

TNO-rapport

TNO 2019 R11310

**Aspects of the transition from NEDC to WLTP
- aanvullend rapport:
CO₂ waarden van plug-in voertuigen**

Traffic & Transport

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

Datum	13 september 2019
Auteur(s)	Norbert E. Ligterink, Rob F.A. Cuelenaere
Exemplaarnummer	2019-STL-RAP-100324803
Aantal pagina's	12 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	Ministerie van Financiën
Projectnaam	NEDC-WLTP
Projectnummer	060.33473

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2019 TNO

Samenvatting

Voor conventionele benzine en diesel personenauto's, auto's die de batterij niet op kunnen laden vanaf het lichtnet, zijn de aspecten van de nieuwe WLTP testprocedure beschreven en geanalyseerd in een serie van drie rapporten die in de periode juli 2018 tot juli 2019 naar de Tweede Kamer zijn verzonden. In die analyses zijn de plug-in voertuigen niet meegenomen, omdat de registratie van plug-ins met een op de WLTP gebaseerde CO₂ waarde nog niet op gang was gekomen. In juli 2019 heeft de RDW op basis van de Certificaten van Overeenstemming (CvO) de gegevens verzameld die nodig zijn om ook voor plug-ins de analyses uit te kunnen voeren. De nu beschikbare gegevens bestrijken een groot deel van de in Nederland beschikbare plug-in voertuigen.

Voor plug-ins is een gemiddeld verband tussen de WLTP en de NEDC CO₂ waarde bepaald: de WLTP CO₂ waarde van plug-ins ligt gemiddeld 30% - 5 g/km hoger dan de NEDC CO₂ waarde. Het verschil tussen de gemiddelde WLTP en NEDC CO₂ waarden is voor plug-ins kleiner dan voor conventionele auto's, zowel relatief als absoluut. Het verband voor conventionele auto's, gepresenteerd in het rapport *TNO 2019 R10952 Aspects of the transition from NEDC to WLTP for CO₂ values of passenger cars - Phase 3: After the transition* – is 10% + 15 g/km.

Voor individuele plug-in auto's kan het verschil tussen WLTP en NEDC CO₂ waarde sterk afwijken van het genoemde verband. Dit hangt onder meer samen met de verandering van methodiek in de WLTP. De WLTP geeft voor ieder individueel voertuig een eigen WLTP CO₂ waarde, terwijl de NEDC CO₂ waarden voor een groep voertuigen van eenzelfde model hetzelfde kunnen zijn.

De delta tussen WLTP en NEDC CO₂ waarde verschilt voor plug-ins sterk tussen de fabrikanten, een verschijnsel dat ook bij conventionele voertuigen is gesignaleerd. Mercedes-Benz levert voor alle plug-in modellen WLTP CO₂ waarden die gemiddeld lager liggen dan de NEDC waarden. Bij Volvo zijn de WLTP waarden fors hoger dan de NEDC waarden en bij BMW zijn de waarden voor het ene model hoger en voor het andere lager.

Volgens de WLTP systematiek rijden de plug-ins in het RDW databestand (ruim) 50% tot 75% van de afgelegde kilometers elektrisch ("op de batterij").

De huidige generatie plug-ins is zowel op basis van hun technologie als op basis van hun WLTP CO₂ waarde duidelijk te onderscheiden van conventionele voertuigen. De hoogste WLTP CO₂ waarde voor plug-ins loopt tot 87 g/km en de laagste WLTP CO₂ waarde voor conventionele auto's is op dit moment 94 g/km.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	Utiliteitsfactor voor plug-in voertuigen	5
3	Resultaten	6
4	Conclusies	11
5	Ondertekening	12

1 Inleiding

In dit rapport - een aanvulling op het rapport *TNO 2019 R10952 Aspects of the transition from NEDC to WLTP for CO₂ values of passenger cars - Phase 3: After the transition*¹- worden de gevolgen beschreven van de overgang van NEDC naar WLTP op de CO₂ waarde van plug-in voertuigen (ook wel aangeduid als PHEV: “*plug-in hybrid electric vehicles*”, of OVC-HEV: “*off-vehicle charging hybrid electric vehicles*”). Plug-in voertuigen onderscheiden zich van conventionele voertuigen, in de zin dat ze niet alleen op benzine of diesel kunnen rijden, maar ook op elektriciteit die is geladen uit het lichtnet. De WLTP testprocedure introduceert enkele wijzigingen specifiek voor plug-ins. Het meest relevant in deze is de verandering in de berekening van de CO₂ waarde van plug-ins uit (een weging van) de mate van inzet van de elektrische aandrijving (zie Hoofdstuk 2). Hierdoor pakt de overgang van de NEDC naar de WLTP anders uit voor de CO₂ waarden van plug-ins dan voor de CO₂ waarden van conventionele voertuigen.

Voor conventionele voertuigen, personenauto's die de batterij niet op kunnen laden vanaf het lichtnet, zijn de aspecten van de nieuwe WLTP testprocedure beschreven en geanalyseerd in een serie van drie rapporten die in de periode juli 2018 tot juli 2019 naar de Tweede Kamer zijn verzonden. In die analyses zijn de plug-in voertuigen niet meegenomen, omdat de registratie van plug-ins met een op de WLTP gebaseerde CO₂ waarde nog niet op gang was gekomen. In juli 2019 heeft de RDW op basis van de Certificaten van Overeenstemming (CvO) de gegevens verzameld die nodig zijn om ook voor plug-ins de analyses uit te kunnen voeren. De nu beschikbare gegevens bestrijken een groot deel van de in Nederland beschikbare plug-in voertuigen.

Dit rapport beschrijft kort de gegevens en de analyses die leiden tot de conclusie dat met de overgang van de NEDC naar de WLTP testprocedure de CO₂ waarden van plug-in voertuigen in gemiddelde zin te beschrijven zijn met een correctie van +30% - 5 g/km.

¹ <http://publications.tno.nl/publication/34634178/UyhMIY/TNO-2019-R10952.pdf>

2 Utiliteitsfactor voor plug-in voertuigen

De veranderingen voor conventionele voertuigen ten gevolge van de nieuwe WLTP testprocedure zijn ook van invloed op de CO₂ waarden van plug-in voertuigen. De mate van beïnvloeding van de CO₂ waarden van plug-in voertuigen kan enigszins verschillen van die van conventionele auto's, omdat de CO₂ waarden van plug-in voertuigen veel lager liggen. In aanvulling op deze veranderingen bevat de WLTP testprocedure wijzigingen die specifiek van invloed zijn op de CO₂ waarden van plug-in voertuigen.

De CO₂-uitstoot van een plug-in is sterk afhankelijk van de verhouding tussen de mate van elektrisch rijden en de inzet van de verbrandingsmotor. In de procedure heet dit de utiliteitsfactor en geeft een inschatting in hoeverre de verbrandingsmotor nodig is in een variabele inzet van het plug-in voertuig. De WLTP introduceert drie, deels nieuwe, deels sterk verbeterde tests voor plug-in voertuigen: de "*charge sustaining test*", kenmerkend voor rijden op de verbrandingsmotor (veelal met een lege batterij); de "*charge depleting test*", kenmerkend voor elektrisch rijden tot de batterij leeg raakt; de actieradius test, om te kijken hoever een voertuig kan rijden op een volle batterij en daarmee sterk bepalend voor de hoogte van de utiliteitsfactor. De CO₂ waarden van de "*charge sustaining*" en "*charge depleting test*" worden vervolgens gewogen met de utiliteitsfactor om te komen tot het officiële WLTP CO₂ getal. In de NEDC werd de CO₂ waarde simpelweg berekend uit de CO₂ waarde voor rijden op de verbrandingsmotor gecorrigeerd voor de verhouding tussen 25 kilometer rijden op de verbrandingsmotor en de actieradius bij rijden op de batterij.

In de figuren in hoofdstuk 3 worden de CO₂ waarden voor plug-in voertuigen die volgens deze methoden zijn berekend veelal gepresenteerd als "gewogen WLTP CO₂" en "gewogen NEDC CO₂".

3 Resultaten

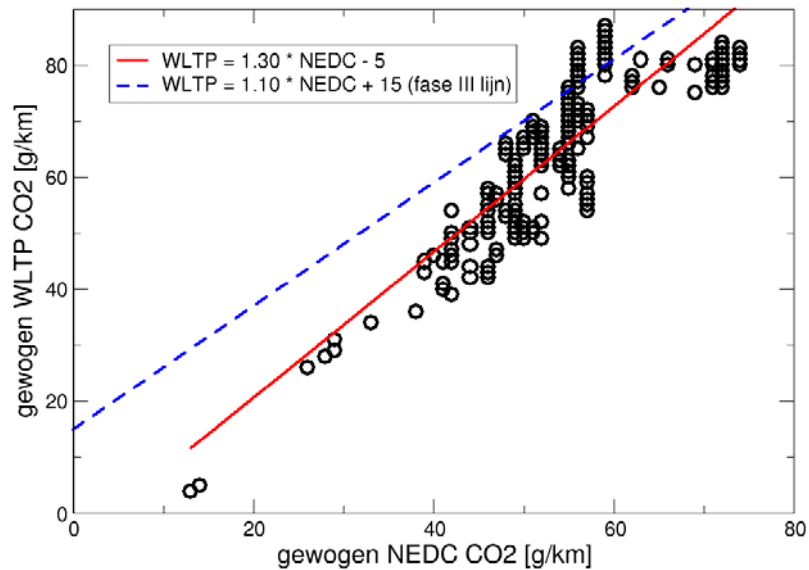
De RDW heeft in juli 2019 een overzicht aangeleverd van gegevens uit 4821 Certificaten van Overeenstemming (CvO) van plug-in voertuigen. Verondersteld mag worden dat dit overzicht representatief is voor de plug-in voertuigen met WLTP CO₂ waarde die momenteel op de Nederlandse markt beschikbaar zijn.² De dataset bestaat vrijwel uitsluitend uit benzine plug-ins. De 10 diesel plug-ins van één merk en één model zijn niet apart geanalyseerd.

In figuur 1 is de WLTP CO₂ waarde van de individuele plug-ins uitgezet tegen de NEDC CO₂ waarde. De gemiddelde NEDC CO₂ waarde van de plug-ins is 47,2 g/km en de gemiddelde WLTP CO₂ waarde 56,0 g/km, een verschil van 9 g/km of 18,6%. Daarmee is het verschil tussen WLTP en NEDC waarden voor plug-ins iets kleiner dan de circa 25 g/km gemiddeld voor conventionele voertuigen. Dit is een opmerkelijke uitkomst, omdat plug-in – net als start-stop – één van de technieken is waarvan werd verondersteld dat ze bijzonder goed scoren op de NEDC en onder de WLTP minder gunstig. Het zou erop kunnen wijzen dat met de overgang op de WLTP de plug-ins zijn uitgerust met een grotere batterij, maar ook de details in de procedure kunnen dit verschil veroorzaken. De beschikbare gegevens laten een verdere analyse niet toe.

In figuur 1 is tevens een fit door de individuele punten weergegeven, die het volgende verband beschrijft:

- de WLTP CO₂ waarde van plug-ins ligt 30% - 5 g/km hoger dan de NEDC CO₂ waarde (weergegeven met de rode lijn in figuur 1).
- zoals gepresenteerd in het fase 3 rapport is het verband 10% + 15 g/km voor conventionele voertuigen (weergegeven met de blauwe stippellijn in figuur 1).

² Daarnaast zijn er in de RDW basisregistratie nog 217 plug-in voertuigen opgenomen waarvan het CvO ontbreekt. Waarschijnlijk zijn dit voertuigen die geïmporteerd zijn en niet hun eerste registratie in Nederland hebben. Omdat deze voertuigen van dezelfde type en variant zijn als plug-ins waarvan wel een CvO beschikbaar is, zal deze groep (4% van het totaal) weinig invloed hebben op de resultaten.



Figuur 1: Een fit (rode lijn) door de gegevens van PHEV voor de NEDC en de WLTP CO₂ waarden leidt tot een 30% - 5 g/km verschil, met grote spreiding. Dat wijkt af van de blauwe streepjeslijn 10% + 15 g/km voor conventionele voertuigen gepresenteerd in het fase 3 rapport.³

De WLTP leidt er ook bij plug-ins toe dat ieder voertuig een eigen CO₂ waarde krijgt, terwijl onder de NEDC grote groepen voertuigen eenzelfde waarde hadden. De NEDC CO₂ waarde was vooral maatgevend voor de kale variant binnen een groep. Figuur 1 bevestigt dit beeld: één NEDC CO₂ waarde kent een hele kolom aan corresponderende WLTP CO₂ waarden.

Voor conventionele voertuigen is geconstateerd dat er grote verschillen zijn tussen fabrikanten en zelfs tussen de verschillende modellen van een fabrikant in de correlatie tussen WLTP en NEDC CO₂ waarden. Dit is ook het geval voor plug-ins. Mercedes-Benz levert voor alle modellen WLTP CO₂ waarden die gemiddeld lager liggen dan de NEDC waarden. Bij Volvo zijn de WLTP waarden fors hoger dan de NEDC waarden en bij BMW zijn de waarden voor het ene model hoger en voor het andere lager.

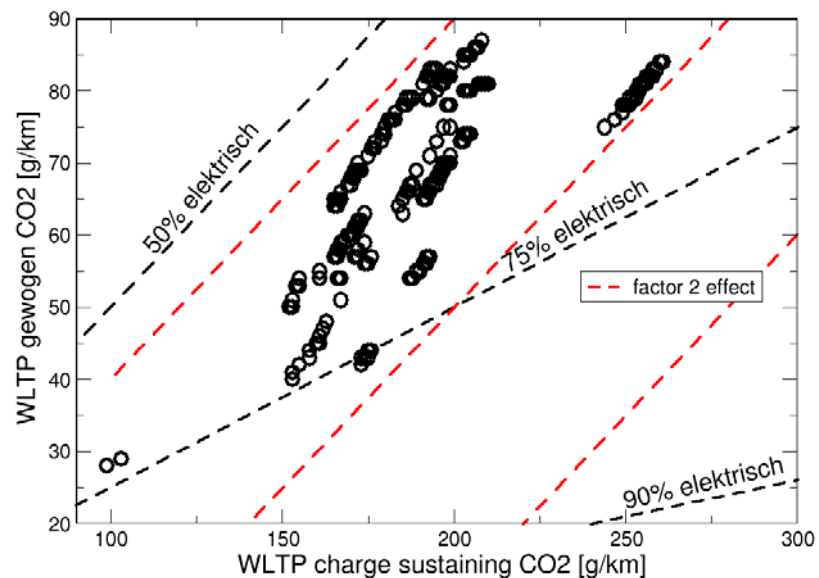
³ Rapport TNO 2019 R10952 Aspects of the transition from NEDC to WLTP for CO₂ values of passenger cars - Phase 3: After the transition.

Tabel 1: Overzicht van de plug-in modellen in het RDW databestand per juli 2019. Per model is de gemiddelde NEDC en WLTP CO₂ waarde opgenomen (inclusief de spreiding rond het gemiddelde), evenals het aantal CvO's in het bestand.

Merk en model	NEDC CO₂	WLTP CO₂	Aantal
BMW 225xe iPerformance	55.8 (+/-2.5)	68.0 (+/-4.0)	101
BMW 330e	38 (+/-0)	36 (+/-0)	2
BMW 530e iPerformance	48.7 (+/-0.8)	51.8 (+/-2.6)	240
BMW 740Le iPerformance	54.8 (+/-1.9)	63.8 (+/-3.5)	6
BMW 740Le xDrive iPerformance	65 (+/-0)	76 (+/-0)	1
BMW 740e iPerformance	54.1 (+/-0.5)	63.7 (+/-1.0)	18
BMW 745Le xDrive	55.4 (+/-0.8)	60.4 (+/-1.6)	9
BMW 745Le	52 (+/-0)	51.3 (+/-1.3)	4
BMW 745e	50.1 (+/-0.3)	50.9 (+/-0.7)	32
BMW i i3	13.1 (+/-0.3)	4.1 (+/-0.3)	8
BMW i i3s	14 (+/-0)	5 (+/-0)	1
BMW i i8	45.7 (+/-1.1)	50.8 (+/-0.8)	105
HYUNDAI IONIQ	26 (+/-0)	26 (+/-0)	20
KIA NIRO	29 (+/-0)	31 (+/-0)	65
Kia Optima	33 (+/-0)	34 (+/-0)	12
Land Rover Range Rover Sport	71.5 (+/-1.1)	80.4 (+/-1.0)	240
Land Rover Range Rover	72 (+/-0)	80.2 (+/-1.3)	135
MINI Countryman Cooper SE ALL4	55.8 (+/-0.4)	70.9 (+/-1.5)	216
MITSUBISHI Outlander	40 (+/-0)	46 (+/-0)	2197
Mercedes-Benz E 300 de	41.9 (+/-1.4)	41.1 (+/-1.6)	10
Mercedes-Benz E 300 e	46 (+/-0)	43.6 (+/-0.7)	22
Mercedes-Benz S 560 e	57 (+/-0)	55.4 (+/-1.0)	22
Porsche Panamera 4 E-Hybrid	64 (+/-2)	78.9 (+/-1.9)	16
Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid	74 (+/-0)	83 (+/-0)	1
TOYOTA PRIUS PHV	28.2 (+/-0.4)	28.2 (+/-0.4)	22
VOLVO S90 Excellence	49 (+/-0)	61 (+/-0)	6
VOLVO S90 T8 Twin Engine	48.7 (+/-0.9)	58.5 (+/-1.4)	20
VOLVO V60 T8 Twin Engine	44.8 (+/-1.9)	50.7 (+/-2.1)	264
VOLVO V90 T8 Twin Engine	48.3 (+/-1.4)	59.4 (+/-3.0)	42
VOLVO XC60 T8 Twin Engine	51.6 (+/-1.5)	67.7 (+/-2.1)	704
VOLVO XC90 Excellence	59 (+/-0)	85 (+/-0)	1
VOLVO XC90 T8 Twin Engine	56.6 (+/-4.0)	79.1 (+/-4.8)	279

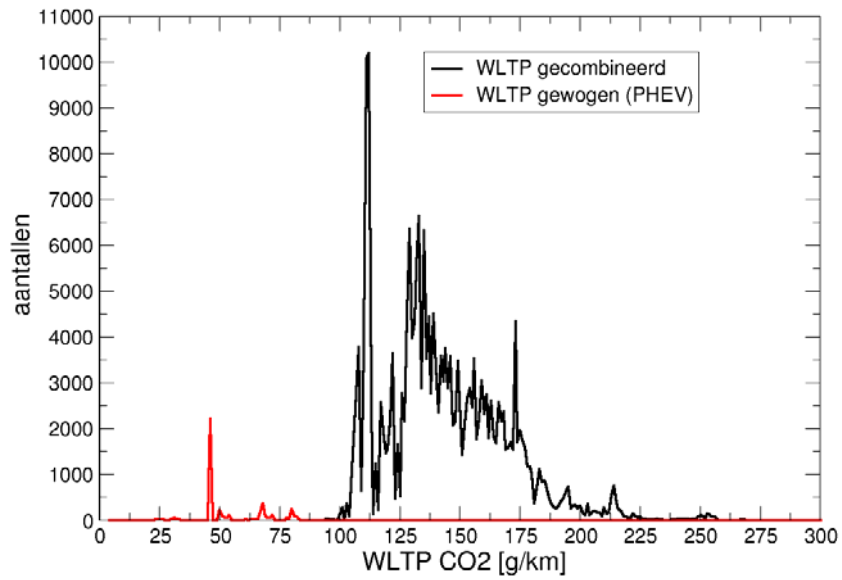
Voor ruim een derde van de voertuigen bevat de RDW dataset tevens gegevens over de CO₂ waarde volgens de “*charge sustaining test*”. Dit is de test die de CO₂ waarde weerspiegelt van rijden op de verbrandingsmotor. Op de Prius na (100 g/km) liggen de WLTP “*charge sustaining*” CO₂ waarden hoog: een bandbreedte van 150 tot boven 250 g/km. Dat bevestigt het beeld dat de meeste fabrikanten plug-in technologie toepassen op grotere en luxere modellen om de CO₂ waarde van deze groep voertuigen te drukken.

In figuur 2 zijn de WLTP CO₂ waarden uitgezet tegen de WLTP *charge sustaining* CO₂ waarden, voor zover deze laatste gegevens in de RDW dataset zitten. Hieruit valt direct af te leiden dat de betreffende voertuigen, volgens de WLTP systematiek, (ruim) 50% tot 75% van de afgelegde kilometers elektrisch (“op de batterij”) rijden. De gemeten WLTP *charge sustaining* CO₂ waarden zijn tevens bruikbaar als globale controle of de berekening van de individuele WLTP CO₂ waarden correct wordt uitgevoerd. Indien een voertuig binnen een voertuigmodel wordt uitgerust met extra opties (en daardoor een hogere voertuigmassa heeft) of als banden met een hogere rolweerstand worden toegepast, dan zal dat leiden tot een hogere gemeten CO₂ waarde op de *charge sustaining* test én tot een reductie van de actieradius. De WLTP CO₂ waarde neemt daardoor niet toe evenredig met de gemeten WLTP *charge sustaining* CO₂ waarde gedeeld door de utiliteitsfactor, maar meer dan proportioneel, ruwweg een factor 2. Dit beeld wordt ook daadwerkelijk waargenomen in figuur 2. Binnen hetzelfde voertuigmodel lopen de WLTP CO₂ waarden op parallel aan de rode stippellijnen die een factor 2 uitbeelden ten opzichte van de WLTP *charge sustaining* CO₂ waarde gedeeld door de utiliteitsfactor. De plug-ins met hogere WLTP *charge sustaining* bewegen in de figuur richting een lager percentage elektrisch rijden.



Figuur 2: Van de modellen waarvan de gegevens bekend zijn ligt het aandeel elektrisch rijden in de WLTP effectief tussen 50% en 75%. Verschillende opties op hetzelfde model lijken tot een factor 2 groter effect te leiden op de gewogen WLTP CO₂ ten opzichte van de CO₂ op de verbrandingsmotor (*charge sustaining*)

De hoogste WLTP CO₂ waarde voor plug-ins in de RDW-database is 87 g/km (een Volvo XC90). De laagste WLTP CO₂ waarde voor conventionele auto's is op dit moment 94 g/km (Toyota Prius, niet in de plug-in versie). In figuur 3 is de frequentieverdeling gegeven van WLTP CO₂ waarden voor plug-ins en voor conventionele voertuigen.



Figuur 3: Er is nog een gat tussen plug-in CO₂ waarden en CO₂ waarden van conventionele voertuigen. Veel plug-in voertuigen liggen nog onder de 50 g/km, relevant voor de *supercredits* in de Europese CO₂ normen voor autofabrikanten.

Een aantal plug-ins die in WLTP uitvoering verkocht zijn hebben ook een NEDC variant. De meest in het oog springend zijn de Mitsubishi Outlander en de Toyota Prius PHEV. In beide gevallen lijkt er gekozen te zijn voor een grotere batterij in de nieuwe uitvoering. Dergelijke veranderingen maken het moeilijk om in de overgang naar de WLTP ook het effect van de NEDC test naar de WLTP test mee te nemen. De NEDC en de WLTP voertuigen zijn duidelijk anders.

4 Conclusies

In het rapport *TNO 2019 R10952 Aspects of the transition from NEDC to WLTP for CO₂ values of passenger cars - Phase 3: After the transition* - zijn de gevolgen beschreven van de overgang van NEDC naar WLTP op de CO₂ waarde van conventionele voertuigen. Voor conventionele voertuigen ligt de WLTP CO₂ waarde gemiddeld 10% + 15 g/km hoger dan de NEDC CO₂ waarde.

Eind juli 2019 is door de RDW een databestand beschikbaar gemaakt met gegevens over de CO₂ waarden van plug-in voertuigen. Het bestand bestrijkt het grootste deel van de in Nederland geregistreerde en beschikbare plug-ins. Voor plug-ins is eveneens een gemiddeld verband tussen WLTP en NEDC CO₂ waarde bepaald: de WLTP CO₂ waarde van plug-ins ligt gemiddeld 30% - 5 g/km hoger dan de NEDC CO₂ waarde. Het verschil tussen de gemiddelde WLTP en NEDC CO₂ waarden is voor plug-ins kleiner dan voor conventionele auto's, zowel relatief als absoluut.

In individuele gevallen kan het verschil tussen WLTP en NEDC CO₂ waarde sterk afwijken van het genoemde verband. Dit hangt onder meer samen met de verandering van methodiek in de WLTP. De WLTP geeft voor ieder individueel voertuig een eigen WLTP CO₂ waarde, terwijl de NEDC CO₂ waarden voor een groep voertuigen van eenzelfde model hetzelfde kunnen zijn.

De delta tussen WLTP en NEDC CO₂ waarde verschilt voor plug-ins sterk tussen de fabrikanten, een verschijnsel dat ook bij conventionele voertuigen is gesignaleerd. Daarnaast leidt de WLTP systematiek tot de uitkomst dat plug-ins 50-75% van de afstand elektrisch rijden.

De huidige generatie plug-ins is zowel op basis van hun technologie als op basis van hun WLTP CO₂ waarde duidelijk te onderscheiden van conventionele voertuigen. De hoogste WLTP CO₂ waarde voor plug-ins loopt tot 87 g/km en de laagste WLTP CO₂ waarde voor conventionele auto's is op dit moment 94 g/km.

5 Ondertekening

Den Haag, 13 september 2019

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rob F.A. Cuelenaere', written over a horizontal line.

Rob F.A. Cuelenaere
Projectleider

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Norbert E. Ligterink', written over a horizontal line.

Norbert E. Ligterink
Auteur