechtenstein, Norwegen, Island, Israel, Australien, China, Russland, Südafrika, die Türkei und Moldawien werden das Prüfverfahren einführen. Anerkanntermaßen war auch die USA an diesem Prozess beteiligt, brach jedoch die Zusammenarbeit im laufenden Entwicklungsverfahren ab. Es ist zu erwarten, dass Indien und Südkorea nur Teile des WLTP implementieren werden, und in Japan wird im Moment darüber diskutiert, ob und in welchem Umfang das neue Verfahren umgesetzt werden soll.

Warum wird das Fahrzeuggewicht bei der Berechnung berücksichtigt? Und inwiefern wirkt sich das erhöhte Gewicht negativ auf die Messergebnisse aus?

Je höher das Gewicht eines Fahrzeugs desto höher ist sein Kraftstoffverbrauch und somit sein Emissionsniveau. Vorher war es möglich, Fahrzeuge ohne Ausstattung zu messen, d. h., die Fahrzeuge waren auch leichter. Jetzt müssen Sonderausstattungen berücksichtigt werden, die das Fahrzeug schwerer machen und sein Emissionsniveau erhöhen.

Werden in Städten Geschwindigkeitsbegrenzungen eingeführt werden, um die Emissionen zu reduzieren?

Es gibt viele Befürworter der Einführung einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h in Städten, um sowohl die Stickoxidemissionen (NO_X) in der Luft zu reduzieren als auch die Sicherheit zu erhöhen. Der deutsche Automobilclub ADAC ist hingegen der Überzeugung, dass Tempo 30 bei gewissen Fahrzeugen bzw. Fahrzeugmodellen sogar zu höheren Emissionswerten führen könnte. Er befürwortet stattdessen grüne Wellen, da ein flüssiger Verkehr die NO_X-Emissionen um bis zu 30% reduziert. Es gibt im Moment keinen Gesetzesentwurf für Geschwindigkeitsbegrenzungen.

04 Markenvergleich

Inwiefern wird die Abgasnachbehandlung durch den WLTP verändert?

Die Abgasnachbehandlung besteht in der katalytischen oder chemischen Reinigung der Verbrennungsgase, sobald sie die Brennkammer verlassen haben. Je nach Abgasnorm, Fahrzeuggewicht und Motor werden zu diesem Zweck unterschiedliche Techniken eingesetzt. Es ist noch nicht klar, in welchem Maße die Automobilhersteller intern mit dem neuen WLTP-Messverfahren umgehen werden. Klar ist jedoch, dass jeder Hersteller andere Techniken und eine Kombination dieser Verfahren zur Reduzierung der Emissionen einsetzen wird.

SCR-Katalysator

Die selektive katalytische Reduktion *(SCR - Selective Catalytic Reduction)* wird bei Dieselmotoren eingesetzt und wandelt die Abgaskomponente Stickoxid *(NO_X)* zu Stickstoff *(N_2)* und Wasser *(H_2O)* um. Die Umwandlung erfolgt dabei unter Verwendung eines synthetisch hergestellten, wasserhaltigen Reduktionsmittels wie z. B. AdBlue® *(ISO 22241-1 / AUS 32)*, das in einem Zusatztank mitgeführt wird. Die Motorsteuerung sorgt zusammen mit einem NO_X-Sensor hinter dem SCR-Katalysator für die exakte Dosierung. Dieses Abgasnachbehandlungsverfahren wird im Laufe des Jahres 2018 in alle SEAT-Dieselfahrzeuge eingebaut.

NO_X-Speicherkatalysator

Mit dem NO_X-Speicherkatalysator werden die Stickoxide laufend in einem Katalysator gespeichert. Hat der Katalysator seinen Sättigungszustand erreicht, regeneriert er sich automatisch. Dabei werden die eingelagerten Stickoxide entfernt und in die Bestandteile Stickstoff *(N_2)* und Kohlendioxid *(CO_2)* umgewandelt. Um die Regeneration zu starten, wird Luftmangel eingestellt, was bedeutet, dass während der Verbrennung weniger Sauerstoff zugeführt wird. Als Reduktionsmittel dienen die im Abgas vorhandenen Komponenten Kohlenmonoxid *(CO)* und Kohlenwasserstoffe *(HC)*. Dieser Katalysator ist heute noch bei einigen SEATDieselmodellen mit EU6W-Zulassung im Einsatz.

Abgasrückführung

Der Ausstoß von Stickoxiden *(NO_X)* aus Diesel- und Benzinmotoren kann innerhalb des Motors reduziert werden, indem ein Teil der Verbrennungsgase gekühlt und zurück in die Brennkammer eingeleitet wird. Bei der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemischs nimmt die Bildung von Stickoxiden mit dem Anstieg der Verbrennungstemperatur überproportional zu. Durch die Rückführung eines Teils der Abgase in die Brennkammer wird die Verbrennungstemperatur im Zylinder gesenkt und so die Bildung von Stickoxiden verringert. Bei der Abgasrückführung werden die Abgase über ein Rohrleitungssystem mit Hilfe eines elektronisch über die Motorsteuerung geregelten Ventils zur Ansaugöffnung zurückgeführt und von dort erneut in die Brennkammer angesaugt.

