

Earth, Life & Social Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6

2628 XE Delft

Postbus 49

2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

TNO-rapport**TNO 2015 R10802****Monitoring van plug-in hybride voertuigen
(PHEVs) april 2012 t/m maart 2015**

Datum	10 juni 2015
Auteur(s)	Norbert E. Ligterink Richard T.M. Smokers
Exemplaarnummer	2015-TL-RAP-0100286201
Aantal pagina's	23 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	PHEV-werkgroep van het Formule E-Team
Projectnaam	I&M monitoring PHEVs en GD ZES
Projectnummer	060.09021

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.

© 2015 TNO

Samenvatting

In oktober 2013 heeft het Formule E-Team een “Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto’s” opgesteld om het aandeel elektrisch gereden kilometers door zakelijke rijders van plug-in hybride elektrische voertuigen (PHEVs¹) te verhogen. Uit monitoring was gebleken dat dit aandeel significant kleiner was dan het aandeel dat in de typekeuringstest (fabrieksopgave) wordt gebruikt voor bepaling van brandstofverbruik en CO₂-emissies. Als gevolg daarvan zijn brandstofverbruik en CO₂-emissies van PHEVs in de praktijk veel hoger dan de typekeuringswaarden, waarop de fiscale behandeling van deze voertuigen is gebaseerd. Het plan van aanpak stelt een pakket voor van door werkgevers, werknemers, belangenorganisaties, marktpartijen en overheid in te voeren maatregelen, alsmede een aantal doelen die in 2016 gehaald moeten zijn.

Om de effecten van de maatregelen te monitoren worden de volgende indicatoren voorgesteld:

1. Beschikbaarheid laadinfrastructuur: % PHEVs met tenminste 1 laadpunt thuis of op kantoorlocatie;
2. Gebruik laadinfrastructuur: % PHEVs dat tenminste gemiddeld 1x per dag oplaadt;
3. Aandeel elektrische kilometers: % van de totale PHEV-kilometers dat met elektriciteit wordt afgelegd, in vergelijking met de norm (% elektrische kilometers gebruikt in de typekeuring van de PHEVs);
4. Resulterende uitstoot van CO₂: % afwijking tussen werkelijke CO₂-uitstoot per kilometer en de uitstoot volgens het normverbruik.

Voor een deel van deze indicatoren is een nulmeting beschikbaar, voor de overige indicatoren wordt een doelstelling gebruikt per 2016:

1. Beschikbaarheid laadinfrastructuur: tenminste 90% van de PHEVs heeft tenminste 1 laadpunt op kantoor of thuis beschikbaar;
2. Gebruik laadinfrastructuur: tenminste 75% van de PHEV-berijders laadt gemiddeld 1x per dag op;
3. Aandeel elektrische kilometers: de beste 50% van de PHEVs behaalt gemiddeld het % elektrische kilometers zoals gebruikt in de typekeuring van de PHEVs;
4. Resulterende uitstoot van CO₂: de afwijking van de werkelijke CO₂-uitstoot per kilometer ten opzichte van de normwaarde (typekeuring) is gehalveerd ten opzichte van de TNO meting per 2013.

Het aandeel elektrisch gereden kilometers en de CO₂-uitstoot in de praktijk (onderdelen 3 en 4) worden gemonitord op basis van tankpasdata. Tot nu toe is het niet mogelijk gebleken om data te verkrijgen over de beschikbaarheid van laadinfrastructuur. Voor de gemonitorde voertuigen zijn recent wel laadgegevens aangeleverd, maar deze zijn nog onvoldoende compleet om tot een representatieve analyse van het laadgedrag te komen. Hiervoor is nog aanvullende dataverzameling en databewerking nodig. Dit rapport bevat derhalve nog geen monitoringsresultaten voor de hierboven genoemde onderdelen 1 en 2.

De gegevens over het brandstofverbruik in dit rapport beslaan de periode april 2012 tot en met het eerste kwartaal van 2015. Voor slechts een beperkte groep

¹ Plug-in Hybrid Electric Vehicles. Hierin zijn ook Extended Range Electric Vehicles (EREVs) begrepen.

voertuigen, vooral van de modellen Opel Ampera en Toyota Prius Plug-in, zijn er vanaf het begin gegevens beschikbaar. Uiteindelijk zijn er 6.150 voertuigen meegenomen in de analyse (Mitsubishi Outlander PHEV: 2.269, Opel Ampera: 1.268, Volvo V60 PHEV: 1.611, Toyota Prius Plug-in: 795, Chevrolet Volt: 197). Onbetrouwbare kilometerstanden was de belangrijkste reden waarom er voertuigen afvielen. Het aantal BMW i3 voertuigen met range extender in de database (27) was te klein voor een betrouwbare analyse.

De monitoring is voor de Opel Ampera, Chevrolet Volt en Toyota Prius Plug-In gebaseerd op data voor een deel van 2012, geheel 2013 en het grootste deel van 2014. De Mitsubishi Outlander PHEV en Volvo V60 PHEV zijn pas recenter op de markt gekomen. Voor de Volvo V60 PHEV zijn data voor een deel van 2013 en het grootste deel van 2014 beschikbaar, voor de Mitsubishi Outlander PHEV alleen voor 2014. Recent zijn ook de Audi e-tron, en in het bijzonder de Volkswagen Golf GTE populaire modellen die snel in aantal toenemen. Maar deze voertuigen zijn nog geen jaar op de markt, en daarom in deze analyses nog niet verwerkt. Data over tenminste een heel jaar zijn nodig om seizoensvariaties in het verbruik uit te kunnen middelen.

Onderstaande tabellen geven de resultaten weer van de analyse van beschikbare monitoringdata tot en met het eerste kwartaal van 2015. De resultaten worden zodanig gepresenteerd dat ze eenvoudig kunnen worden vergeleken met de hierboven geciteerde doelen in het "Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto's".

Beschikbaarheid en gebruik van laadinfrastructuur

Zoals hierboven aangegeven was het tot nu toe niet mogelijk om een analyse te maken van de beschikbaarheid van laadinfrastructuur en het laadgedrag van PHEV-bestuurders. De verwachting is dat dit in de volgende rapportage wel mogelijk is².

1. Beschikbaarheid laadinfrastructuur: doel: % PHEVs met tenminste 1 laadpunt thuis of op het werk

	Nulmeting 2013/14	Q4 2014	Q1 2015	Q2 2015	Q3 2015	Q4 2015	Q1 2016
Doel							
Realisatie	niet beschikbaar						

2. Gebruik infrastructuur: % PHEVs dat tenminste gemiddeld 1x per dag oplaadt

	Nulmeting 2013/14	Q4 2014	Q1 2015	Q2 2015	Q3 2015	Q4 2015	Q1 2016
Doel							> 75%
Realisatie	niet beschikbaar						

Aandeel elektrisch gereden kilometers

Onderstaande tabel geeft per kwartaal het gemiddelde aandeel van de kilometers dat met ieder model elektrisch is afgelegd in het jaar voorafgaand aan het einde

² De tabellen zijn hier al wel opgenomen om te laten zien in welk format deze indicatoren de komende kwartalen gerapporteerd gaan worden.

van dat kwartaal. Werken met een dergelijk “voortschrijdend jaargemiddelde” is nodig omdat het aandeel elektrisch rijden seizoensvariaties bevat als gevolg van het effect van de weersomstandigheden op energiegebruik van het voertuig en capaciteit van de accu.

3a. Aandeel elektrische kilometers: % van de totale PHEV-kilometers dat met elektriciteit wordt afgelegd, in vergelijking met de waarde op de typekeuringstest (% elektrische kilometers in de typekeuring van de PHEVs)

	Type-keuring	Voortschrijdend gemiddelde per kwartaal (op basis van jaar voorafgaand aan kwartaal)							
		Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	77%	37.4%	34.3%	31.1%	30.3%	30.8%	29.0%	28.7%	28.4%
Chevrolet Volt	77%		38.9%	38.1%	38.9%	38.1%	31.3%	30.1%	28.7%
Toyota Prius Plug-in	50%			5.9%	7.9%	8.7%	8.8%	9.0%	9.2%
Volvo V60 PHEV	66%						16.5%	16.9%	16.0%
Mitsubishi Outlander PHEV	68%							22.3%	21.7%
Gemiddeld		32.6%	32.7%	30.5%	27.9%	28.1%	28.2%	27.4%	26.1%

N.B. Per model is pas een kwartaalcijfer opgenomen als er tenminste één jaar data beschikbaar is waarover seizoensvariaties kunnen worden uitgemiddeld. Voor het gemiddelde zijn wel alle modellen in de database meegenomen, ongeacht of er al één jaar data is. Hierdoor wordt het effect van de ingroei van nieuwe modellen beter weergegeven.

Bij de Opel Ampera en Chevrolet Volt is te zien dat het aandeel elektrisch rijden over de afgelopen kwartalen is afgenomen. Voor de Toyota Prius Plug-in is juist een stijgende trend te zien. Voor de Mitsubishi Outlander PHEV en de Volvo V60 PHEV zijn nog onvoldoende data aanwezig om een trend af te leiden. Gemiddeld over alle modellen en gereden kilometers is echter een dalende trend zichtbaar. Dit is het gevolg van de groeiende aantallen van de Mitsubishi Outlander PHEV en Volvo V60 PHEV. Deze laten een lager aandeel elektrisch rijden zien dan de Opel Ampera en Chevrolet Volt, die tot eind 2013 de PHEV-vloot domineerden.

De volgende tabel geeft per model het gemiddelde aandeel elektrisch gereden kilometers voor de 50% PHEV-rijders die van het totale bestand PHEV-rijders voor dat model het meest elektrisch rijden. Deze indicator laat schommelingen zien, maar geeft overall een redelijk constant beeld. De tabel laat ook zien dat het aandeel elektrisch gereden kilometers voor de beste 50% PHEV-rijders ongeveer twee keer zo hoog is als het gemiddelde voor alle met PHEVs gereden kilometers.

3b. Aandeel elektrische kilometers: % van de totale PHEV-kilometers dat door de beste 50% PHEV-rijders elektrisch wordt afgelegd, in vergelijking met de norm (% elektrische kilometers in de typekeuring van de PHEVs)

	Type-keuring	Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	77%	57.7%	59.1%	60.2%	60.2%	60.1%	60.1%	60.7%	58.9%
Chevrolet Volt	77%		61.7%	59.4%	60.0%	61.0%	62.4%	61.4%	60.8%
Toyota Prius Plug-in	50%			30.4%	30.0%	30.1%	31.1%	31.5%	30.8%
Volvo V60 PHEV	66%						38.9%	37.9%	36.9%
Mitsubishi Outlander PHEV	68%							46.9%	45.4%

CO₂-uitstoot in de praktijk vergeleken met de typekeuring

Onderstaande tabellen geven per model een beeld van de ontwikkeling van de CO₂-emissie die PHEVs in de praktijk per gereden kilometer uitstoten in vergelijking met de waarde die in de typekeuringstest is bepaald. Het gaat daarbij om de directe CO₂-uitstoot uit de uitlaat. De emissies die vrijkomen bij elektriciteitsopwekking of de productie van brandstoffen zijn buiten beschouwing gelaten.

4a. De gemiddelde CO₂-uitstoot per kilometer over een heel jaar voorafgaand aan de einddatum van ieder kwartaal, per model en van alle voertuigen samen

gCO ₂ /km	Type-keuring	Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	27	91.6	96.1	100.7	101.9	101.2	103.9	104.4	104.7
Chevrolet Volt	27		94.1	95.3	94.1	95.3	105.7	107.5	109.7
Toyota Prius Plug-in	49			113.2	110.8	109.8	109.7	109.5	109.2
Volvo V60 PHEV	48						135.0	134.3	135.8
Mitsubishi Outlander PHEV	44							148.5	149.7
Jaargemiddelde		92.3	94.1	96.8	101.6	107.1	113.1	117.1	119.0
Gemiddelde normwaarde		33.0	35.0	36.7	38.7	40.5	41.9	42.8	43.1

N.B. Per model is pas een kwartaalcijfer opgenomen als er tenminste één jaar data beschikbaar is waarover seizoensvariaties kunnen worden uitgemiddeld. Voor het gemiddelde zijn wel alle modellen in de database meegenomen, ongeacht of er al één jaar data is. Hierdoor wordt het effect van de ingroei van nieuwe modellen beter weergegeven.

Voor de Opel Ampera en Chevrolet Volt is over de afgelopen jaren een stijgende trend te zien in de praktijkemissies van CO₂. De praktijkemissies van de Toyota Prius Plug-in zijn licht gedaald. Dit is consistent met de hierboven weergegeven trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers. Voor de Mitsubishi Outlander PHEV en de Volvo V60 PHEV zijn nog onvoldoende data aanwezig om een trend af te leiden. Gemiddeld over de hele PHEV-vloot is te zien dat over de afgelopen anderhalf jaar zowel de gemiddelde normwaarde voor de CO₂-emissies als de gemiddelde praktijkemissies van de gemonitorde vloot PHEVs stijgen. Deze trends vertalen zich in veranderingen in het absolute en relatieve verschil tussen praktijk en typekeuring zoals weergegeven in onderstaande tabel.

4b. Absolute en relatieve afwijking per model tussen de gemiddelde CO₂-uitstoot per kilometer in de praktijk en de uitstoot volgens de typekeuring (0% betekent gelijk aan normwaarde)

	Type-keuring	Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	[g/km]	64.6	69.1	73.7	74.9	74.2	76.9	77.4	77.7
	relatief	239%	256%	273%	278%	275%	285%	287%	288%
Chevrolet Volt	[g/km]		67.1	68.3	67.1	68.3	78.7	80.5	82.7
	relatief			253%	248%	253%	291%	298%	306%
Toyota Prius Plug-in	[g/km]			64.2	61.8	60.8	60.7	60.5	60.2
	relatief			131%	126%	124%	124%	124%	123%
Volvo V60 PHEV	[g/km]						87.0	86.3	87.8
	relatief						181%	180%	183%
Mitsubishi Outlander PHEV	[g/km]							104.5	105.7
	relatief							138%	140%

Gemiddeld over de hele PHEV-vloot geeft dat onderstaande trend voor de relatieve afwijking tussen de CO₂-uitstoot per kilometer in de praktijk en de uitstoot volgens de typekeuring. De relatieve afwijking tussen praktijkemissies en normwaarde daalde tot en met het eerste kwartaal van 2014, maar laat sindsdien een stijgende trend zien. Het doel, halvering van de relatieve afwijking “ten opzichte van de TNO meting per 2013”, komt daarmee niet dichterbij. Als nulmeting is hier niet uitgegaan van de resultaten van eerdere TNO-analyses, maar van het gemiddelde uit de huidige analyse tot en met het tweede kwartaal van 2013. De reden hiervoor is dat voor de huidige analyse een grotere database met voertuiggegevens is gebruikt dan voor eerdere TNO-rapportages.

4c. Gemiddelde relatieve afwijking over alle modellen tussen de gemiddelde CO₂-uitstoot per kilometer in de praktijk en de uitstoot volgens de typekeuring (0% betekent gelijk aan normwaarde)

	Referentie ^a 01-07-13	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015	Doel ^a 01-04-16
Doel									90%
Realisatie	180%	169%	164%	162%	165%	170%	174%	176%	

a) Doel is halvering ten opzichte van de TNO meting per 1 juli 2013 (nulmeting)

Bij resultaten die gemiddeld zijn over alle modellen hebben veranderingen in de vlootsamenstelling, in het bijzonder de toevoeging van voertuigen met een groter of kleiner dan gemiddelde elektrische actieradius, een effect op de mate waarin de doelstelling wordt gehaald. Het gemiddeld aandeel elektrisch gereden kilometers in tabel 3a daalt dus niet alleen omdat de Opel Ampera en de Chevrolet Volt een dalende trend laten zien, maar ook door het groeiende aandeel Volvo V60 en Mitsubishi Outlander PHEVs, die een wat kleinere actieradius hebben dan de Opel Ampera en Chevrolet Volt en in de praktijk ook een lager aandeel elektrisch rijden laten zien dan het gemiddelde voor de Opel Ampera, Chevrolet Volt en Toyota Prius Plug-in samen. Dezelfde oorzaak ligt ten grondslag aan de waargenomen trends in de gemiddelde praktijkemissie van CO₂ en de relatieve afwijking tussen praktijkemissies en normwaarde.

De CO₂ uitstoot van de onderzochte voertuigen is op de typekeuring laag: allemaal stoten ze onder de 50 g/km uit, wat overeenkomt met een typisch brandstofverbruik tussen de 1 en 2 liter per 100 kilometer. Zelfs met een relatieve afwijking van het praktijkverbruik van rond de 170% ten opzichte van de typekeuringswaarden zijn deze voertuigen in de praktijk nog steeds relatief zuinig vergeleken met veel conventionele auto's. Maar een dergelijke afwijking van de norm, in combinatie met het aandeel elektrisch rijden dat door de beste 50% PHEV-rijders wordt gerealiseerd, geeft ook aan dat er potentieel is voor significante verbetering.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	8
1.1	Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto's	8
1.2	Monitoring van effecten	8
1.3	De voertuigen	9
1.4	Verschillen tussen praktijk en typekeuring	10
2	Analyse van tankdata	13
2.1	Filtering van bruikbare data	13
2.2	Analyse van praktijkverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor	14
2.3	Verloop van brandstofverbruik in de tijd	16
2.4	Bepaling van trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers: een vlootperspectief.....	17
2.5	Bepaling van trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers: een gebruikersperspectief	18
2.6	CO ₂ -emissies volgens de norm en in de praktijk.....	20
3	Conclusies.....	22
4	Ondertekening	23

1 Inleiding

1.1 Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto's

Plug-in hybride elektrische voertuigen (PHEVs) kunnen zowel op brandstof als op elektriciteit rijden. Eerder onderzoek van TNO in opdracht van het Ministerie van IenM heeft aangetoond dat PHEVs in de praktijk een kleiner aandeel van hun kilometers elektrisch rijden dan het aandeel dat is aangenomen in de typekeuringstest³. De testprocedure voor het "normverbruik" geeft voor alle voertuigen, ook conventionele, al een lager normverbruik dan gemiddeld in praktijk gehaald wordt. Daar bovenop leiden voor plug-in hybride voertuigen de bepaling van de elektrische actieradius en de manier waarop deze wordt meegewogen in de bepaling van het normverbruik van dit type voertuigen veelal tot extra meerverbruik (en CO₂-emissies) in de praktijk ten opzichte van de typekeuringswaarde. De test is daarin wellicht onrealistisch, maar geeft wel aan dat er potentie tot verlaging van de CO₂-emissies is voor PHEVs. Bezitters en gebruikers van PHEVs genieten fiscale voordelen die gebaseerd zijn op de CO₂-emissie volgens typekeuring. Het extra meerverbruik van PHEVs ondergraaft de effectiviteit van het fiscale stimuleringsbeleid in termen van gereduceerde CO₂-emissies.

Onder regie van het Formule E-Team is eind oktober 2013 een "Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto's" ontwikkeld, waarin verschillende betrokken partijen afspraken hebben gemaakt voor activiteiten die er toe moeten leiden dat het aandeel elektrisch gereden kilometers van PHEVs stijgt en het gemiddeld brandstofverbruik in de praktijk, en daarmee ook de uitstoot van CO₂, daalt. Er is onder andere een convenant opgesteld tussen Rai Vereniging en VNA om alle nieuwe PHEV-gebruikers over elektrisch gebruik van hun voertuigen in te lichten, en via een PHEV-coalitie met werkgevers wordt getest welke andere maatregelen nog meer helpen.

Op hoofdlijnen omvat het plan van aanpak de volgende elementen:

1. Doelbepaling en monitoring werkelijk gebruik PHEVs
2. Invoering van maatregelen werkgevers - werknemers en marktpartijen
3. Oprichting kopgroep PHEV-gebruik
4. Invoering maatregelen overheid

1.2 Monitoring van effecten

Dit rapport is de eerste rapportage over de monitoring van het brandstofverbruik van plug-in voertuigen en het aandeel elektrisch gereden kilometers ten behoeve van het plan van aanpak. Data zijn beschikbaar gesteld door MTC en Travelcard Nederland BV. Deze eerste rapportage stelt de methodiek en het startpunt vast.

³ Zie o.a.:

Praktijkverbruik van zakelijke personenauto's en plug-in voertuigen, Norbert E. Ligterink en Richard T.M. Smokers, TNO, 2013 (TNO 2013 R10703)
<http://publications.tno.nl/publication/102594/0EXMQ7/TNO-2013-R10703.pdf>,
en

Update analysis of real-world fuel consumption of business passenger cars based on Travelcard Nederland fuelpass data, Norbert E. Ligterink, Arjan R.A. Eijk, TNO 2014 (TNO 2014 R11063),
<http://publications.tno.nl/publication/34610190/Lp8IA4/TNO-2014-R11063.pdf>

Ten opzichte van deze resultaten worden in vervolgrapportages de trends bepaald voor toekomstige kwartalen.

Het aandeel elektrisch gereden kilometers wordt in dit rapport geschat aan de hand van data met betrekking tot het brandstofverbruik. Bruikbare en betrouwbare laadgegevens zijn nog niet beschikbaar. In de toekomst komen deze data mogelijk wel beschikbaar en levert dat een onafhankelijke validatie van de huidige bevindingen alsmede een toetsing van de in het plan van aanpak gestelde doelen met betrekking tot beschikbaarheid en gebruik van laadinfrastructuur.

1.3 De voertuigen

Tabel 1 geeft een overzicht van de plug-in hybride modellen waarvoor monitoringdata beschikbaar zijn. De BMW i3 is wel in deze lijst opgenomen, maar niet in de analyses in dit rapport, omdat er van dit model nog onvoldoende voertuigen in de database zitten voor het afleiden van betrouwbare resultaten.

Tabel 1: Specificaties van de verschillende modellen PHEVs waarvan in dit rapport het praktijkverbruik en het aandeel elektrisch gereden kilometers wordt gemonitord.

Model	Brandstof	Batterij-capaciteit [kWh]	Elektrische actieradius [km]	Elektrische topsnelheid [km/u]	Brandstofverbruik [l/100km]	CO ₂ -emissie [g/km]	Aandeel elektrisch rijden op test*
Opel Ampera	benzine	16	83	160	1,2	27	77%
Chevrolet Volt	benzine	16	83	160	1,2	27	77%
Toyota Prius Plug-in	benzine	4,4	25	90	2,1	49	50%
Volvo V60 PHEV	diesel	11,2	50	125	1,8	48	67%
Mitsubishi Outlander PHEV	benzine	12	52	125	1,9	44	68%
BMW i3 met range extender	benzine	19	150	150	0,6	13	86%

Bron: Cijfers ontleend aan technische specificaties in brochures en informatie van importeurs.

*) Het aandeel elektrisch rijden op de test is geschat met de in paragraaf 1.4.1 uitgelegde methode.

De modellen verschillen zowel qua batterij-capaciteit en actieradius als qua aandrijflijnconfiguratie. Alle modellen hebben een vorm van hybride aandrijving waarbij de auto voor de aandrijving zowel energie betreft uit de brandstoftank (via een verbrandingsmotor) als uit een batterij (via een of meer elektromotoren).

De Opel Ampera en Chevrolet Volt zijn technisch identiek. Ze hebben een relatief grote batterij en actieradius, maar ook een volwaardige verbrandingsmotor. Deze is via een mechanische koppeling verbonden met de generator en een planetair tandwielstelsel en kan op die manier zowel elektriciteit genereren voor het opladen van de accu als de wielen direct aandrijven. De elektromotor is parallel daaraan direct verbonden met het planetair tandwielstelsel, dat dienst doet als traploze transmissie.

De aandrijflijn van de Toyota Prius Plug-in is nagenoeg gelijk aan die van de normale hybride Toyota Prius, maar heeft een grotere batterij die uit het net kan worden opgeladen. De verbrandingsmotor, elektromotor en generator zijn

aangesloten op een planetair tandwielstelsel, dat ook in dit voertuig als traploze transmissie functioneert. De Toyota Prius Plug-in heeft vergeleken met de andere PHEVs een relatief kleine batterij en elektrische actieradius. Het desalniettemin gunstige normverbruik is mede het gevolg van hoge efficiënte bij rijden op de verbrandingsmotor.

Bij de Volvo V60 PHEV worden de voorwielen via een zestraps automaat aangedreven door een verbrandingsmotor, terwijl de elektromotor op de achteras is gemonteerd. De elektromotor kan het voertuigen alleen aandrijven of de verbrandingsmotor ondersteunen, bijvoorbeeld bij acceleraties.

De Mitsubishi Outlander PHEV heeft vierwielaandrijving met twee elektromotoren die onafhankelijk de voorwielen en de achterwielen aandrijven. De verbrandingsmotor levert via een generator elektriciteit voor het opladen van de accu of voeding van de elektromotoren maar kan de voorwielen ook direct aandrijven via een automatische koppeling en één vaste, lange overbrenging.

De BMW i3 met range extender is eigenlijk een batterij-elektrische auto waar een kleine verbrandingsmotor (2 cilinder, 647 cc) aan is toegevoegd, die als generatorset dienst doet wanneer de accu leeg is (extended range electric vehicle of EREV).

Alle voertuigen kunnen regeneratief remmen, waarbij er wordt geremd op de elektromotor en zo bewegingsenergie wordt teruggewonnen voor opslag in de batterij. De Volvo V60 PHEV heeft een dieselmotor, alle andere modellen rijden op benzine.

1.4 Verschillen tussen praktijk en typekeuring

Het verschil tussen brandstofverbruik en CO₂-emissies van benzine- en dieselveertuigen in de praktijk en de waarden die gemeten worden op de typekeuringstest is de laatste tien jaar sterk toegenomen. Het praktijkverbruik van moderne personenauto's blijkt zo'n 30% tot 50% hoger dan de opgegeven typekeuringswaarde, oftewel het normverbruik. Gemiddeld stoten nieuwe auto's nu in de praktijk zo'n 50 g/km meer CO₂ uit dan de typekeuringswaarde, die onder meer wordt gebruikt als basis voor de fiscale behandeling (BPM en bijtelling).

Dat brandstofverbruik en CO₂-emissies in de praktijk hoger zijn dan de testwaarden komt onder meer door verschillen in de inzet van voertuigen, de rijstijl van gebruikers en de rijomstandigheden in de praktijk vergeleken met de condities tijdens de test. Ook wordt in de test het energiegebruik voor bijvoorbeeld verlichting en airconditioning niet meegenomen. Het toenemende verschil tussen praktijk en typekeuring komt deels doordat sommige toegepaste technieken, zoals start-stop systemen, op de testcyclus (NEDC) meer voordeel opleveren dan in de praktijk. Daarnaast worden toegestane bandbreedtes (flexibiliteiten) in de testprocedure in toenemende mate door fabrikanten uitgenut om lagere verbruiks- en CO₂-emissiecijfers te realiseren op de typekeuringstest.

Bij rijden op de verbrandingsmotor leiden bovengenoemde oorzaken ook bij plug-in hybride voertuigen tot een vergelijkbaar verschil tussen praktijk- en testverbruik. Bij dit type voertuigen speelt er echter een extra factor, namelijk het aandeel elektrisch

gereden kilometers. Op de typekeuringstest is dat aandeel in de regel significant groter dan in de praktijk. Dit leidt tot een groter verschil tussen typekeuring en praktijk dan bij conventionele voertuigen.

1.4.1 *Het normverbruik van plug-in voertuigen*

Het normverbruik⁴ van plug-ins is gebaseerd op een voorgeschreven testprocedure⁵, waarbij met een plug-in auto twee verbruikstesten moeten worden uitgevoerd: één met een volle accu en één met een lege accu. Bij de eerste test, die start met een volle accu, wordt de verbrandingsmotor niet of nauwelijks gebruikt, zodat er dus geen of bijna geen brandstof wordt verbruikt en CO₂ wordt uitgestoten. Bij de tweede test, die start met een lege accu, wordt nauwelijks of geen elektriciteit uit het net gebruikt en levert de verbrandingsmotor nagenoeg alle benodigde energie met de bijbehorende uitstoot van CO₂.

Om tot één testresultaat te komen worden de resultaten van beide tests gecombineerd volgens een formule⁶ op basis van de elektrische actieradius van het voertuig (= de maximale afstand die op een volle batterij elektrisch gereden kan worden). Het gewogen eindresultaat van de typekeuringstest voor plug-in voertuigen kan voor de meeste voertuigen⁷ in goede benadering worden beschouwd als de gemiddelde CO₂-uitstoot over een rit met een lengte gelijk aan de elektrische actieradius plus 25 kilometer, waarbij wordt gestart met een volle accu en er na het leegrijden van de accu nog 25 kilometer op de verbrandingsmotor wordt gereden. Dit betekent dat een voertuig met een actieradius, eveneens volgens een voorgeschreven procedure gemeten bij de typekeuringstest, van 50 km een aandeel elektrisch gereden kilometers op de test heeft van 66%. Het normverbruik van plug-in voertuigen wordt dus sterk bepaald door de capaciteit van de toegepaste accu.

1.4.2 *Het brandstofverbruik van plug-in voertuigen in de praktijk*

Het brandstofverbruik van plug-ins in de praktijk wordt allereerst bepaald door het verbruik tijdens rijden op de verbrandingsmotor. Net als bij conventionele voertuigen wordt dit bepaald door de inzet van het voertuig, de rijstijl van de bestuurder en een reeks van andere variabelen. Het aandeel van de gereden kilometers dat elektrisch wordt afgelegd werkt ook door in het gemiddelde brandstofverbruik. Hoe meer elektrisch wordt gereden, hoe lager het gemiddeld brandstofverbruik. Het aandeel elektrisch afgelegde kilometers wordt bepaald door de elektrische actieradius van het voertuig in de praktijk, door de beschikbaarheid van laadpunten en de mate waarin de bestuurder daar gebruik van maakt.

De elektrische actieradius varieert in de praktijk met de gebruiksomstandigheden. Bij lage snelheden is de elektrische actieradius groter, vanwege de lagere rol- en luchtweerstand. De gemiddelde snelheid op de test waarmee de elektrische

⁴ Voor benzinevoertuigen is het verband tussen CO₂ en brandstofverbruik: $23.7 * [\text{liters}/100\text{km}] = \text{CO}_2 [\text{gram}/\text{km}]$.

⁵ Zoals beschreven in de UNECE R101 testprocedure.

⁶ Voor nadere uitleg hierover zie bijlage C van: *Praktijkverbruik van zakelijke personenauto's en plug-in voertuigen*, Norbert E. Ligterink en Richard T.M. Smokers, TNO, 2013 (TNO 2013 R10703) <http://publications.tno.nl/publication/102594/0EXMQ7/TNO-2013-R10703.pdf>

⁷ Voertuigen met een elektrische topsnelheid hoger dan 120 km/h, en voldoende elektrisch vermogen om de acceleraties in NEDC testcyclus te volgen, kunnen de test die begint met een volle accu volledig elektrisch rijden. Voor deze voertuigen is genoemde benadering nagenoeg exact.

actieradius wordt bepaald is 33 km/h, maar in praktijk zal dit tussen de 45 en 65 km/h liggen. Voor een elektrische aandrijving werkt dat sterker dan voor een verbrandingsmotor door in het energiegebruik, dat dan 40 tot 70% hoger ligt. Andere factoren, die de actieradius beïnvloeden, zijn bijvoorbeeld gebruik van de verwarming en airco, elektrische accessoires, en de verminderde capaciteit van de accu bij koud weer. Allemaal reduceren ze de elektrische actieradius.

Voor voertuigen met een hoog jaarkilometrage, die in de regel veel lange ritten maken en veel op de snelweg rijden, zal het moeilijker zijn om een groot aandeel elektrisch gereden kilometers te realiseren.

2 Analyse van tankdata

2.1 Filtering van bruikbare data

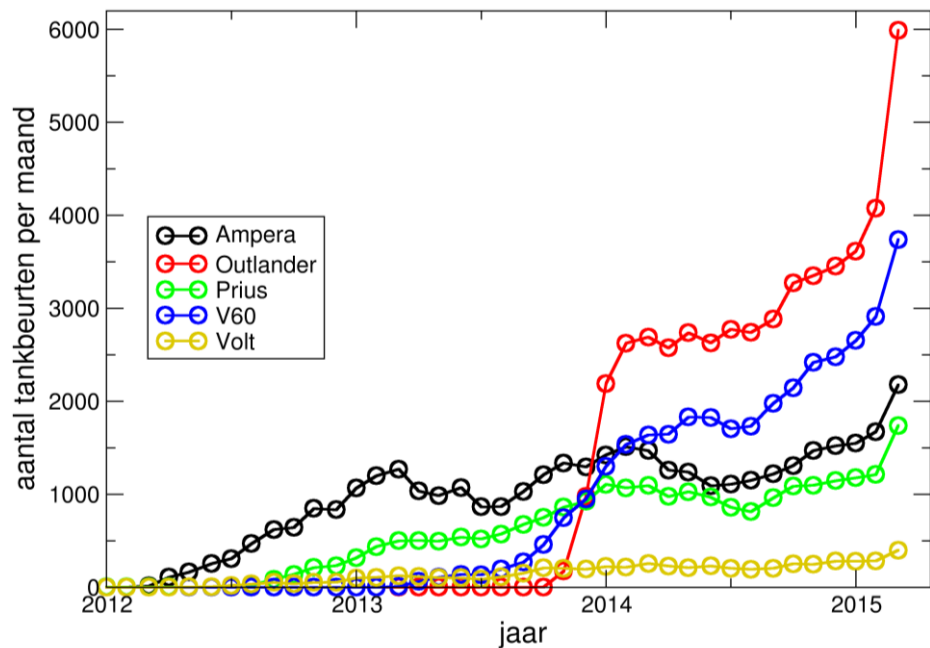
Travelcard Nederland BV en MTC hebben beide data aangeleverd voor deze analyse. Beide bestanden zijn samengevoegd en geanalyseerd. De data hebben betrekking op de periode van begin 2012 tot het einde van kwartaal 1 van 2015, zodat de analyse tot en met het eerste kwartaal 2015 mogelijk is.

Omdat de kilometerstanden, noodzakelijk om het verbruik te bepalen, met de hand ingevuld worden, zijn er veel foutieve, onbruikbare gegevens. Deze worden verwijderd in een aantal stappen.

De aanpak hiervoor is gebaseerd op de methodiek die in de afgelopen jaren door TNO is ontwikkeld en verfijnd ten behoeve van de analyse van het praktijkverbruik van conventionele voertuigen:

1. Na het verwijderen van gegevens van andere voertuigen dan PHEVs uit de aangeleverde database blijven er van de tankbeurten 1.814.000 over.
2. De eerste filtering (verwijderen van onbetrouwbare data op basis van lage en "rare" kilometerstanden, twee keer tanken in een uur, verkeerde brandstof, afronden op honderdtallen, etc.) levert 174.000 paren van tankbeurten (waarvan 5110 paren door samenvoeging van twee tankbeurten, als de kilometerstand van de eerste tankbeurt niet plausibel is maar van de tweede wel).
3. Daarna worden de gemiddelden en standaarddeviatie bepaald per voertuig, en worden tankbeurten verwijderd die meer dan 2 standaarddeviaties af liggen van het gemiddelde gebruik. Dan blijven er 164.000 tankbeurten over.
4. Van de voertuigmodellen waarvoor voldoende data beschikbaar is, blijven er na filtering de volgende aantallen voertuigen over voor de analyse van praktijkverbruik en aandeel elektrisch gereden kilometers: 1.268 Opel Ampera's, 197 Chevrolet Volts, 795 Toyota Prius Plug-Ins, 1.611 Volvo V60's, 2.269 Mitsubishi Outlander PHEVs en 27 BMW i3's. De statistiek van de BMW i3 is te beperkt. Het aantal gegevens van de Chevrolet Volt is net voldoende voor statistisch significante uitspraken.

Figuur 1 geeft per voertuigmodel het aantal resulterende tankbeurten per maand weer over de afgelopen drie jaar. Duidelijk is dat de Mitsubishi Outlander PHEV en Volvo V60 PHEV pas vanaf eind 2013 verkocht zijn, terwijl voor de andere modellen wel voor zo'n 2 jaar data beschikbaar is. Ook is te zien dat deze modellen vanaf begin 2014 het grootste deel van de PHEV-vloot uitmaken.



Figuur 1: Het aantal tankbeurten per maand dat ten grondslag ligt aan de analyse. De introductiedatum en toename van het gebruik van de verschillende modellen is duidelijk zichtbaar. De Mitsubishi Outlander PHEV was niet beschikbaar voor eind 2013, en is nu verantwoordelijk voor meer dan de helft van alle tankbeurten.

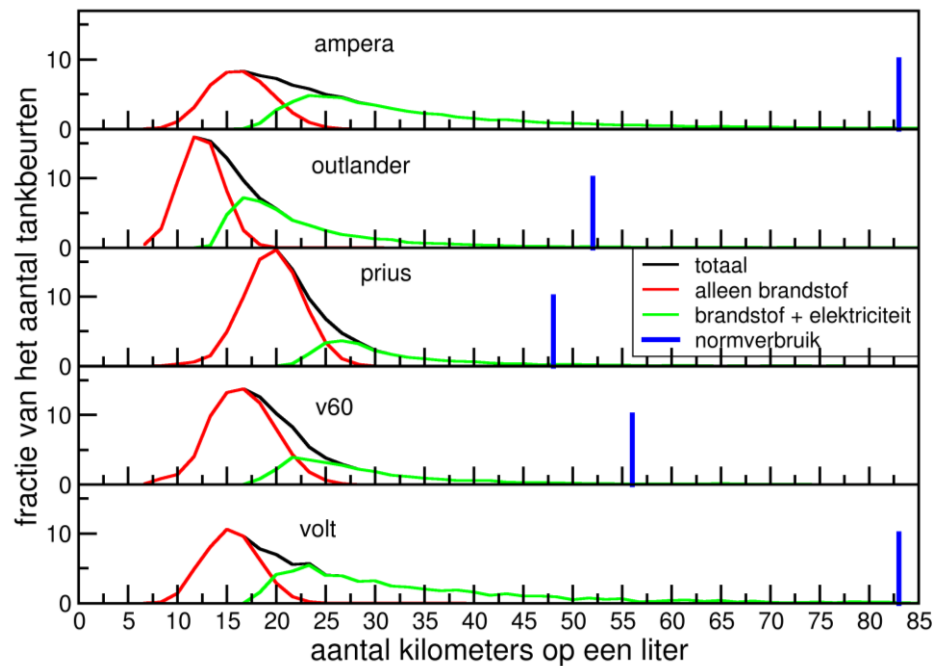
2.2 Analyse van praktijkverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor

Van sommige voertuigen is het in principe mogelijk om het brandstofverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor te schatten op basis van beschikbare gegevens voor een vergelijkbare conventionele, niet plug-in hybride variant van hetzelfde model, zoals de gewone Toyota Prius zonder stekker. Voor de Mitsubishi Outlander en Volvo V60 is echter de vraag met welke specifieke conventionele variant ze vergeleken moeten worden. Voor de Opel Ampera en Chevrolet Volt is een dergelijke vergelijking per definitie niet mogelijk omdat er geen conventionele variant van bestaat. Om tot een consistente vergelijking te komen is er daarom voor gekozen om voor alle PHEV-modellen het brandstofverbruik bij rijden op de motor te schatten op basis van de spreiding in het gemonitorde brandstofverbruik. Van de tankbeurten met de hoogste verbruikscijfers (liter per 100 km) mag worden verondersteld dat de op die tankbeurt afgelegde kilometers geheel of nagenoeg geheel op brandstof zijn gereden.

Met behulp van het geschatte brandstofverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor kan vervolgens het gemiddeld aandeel elektrisch gereden kilometers eenvoudig worden ingeschat uit het totaal gemiddeld verbruik.

De zwarte lijnen in Figuur 2 geven per model de verdeling weer van alle tankbeurten op basis van het gemiddeld verbruik per tankbeurt uitgedrukt in de afgelegde afstand per liter brandstof. Uit het linker deel van deze verdeling kan het gemiddeld verbruik bij rijden op de verbrandingsmotor worden ingeschat. Bij tankbeurten met een laag aantal kilometers per liter is (nagenoeg) alleen op brandstof gereden. Ook bij rijden op de verbrandingsmotor is er echter variatie in

het verbruik, zowel tussen voertuigen / gebruikers als door in de tijd wisselende gebruiksomstandigheden voor hetzelfde voertuig. Deze variatie is symmetrisch verondersteld (rode curves). Trekken we de tankbeurten onder de rode curve af van de totale populatie (zwarte curves) dan blijven tankbeurten over waarbij de tussen twee beurten afgelegde afstand deels elektrisch is afgelegd (groene curves). Hoe lager het gemiddeld verbruik per kilometer, hoe hoger het aandeel elektrisch gereden kilometers. De blauwe lijnen in de figuur geven per model het normverbruik weer, d.w.z. het brandstofverbruik zoals bepaald op de typekeuring. Het op deze manier geschatte brandstofverbruik van plug-ins bij rijden op de verbrandingsmotor is per model weergegeven in Tabel 2.



Figuur 2: Verdeling van alle tankbeurten op basis van het gemiddeld verbruik per tankbeurt uitgedrukt in de afgelegde afstand per liter brandstof en inschatting van het gemiddeld verbruik bij rijden op de verbrandingsmotor (voor uitleg zie tekst)

Van de BMW i3 zijn slechts data van 27 voertuigen beschikbaar, wat niet voldoende is om bovengenoemde analyse uit te voeren. Ook is het aantal tankbeurten van deze voertuigen beperkt: rond de 6 tankbeurten per voertuig, met een gemiddeld brandstofverbruik van 1.52 liter per 100 kilometer, ofwel 66 kilometer per liter. Het normverbruik van de i3 is 0.6 liter per 100 km. In tegenstelling tot de andere voertuigen betreft dit een range-extender voertuig (EREV), niet geschikt voor normaal gebruik op alleen de brandstofmotor.

Met de gegevens in Tabel 2 kan voor alle tankbeurten onder de groene curve in Figuur 2 het aandeel elektrisch gereden kilometers worden geschat. De extra kilometers per liter worden verondersteld op de batterij gereden te zijn.

Tabel 2: Het geschat gemiddeld brandstofverbruik van plug-ins bij rijden op de verbrandingsmotor.

Zonder laden	Brandstof-efficiëntie	Spreiding	Brandstof-verbruik	CO₂-emissie	Jaar-kilometrage
	[km/liter]	[km/liter]	[l/100km]	[g/km]	[km]
Opel Ampera	16,2	3,5	6,2	147	24.800
Chevrolet Volt	15,4	2,9	6,5	154	32.300
Toyota Prius Plug-in	19,7	3,0	5,1	120	28.700
Volvo V60 PHEV (diesel)	16,4	3,5	6,1	162	37.500
Mitsubishi Outlander PHEV	12,4	2,2	8,1	191	31.800

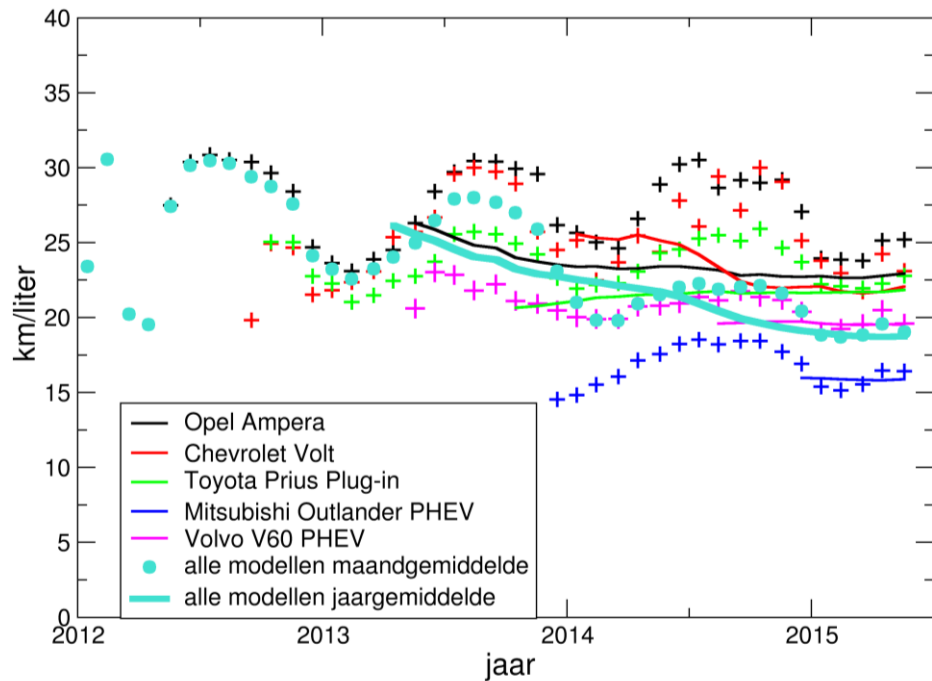
2.3 Verloop van brandstofverbruik in de tijd

Gegeven het geschatte verbruik bij rijden op brandstof uit het vorig hoofdstuk kan er een inschatting gemaakt worden van het aandeel elektrisch rijden. Dat aandeel hangt af van de elektrische actieradius van het voertuig (en dus van de laadcapaciteit van de batterij) en van hoe vaak er geladen wordt. De verwachting is dat met voertuigen met een grote batterij gemiddeld meer elektrisch gereden wordt. Een analyse van trends in het verbruik als functie van de tijd geeft inzicht in de mate waarin het aandeel elektrisch rijden verandert.

Over het jaar varieert zowel het brandstofverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor als het stroomverbruik bij elektrisch rijden met de temperatuur en de situatie op de weg. In de winter is het verbruik hoger dan in de zomer. Een gemiddelde waarde per kwartaal maakt dit niet goed duidelijk, maar op basis van de maand-tot-maand verandering is dit wel goed te zien. Voor conventionele voertuigen is gemiddelde totale seizoenvariatie 6% voor benzine en 4% voor diesel voertuigen [Ligterink & Smokers 2013]. Voor plug-in voertuigen lijken deze seizoenvariaties, weergegeven in Figuur 3 op basis van brandstofefficiëntie (km/liter), een stuk groter.

Behalve door seizoenvariaties in weers- en verkeerssituaties kunnen de onderliggende data ook beïnvloed zijn door veranderingen in de gemiddelde eigenschappen van de gebruikersgroep. In Figuur 1 staan de aantallen tankbeurten per maand uitgezet, wat aangeeft dat het aantal gebruikers groeit met de tijd. In het bijzonder is de verwachting dat de trend van de Mitsubishi Outlander PHEV sterk beïnvloed wordt door het toenemende aantal voertuigen in de loop van het jaar 2014. Daarnaast is ook bekend dat het gemiddelde brandstofverbruik voor alle voertuigen, ook conventionele, het laatste jaar met een paar procent is afgenomen vanwege de lage filedruk en de zachte winter [Ligterink & Eijk 2014].

Het brandstofverbruik (in liter/100km) van de Opel Ampera's en Chevrolet Volts is over de laatste jaren gestegen (de brandstofefficiëntie in km/liter is gedaald), terwijl dat voor de Toyota Prius Plug-ins gedaald is. Voor de Volvo V60 en Mitsubishi Outlander PHEVs is er onvoldoende data voor een trendanalyse.



Figuur 3: De gereden afstand op een liter brandstof (brandstofefficiëntie op basis van alle kilometers gedeeld door alle liters) uitgezet per maand laat duidelijk de seizoenvariëaties zien. Het voortschrijdend jaargemiddelde van de brandstofefficiëntie in km/liter van de Opel Ampera en Chevrolet Volt laat een dalende trend zien. Voor de Toyota Prius Plug-in is een opgaande trend zichtbaar. Voor de Volvo V60 PHEV en de Mitsubishi Outlander PHEV is er nog onvoldoende data voor een trendanalyse. De Volvo V60 PHEV valt op door de kleine seizoenvariëaties. Over alle modellen gemiddeld laat het voortschrijdend jaargemiddelde van de brandstofefficiëntie een dalende trend zien.

2.4 Bepaling van trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers: een vlootperspectief

Het brandstofverbruik van plug-in hybride voertuigen, en het daarmee samenhangende aandeel elektrisch gereden kilometers, kan vanuit twee perspectieven worden geanalyseerd. In deze paragraaf hanteren we een vlootperspectief, waarmee wordt bedoeld dat we middelen over alle voertuigen en alle gereden kilometers.

Dit genereert het volgende type antwoorden:

- Van alle met PHEVs gereden kilometers wordt gemiddeld x % elektrisch afgelegd;
- Gemiddeld over alle gereden kilometers verbruiken PHEVs y l/100km brandstof (of rijden ze $100/y$ km per liter) en stoten ze z g/km CO_2 uit.

Resultaten van deze analyse zijn dus van belang voor inzicht in het netto effect van de inzet van PHEVs op energiegebruik en CO_2 -emissies. In een dergelijke analyse weegt het praktijkverbruik van auto's die veel kilometers maken zwaarder mee dan van voertuigen met een laag jaarkilometrage.

In paragraaf 2.5 zullen we m.n. het aandeel elektrisch gereden kilometers vanuit een gebruikersperspectief analyseren. In dit type analyse weegt iedere gebruiker

even zwaar mee in het bepalen van het gemiddelde, ongeacht het aantal kilometers dat hij/zij rijdt.

Om veranderingen in het aandeel elektrisch gereden kilometers zichtbaar te maken, wordt gebruik gemaakt van de trends in brandstofverbruik uit Figuur 3. Daarin zijn met een voortschrijdend jaargemiddelde de seizoenvariëaties uitgemiddeld. Door dit “moving average” te combineren met het over langere tijd gemiddelde brandstofverbruik bij rijden op de verbrandingsmotor, zoals bepaald uit Figuur 2, kan per maand een voortschrijdend jaargemiddelde voor het aandeel elektrisch gereden kilometers worden bepaald.

Tabel 3 geeft het resultaat met betrekking tot het aandeel elektrisch gereden kilometers weer voor de verschillende modellen PHEVs alsmede het gemiddelde voor alle PHEVs samen. Het jaargemiddelde is het voortschrijdend gemiddelde over de voorgaande twaalf maanden, waardoor de seizoenvariëaties worden uitgemiddeld. Bij de Opel Ampera en Chevrolet Volt is te zien dat het aandeel elektrisch rijden over de afgelopen kwartalen is afgenomen. Voor de Toyota Prius Plug-in is juist een stijgende trend te zien. Voor de Mitsubishi Outlander PHEV en de Volvo V60 PHEV zijn nog onvoldoende data aanwezig om een trend af te leiden. Het gemiddelde over alle modellen laat een dalende trend zien. Dit laatste is mede het gevolg van het groeiende aandeel Volvo V60 PHEVs en Mitsubishi Outlander PHEVs, die een wat kleinere actieradius hebben dan de Opel Ampera en Chevrolet Volt en daardoor in de praktijk een kleiner deel van hun kilometers elektrisch rijden.

Tabel 3: Aandeel elektrisch gereden kilometers, gemiddeld over alle gereden kilometers, op basis van de fits in Figuur 3, vergeleken met de waarde die gebruikt is voor de typekeuringstest. De waarden per kwartaal zijn voortschrijdende gemiddelden over het voorgaande jaar, zodat seizoenvariëaties worden uitgefilterd.

	Type-keuring	Voortschrijdend gemiddelde per kwartaal (op basis van jaar voorafgaand aan kwartaal)							
		Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	77%	37.4%	34.3%	31.1%	30.3%	30.8%	29.0%	28.7%	28.4%
Chevrolet Volt	77%		38.9%	38.1%	38.9%	38.1%	31.3%	30.1%	28.7%
Toyota Prius Plug-in	50%			5.9%	7.9%	8.7%	8.8%	9.0%	9.2%
Volvo V60 PHEV	66%						16.5%	16.9%	16.0%
Mitsubishi Outlander PHEV	68%							22.3%	21.7%
Gemiddeld		32.6%	32.7%	30.5%	27.9%	28.1%	28.2%	27.4%	26.1%

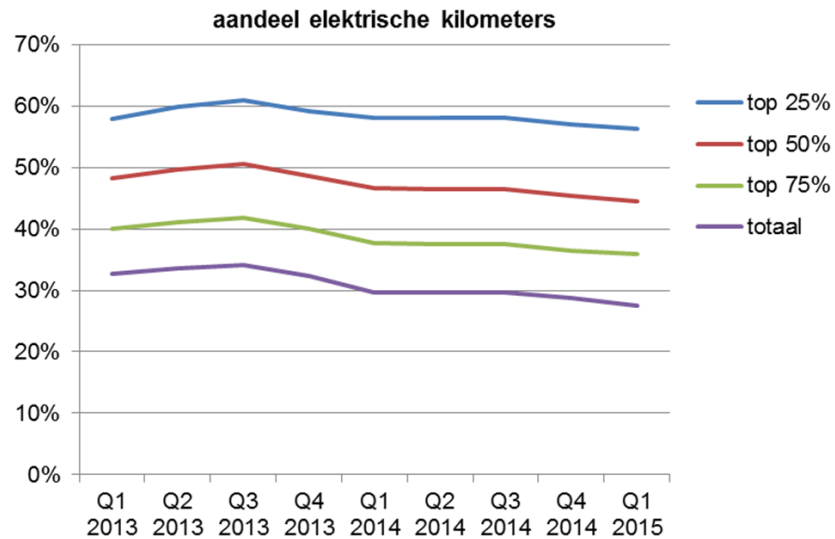
N.B. Per model is pas een kwartaalcijfer opgenomen als er tenminste een jaar data beschikbaar is waarover seizoenvariëaties kunnen worden uitgemiddeld. Voor het gemiddelde zijn wel alle modellen in de database meegenomen, ongeacht of er al een jaar data is. Hierdoor wordt het effect van de ingroei van nieuwe modellen beter weergegeven.

2.5 Bepaling van trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers: een gebruikersperspectief

In deze paragraaf zullen we het aandeel elektrisch gereden kilometers vanuit een gebruikersperspectief analyseren. Dit genereert het volgende type antwoorden:

- De gemiddelde gebruiker van een PHEV rijdt xx% van zijn kilometers op uit het elektriciteitsnet geladen elektriciteit;
- De best 50% PHEV-rijders rijden gemiddeld xx% van de kilometers elektrisch.

In dit type analyse weegt iedere gebruiker even zwaar mee in het bepalen van het gemiddelde, ongeacht het aantal kilometers dat hij/zij rijdt.



Figuur 4: Het jaargemiddelde aandeel elektrisch gereden kilometers voor de 75%, 50% en 25% beste PHEV-rijders in de gehele PHEV vloot. De waarden per kwartaal zijn voortschrijdende gemiddelden over het voorgaande jaar, zodat seizoenvariëaties worden uitgefilterd.

De doelstellingen van de Stuurgroep PHEV van het Formule E-team richten zich vooral op het in kaart brengen van de voortrekkers, het daarmee aantonen van de haalbare reductie van CO₂-emissies, en op maatregelen om een grotere groep gebruikers te verleiden het gedrag van de koplopers te kopiëren. Daarom wordt er als indicator ook gekeken naar trends in het aandeel elektrisch gereden kilometers van de 50% best presterende PHEV-rijders. Een eerste analyse is weergegeven in Figuur 4. Voor de hele PHEV-vloot (alle modellen) ligt het gemiddelde over alle bestuurders rond de 30%, in lijn met resultaten van de middeling over alle kilometers in Tabel 3. Voor de 50% beste PHEV-rijders schommelt het aandeel tussen de 44 en 51%. De 25% beste PHEV-bestuurders halen zelfs een aandeel van tussen de 57 en 61%. Alle lijnen tonen vergelijkbare trends. Na een stijging in 2013 is er over de laatste 6 gemonitorde kwartalen een daling te zien van het aandeel elektrische kilometers. Hier is een licht verschil te zien tussen de middeling over voertuigen / berijders in deze paragraaf en de middeling over gereden kilometers uit de voorgaande paragraaf.

In Tabel 4 en Tabel 5 is dezelfde analyse per model uitgevoerd, waarbij alleen data zijn meegenomen van bestuurders die in het in het jaar voorgaande aan de datum ten minste 3000 km hebben gereden. Tabel 4 geeft het percentage van de totale PHEV-kilometers dat door de beste 50% PHEV-rijders elektrisch wordt afgelegd, in vergelijking met de waarde in de typekeuringstest. De tabel laat zien dat het aandeel elektrisch gereden kilometers voor de beste 50% PHEV-rijders ongeveer twee keer zo hoog is als het gemiddelde voor alle met PHEVs gereden kilometers.

Als in plaats van de 50% beste een kleinere groep van de 25% beste PHEV-rijders wordt genomen (Tabel 5), dan is het maximale potentieel voor het aandeel elektrisch rijden met PHEVs in de praktijk goed zichtbaar.

Tabel 4: Percentage van de totale PHEV-kilometers dat door de beste 50% PHEV-rijders elektrisch wordt afgelegd, in vergelijking met de waarde in de typekeuringstest. De waarden per kwartaal zijn voortschrijdende gemiddelden over het voorgaande jaar, zodat seizoensvariaties worden uitgefilterd.

	Type-keuring	Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	77%	57.7%	59.1%	60.2%	60.2%	60.1%	60.1%	60.7%	58.9%
Chevrolet Volt	77%		61.7%	59.4%	60.0%	61.0%	62.4%	61.4%	60.8%
Toyota Prius Plug-in	50%			30.4%	30.0%	30.1%	31.1%	31.5%	30.8%
Volvo V60 PHEV	66%						38.9%	37.9%	36.9%
Mitsubishi Outlander PHEV	68%							46.9%	45.4%

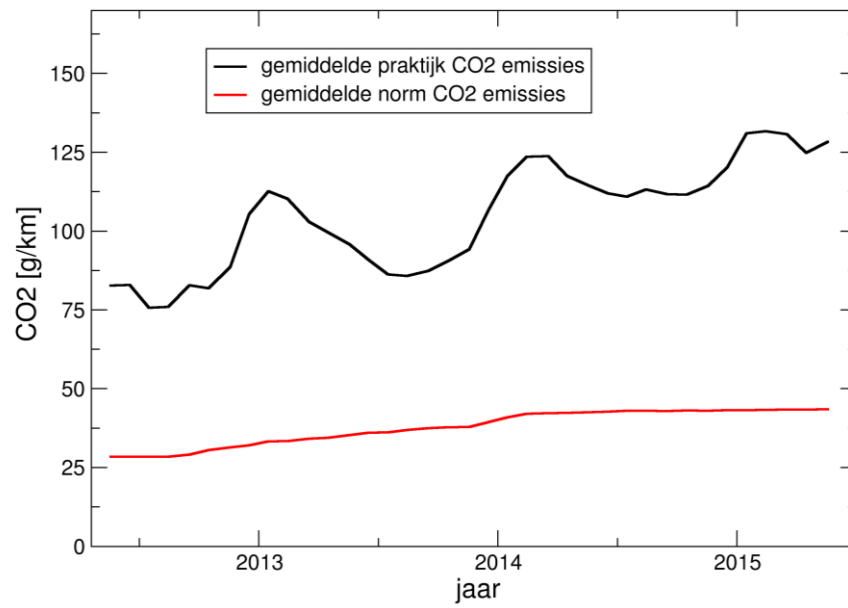
Tabel 5: Percentage van de totale PHEV-kilometers dat door de beste 25% PHEV-rijders elektrisch wordt afgelegd, in vergelijking met de waarde in de typekeuringstest. De waarden per kwartaal zijn voortschrijdende gemiddelden over het voorgaande jaar, zodat seizoensvariaties worden uitgefilterd.

	Type-keuring	Q2 2013	Q3 2013	Q4 2013	Q1 2014	Q2 2014	Q3 2014	Q4 2014	Q1 2015
Opel Ampera	77%	66.1%	67.3%	68.1%	68.5%	68.0%	68.2%	68.6%	67.2%
Chevrolet Volt	77%		68.6%	67.1%	68.7%	68.1%	69.9%	68.8%	68.2%
Toyota Prius Plug-in	50%			39.2%	39.4%	39.0%	39.7%	39.7%	39.2%
Volvo V60 PHEV	66%						48.1%	47.2%	45.6%
Mitsubishi Outlander PHEV	68%							56.5%	55.1%

2.6 CO₂-emissies volgens de norm en in de praktijk

Bij conventionele voertuigen wordt de laatste 10 jaar een groeiend verschil waargenomen tussen het praktijkverbruik en typekeuringswaarden. Als gevolg daarvan vertaalt het, mede onder invloed van Brusselse CO₂-normen, dalende gemiddelde normverbruik zich maar beperkt in een daling van het gemiddelde praktijkverbruik.

Voor de Nederlandse PHEV-vloot neemt het gemiddelde normverbruik over de laatste jaren juist toe als gevolg van het toenemende aandeel van grotere voertuigen met een kleinere elektrische actieradius. Het gemiddelde verschil tussen praktijk en typekeuring daalde aanvankelijk licht maar groeit sinds begin 2014 ook, waardoor het gemiddelde praktijkverbruik harder stijgt dan het gemiddelde normverbruik. Dit is weergegeven in Figuur 5. Door alle tankgegevens bij elkaar te nemen is ook de seizoenvariatie duidelijk zichtbaar.



Figuur 5: Ontwikkeling van de gemiddelde CO₂-emissies van de gemonitorde PHEV-vloot volgens de typekeuring (norm-emissies) en in de praktijk. De stijgende lijnen worden deels veroorzaakt door een dalend aandeel elektrisch gereden kilometers en deels door de veranderende samenstelling van het PHEV wagenpark.

3 Conclusies

Om de voortgang te monitoren met betrekking tot de in het “Plan van Aanpak verbeteren gebruik Plug-In hybride auto’s” geformuleerde doelstellingen worden in dit rapport gebruiksdata van plug-in hybride elektrische voertuigen (PHEVs) geanalyseerd. Hoewel laadgegevens van PHEVs op dit moment nog niet beschikbaar zijn, kan er toch op basis van de tankbeurten een goed beeld worden afgeleid van (trends in) het gemiddeld aandeel elektrisch gereden kilometers van de verschillende plug-in hybride voertuigmodellen. Uit dit beeld kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het gemiddeld aandeel van de totaal gereden kilometers dat elektrisch wordt afgelegd is sterk verschillend voor de verschillende modellen en varieert van 6% tot 39%, op basis van de in dit rapport geanalyseerde data. Het gemiddelde over alle voertuigen ligt rond de 29%.
- Bij de Opel Ampera en Chevrolet Volt is het aandeel elektrisch rijden over de afgelopen kwartalen afgenomen. Bij de Toyota Prius Plug-in is een stijgende trend te zien, maar is het gemiddelde aandeel wel kleiner. Voor de Mitsubishi Outlander PHEV en de Volvo V60 PHEV zijn nog onvoldoende data aanwezig om een trend af te leiden. Gemiddeld over alle modellen en gereden kilometers is echter een dalende trend zichtbaar in het aandeel elektrisch gereden kilometers. Dit is mede het gevolg van het sinds eind 2013 groeiende aandeel Volvo V60's en Mitsubishi Outlander PHEVs. Deze modellen hebben een kleinere actieradius dan de Opel Ampera en Chevrolet Volt en laten in de praktijk ook een lager aandeel elektrisch rijden laten zien dan het gemiddelde voor de Opel Ampera, Chevrolet Volt en Toyota Prius Plug-in, die al wat langer onderdeel uitmaken van de PHEV-vloot.
- Het gemiddelde aandeel elektrisch gereden kilometers dat wordt gerealiseerd door de 50% PHEV-rijders, die van het totale bestand PHEV-rijders het meest elektrisch rijden, ligt rond de 48%. Deze indicator laat schommelingen zien en voor 2014 ten opzichte van 2013 een licht dalende trend. De beste 25% PHEV-rijders realiseert zelfs een aandeel van rond de 59%. Analyses per model laten zien dat de beste 50% en 25% per model door de tijd een redelijk constant aandeel elektrisch rijden.
- Over de afgelopen anderhalf jaar stijgt de gemiddelde normwaarde voor de CO₂-emissies van de gemonitorde vloot PHEVs. Dit is het gevolg van bovengenoemde veranderingen in de vlootsamenstelling. De gemiddelde praktijkemissies stijgen harder als gevolg van een toenemend verschil tussen typekeuring en praktijk die weer het gevolg is van het dalende aandeel elektrisch gereden kilometers.
- De relatieve afwijking tussen praktijkemissies en normwaarde daalde tot en met het eerste kwartaal van 2014, maar laat sindsdien een stijgende trend zien. Zelfs met een gemiddelde relatieve afwijking van het praktijkverbruik van rond de 170% ten opzichte van de typekeuringswaarden zijn deze voertuigen in de praktijk echter nog steeds relatief zuinig vergeleken met veel conventionele auto's. Maar een dergelijke afwijking van de norm, in combinatie met het aandeel elektrisch rijden dat door de beste 50% PHEV-rijders wordt gerealiseerd, geeft ook aan dat er potentieel is voor significante verbetering.

4 Ondertekening

Delft, 10 juni 2015

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Goethem', with a long horizontal stroke extending to the right.

Sam van Goethem
Projectleider

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. Ligterink', with a circular flourish on the left and a long horizontal stroke on the right.

Norbert E. Ligterink
Auteur