

Stieltjesweg 1
Postbus 155
2600 AD Delft

www.tno.nl

T +31 15 269 20 00

F +31 15 269 21 11

info-lenT@tno.nl

TNO-rapport

MON-RPT-2010-00114

**CO2 uitstoot van personenwagens in norm en
praktijk - analyse van gegevens van zakelijke
rijders**

Datum	19 januari 2010
Auteur(s)	Dr. N.E. Ligterink Dr. B. Bos
Opdrachtgever	Minister van VROM Directoraat-generaal Milieubeheer, DGM t.a.v. de heer R.F.A. Cuelenaere Postbus 30945 2500 GX DEN HAAG
Projectnummer	033.22461
Aantal pagina's	19 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke 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 onderzoeksopdrachten 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.

© 2010 TNO

Samenvatting

Het brandstofverbruik van voertuigen, en de daarbij behorende CO₂ uitstoot, komt in de praktijk over het algemeen niet overeen met het normverbruik gemeten tijdens de typegoedkeuring van een voertuig. Dit is al lange tijd bekend. Het gebruik van het voertuig en het rijgedrag van de bestuurder beïnvloeden in belangrijke mate het praktijkverbruik, en dat wijkt doorgaans af van de standaardtest (NEDC), die gekenmerkt wordt door een relatief groot aandeel lage snelheid en lage rijdynamiek.

Een manier om inzicht te krijgen in het verschil tussen norm- en praktijkverbruik is analyse van gegevens van tankpassen. In opdracht van Travel Card Nederland B.V. is door TNO eind 2009 een analyse gemaakt van de verbruiksdata van 240 000 gebruikers van tankpassen. Uit een dergelijke hoeveelheid data kan een representatief beeld worden geschetst van het gemiddelde verbruik van voertuigen, voor deze groep zakelijke gebruikers. Door de grote hoeveelheid beschikbare data kunnen ook diverse trends onderzocht worden.

De belangrijkste conclusie uit de data-analyse is dat de steeds lager wordende waarden voor het normverbruik niet volledig doorwerken in de praktijk. Zuinige voertuigen hebben een grotere afwijking van de norm dan minder zuinige voertuigen. Bij gelijke trend van het zuiniger worden van de voertuigen zal de afwijking van het praktijkverbruik ten opzicht van het normverbruik verder toenemen.

Een belangrijk verschil tussen het praktijkgebruik van voertuigen en de typekeurtest voor het bepalen van het normverbruik is het ontbreken van een substantieel aandeel rijden bij hogere snelheden. De winst die zuinige voertuigen boeken op het buitenwedgeel van de norm (hogere snelheden) is kleiner dan de winst op het stadsdeel van de norm (lagere snelheden). Dat is een belangrijke verklaring voor het groeiende verschil tussen norm- en praktijkverbruik.

Bij voortzetting van de huidige technologische ontwikkeling is de verwachting dat het verschil tussen praktijk- en normverbruik in de toekomst voor alle voertuigen overeen zal komen met dat van de huidige zuinige auto's. Dit heeft als gevolg dat de verhouding tussen norm- en praktijkverbruik in de toekomst als in onderstaande tabel zal ontwikkelen.

Normwaarde CO₂ [g/km]	Praktijk diesel [g/km]	Praktijk benzine [g/km]
160	193	188
130	169	167
100	142	142

Uit de tabel blijkt dat bij een gemiddelde normwaarde van 160 g/km de gemiddelde praktijkwaarden rond de 190 g/km schommelen. Indien de gemiddelde normwaarde naar 100 gram per kilometer daalt, zal de gemiddelde praktijkwaarde rond de 140 gram per kilometer zijn.

Mogelijkheden om de groeiende afwijking te keren zijn:

1. Het rijgedrag bij hogere snelheden beperken in snelheid (tot 90-100 km/h) en dynamiek.
2. Technologie stimuleren die meer verbruikswinsten behaalt in de praktijk van alledag, waarbij er meer op de snelweg en buitenweg gereden wordt.
3. Onderscheid aanbrengen tussen het stads- en buitenweg gedeelte van de normcyclus, en de prestaties hierop apart beoordelen.

De normwaarde blijft vooralsnog wel een goede maat voor het onderling vergelijken van het brandstofverbruik. In de praktijk liggen verbruikswaarden weliswaar dicht bij elkaar maar zuinigere auto's op de norm blijven ook in de praktijk zuiniger.

Summary

The fuel consumption of vehicles, with the corresponding CO₂ emission, will in general be higher than the fuel consumption on the official test (NEDC). The usage of the vehicle and the driving behavior of the driver affect the real-world fuel consumption. In the test cycle the driving behavior is dominated by low velocities and dynamics.

The records of fuel passes supply a method to gain insight in the differences between real-world and test fuel consumption. For Travel Card Nederland B.V. (Travelcard fuel-pass company), TNO analyzed the usage of 240 000 vehicles over a period of 1.5 year. The amount of data yields statistically significant results despite the large variations from driver to driver, and vehicle to vehicle. Furthermore, different trends can be investigated in this data.

The most important conclusion of the analysis is that the lower fuel consumption in the test does not result in a proportional reduction of the real-world fuel consumption. Fuel-efficient vehicles have a larger deviation between test cycle and practice than less fuel-efficient vehicles. This implies that measures taken to increase the fraction of fuel-efficient vehicles will have a lower effect on the overall fuel-consumption than previously assumed.

An important difference between real-world usage and the testing for the fuel-consumption standard is the absence in the test cycle of a substantial part of driving at higher velocities, as commonly occurs on the Dutch motorways. The more efficient vehicles are particularly efficient in the urban part of the test, and less in extra-urban and motorway driving behavior. This is an important explanation of the difference between test and real-world efficiency.

With the current trend of increased fuel efficiency the expectation arises that the difference between test and real-world increases. The trend based on the differences in the current modern vehicle fleet is:

Test value CO₂ [g/km]	Real-world diesel [g/km]	Real-world petrol [g/km]
160	193	188
130	169	167
100	142	142

From the table it follows that lowering the current test value of 160 g/km, which corresponds to about 190 g/km real-world emission; 100 g/km will yield an average real-world emission of about 140 g/km.

Two possibilities to stop the increasing gap between real-world and test, with the lowering of the average test value, are:

1. Restrict the driving behavior and speed (to 90-100 km/h).
2. Stimulate technology with has fuel-efficiency gains in real world circumstances, such as on the motorway.
3. Distinguish between the city- and motorway part of the test cycle, and judge the performance on these parts separately.

Despite the lack of direct translation between test and real-world emissions, the test is still a good way to compare different vehicles. Vehicles that have higher fuel efficiency in the test cycle will remain more fuel efficient in practice as well. Only the differences between vehicles are less than the test would lead on to expect.

Inhoudsopgave

	Samenvatting.....	2
1	Inleiding.....	7
2	Data-analyse brandstof transacties	8
2.1	Data filtering.....	8
2.2	Data analyse: verbruiksmodel.....	9
2.3	Belangrijkste resultaten.....	9
3	Discussie.....	13
3.1	Oorzaken van de afwijking tussen praktijk en norm.....	13
3.2	Hoe de trend te keren?	14
3.3	Hoe representatief zijn de data?.....	15
4	Conclusie en implicaties	16
5	Ondertekening.....	17
	Bijlage(n)	
	A De technologiefactor	
	B De gebruiksfactor	

1 Inleiding

In opdracht van Travel Card Nederland B.V. is door TNO een analyse gemaakt van de verbruiksdata van 240 000 gebruikers van tankpassen. Uit een dergelijke hoeveelheid data kan een representatief beeld worden geschetst van het gemiddelde verbruik van voertuigen, voor deze groep zakelijke gebruikers.

De data behelst transactie gegevens van iedere tankbeurt van de tankpashouder: brandstofsoort, aantal liters, tankdatum, kenteken van het voertuig en de door de gebruiker ingevoerde kilometerstanden. Vooral de kilometerstand is niet altijd even nauwkeurig opgegeven. Maar ook andere problemen, zoals tankbeurten buiten de transactielijst om, en vervangende voertuigen maken de data bewerkelijk. Daarom is aan de analyse een zeer uitvoerige datafiltering vooraf gegaan, waarbij een groot deel van de data als beperkt betrouwbaar werd aangemerkt, en niet is gebruikt.

De gegevens zijn van belang omdat ze inzicht geven in de relatie tussen CO₂ uitstoot in de praktijk en de uitstoot in de typekeuringstest. Daarnaast geven de data inzicht in het effect van de trend naar zuiniger auto's, zoals gedreven door o.m. Europese wetgeving, op de uitstoot van CO₂ in de praktijk.

2 Data-analyse brandstof transacties

2.1 Data filtering

De reden dat Travel Card Nederland B.V. TNO heeft ingeschakeld is dat het analyseren van transactiedata niet zo rechttoe rechtaan is als men in eerste instantie zou verwachten. De kilometerstanden worden niet altijd netjes bijgehouden, en daarnaast is een groot aantal andere redenen waarom gegevens niet gebruikt kunnen worden. Om een goede analyse te kunnen uitvoeren is het noodzakelijk eerst de verkregen data zelf grondig te controleren.

Het filteren van de data gebeurt in zes stappen:

- 1 De gegevens van twee en drie opeenvolgende tankbeurten wordt gecombineerd tot twee verbruikscijfers: afstand tussen twee tankbeurten en het aantal liters bij de laatste tankbeurt, en afstand tussen drie tankbeurten, en het totaal aantal liters van de laatste en voorlaatste tankbeurt.
- 2 Pertinent incorrecte verbruikscijfers (minder dan 3 liter/100km en meer dan 20 liter/100km) worden verwijderd, net zoals verkeerde brandstof voor het gekozen voertuig, afgeronde kilometerstanden, tankbeurten binnen enkele minuten na elkaar, enzovoort. Als de data van het verschil tussen twee tankbeurten onbruikbaar is wordt de data van het verschil tussen drie tankbeurten getest, volgens dezelfde criteria.
- 3 Per kenteken wordt er een profiel opgesteld van gemiddeld verbruik en afwijking van het gemiddelde.
- 4 Aan de hand van het profiel wordt de data die meer dan tweemaal de standaarddeviatie afwijkt weggelaten.
- 5 De grootste afwijkingen binnen de data zijn steekproefsgewijs bekeken en plausibel bevonden.
- 6 Vervolgens worden de data vergeleken met het normverbruik. Van een deel van de voertuigen is het normverbruik niet bekend. Daarom is ook een deel van de data verwijderd

Dit levert een gereduceerde dataset op, waarvan de indruk bestaat dat dit het typische woon-werkverkeer van de meeste gebruikers is. Over het algemeen levert dat een constant beeld op, en afwijkingen ontstaan door, bijvoorbeeld, vakantieperiodes. In totaal is 80% van de data verwijderd. De meeste data wordt verwijderd vanwege verkeerde kilometerstanden en korte contractperioden waardoor er geen goed gebruikersbeeld is.

2.2 Data analyse: verbruiksmodel

Na de grondige controle van de data zijn de afhankelijkheden binnen de data onderzocht met behulp van modellen. Dit leidt tot een zogenaamd verbruiksmodel dat de data goed beschrijft. De merites van een model wordt bepaald aan de hand van twee criteria: de kleinste afwijking tussen de data en het model, en in hoeverre het model bijdraagt aan een systematisch beeld. De gebruikte variabelen zijn: de brandstofsoort, het normverbruik, de technologiefactor¹, de gebruiksfactor², en de datum. De technologiefactor is een verhoudingsgetal tussen het verbruik over de stadsrit en buitenwegrit van de NEDC (cyclus waarop het normverbruik bepaald wordt). De gebruiksfactor is een inschatting voor het wegtype waar de meeste kilometers gereden worden.

Visuele inspectie van de data en het model speelt ook een belangrijke rol in de modelkeuze. In sommige gevallen kan het model voor de bulk van de data in de middenmoot een goede fit zijn, maar zijn er in de extremen grote afwijkingen. De keuze is om vooral de hele range goed te bestrijken. In dat geval is de gebruiksfactor wellicht een ongelukkige keuze, omdat bij laag gebruik deze factor naar oneindig gaat. Maar voor de typische range van de data: 0.2 - 5 dagen per 100 km, is deze variabele de beste keuze. Dit komt overeen met een jaarkilometrage van 7 000 tot 180 000 kilometer. Voor 10 000 kilometer of minder worden afwijkingen van het model groot.

Het uiteindelijke model is het praktijkverbruik als een tweedegraads polynoom van het normverbruik, en lineair afhankelijk van de technologiefactor en de gebruiksfactor.

2.3 Belangrijkste resultaten

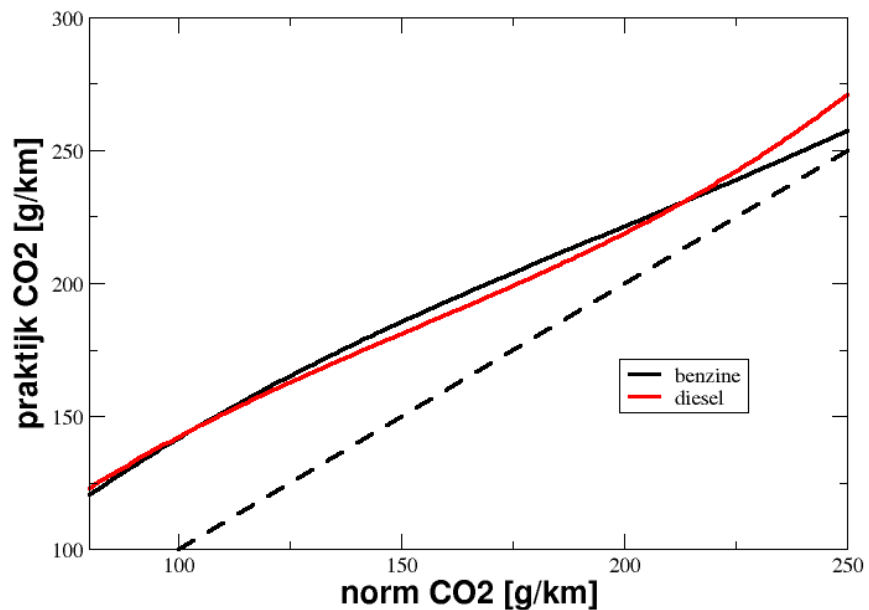
Figuur 1 geeft een illustratie van een verbruiksmodel voor zowel benzine als dieselvoertuigen. De grafiek geeft twee belangrijke zaken aan:

- 1) Het praktijkgebruik ligt in alle gevallen boven het normverbruik
- 2) De afwijking tussen normverbruik en praktijkverbruik is groter voor voertuigen die volgens de norm een lagere CO₂ uitstoot hebben.

Dezelfde trends zijn geïllustreerd in Figuur 2, waar de meerverbruikfactor ten opzichte van de norm is uitgezet tegen de CO₂ uitstoot volgens de norm. In deze grafiek is ook de standaarddeviatie weergegeven.

¹ Zie Appendix A voor een omschrijving van het begrip technologiefactor

² Zie Appendix B voor een omschrijving van het begrip gebruiksfactor



Figuur 1: het verband tussen de CO₂ norm en praktijk, zoals gegeven door het verbruiksmodel, met een jaarkilometrage van 20 000 kilometer en een gemiddelde technologiefactor voor benzine en diesel apart.

De afwijking tussen normverbruik en praktijkverbruik is de afgelopen jaren groter geworden. Dit blijkt onder andere uit de vergelijkbare analyse van de data uit 2008 en de data van 2009. Het normverbruik neemt af en het praktijkverbruik ook, maar het praktijkverbruik volgt het normverbruik niet in gelijke mate. De afwijking is van 15-16% naar 17-18% gegaan. Ook is nu de gemiddelde afwijking voor dieselloertuigen groter, terwijl voorheen dat voor benzinevoertuigen was. Dit komt omdat ook de gemiddelde norm van dieselloertuigen lager is geworden dan de gemiddelde norm van benzinevoertuigen.

Enkele andere belangrijke getallen zijn weergegeven in Tabellen 1 en 2, waar de normwaarden voor zowel stad als buitenweg gegeven zijn.

Tabel 1: De gemiddelde CO₂ uitstoot van alle voertuigen in de data.

	[%]	g/km		g/km	
	techfactor	CO2 norm	CO2 praktijk	CO2 norm stad	buitenweg
Diesel	0.45	155.5	183.4	199.7	129.8
Benzine	0.53	176.4	203.8	236.5	141.2

Table 2: Het gemiddelde normverbruik van alle voertuigen en de data.

	liter/100km		jaarkilometrage	liter/100km	
	normverbruik			normverbruik	praktijkverbruik
	stad	buitenweg			
Diesel	7.54	4.90	36000	5.87	6.92
Benzine	9.95	5.94	27000	7.42	8.57

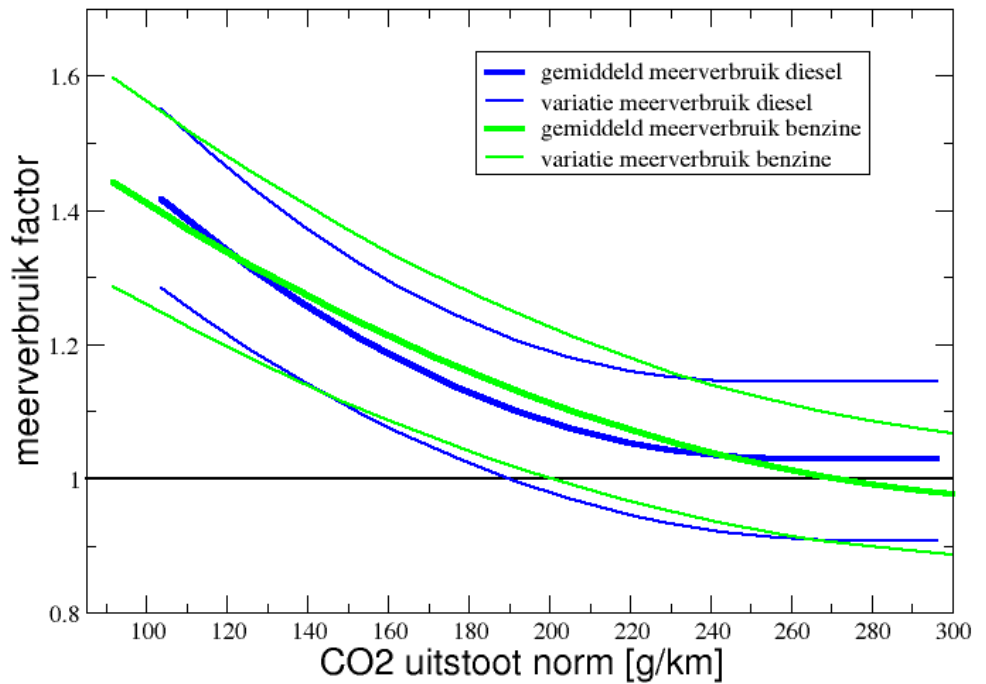


Figure 2: Grafiek van de verbruiksfunctie, uitgezet als de meerverbruiksfactor als functie van CO₂ uitstoot in de. De variatie geeft de standaarddeviatie aan (68% binnen de lijnen). Volgens het model stijgt voor dieselvoertuigen boven de 260 g/km het meerverbruik weer. Uit de beperkte data voor deze groep voertuigen is niet eenduidig vast te stellen of deze trend reëel is of een gevolg van de gekozen polynoom.

Uit Figuur 2 kan worden afgeleid wat de praktijkwaarde voor de CO₂ uitstoot van diesel- en benzine voertuigen is bij verschillende waarden voor de normuitstoot. Dit is getalsmatig weergegeven in Tabel 3. Dit is van belang, omdat het aangeeft dat een verlaging van het normverbruik van nieuwe voertuigen in de toekomst waarschijnlijk ook niet volledig doorwerken in de praktijk, terwijl hier bij diverse berekeningen wel op gerekend wordt.

Tabel 3: Praktijkwaarde voor de CO₂ uitstoot voor verschillende normwaardes, uit Figuur 2.

Normwaarde CO₂ [g/km]	Praktijk diesel [g/km]	Praktijk benzine [g/km]
160	193	188
130	169	167
100	142	142

Naast deze analyse zijn nog een aantal andere uitkomsten vermeldenswaard:

- Het vermoeden bestond dat de buitentemperatuur invloed had op het praktijkverbruik. Door de hogere temperatuur is de luchtweerstand lager. Een tegenwerkend effect is de hogere luchtinlaattemperatuur. Uit de data is er geen jaarvariatie gevonden, en is de datum afgevoerd als variabele uit het model.

Naast de gehele dataset zijn ook merken en modellen, en brandstofsoorten geanalyseerd. Maar ondanks de grote hoeveelheid data levert een uitsplitsing naar meer dan 10 000 verschillende voertuigmodellen onvoldoende statistiek om op dat niveau betrouwbare uitspraken te doen. Wel blijken een aantal merken negatief af te wijken ten opzichte van het brandstofverbruikmodel. De voertuigvlootsamenstelling van deze merken wordt gekenmerkt door een heel groot aandeel SUV's. De groep SUV voertuigen heeft een hoog normverbruik en ook een extra hoog praktijkverbruik.

3 Discussie

3.1 Oorzaken van de afwijking tussen praktijk en norm

Er zijn een aantal bekende oorzaken voor de afwijking tussen normverbruik en praktijkverbruik:

1. Het verschil in het relatieve aandeel stadsritten en snelwegritten tussen typekeuringscyclus en (de Nederlandse) praktijk
2. Additioneel energieverbruik door accessoires zoals airconditioning en verlichting
3. Additioneel brandstofverbruik door bagage of extra passagiers.

Alle drie deze oorzaken dragen er ook aan bij dat de afwijking tussen normverbruik en praktijkverbruik groter is voor kleinere, zuiniger auto's. Dit wordt hieronder verder toegelicht. Overigens zijn hiermee niet alle mogelijke oorzaken genoemd.

Typekeurcyclus versus praktijk

De huidige typekeurcyclus, de NEDC of ook wel MVEG-B genoemd, bestaat uit een stadsrit en een buitenwegrit. De verhouding van de stads- en buitenwegrit uitgedrukt in afgelegde afstand is ongeveer 35% stad en 65% buitenweg. In Nederland geldt in de praktijk dat ca. 25% van de kilometers in de stad, 35% op de buitenweg en ca. 40% van de kilometers op de snelweg worden afgelegd.

Alle technologische verbeteringen ten spijt, blijven de natuurwetten parten spelen bij het verlagen van het praktijkverbruik. Bij het in beweging zetten van een voertuig is er veel energie nodig om het grote gewicht op snelheid te brengen. Hierdoor zijn lichtere voertuigen veel zuiniger dan zware voertuigen in situaties waarin vaak wordt opgetrokken, d.w.z. bij stadsgebruik. Bij de hogere snelheden is het frontale oppervlak (ongeveer breedte x hoogte) verantwoordelijk voor de luchtweerstand die overwonnen moet worden, en speelt het gewicht veel minder een rol. Het verbeteren van de vorm geeft wel wat lagere luchtweerstand, maar hier is bij moderne voertuigen weinig meer te winnen.

Uit diverse analyses uitgevoerd door TNO blijkt dat de verbruikswinst in het geval van zuiniger voertuigen met name in het stadsdeel van de cyclus wordt gerealiseerd, m.a.w. zuiniger voertuigen zijn vooral zuiniger in het stadsdeel van de cyclus en minder in het buitenwedgeel. In het licht van de vorige alinea is dit ook logisch. Zoals boven gezegd, bevat de typekeurcyclus relatief meer stadsgebruik dan de Nederlandse praktijk. Hierdoor telt de verbruikswinst die tijdens de stadsrit geboekt wordt in het uiteindelijke praktijkverbruik dus minder zwaar mee dan in het normverbruik. Bovendien zal de verbruiksafname in de stad in de praktijk lager zijn dan in de test door het veel dynamischere karakter van het praktijk rijgedrag in de stad ten opzichte van de stadsrit in de NEDC cyclus.

Samenvattend: voertuigen worden zuiniger in de typekeurtest omdat ze zuiniger worden tijdens het stadsgedeelte van deze test. Om deze reden is het verschil in relatief aandeel stadsrit tussen praktijk en typekeuring dus ook steeds belangrijker naarmate het voertuig zuiniger is. Dit verklaart waarom de discrepantie tussen norm en praktijk groter wordt voor zuiniger voertuigen.

Uit de transactiedata kan het rijgedrag, d.w.z. de snelheden en de snelheidsvariaties, niet achterhaald worden. Maar gesteld kan worden dat van de 10% niet door het model verklaarde variatie in praktijkverbruik een groot deel verklaard wordt door het rijgedrag. Bijvoorbeeld of iemand systematisch 100 km/h rijdt of 120 km/h op de snelweg heeft al een groter verschil dan de 10% in het praktijkverbruik.

Energieverbruik van accessoires

Een andere onbekende factor in het brandstofgebruik zijn de accessoires zoals verlichting en airconditioning in de voertuigen. Bij voertuigen op de test staan de installaties, zoals lichten en airconditioning die niet zijn verbonden aan het voortbewegen van het voertuig, uit. Dit is op zich dus al een reden voor een hoger verbruik in de praktijk. Inschattingen die zijn gemaakt voor het bezit en gebruik van airconditioning geven een meerverbruik van 5-10% voor de Nederlandse omstandigheden. Hierbij moet worden opgemerkt dat airconditioning niet alleen gebruikt wordt voor koelen bij hoge buitentemperatuur, maar ook voor ontwasemen bij lagere temperatuur. Daarnaast vragen elektrische installaties waaronder de verlichting ook energie, die samen op kan tellen tot enkele procenten van het totaalverbruik.

De motor van een personenauto levert per kilometer ongeveer 0.5 MJ (0.14 kWh) mechanische energie. In het geval van een snelheid van 70 km/h, komt dat overeen met een vermogen van 25 kW. In dat opzicht is het aandeel van bijvoorbeeld verlichting 1-2% van het totale vermogen. Bij lagere snelheden en bij zuinigere voertuigen is het aandeel groter, omdat het totale vermogen kleiner is. Dit is een additionele oorzaak voor het feit dat bij zuiniger auto's de discrepantie tussen praktijk en typekeuring groter is.

Bagage en passagiers

Naast het ontbreken van energieverbruik door accessoires op de test, wordt er ook getest met het gewicht van een enkele bestuurder en geen extra gewicht door bagage. Grofweg komt de relatieve toename van het totaalgewicht overeen met de toename van de CO₂ uitstoot. Dus voor een voertuig van 1400 kg, geeft een extra passagier van 70 kg een toename van 5% in CO₂. Ook in dit geval is het relatieve effect groter voor lichtere voertuigen.

3.2 Hoe de trend te keren?

De afwijking tussen norm en praktijk kan simpel gezegd op drie manieren gekeerd worden:

- Door rijgedrag te stimuleren dat meer lijkt op de testcyclus. Dit behelst vooral beperking van de snelheid bij hogere snelheden (tot 90-100 km/h) en reductie van de dynamiek bij lagere snelheden (bijvoorbeeld door gerichte verkeersmaatregelen).

- Door technologie te stimuleren die tot meer verbruikswinst leidt in de praktijk van alledag, waarin er meer op snelweg en buitenweg gereden wordt. Zoals boven al aangegeven is dit gecompliceerd, aangezien de meeste voor de hand liggende maatregelen (hybridisering, engine downsizing, start-stop, etc.) vooral in de stad effect sorteren.
- Door in de testcyclus een duidelijk onderscheid te maken tussen het stadsdeel en het buitenwedgedeel, en de prestaties hierop apart te beschouwen.

In dit kader is ook de ontwikkeling van de zg. WLTP (World Light-duty Test Protocol) van belang.

In 2009 is de ontwikkeling van een nieuwe wereldwijde testprocedure voor light-duty voertuigen gestart (de WLTP). Een onderdeel van deze nieuwe testprocedure is een nieuwe ritcyclus. Deze nieuwe ritcyclus zal op termijn de huidige typekeur ritcyclus (de MVEG-B of NEDC cyclus) vervangen (ca 2016)

Om het praktijkverbruik van light-duty voertuigen in de toekomst beter te kunnen vergelijken met het normverbruik, gemeten op de nieuwe typekeurcyclus, is het van belang onderscheid in verschillende verkeerssituaties zoals in de stad, buitenweg en snelweg te maken. Aangezien de nieuwe ritcyclus voor light-duty voertuigen een wereldwijd toegepaste ritcyclus moet worden, zal getracht worden wereldwijd gemiddeld rijgedrag en voertuiggebruik te representeren. De verhouding tussen de stad, buitenweg en snelweg zal zeer waarschijnlijk afwijken van de Nederlandse situatie. Dit kan eventueel met weefactoren ondervangen worden. Naast het onderscheiden van de genoemde verkeerssituaties dient de nieuwe ritcyclus, voor een kleiner verschil tussen norm- en praktijkverbruik, de dynamiek (met name in de stad) van de praktijk beter te representeren. Zowel de koper van een voertuig als andere partijen kunnen hiermee hun voordeel doen.

3.3 Hoe representatief zijn de data?

De voertuigen in de geanalyseerde groep zijn vooral de nieuwere modellen, waarmee veel kilometers gereden worden. Ze vormen dus een groot aandeel van het verkeer op de weg, maar zijn wellicht niet volledig representatief voor al het lichte wegverkeer. De modellen omspannen wel het grootste gedeelte van het wagenpark. Het gemiddeld normverbruik van de geanalyseerde groep komt redelijk goed overeen met het gemiddelde normverbruik van alle in Nederland verkochte auto's.

De gebruiksfactor (zie Appendix B) is de belangrijkste maat om de afwijking tussen deze groep en het landelijk gemiddelde aan te geven. Uit de analyse blijkt dat het effect van de gebruiksfactor slechts enkele procenten variatie geeft. De consequentie is dat ander gebruik, bijvoorbeeld meer stad en minder snelweg, maar beperkt het totale verbruik beïnvloedt. De afgenomen technologie factor geeft dat ook aan.

De veelgehoorde suggestie dat zakelijke rijders alleen sportief en in grote dieselauto's rijden wordt niet gestaafd door deze data. Er zijn ook veel kleine, zuinige en benzinevoertuigen in de data. Daarnaast wijken merken met sportieve modellen, en de sportieve modellen binnen gevestigde merken, niet systematisch af.

4 Conclusie en implicaties

Het praktijkverbruik van voertuigen is hoger dan het normverbruik gemeten over de typekeurcyclus. Daarnaast is het verschil tussen normverbruik en praktijkverbruik groter voor zuiniger voertuigen.

Deze verschillen worden veroorzaakt door het gebruik van het voertuig, waarbij de voordelen behaald op het normverbruik niet volledig doorwerken in de praktijk. Met name het relatief grote aandeel snelwegkilometers in Nederland speelt hier een grote rol.

Een verlaging van het normverbruik van nieuwe voertuigen in de toekomst zal daarom waarschijnlijk ook niet volledig doorwerken in de praktijk. Het verschil zal naar verwachting zelfs groeien als er geen andere technologie of klasse voertuigmodellen komen.

Het toenemende verschil tussen norm- en praktijkverbruik van personenvoertuigen is onder meer van belang omdat hiermee niet is gerekend is in projecties van de CO₂ uitstoot van personenwagens in onder andere het Schoon en Zuinig programma. De consequenties hiervan worden momenteel door TNO, PBL en VROM onderzocht.

Mogelijkheden om de groeiende afwijking te keren zijn onder andere:

1. Het rijgedrag bij hogere snelheden beperken in snelheid (tot 90-100 km/h) en dynamiek.
2. Technologie stimuleren die meer verbruikswinsten behaalt in de praktijk van alledag, waarbij er meer op de snelweg en buitenweg gereden wordt.
3. Onderscheid aanbrengen tussen het stads- en buitenweg gedeelte van de normcyclus, en de prestaties hierop apart beoordelen.

5 Ondertekening

Delft, 19 januari 2010

TNO Industrie en Techniek

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'B. Bos', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dr. B. Bos
Afdelingshoofd

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

Dr. N.E. Ligterink
Auteur

A De technologiefactor

Vanaf 2000, toen voor het eerst normverbruik van nieuwe voertuigen geregistreerd werd, zijn er duidelijke trends geweest. Gemiddeld is het normverbruik omlaag gegaan. Bij het hoge normverbruik is er een verschuiving geweest van benzine naar diesel. En er zijn nieuwe zuinige voertuigen op de markt gekomen, die er voordien niet waren. Eerst kwamen de zuinige benzinevoertuigen (rond 2005), twee jaar later werden er ook zuinige dieselveertuigen verkocht.

De winsten in normverbruik zijn vooral gehaald op het stadse deel van de test. Daar zijn relatief ook de grootste winsten te halen. Voor het steeds dichter naar elkaar toe komen van het normverbruik in de stad en op de buitenweg is door TNO een maat geïntroduceerd. Deze maat is de technologiefactor, die in de loop van de jaren steeds lager wordt, en voor dieselveertuigen en hybride voertuigen lager is dan voor benzinevoertuigen:

$$\text{technologiefactor} = \frac{\text{stadnorm} - \text{buitenwegnorm}}{\text{combinorm}}$$

Van 0.6-0.7 is deze nu voor dieselveertuigen gemiddeld 0.45 en voor benzinevoertuigen 0.53. Voor stadsgebruik, met laag motorvermogen bij lage snelheden is de dieselmotor superieur. Maar de verschillen tussen diesel en benzine worden kleiner. Maar vooral hybride voertuigen hebben een zeer lage technologiefactor, die duiden op een zuinig verbruik in veel rijomstandigheden.

Het voordeel van de winsten in motorefficiëntie en gewichtseffecten bij het stad normverbruik is dat daar waar het grootste verbruik per kilometer is, dat daar de grootste winsten worden gehaald. Het nadeel van de focus op stad normverbruik is dat er in praktijk minder kilometers in de stad worden gemaakt dan op de cyclus en dat de winsten op de test niet doorvertalen naar de winsten in praktijk. Het is nu vooral zo dat het gebruik van het voertuig, rijden in de stad of rijden op de snelweg, minder effect heeft op het verbruik dan voorheen.

B De gebruiksfactor

De data van de eerdere analyse was van een jaar terug. Voor de laatste, uitgebreide analyse zijn de transactiegegevens van 2008 en de eerste helft van 2009 gebruikt. Tussen beide analyses zijn er maar beperkte veranderingen van inzicht geweest. Voor een groot deel zijn deze veroorzaakt door de vernieuwing van de vloot. Een substantieel aandeel zuinige benzinevoertuigen, onder de 110 g/km CO₂, rijden al een paar jaar rond. De zuinige dieservoertuigen zijn vooral het laatste jaar onderdeel geworden van het park.

Een echte verandering van inzicht is in gebruik. Voorheen waren alleen de jaarkilometrages bekend, nu de kilometrages tussen twee tankbeurten, en daarmee het aantal dagen voor het rijden van 100 kilometer: de gebruiksfactor in dagen/100km:

$$\text{gebruiksfactor} = \frac{0.01 \cdot \text{kilometers}}{\text{dagen}}$$

Als in een dag meerdere honderden kilometers worden gereden, kan er vanuit gegaan worden dat die kilometers voor een groot deel op de snelweg zijn gereden. Vanuit de eerdere analyse is het effect van dat gebruik overschat. Het effect blijkt kleiner te zijn, maar daarin heeft de voortschrijdende technologie ook een rol.

Het normverbruik is de belangrijkste maat voor het praktijkverbruik, maar ook daartussen zijn er een aantal opvallende verschillen. De grotere afwijking bij een lager normverbruik is al genoemd. Ook zijn er verschillen tussen normverbruik van diesel en benzinevoertuigen, in liters, maar in termen van CO₂ zijn de verschillen kleiner. Uit de normverbruiksdata van 2008 is het gemiddelde verband tussen liters/100km en CO₂ g/km voor diesel 26.49 en voor benzine 23.77.