

Die Umstellung von NEFZ auf WLTP und deren Wirkung auf die Effektivität und die Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards nach 2020

Berlin, 16.10.2017

Autorinnen und Autoren

Peter Kasten
Ruth Blanck

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Zusammenfassung

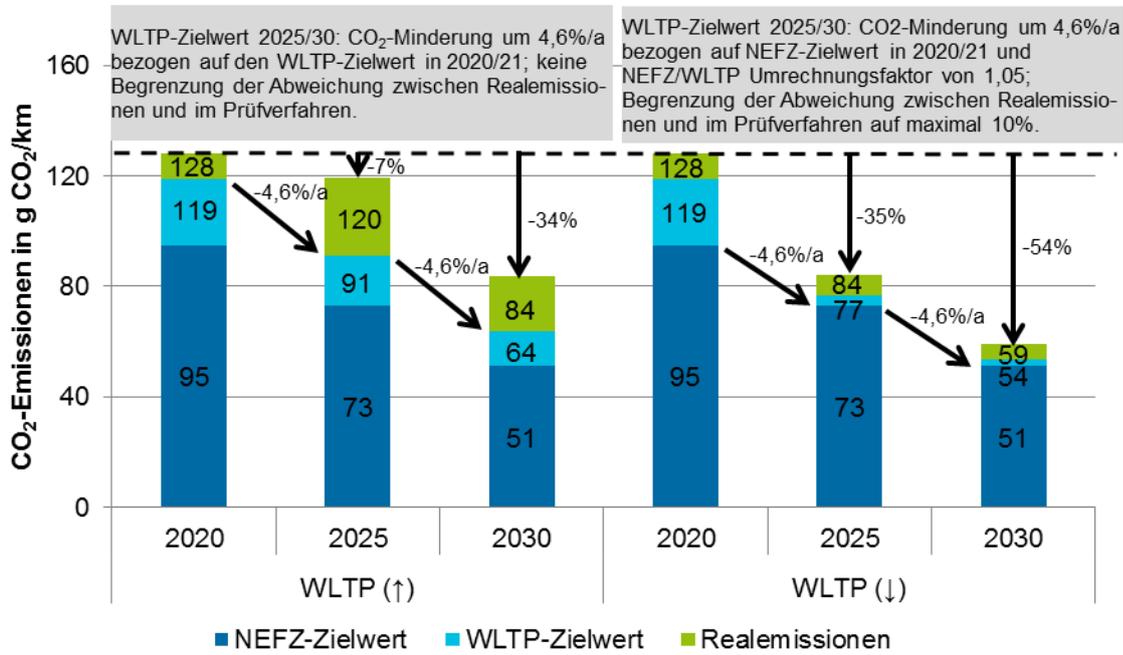
Der CO₂-Emissionsstandard auf Basis des NEFZ hat zwar zu geringeren Emissionswerten auf dem Rollenprüfstand geführt, die Emissionen beim Betrieb auf der Straße sind aber nur im geringeren Maß zurückgegangen. Aus diesem Grund wird im Zeitraum von September 2017 bis zum Jahr 2021 das System der CO₂-Emissionsstandards für Pkw vom NEFZ auf die WLTP umgestellt. Mit dem neuen Prüfverfahren soll erreicht werden, dass die bei der Zulassung gemessenen Emissionswerte besser als bisher die Realemissionen abbilden und in Zukunft auch die Realemissionen im benötigten Maß absinken. Für die Fortschreibung der CO₂-Emissionsstandards nach 2020 ergeben sich daraus folgende Handlungsempfehlungen:

- Das Verfahren für die Umstellung auf die WLTP erzeugt einen Anreiz, ein hohes Verhältnis zwischen WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten im Jahr 2020 zu erreichen und das „95 g“-Ziel mit eher geringer Effektivität hinsichtlich der realen CO₂-Minderung zu erfüllen. Aus diesem Grund sollte bereits für das Jahr 2025 ein neuer, absoluter Zielwert festgelegt werden. Dadurch wird der Anreiz erheblich verringert, einen hohen WLTP-Zielwert im Jahr 2021 zu erreichen. Bei einer prozentualen Minderung mit Bezug auf die WLTP-Zielwerte im Jahr 2021, wie sie VDA und ACEA empfehlen, wird auf die Ineffektivität der Regulierung bis 2020 Bezug genommen und diese fortgeschrieben.
- Werden für den Zeitraum nach 2020 Zielwerte aus bereits existierenden Vorschlägen zu NEFZ-Werten (z.B. dem vorgeschlagenen Zielkorridor des EU-Parlaments) hergeleitet, sollten die für die Umstellung von NEFZ- auf WLTP-Zielwerte genutzten Umrechnungsfaktoren nicht verwendet werden. Diese dienen dazu, einen WLTP-Zielwert zu bestimmen, durch den sich die notwendigen Anstrengungen der Hersteller gegenüber dem NEFZ nicht verändern. Die geringe Effektivität der bisherigen CO₂-Regulierung würde so fortgeschrieben werden. Das ICCT gibt in Mock et al. 2014 Werte von 1,05 – 1,07 als geeignete Umrechnungsfaktoren für die Überführung des NEFZ-Zielwertes in einen WLTP-Zielwert an.
- Die realen CO₂-Emissionen sinken durch die Umstellung auf die WLTP bis zum Jahr 2020 nur unwesentlich ab. Die WLTP bildet die Realemissionen der Pkw jedoch besser ab als das bisherige NEFZ-Verfahren, auch wenn ein Unterschied zwischen Prüfzyklus- und Realemissionen bestehen bleiben wird. Um das Potenzial für eine höhere Effektivität der Regulierung und eine Minderung der Realemissionen auszuschöpfen, sollte die CO₂-Regulierung zukünftig mit einem geeigneten RDE- und In-Use-Testverfahren zusammen mit einem Limit für die maximalen Abweichung zwischen Real- und Testemissionen verbunden werden.

Abbildung 0-1 zeigt illustrativ die Wirkung zwei unterschiedlicher Vorgehensweisen bei der Fortschreibung der CO₂-Regulierung nach 2020. Beide Szenarien beziehen sich dabei auf den vom EU-Parlament vorgeschlagenen Zielkorridor von 68 – 78 g CO₂/km (NEFZ) für das Jahr 2025. Im Szenario WLTP (↑) wird die prozentuale Minderungsrate des Parlamentsvorschlages (ca. 5% pro Jahr) auf den möglichen WLTP-Zielwert des Jahres 2020/21 bezogen. Außerdem ist keine Begrenzung für die Abweichung zwischen WLTP-Zielwert und den Realemissionen angesetzt. Der WLTP-Zielwert im Szenario WLTP (↓) ist dagegen mit dem vom ICCT empfohlenen Umrechnungsfaktor 1,05 hergeleitet. Zudem wird eine Begrenzung der Abweichung zwischen WLTP- und Realemissionen von 10% angenommen. Das unterschiedliche Vorgehen in der Herleitung des WLTP-Zielwert nach 2020 wird vor allem im Jahr 2025 deutlich. Wird ein absoluter Zielwert mit dem Umrechnungsfaktor von 1,05 gesetzt, liegt der WLTP-Zielwert bei 77 g CO₂/km. Bei der Herleitung über eine prozentuale Minderungsrate mit Bezug auf den Zielwert im Jahr 2021 wäre der WLTP-Zielwert 91 g CO₂/km. Beim Vergleich der Realemissionen zeigt sich zusätzlich die Bedeutung der

Begrenzung der Abweichung zwischen Real- und Testemissionen (120 g CO₂/km vs. 84 g CO₂/km im Jahr 2025).

Abbildung 0-1: Exemplarische Szenarien für die unterschiedliche Vorgehensweise der CO₂-Zielwertsetzung nach 2020



Jahr 2020: Umrechnungsfaktor WLTP / NEFZ: 1,25; Abweichung der Realemissionen zu NEFZ: 1,35

Quelle: Eigene Annahmen u.a. auf Basis von Tsiakmakis et al. (2017), Tietge et al. (2016), Miller (2016), Mock et al. (2014)

1. Einleitung

Die Einführung der CO₂-Emissionsstandards (EG/443/2009 und EU/511/2011) war mit dem Ziel verbunden, einen effektiven Beitrag des Straßenverkehrs zum Klimaschutz sicherzustellen. Während die bei der Typenzulassung auf dem Prüfstand gemessenen spezifischen Emissionen der Pkw und leichten Nutzfahrzeuge kontinuierlich absinken und die Einhaltung der Zielwerte für das Jahr 2020 äußerst realistisch erscheint, sind die Emissionen im Realbetrieb der Fahrzeuge nur in geringerem Maße gesunken. Die Regulierung ist bisher also weniger effektiv hinsichtlich des Klimaschutzbeitrags des Verkehrs als erwünscht. Aus diesem Grund wurde die Überführung der Regulierung auf Emissionsmessungen mit der WLTP beschlossen, die zeitgleich mit der Entscheidungsfindung über die Fortschreibung der CO₂-Emissionstandards bis zum Jahr 2030 stattfindet. Verbunden ist damit die Vorstellung, die Flexibilität und ungeeigneten Rahmenbedingungen des Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) so weit zu reduzieren, dass zukünftige Verbrauchs- und Emissionsmessungen bei der Fahrzeugzulassung in der Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure (WLTP) näher an den real anfallenden CO₂-Emissionen liegen. Auch soll das Geschwindigkeitsprofil des WLTP typische, reale Fahrsituationen besser abbilden als der NEFZ.

Mit der Novellierung der CO₂-Regulierung im Jahr 2014 (EU/333/2014) wurde jedoch auch festgelegt, dass für die bestehende Regulierung in der WLTP dieselben Anforderungen an die Hersteller zum Erreichen des Flottenzielwerts gestellt werden sollen wie mit dem NEFZ.¹ Der im Jahr 2014 beschlossene Stand der Regulierung sieht ab dem Jahr 2020 einen Zielwert von 95 g CO₂/km im NEFZ vor, der für die Hersteller solange Gültigkeit besitzt, bis ein neuer Zielwert verpflichtend zu erreichen ist. Um den Ziel der „vergleichbaren Anstrengungen“ gerecht zu werden, wird für die Übergangsphase eine Umrechnung zwischen gemessenen Emissionswerten in der WLTP in den NEFZ notwendig. Zudem müssen dafür die im NEFZ bestehenden Zielwerte in WLTP-Zielwerte „übersetzt“ werden, um das Regulierungsregime vollständig in die WLTP-Logik zu überführen. Das Vorgehen dafür wurde im Sommer 2017 in mehreren Regulierungen beschlossen.²

In diesem Papier wird darauf eingegangen, welche Effekte sich durch das beschlossene Vorgehen für die Umstellung vom NEFZ auf eine Regulierung im WLTP-Regime ergeben und welche Handlungsempfehlungen für eine effektive, zukünftige Regulierung zielführend erscheinen.

2. Wie findet die Überführung der Regulierung vom NEFZ in die WLTP statt?

Die WLTP ist für neue Fahrzeugtypen ab September 2017 verbindlich für die Typenzulassung (Abbildung 2-1); ein Jahr später ab September 2018 müssen alle neuen Fahrzeuge bei der Zulassung in der WLTP gemessen werden³. Wegen der Definition der Zielwerte im NEFZ findet mit dem sogenannten Korrelationsverfahren eine Umrechnung der im WLTP gemessenen CO₂-Emissionen auf NEFZ-äquivalente Werte statt.

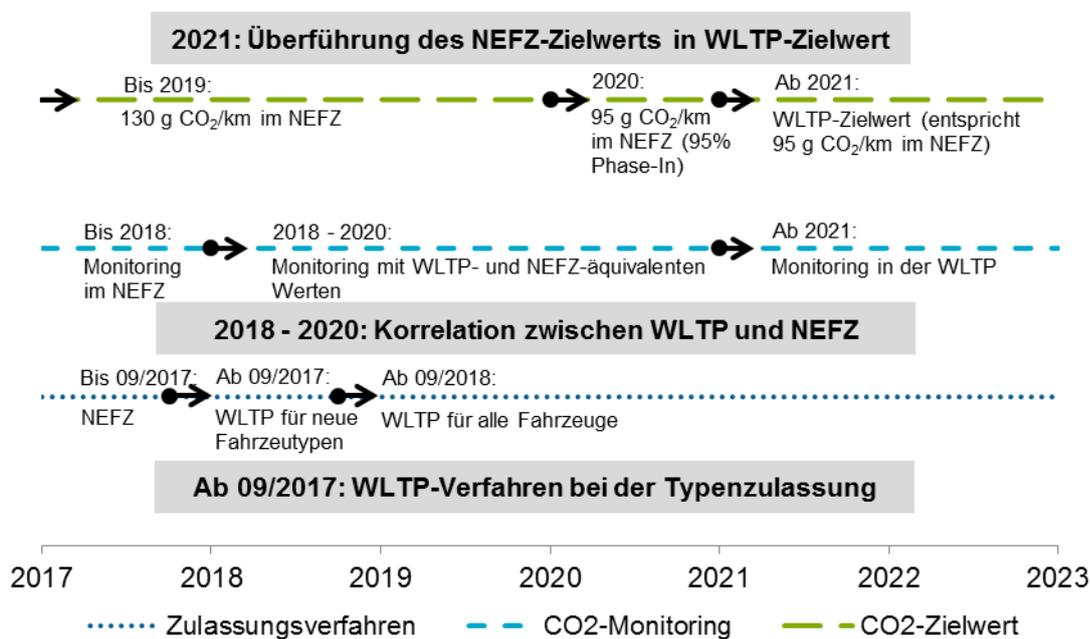
¹ „...sicherstellt, dass das alte und das neue Prüfverfahren für Hersteller und Fahrzeuge mit unterschiedlichem Nutzwert vergleichbar strenge Reduktionsauflagen vorsehen.“ aus Artikel 13 (7) der Regulierung EG/443/2009 (aufgenommen in die Regulierung mit EU/333/2014)

² Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1153 of 2 June 2017 setting out a methodology for determining the correlation parameters necessary for reflecting the change in the regulatory test procedure and amending Regulation (EU) No 1014/2010, OJL from 7.7.2017, L 175 Page 679.

Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1502 of 2 June 2017 amending Annexes I and II to Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council for the purpose of adapting them to the change in the regulatory test procedure for the measurement of CO₂ from light duty vehicles.

³ Eine Ausnahme bilden die Fahrzeugkategorien N1 Class 2 und Class 3, für die die Einführung des WLTP ein Jahr später verpflichtend wird.

Abbildung 2-1: Überblick über das zeitliche Vorgehen der Umstellung auf CO₂-Emissionsstandards für Pkw in der WLTP



Quelle: Eigene Übersicht auf Basis von EC (2017)

Das zentrale Element der Korrelation zwischen den bei der Zulassung gemessenen WLTP-Werten und den NEFZ-äquivalenten CO₂-Werten ist das CO₂MPAS-Softwaretool, mit dem für jedes Fahrzeug eine Umrechnung individuell durchgeführt wird. Das Monitoring der Emissionen wird in der Übergangsphase von NEFZ in WLTP also bestimmt durch

1. die individuell in der WLTP gemessenen CO₂-Emissionen und
2. den mithilfe des CO₂MPAS-Tools ermittelten NEFZ-äquivalenten CO₂-Emissionswerten.

Bei der Zulassung werden die mit CO₂MPAS ermittelten NEFZ-Äquivalente mit den NEFZ-Werten verglichen, die die Hersteller für das jeweilige Fahrzeug deklarieren. Liegt das von CO₂MPAS bestimmte NEFZ-Äquivalent mehr als 4% über dem Herstellerwert, kann der Hersteller den NEFZ-äquivalenten Emissionswert akzeptieren oder es werden bis zu drei Nachttests des Fahrzeugs auf dem Rollenprüfstand durchgeführt.⁴ Stellt sich bei diesen Nachttests heraus, dass der auf dem Rollenprüfstand gemessene CO₂-Wert mehr als 4% über dem vom Hersteller deklarierten Wert liegt, gilt der auf dem Prüfstand gemessene CO₂-Wert.⁵ Zudem führt dies zu einer Anpassung des CO₂-Flottendurchschnitts des Herstellers nach oben, in der die Abweichungen aller Fahrzeuge des Herstellers berücksichtigt werden. Ansonsten gilt der vom Hersteller deklarierte Wert als NEFZ-Wert des Fahrzeugs (Abbildung 2-2).

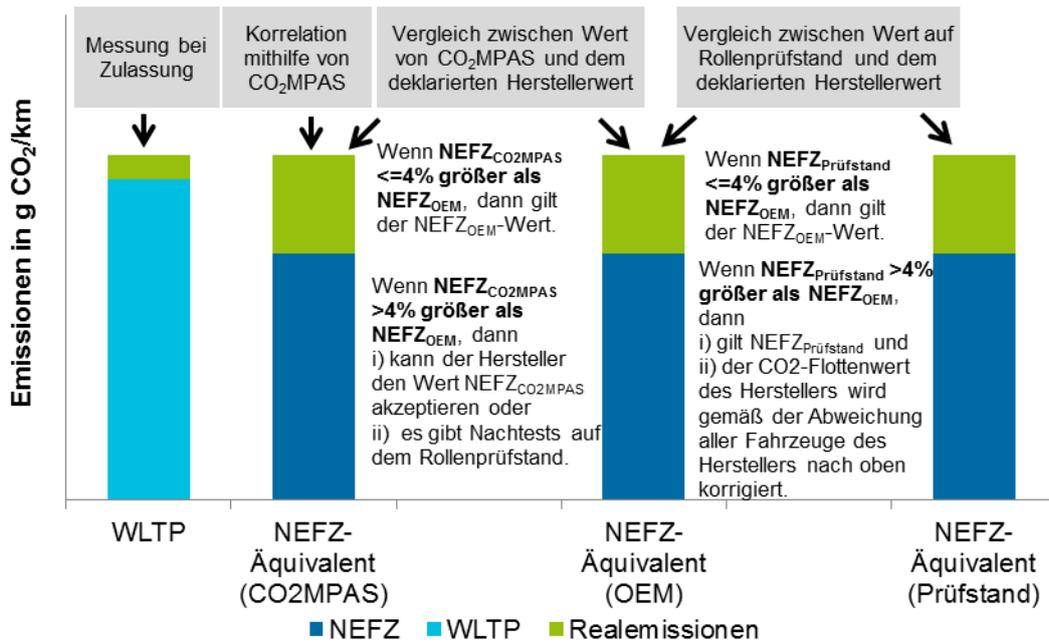
Das eingesetzte CO₂MPAS-Tool ist ein Open-Source Modell, welches speziell für den Umrechnungsprozess von WLTP- in NEFZ-äquivalente Emissionswerte durch das Joint Research Center

⁴ Zusätzlich dazu werden die CO₂-Emissionen von 10% der Fahrzeuge, bei denen keine Abweichung von mehr 4% vorliegt, auf dem Rollenprüfstand überprüft. Die Regelungen zur maximalen Abweichung der Emissionen und einer möglichen Korrektur des CO₂-Flottendurchschnitts des Herstellers sind dieselben wie die im Text genannten.

⁵ Für die physischen Test gelten dieselben Testbedingungen wie für die Simulation CO₂MPAS.

(JRC) entwickelt wurde (JRC 2017). Inputdaten für die Umrechnung sind spezifische Fahrzeugcharakteristika (u.a. Motorkeindaten, Fahrwiderstandsparameter) und bestimmte Messdaten des On-board Diagnosesystems, die während der WLTP aufgenommen werden.

Abbildung 2-2: Schematischer Überblick über das Korrelationsverfahren zwischen WLTP- und NEFZ-Emissionswerten (NEFZ-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

Bis einschließlich 2020 behält der NEFZ-Zielwert von 95 g CO₂/km seine Gültigkeit und wird zur Ableitung der herstellerspezifischen Zielwerte genutzt. Die Umstellung auf herstellerspezifische CO₂-Zielwerte in der WLTP ist für das Jahr 2021 festgeschrieben (Abbildung 2-1), so dass nach 2021 keine weitere Umrechnung mithilfe des CO₂MPAS-Tools mehr notwendig ist. Auch werden im Monitoring die CO₂-Werte ab 2021 nur noch gemäß der WLTP angegeben.

Ab dem Jahr 2021 ergibt sich über die folgende Formel jeweils ein herstellerspezifischer Referenz-Zielwert:

$$WLTP_{2021,Ziel,Referenz} = WLTP_{2020} / NEFZ_{2020} * NEFZ_{2020,Ziel}$$

Die mit dem Index „2020“ bezeichneten WLTP-Emissionswerte und deren NEFZ-Äquivalente bezeichnen dabei die ermittelten durchschnittlichen CO₂-Emissionen eines Herstellers im WLTP und NEFZ des Jahres 2020 (siehe oben für Umrechnungsmethodik). Die mit dem Index „Ziel“ beschriebenen Variablen sind das sich durch die Fahrzeugmasse ergebende herstellerspezifische Ziel für das Jahr 2020 im NEFZ und der zu erreichende Referenz-Zielwert des Jahres 2021 in der WLTP. Der jahresspezifische Herstellerzielwert ergibt sich in der Zeit nach 2020 schließlich nach der folgenden Gleichung:

$$WLTP_{202x,Ziel} = WLTP_{2021,Ziel,Referenz} + a * [(M_{OEM,202x} - M_{all,202x}) - (M_{OEM,2020} - M_{all,2020})]$$

Diese Methodik für Zielwertbestimmung bleibt nach 2020 solange für die Fahrzeughersteller gültig, bis ein neuer Zielwert verbindlich wird. Mit *M* sind die durchschnittlichen Massen des jeweiligen

Hersteller („OEM“) bzw. der gesamten Pkw-Neuzulassungsflotte („all“) gemeint; der Faktor „a“ ist eine Konstante.⁶

- Ab September 2018 werden die CO₂-Emissionen aller neuen Pkw bei der Typenzulassung in der WLTP bestimmt.
- Bis zum Jahr 2020 findet eine Umrechnung der WLTP- in NEFZ-äquivalente Emissionswerte statt, da das Ziel der CO₂-Regulierung im NEFZ definiert ist. Diese Werte werden mithilfe des Simulationstools CO₂MPAS überprüft.
- Im Jahr 2021 findet die Umstellung auf einen WLTP-Zielwert statt. Dabei wird auf Emissionswerte der Neufahrzeuge des Jahres 2020 zurückgegriffen.

3. Wie verändert sich die Effektivität der CO₂-Regulierung durch die Umstellung auf die WLTP?

3.1. Wirkungen auf die Effektivität der CO₂-Regulierung bis einschließlich 2020

Die Korrelation zwischen den auf dem Rollenprüfstand gemessenen CO₂-Werten in der WLTP und den im Monitoring verwendeten NEFZ-Äquivalenten führt trotz des Prinzips der „vergleichbaren Anstrengungen“ nicht zu identischen NEFZ-äquivalenten Emissionswerten aus CO₂MPAS und den NEFZ-Werten des bisher gültigen Verfahrens. Flexibilitäten des NEFZ (z.B. Toleranzen im Fahrprofil, Bestimmung der Fahrwiderstandswerte), die für möglichst geringe CO₂-Emissionswerte im Prüfverfahren auf dem Rollenprüfstand ausgenutzt wurden, sind in dem Simulationstool CO₂MPAS nicht nutzbar. Auch sind leicht veränderte Rahmenbedingungen der Prozedur festgeschrieben (z.B. Umgebungstemperatur von 25° C, Vorgaben für Reifendruck).

Die mit CO₂MPAS ermittelten NEFZ-äquivalenten Emissionswerte liegen über den NEFZ-Werten des bisher gültigen Prüfverfahrens und bilden die Realemissionen der Pkw leicht besser ab als die bisherigen NEFZ-Werte. Das JRC nutzt in Tsiakmakis et al. (2017) ein zu CO₂MPAS ähnliches Simulationstool. Die dort bestimmten NEFZ-Äquivalente der neu zugelassenen Pkw des Jahres 2015 liegen 9% über den offiziellen NEFZ-Emissionswerten des Jahres 2015. Auch wenn die genannten Werte nicht auf dem offiziellen Korrelationsverfahren zwischen WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten aufbauen, kann davon ausgegangen werden, dass die Abweichungen zwischen NEFZ-äquivalenten Emissionswerten und denen des bisherigen Prüfverfahrens in dieser Größenordnung liegen werden.

Die NEFZ-Flottenemissionswerte der Hersteller steigen durch das Korrelationsverfahren demnach um rund 10% an, so dass sich die Zielerreichung für die Hersteller im NEFZ durch das beschlossene Korrelationsverfahren potentiell erschwert. Für die Zielerreichung der Jahre 2018 und 2019 ist dieser Anstieg der Flottenemissionswerte unerheblich, da die Hersteller im Jahr 2020 bereits den neuen Zielwert von 95 g CO₂/km (NEFZ) erreichen müssen und demnach weit unter dem für diese Jahre gültigen Zielwert von 130 g CO₂/km (NEFZ) liegen sollten.

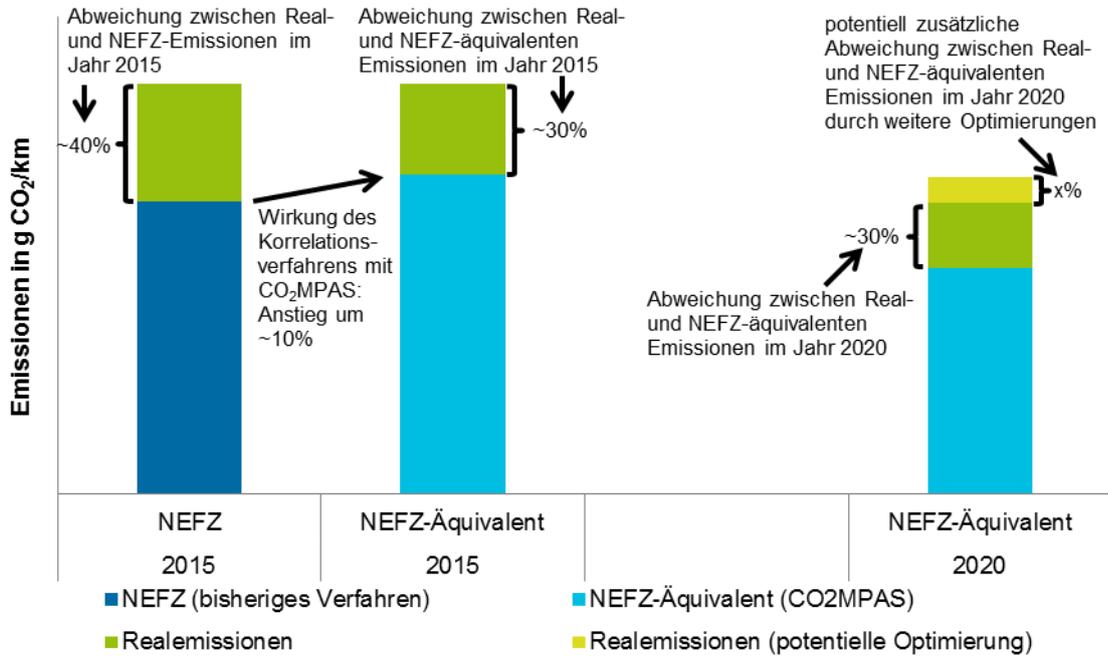
Die Umstellung des Prüfverfahrens hat also nur für das Jahr 2020 eine Auswirkung, deren genauer Effekt allerdings schwierig abzuschätzen ist (siehe Abbildung 3-1). Es besteht für die Hersteller weiterhin der Anreiz, die Emissionswerte auf den NEFZ und das Korrelationsverfahren mit CO₂MPAS hin zu optimieren (siehe auch Abschnitt 3.2). Eine Bewertung darüber, welche techni-

⁶ Die vollständige Gleichung ist:

$$WLTP_{202x,Ziel} = WLTP_{2020} / NEFZ_{2020} * [95 \text{ g CO}_2/\text{km} + a * (M_{OEM,2020} - M_{all,2020})] + a * [(M_{OEM,202x} - M_{all,202x}) - (M_{OEM,2020} - M_{all,2020})]$$

schen Möglichkeiten im Detail dazu bestehen, ist nicht möglich. Ein systematisches Ausnutzen der maximal 4%-igen Abweichung zwischen den NEFZ-äquivalenten Emissionswerten aus CO₂MPAS und den deklarierten CO₂-Werten im NEFZ erscheint aber nicht ausgeschlossen (siehe Kapitel 2 und Abbildung 2-2 zur Erklärung), um möglichst niedrige NEFZ-Flottenwerte zu erzielen.

Abbildung 3-1: Illustration der Wirkung durch die Korrelation von WLTP zu NEFZ-Äquivalenten im Jahr 2015 und 2020



Quelle: Eigene Abschätzungen auf Basis von Tsiakmakis et al. (2017) und Tietge et al. (2016)

Die Umstellung des Prüfverfahrens verändert die Effektivität der Regulierung bis einschließlich des Jahres 2019 nicht. Wie stark die Effektivität der CO₂-Regulierung im Jahr 2020 durch das Korrelationsverfahren ansteigt, d.h. wie stark die Abweichung zwischen den für das Monitoring genutzten NEFZ-äquivalenten und den Real-Emissionswerten zurückgeht, ist aus den zuvor genannten Gründen und den gegenläufigen Effekten unklar. Die für das Monitoring genutzten NEFZ-Äquivalente sollten auf Basis des heutigen Wissens allerdings um maximal rund 10% über den bisher genutzten NEFZ-Werten liegen. Bei weiterer Optimierung auf das Prüfverfahren von Seiten der Hersteller kann der positive Effekt hinsichtlich der Effektivität auch geringer ausfallen oder im Extremfall vollständig verloren gehen.

- Die NEFZ-Flottenemissionswerte steigen durch die Umrechnung von WLTP- in NEFZ-äquivalente Emissionswerte an. Für die Neufahrzeugflotte des Jahres 2015 kann ein Anstieg von rund 10% abgeschätzt werden.
- Es besteht für die Hersteller ein Anreiz, weiterhin auf den NEFZ und die Umrechnung mit CO₂MPAS zu optimieren. Neben technischen Optionen zur Optimierung könnte auch systematisch die bestehende Regelung zur Abweichung zwischen den NEFZ-äquivalenten Emissionswerten aus CO₂MPAS und den deklarierten NEFZ-Werten der Hersteller dafür genutzt werden.
- Für das Jahr 2020 kann sich die Zielerreichung für die Hersteller durch das umgestellte Verfahren leicht erschweren. Wie stark die Effektivität der CO₂-Regulierung im Jahr 2020 steigt, d.h. wie stark die Abweichung zwischen den für das Monitoring genutzten NEFZ-äquivalenten und den Real-Emissionswerten zurückgeht, ist wegen der zuvor genannten gegenläufigen Effekte schwer abzuschätzen.

3.2. Wirkungen auf die Effektivität der CO₂-Regulierung nach 2020

Entscheidend für die Effektivität der CO₂-Regulierung nach 2020 und die daraus folgende Reduktion der Realemissionen ist die Wirkung des Vorgehen zur „Übersetzung“ des NEFZ-Zielwerts (95 g CO₂/km) in einen WLTP-Zielwert. Das festgelegte Verfahren zur Umstellung auf den Zielwert in der WLTP greift auf die CO₂-Emissionswerte in der WLTP, deren NEFZ-Äquivalente und die durchschnittliche Fahrzeugmasse des jeweiligen Herstellers im Jahr 2020 zurück. Dementsprechend groß ist die Bedeutung der Neufahrzeugflotte des Jahres 2020, wobei ein erheblicher Anreiz dazu entsteht, im Jahr 2020

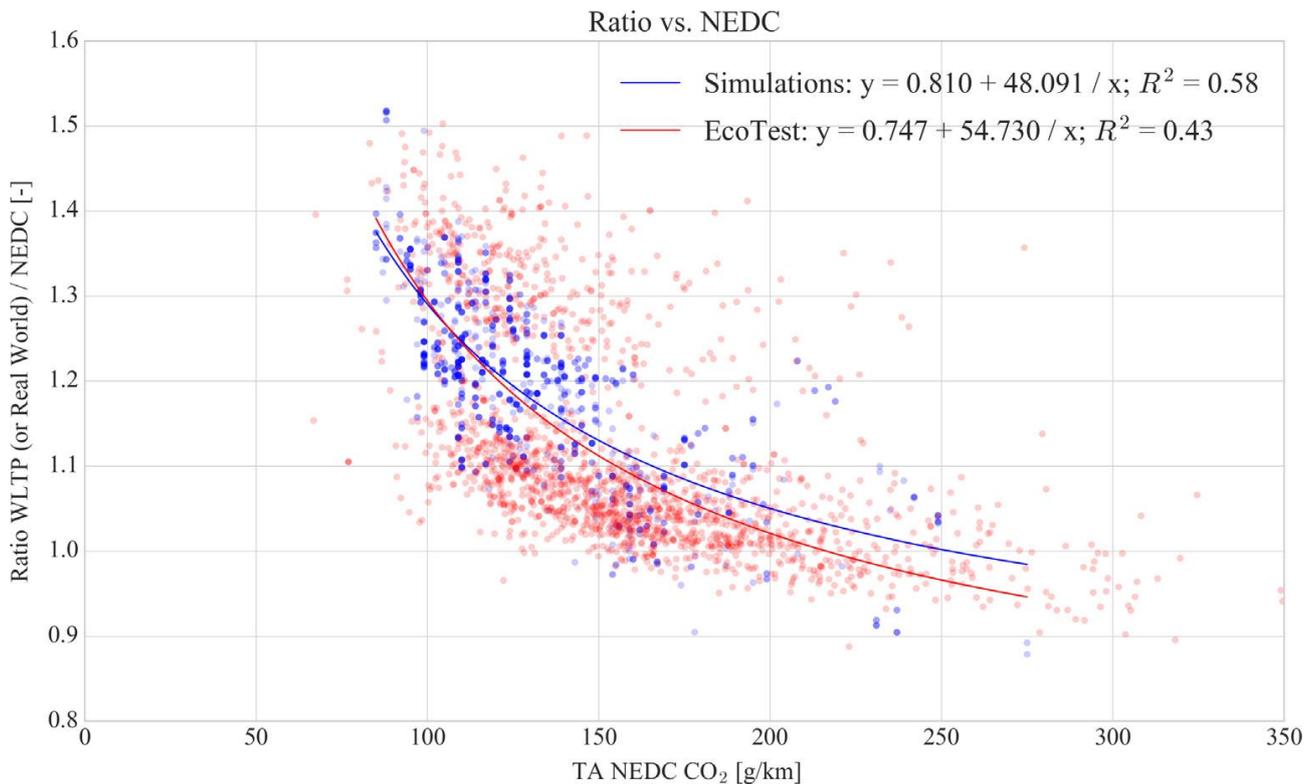
- ein möglichst hohes Verhältnis zwischen den CO₂-Emissionswerten in der WLTP und deren NEFZ-Äquivalenten zu erhalten (siehe Formel zur Bestimmung des Referenz-Zielwertes) und
- Fahrzeuge mit einer möglichst hohen Fahrzeugmasse zuzulassen (siehe Formel zur Bestimmung des jahresspezifischen Zielwerts in der WLTP und Bestimmung des Zielwert im NEFZ).

Demnach ergibt sich für die Fahrzeughersteller nicht nur der Anreiz für eine Optimierung auf möglichst geringe NEFZ-Äquivalente (siehe Abschnitt 3.1), sondern auch auf möglichst hohe Umrechnungsfaktoren zwischen WLTP-Emissionswerten und NEFZ-Äquivalenten.⁷

In der bereits genannten Studie des JRC sind die Unterschiede zwischen simulierten WLTP-Emissionswerten und den offiziellen NEFZ-Werten des Jahres 2015 aufgeführt (Tsiakmakis et al. 2017). Für die Fahrzeugzulassungen des Jahres 2015 liegen die simulierten WLTP-Zulassungswerte im Durchschnitt 1,22 Mal über den offiziellen NEFZ-Werten. Es wird auch deutlich, dass das Verhältnis zwischen den simulierten WLTP- und den offiziellen NEFZ-CO₂-Werten bei der Zulassung bei niedrigen CO₂-Werten stark ansteigt (Abbildung 3-2). Im Bereich um 95 g CO₂/km (NEFZ) liegt der WLTP-Wert um 1,3 Mal höher als im bisher gültigen NEFZ. Zudem lässt sich in den Daten auch erkennen, dass sich bei höher motorisierten und schweren Pkw prozentual geringere Abweichungen zwischen den WLTP- und den NEFZ-Werten einstellen.

⁷ Als Umrechnungsfaktor bzw. Korrelationsfaktor wird im Folgenden das Verhältnis zwischen WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten des Jahres 2020 bezeichnet, welches für das Monitoring der CO₂-Regulierung verwendet wird.

Abbildung 3-2: Verhältnis zwischen WLTP- und NEFZ-Emissionen für die Neufahrzeuge des Jahres 2015 in Abhängigkeit der Höhe der NEFZ-Emissionen



Quelle: Tsiakmakis et al. (2017)

Diese Effekte können unterschiedlich interpretiert werden. Einerseits zeigt es die Effektivität der WLTP hinsichtlich der besseren Abbildung der Realemissionen, d.h. die mit der WLTP bestimmten CO₂-Werte sind höher und daher näher an den im Realbetrieb auftretenden CO₂-Emissionen.

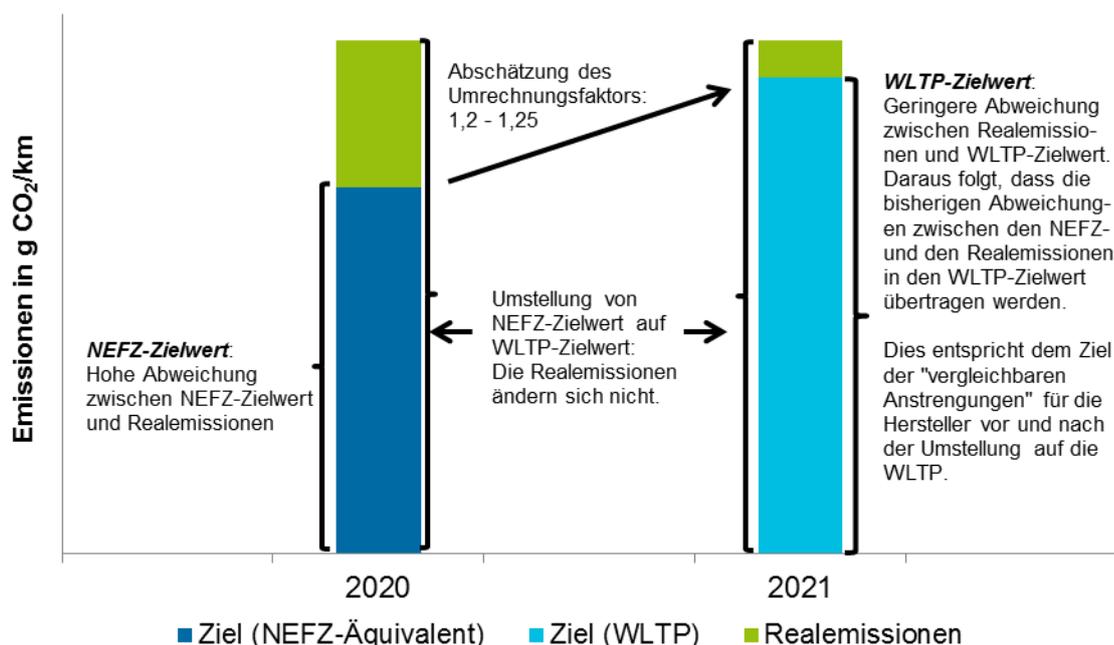
Andererseits weist es daraufhin, dass typische bisherige Maßnahmen zur CO₂-Minderung (z.B. Downsizing, Start/Stop) vor allem bei der Prüfstandmessung im NEFZ eine CO₂-Minderung bewirkt haben. Im Realbetrieb (und größtenteils auch in der WLTP) tragen sie aber in deutlich geringerem Umfang zu einer Minderung der Emissionen bei. Das steigende Verhältnis zwischen den simulierten WLTP-Emissionen und den offiziellen NEFZ-Werten bei geringen CO₂-Werten im NEFZ deutet zudem daraufhin, dass sich dieser Effekt verstärkt je mehr CO₂-Minderungstechnologien eingesetzt werden und je näher die Fahrzeuge dem Zielwert des Jahres 2020 kommen. Dieser Effekt ist dabei bei weniger motorisierten und leichteren Fahrzeugen stärker zu erkennen als bei stark motorisierten und schweren Pkw.

Für die Umstellung auf WLTP-Zielwerte resultiert daraus Folgendes: Bei Fahrzeugen, die für das Erreichen des NEFZ-Zielwerts im Jahr 2020 benötigt werden, steigt das Verhältnis zwischen den WLTP- und den NEFZ-Emissionswerten an. Hohe WLTP-Zielwerte für 2021 und die darauf folgenden Jahre werden erzielt, wenn möglichst viele Fahrzeuge mit hoher Wirkung auf die NEFZ-äquivalenten Emissionswerten und geringer Wirkung in der WLTP zum Einsatz kommen.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer gezielten Angebotsstrategie für das Jahr 2020, mit der einmalig konventionelle Fahrzeuge mit besonders hohem Verhältnis zwischen WLTP und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten und mit besonders hoher Fahrzeugmasse in der Preisgestaltung

bevorzugt werden würden.⁸ Batterieelektrische Fahrzeuge mit hoher Fahrzeugmasse könnten zusätzlich die Möglichkeit bieten, im Jahr 2020 einmalig möglichst schwere und emissionsarme Fahrzeuge zuzulassen. Die Bedeutung von Hybrid- bzw. Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen, die hohe Abweichungen zwischen den Realemissionen und den Emissionen im NEFZ besitzen, ist dabei bisher unklar.⁹ Eine weitere Möglichkeit bietet sich durch das 5%-ige Phase-In des Ziels von 95 g CO₂/km im Jahr 2020. Dadurch werden 5% der Neuzulassungen des Jahres 2020 nicht zur Berechnung des Flottenemissionswerts und für die Bewertung der Zielerreichung des Jahres 2020 herangezogen. Da diese Fahrzeuge aber in die Berechnung des WLTP-Ziels ab dem Jahr 2021 einbezogen werden, können für diese 5% der Neuzulassungen Fahrzeuge genutzt werden, die möglichst hohe Umrechnungsfaktoren besitzen.¹⁰

Abbildung 3-3: Illustration der Wirkung durch die Umstellung auf einen WLTP-Zielwert im Jahr 2021



Quelle: Eigene Abschätzungen auf Basis von Tsiakmakis et al. (2017)

Es ist schwer abzuschätzen, auf welchen Wert die Umrechnungsfaktoren zwischen den WLTP- und den NEFZ-äquivalenten Emissionswerten steigen werden und welcher Effekt sich durch eine gezielte Angebotsstrategien einstellen kann (siehe Abbildung 3-3). Bezieht man sich auf die Neufahrzeugflotte des Jahres 2015, die das JRC in Tsiakmakis et al. (2017) untersucht hat, kann für

⁸ Hersteller, bei denen sich die durchschnittliche Fahrzeugmasse ihrer Flotte im Vergleich zur Gesamtflotte aller Hersteller erhöht, erhalten nach der Gleichung zur Umstellung auf den WLTP-Zielwert einen höheren Zielwert. Wenn alle Hersteller diese Strategie nutzen, ist der Effekt gering.

⁹ Die Korrelationsfaktoren von PHEV und HEV sind stark davon abhängig, wie die Umrechnung von WLTP-Messwerten in NEFZ-äquivalente Werte stattfindet. Bisher ist für diese Fahrzeugtypen kein Verfahren fertig entwickelt. Beide Fahrzeugtypen weisen im NEFZ noch stärker als rein verbrennungsmotorische Fahrzeuge hohe Abweichungen zum Realbetrieb aus.

¹⁰ Nach Tsiakmakis et al (2017) weisen Pkw mit hohen CO₂-Emissionen, die durch das 5%-ige Phase-In nicht zur Berechnung der durchschnittlichen Emissionen herangezogen werden, normalerweise ein niedriges Verhältnis zwischen WLTP- und NEFZ-Emissionswerten auf. Dennoch könnten die Hersteller Pkw mit für diesen Emissionsbereich mit hohen Korrelationsfaktoren in der Preisgestaltung bevorzugen.

die Neufahrzeuge des Jahres 2015 um 95 g CO₂/km (NEFZ) ein Umrechnungsfaktor von rund 1,2¹¹ oder höher abgeschätzt werden. Optimierungsmöglichkeiten einzelner Fahrzeuge hinsichtlich eines hohen Korrelationsfaktors bis zum Jahr 2020 sowie die Möglichkeiten einer gezielten Angebots- und Vertriebsstrategie sind dabei noch nicht berücksichtigt. Ein höherer Umrechnungsfaktor im Jahr 2020 erscheint daher nicht unplausibel.

Festzuhalten bleibt auch, dass sich die realen Emissionen eines Fahrzeugs durch die Umstellung auf den Zielwert in der WLTP nicht verringern. Das Verfahren für die Umstellung bietet sogar einen Anreiz ineffektiv hinsichtlich der realen CO₂-Minderung den NEFZ-Zielwert des Jahres 2020 zu erfüllen, da sich dadurch hohe Umrechnungsfaktoren zwischen den WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten ergeben. Auch wird die geringe Effektivität der bisherigen Regulierung durch den Umrechnungsfaktor in den ab dem Jahr 2021 gültigen WLTP-Zielwert übertragen, was auch dem in der CO₂-Regulierung hinterlegten Anspruch der „vergleichbaren Anstrengungen“ an die Hersteller vor und nach der Umstellung auf die WLTP entspricht. Der nach der Umstellung genutzte Zielwert stellt jedoch realistischer als bisher die reale Entwicklung der CO₂-Emissionen dar.

- Das Verfahren zur Umrechnung des NEFZ-Zielwerts in den WLTP-Zielwert bietet einen hohen Anreiz im Jahr 2020 Fahrzeuge mit einem möglichst hohen Umrechnungsfaktor zwischen WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten und mit möglichst hohem Gewicht zuzulassen.
- Hohe Umrechnungsfaktoren zwischen WLTP- und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten werden dann erzielt, wenn die Fahrzeuge v.a. im NEFZ eine CO₂-Minderung aufweisen, diese aber im WLTP (und im Realbetrieb) aber weniger stark ausfällt. Damit reizt das gewählte Umrechnungsverfahren dazu an, hinsichtlich der realen CO₂-Minderung eher ineffektive Fahrzeuge im Jahr 2020 zuzulassen.
- Simulationen des JRC für die Neufahrzeugflotte des Jahres 2015 zeigen, dass steigende Umrechnungsfaktoren zwischen WLTP und NEFZ bei Fahrzeugen mit geringen NEFZ-Emissionswerten auftreten. Die Fahrzeuge mit geringen NEFZ-Emissionen besitzen demnach eine geringere Effektivität für die reale CO₂-Minderung. Daraus ergeben sich bei Erreichen des „95 g“-Ziels im Jahr 2020 steigende Umrechnungsfaktoren für die Umstellung auf den WLTP-Zielwert.
- Über eine gezielte Angebots- und Vertriebsstrategie könnten im Jahr 2020 einmalig gezielt Fahrzeuge zugelassen werden, die hohe Umrechnungsfaktoren zwischen WLTP und NEFZ-äquivalenten Emissionswerten aufweisen und eine möglichst hohe Masse besitzen.
- Es kann abgeschätzt werden, dass die WLTP-Zielwerte rund 1,2 – 1,25 Mal über dem NEFZ-Zielwert des Jahres 2020 liegen könnten.
- Die Umstellung auf den WLTP-Zielwert führt nicht zu verringerten Realemissionen. Die bisherigen Abweichungen zwischen NEFZ- und Realemissionen werden somit in den WLTP-Zielwert überführt. Dies entspricht dem Anspruch der „vergleichbaren Anstrengungen“ an die Hersteller vor und nach der Umstellung des Prüfverfahrens auf die WLTP.

¹¹ $(WLTP_{TA} / NEFZ_{TA}) / (NEFZ_{sim} / NEFZ_{TA}) = 1,3 / 1,08 = 1,19$

4. Empfehlungen für die Fortschreibung der CO₂-Regulierung nach 2020

Aus Tsiakmakis et al. (2017) geht hervor, dass die WLTP geeigneter als der NEFZ ist, real anfallende CO₂-Emissionen auf dem Rollenprüfstand abzubilden (siehe auch Abbildung 3-3). Dementsprechend besteht in der Anwendung der WLTP das Potenzial eine effektivere CO₂-Regulierung zu auszugestalten als bisher. Auch wird durch das gewählte Verfahren der Umstellung auf einen WLTP-Zielwert erreicht, dass der Zielwert im Jahr 2021 besser als bisher die realen CO₂-Emissionen abbildet.

Die bisherigen Erfahrungen der Luftschadstoff- und der CO₂-Regulierung sprechen jedoch dafür, dass die Hersteller mögliche Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich des neuen WLTP-Prüfverfahrens nutzen werden. Ein Ansteigen der Abweichung zwischen Real- und Prüfstandsemissionen in der WLTP wären die Folge und die Effektivität einer Regulierung alleine auf Basis der WLTP würde sich über die Zeit wie im NEFZ wieder reduzieren. Für eine effektive Regulierung sind zukünftig unabhängig vom angestrebten Zielniveau die folgenden Maßnahmen notwendig:

- Einführung eines für CO₂-Emissionen geeigneten Real-Driving-Emission-Testverfahrens (RDE) mit einer Begrenzung der Abweichungen zwischen Prüfstand- und RDE-Emissionswerten.
- Einführung eines für CO₂-Emissionen geeigneten In-Use-Testverfahrens mit einer Begrenzung der Abweichungen zwischen Prüfstand- und RDE-Emissionswerten.

Zusätzlich erscheint es sinnvoll zu sein, als Informationsplattform ein offizielles Monitoring der Realverbräuche und realen CO₂-Emissionen einzuführen. Eine solche Datenbank könnte auch eingesetzt werden, um eine geeignete Zielanpassung einzuführen, wenn sich Veränderungen bei der Abweichung zwischen Prüfstands- und Realemissionen einstellen.

Bei der Fortschreibung der Zielwerte nach 2020 ist zu beachten, dass die CO₂-Regulierung bisher weniger effektiv bei der Vermeidung von CO₂-Emissionen im Realbetrieb der Fahrzeuge war als erwartet. Um das Ziel der Umstellung auf die WLTP – die Einführung einer effektiven CO₂-Regulierung – zu erreichen, sollte die Regulierung die eher geringe Effektivität in der Fortschreibung nach 2020 nicht übernehmen. Aus Abschnitt 3.2 wird deutlich, dass genau dies bei Herleitung des WLTP-Zielwerts, der ab dem Jahr 2021 Gültigkeit besitzt, passiert. Für das Jahr 2020 bzw. 2021 ist die Begründung der „vergleichbaren Anstrengungen“ nachvollziehbar. Für die Fortschreibung der Regulierung nach 2021 sollten die Defizite der bestehenden Regulierung jedoch nicht weiter fortgeschrieben werden. Aus diesem Grund sollten für die Herleitung der WLTP-Zielwerte nach 2020 daher die folgenden Grundsätze gelten:

- Es sollte bereits für das Jahr 2025 ein neuer Zielwert festgelegt werden, da der Zielwert des Jahres 2021 solange gültig bleibt, bis ein neuer Zielwert erreicht werden muss. Erst mit einem neuen Zielwert kann die Effektivität der Regulierung erhöht werden.
- Die Zielwerte nach 2020 sollten als absolute Zielwerte formuliert werden und nicht als relative Minderungs-Zielwerte mit Bezug zum Jahr 2020. Durch ein relatives Ziel würde auf die eher geringe Effektivität bis zum Jahr 2020 Bezug genommen und diese somit fortgeschrieben werden. Durch die Definition eines absoluten Zielwerts für das Jahr 2025 würde der Anreiz verringert werden, einen möglichst hohen WLTP-Zielwert im Jahr 2021 zu erreichen.

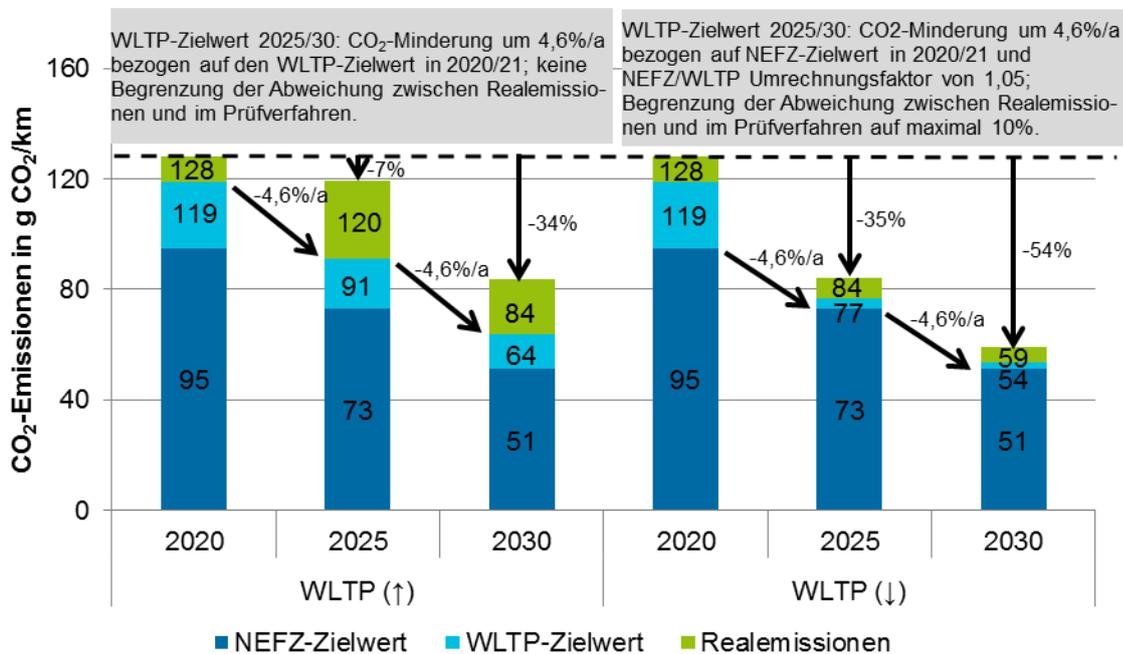
- Werden die Zielwerte aus NEFZ-Werten (z.B. dem vorgeschlagenen Zielkorridor des EU-Parlaments) hergeleitet, sollten die für Zielwertumstellung genutzten Umrechnungsfaktoren des Jahres 2020 nicht verwendet werden. Diese dienen dazu, einen neuen Zielwert zu bestimmen, durch den sich die Anstrengungen der Hersteller nicht verändert. Daraus folgt, dass bei einem solchen Vorgehen die geringe Effektivität der bisherigen CO₂-Regulierung fortgeschrieben würde.

In Mock et al. (2014) hat das ICCT Umrechnungsfaktoren von 1,05 – 1,07 ermittelt, die sich auf die technischen Unterschiede der beiden Messverfahren beziehen und als geeignet für eine Umrechnung von Zielen im NEFZ in die WLTP erscheinen. Faktoren in dieser Größenordnung sollten Berücksichtigung finden, wenn WLTP-Zielwerte auf Basis von NEFZ-Werten hergeleitet werden.

Abbildung 4-1 illustriert exemplarisch die Wirkung der unterschiedlichen Herangehensweisen bei der Fortschreibung des CO₂-Zielwerts nach 2020. Für die Illustration wird sich auf den vorgeschlagenen Zielkorridor des EU-Parlaments von 68 – 78 g CO₂/km (NEFZ) im Jahr 2025 bezogen, dessen Minderungsrate bis 2030 fortgeschrieben werden.¹²

Das Szenario WLTP (↑) stellt darin ein Szenario dar, in dem die Fortschreibung des Zielwerts bis 2030 sich auf den WLTP-Zielwert des Jahres 2021 bezieht und dieselben CO₂-Minderungsrate wie im Vorschlag des EU-Parlaments angenommen werden. Auch ist keine Einführung eines RDE- und In-Use-Testverfahren mit maximaler Abweichung zwischen Prüfstandsmessungen und den realen Emissionswerten angenommen. Dementsprechend wird nach Miller (2016) eine Abweichung zwischen Real- und WLTP-Emissionswerten von 1,31 angenommen.

Abbildung 4-1: Exemplarische Szenarien für die unterschiedliche Vorgehensweise der CO₂-Zielwertsetzung nach 2020



Jahr 2020: Umrechnungsfaktor WLTP / NEFZ: 1,25; Abweichung der Realemissionen zu NEFZ: 1,35

Quelle: Eigene Annahmen u.a. auf Basis von Tsiakmakis et al. (2017), Tietge et al. (2016), Miller (2016), Mock et al. (2014)

¹² Es wird der Mittelwert des Zielkorridors (73 g CO₂/km) für das Jahr 2025 zur Illustration angesetzt.

Das Szenario WLTP (↓) stellt eine schnelle Rückkehr zu einer effektiven CO₂-Regulierung dar, entspricht jedoch der Intention des EU-Parlaments bei der letzten Novellierung der CO₂-Regulierung. In diesem Szenario wird der vorgeschlagene NEFZ-Zielwert des EU-Parlaments mit dem Umrechnungsfaktor 1,05 des ICCT aus Mock et al. (2014) in einen WLTP-Zielwert überführt. Auch wird eine maximale Abweichung von 10% zwischen den WLTP-Werten und einem geeigneten In-Use-Testverfahren zugrunde gelegt.

Die höhere Effektivität des Szenario WLTP (↓) hinsichtlich der realen CO₂-Minderung wird hierbei deutlich. Im Jahr 2025 werden im Gegensatz zum anderen Szenario (-7%) die realen CO₂-Emissionen um 35% gemindert. Eine ähnliche Minderung wird im Szenario WLTP (↑) erst im Jahr 2030 erreicht. Mit 59 g CO₂/km im Jahr 2030 würden die Realemissionen je Kilometer im Szenario WLTP (↓) um über der Hälfte unter denen des Jahres 2021 liegen. Aus diesen Minderungsraten wird die geringe Effektivität der CO₂-Regulierung bis zum Jahr 2020 deutlich, so dass hohe realen CO₂-Minderungsraten erreicht werden müssen, um die vom EU-Parlament beabsichtigte CO₂-Reduktion zu erzielen.

- Die WLTP bildet die Realemissionen der Pkw besser ab als das bisherige NEFZ-Verfahren, so dass die Umstellung auf die WLTP das Potenzial für eine höhere Effektivität der Regulierung besitzt. Die bisherigen Erfahrungen bestehender Regulierung sprechen jedoch dafür, dass die Hersteller mögliche Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich des WLTP-Verfahrens nutzen werden. Daraus folgt, dass die CO₂-Regulierung zukünftig mit einem geeigneten RDE- und In-Use-Testverfahren für eine effektive CO₂-Minderung verbunden werden sollte.
- Für die Bestimmung eines Zielwerts nach 2020 sollten die folgenden Grundsätze gelten:
 - Es sollte bereits für das Jahr 2025 ein neuer Zielwert festgelegt werden, da der Zielwert des Jahres 2021 solange gültig bleibt, bis ein neuer Zielwert erreicht werden muss. Erst mit einem neuen Zielwert kann die Effektivität der Regulierung erhöht werden.
 - Die Zielwerte nach 2020 sollten als absolute Zielwerte formuliert werden und nicht als relative Minderungs-Zielwerte mit Bezug zum Jahr 2020. Durch ein relatives Ziel würde auf die geringe Effektivität bis zum Jahr 2020 Bezug genommen und diese somit fortgeschrieben werden. Durch die Definition eines absoluten Zielwerts für das Jahr 2025 würde der Anreiz verringert werden, einen möglichst hohen WLTP-Zielwert im Jahr 2021 zu erreichen.
 - Werden die Zielwerte aus NEFZ-Werten (z.B. dem vorgeschlagenen Zielkorridor des EU-Parlaments) hergeleitet, sollten die für Zielwertumstellung genutzten Umrechnungsfaktoren des Jahres 2020 nicht verwendet werden. Diese dienen dazu, einen neuen Zielwert zu bestimmen, durch den sich die Anstrengungen der Hersteller durch die Einführung der WLTP nicht verändert. Daraus folgt, dass bei einem solchen Vorgehen die geringe Effektivität der bisherigen CO₂-Regulierung fortgeschrieben würde.
- Das ICCT gibt in Mock et al. 2014 Werte von 1,05 – 1,07 als geeignete Umrechnungsfaktoren für die Überführung des NEFZ-Zielwertes in einen WLTP-Zielwert an.
- Aufgrund der geringen Effektivität der CO₂-Regulierung bis 2020 sind hohe reale CO₂-Minderungsraten notwendig, um auf den bisher angedachten CO₂-Minderungspfad zu kommen.

Literaturverzeichnis

- EC – European Commission (2016): Commission Staff Working Document Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A European Strategy for Low-Emission Mobility.
- EC – European Commission (2017): NEDC/WLTP correlation process. Correlation workshop.
- JRC – Joint Research Centre (2017): CO₂MPAS: Vehicle simulator predicting NEDC CO₂ emissions from WLTP. Online verfügbar: <https://co2mpas.io/>; letzter Abruf am 01.08.2017.
- Miller (2016): Reducing CO₂ emissions from road transport in the European Union: An evaluation of policy options. ICCT.
- Mock et al. (2014): The WLTP: How a new test procedure for cars will affect fuel consumption values in the EU. Working Paper 2014-9. ICCT.
- Tietge et al. (2016): From Laboratory to Road. A 2016 update of official and "real-world" fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe. ICCT; TNO.
- Tsiakmakis, S. et al. (2017): A simulation-based methodology for quantifying European passenger car fleet CO₂ emissions. Applied Energy 199 (2017), S. 447–465.