

# DE TRUCK VAN DE TOEKOMST

## BRANDSTOFBESPARING EN CO<sub>2</sub>-REDUCTIE ANNO 2016

**TRUCK** VAN  
DE **TOEKOMST**

[www.truckvandetoeekomst.nl](http://www.truckvandetoeekomst.nl)

**TNO** innovation  
for life

In het programma 'Truck van de Toekomst' zijn diverse marktrijpe maatregelen onderzocht waarmee ondernemers in de transportsector brandstof kunnen besparen. RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO brengen u op de hoogte van de laatste resultaten op het vlak van CO<sub>2</sub>-reductie, de business case en ervaringen van gebruikers in de praktijk.

## TRUCK VAN DE TOEKOMST

Het programma 'Truck van de Toekomst' is een initiatief van:



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

En uitgevoerd door:



Rijkswaterstaat  
*Ministerie van Infrastructuur en Milieu*



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

**TNO** innovation  
for life

Zie ook: [www.truckvandetoekomst.nl](http://www.truckvandetoekomst.nl)

Dit rapport is gebaseerd op de uitkomsten van het subsidieprogramma 'Truck van de Toekomst' dat is uitgevoerd door RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO, in samenwerking met verschillende transportgerelateerde ondernemingen.

Rapportnummer: TNO 2016 R10101

Door de toenemende druk op winstmarges en toenemende aandacht voor het klimaat en het milieu is de transportbranche steeds bewuster bezig met brandstofbesparing en het terugbrengen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Initiatieven zoals het Connekt 'Lean and Green' stimuleringsprogramma en het programma 'Truck van de Toekomst' verhogen de kennis van vlooteigenaren over mogelijke besparingen. De meeste deelnemers aan het programma 'Truck van de Toekomst' pasten voor aanvang van het programma al meerdere besparende maatregelen toe binnen hun vloot. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de deelnemers aan het programma over het algemeen kunnen worden gezien als voorlopers in de branche.

Het programma 'Truck van de Toekomst' heeft tot doel voertuigeigenaren te helpen bij het effectief toepassen van energie- en brandstofbesparende maatregelen. Door ondernemers van de juiste informatie te voorzien, kunnen zij slim en effectief brandstof besparen. Dit document geeft inzicht in de beschikbare maatregelen en de mate waarin zij commercieel interessant zijn. We gaan hierbij dieper in op de effecten van deze maatregelen op de CO<sub>2</sub>-reductie, de praktische toepasbaarheid en de kosteneffectiviteit.

Met dit initiatief ondersteunt het ministerie van Infrastructuur en Milieu, in samenwerking met Rijkswaterstaat, TNO en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland de transportsector bij het verder verduurzamen van de branche.



# INHOUDSOPGAVE

<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
<b>1 INHOUD VAN HET MONITORINGSPROGRAMMA</b>	<b>9</b>
<b>2 CO<sub>2</sub>-PRESTATIES EN GEBRUIKERSERVARINGEN PER TECHNOLOGIE</b>	<b>10</b>
<b>DE HYBRIDE TRUCK</b>	<b>11</b>
<b>AARDGAS (CNG OF LNG) ALS BRANDSTOF VOOR VRACHTWAGENS</b>	<b>15</b>
<b>DE CNG (MONOFUEL) TRUCK</b>	<b>18</b>
<b>DE LNG (MONOFUEL) TRUCK</b>	<b>22</b>
<b>DE CNG DUAL FUEL TRUCK</b>	<b>28</b>
<b>DE LNG DUAL FUEL TRUCK</b>	<b>31</b>
<b>3 ALGEMENE TIPS</b>	<b>36</b>
<b>REFERENTIES</b>	<b>38</b>
<b>DEELNEMENDE BEDRIJVEN</b>	<b>39</b>





# INLEIDING

## ACHTERGROND

Het verduurzamen van het personen- en goederenvervoer en het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn de afgelopen jaren een centraal aandachtspunt in het kabinetsbeleid geweest. Steeds duidelijker wordt dat duurzaamheid ook kansen biedt aan het bedrijfsleven. Nederlandse bedrijven worden door allerlei initiatieven uitgedaagd tot het ontwikkelen en gebruiken van nieuwe producten en diensten waarmee zij (internationaal) een positie als koploper kunnen bemachtigen.

Verduurzaming kent daardoor een breed draagvlak binnen de politiek en het bedrijfsleven. Dit wordt onderstreept door het in december 2008 gesloten 'Sectorakkoord mobiliteit, logistiek en infrastructuur 2008-2020, Duurzaamheid in beweging'. In juni 2014 is de 'Duurzame brandstofvisie met LEF' aangeboden aan staatssecretaris Wilma Mansveld van IenM en voorzitter Pieter van Geel van de Mobiliteitstafel van de Borgingscommissie Energieakkoord [SER]. In de visie staat beschreven welke duurzame brandstoffen ingezet kunnen worden en hoe vervoersmiddelen efficiënter gemaakt kunnen worden om een bijdrage te leveren aan de klimaatdoelen (CO<sub>2</sub>-reductie) en de verbetering van de leefomgeving en te kunnen profiteren van groene groei. Het 'Plan van Aanpak Truck van de Toekomst' is één van de bouwstenen in de transitie naar een duurzamere sector verkeer en vervoer.

Het vrachtverkeer over de weg draagt significant bij aan de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarom zijn kansen voor brandstofbesparing en CO<sub>2</sub>-reductie belangrijk. Deze kansen worden op dit moment niet massaal verzilverd wegens onbekendheid van bedrijven met de te treffen maatregelen en onduidelijkheid over effectiviteit, betrouwbaarheid en de business case in de praktijk. Ook een beperkte infrastructuur kan hierbij een rol spelen.

## HET PROGRAMMA 'TRUCK VAN DE TOEKOMST'

RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO hebben in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu het programma 'Truck van de Toekomst' uitgevoerd. Het programma omvat het TNO-demonstratieprogramma [TNO 2013], de RVO-subsidieregeling en het kennisloket. De doelstelling van het programma is het doen toenemen van het gebruik van brandstofbesparende maatregelen in de praktijk.

In het programma zijn marktrijpe brandstofbesparende maatregelen gedemonstreerd en zijn projecten gesubsidieerd bij een brede selectie transportbedrijven. De subsidieprojecten waren gericht op het opdoen van ervaring in de praktijk met alternatieven voor diesel bij vrachtauto's en liepen van oktober 2010 tot eind 2012, met een verlenging tot eind 2014. De effectiviteit, praktische toepasbaarheid en de business case zijn geëvalueerd. Door het verspreiden van deze kennis en adviezen die daaruit volgen, kunnen transportbedrijven de kansen verzilveren om CO<sub>2</sub>, brandstof en daarmee geld te besparen.

De alternatieven voor diesel bij vrachtauto's zijn opgesplitst in de volgende categorieën:

1. Hybride
2. CNG monofuel
3. LNG monofuel
4. CNG dual fuel
5. LNG dual fuel

In deze rapportage worden de resultaten toegelicht.

#### **LEESWIJZER**

Deze rapportage dient als bron voor verdere verspreiding van de inzichten die zijn verkregen in het subsidieprogramma 'Truck van de Toekomst'. Het rapport gaat kort in op de toegepaste onderzoeksmethoden, waarna de verkregen onderzoeksresultaten worden gepresenteerd. Verder geeft het rapport algemene tips en trucs voor transportbedrijven over brandstofbesparing (zie hoofdstuk 3).

Tot slot willen we de deelnemers aan het programma bedanken voor hun inzet en vertrouwen.



# 1 INHOUD VAN HET MONITORINGSPROGRAMMA

## ONDERZOCHE MAATREGELEN EN DEELNEMENDE TRANSPORTBEDRIJVEN

Maatregel	Projecten	Merken	Testvoertuigen	Referentievoertuigen	Bedrijven
Hybride	2	Mercedes-Benz, Volvo	18	19	15
Monofuel CNG	1	Ginaf (Iveco motor)	4	4	1
Monofuel LNG	5	Iveco, Mercedes-Benz, Scania	56	36	14
Dual fuel CNG	1	DAF	2	2	1
Dual fuel LNG	3	Volvo	18	36	8
<b>Totaal</b>	<b>12</b>		<b>98</b>	<b>97</b>	<b>34</b>

### HOE PRAKTIJKDEMONSTRATIES LEIDEN TOT RESULTATEN

In dit programma zijn de maatregelen in de praktijk door transportbedrijven gedemonstreerd. De monitoring van het brandstofverbruik is door de projectdeelnemers zelf uitgevoerd. Hierbij is het brandstofverbruik van de gesubsidieerde voertuigen gemonitord, alsook het verbruik van enkele 'referentie dieselveertuigen'. Bij de selectie van referentievoertuigen in de vloot van de projectdeelnemers is gestreefd naar zoveel mogelijk gelijke voertuig- en inzetkenmerken als de gesubsidieerde 'testvoertuigen'. Dat is meestal goed gelukt.

Het nauwkeurig bepalen van de brandstofbesparing van de maatregelen is complex. In de analyses is de meest zuivere vergelijking tussen referentie- en testvoertuigen gemaakt. Dat wil zeggen: het verbruik van voertuigen met een gelijkwaardige inzet en met gelijkwaardige kenmerken is vergeleken. De exacte inzet en de kenmerken van de voertuigen zijn echter niet altijd compleet bij TNO bekend. Uit de verzamelde gegevens is getracht om alleen plausibele gegevens mee te nemen in de analyses. In een

aantal gevallen zijn de monitoringsgegevens handmatig verzameld. Hierdoor bestaat de mogelijkheid dat er alsnog onnauwkeurigheden in de monitoringsgegevens zitten, die in de analyse niet zijn ontdekt. Tot slot hebben factoren als rijgedrag, weercondities, verkeersintensiteit en belading een grote invloed op het brandstofverbruik, deze gegevens waren niet altijd bekend. De resultaten van de brandstofverbruikanalyse zijn daarom indicatief. Om de inzichten te verbeteren is ook informatie uit beschikbare literatuur gebruikt.

Hoewel de brandstofverbruikanalyse complex is zijn de praktijkdemonstraties zeer geschikt voor de beoordeling van de praktische inzetbaarheid en de business case. Tijdens het project hebben de deelnemende partijen hun bevindingen gerapporteerd met betrekking tot brandstofbesparingen, gebruikerservaringen, praktische toepasbaarheid en de business case. Aanvullend zijn er interviews met een aantal bedrijven geweest waarbij dieper op deze onderwerpen is ingegaan.

## 2 CO<sub>2</sub>-PRESTATIES EN GEBRUIKERSERVARINGEN PER TECHNOLOGIE

### DE RESULTATEN IN ÉÉN OVERZICHT

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de inzichten uit het programma. Om de CO<sub>2</sub>-reductie en besparing op brandstofkosten te bepalen zijn inzichten uit de monitoringsgegevens gecombineerd met beschikbare gegevens uit de literatuur. Dit is gedaan omdat de besparing niet altijd met een betrouwbare analyse bepaald kon worden. De praktijkervaring en haalbaarheid van de business case zijn ingeschat op basis van opgedane ervaringen van de deelnemende partijen in het monitoringsprogramma. In de beoordeling van de praktijkervaringen is onder andere rekening gehouden met de inzetbaarheid van de voertuigen en de gebruikerservaringen. Bij de beoordeling van de business case is rekening gehouden met de brandstofbesparing ten opzichte van de meerkosten die de betreffende technologie met zich mee brengt. Soms spelen andere voordelen zoals geluidsreductie, ontheffing en verruimde venstertijden of wensen van verladers en klanten een doorslaggevende rol in de businesscase bij inzet van hybride of aardgasvoertuigen voertuigen.

Overzicht van de inzichten uit het programma per technologie.

Technologie	Haalbare CO <sub>2</sub> -reductie (%)	Meest geschikt type inzet	Haalbare besparing op brandstofkosten (%)	Praktijkervaringen (+/-)	Haalbaarheid van de businesscase
Hybride	10 tot 25%	Stedelijke distributie en huisvuilinzameling	10 tot 25%	++	0/-
CNG monofuel	tot 10%	Regionale of stadsdistributie en huisvuilinzameling	-	+	0/-
LNG monofuel	tot 10%	Regionale of nationale distributie	tot 10%	+	+
CNG dual fuel	tot 10%*	Regionale of nationale distributie	ca. 5%*	0	-
LNG dual fuel	tot 10%*	Regionale of nationale distributie	ca. 15%*	+	0/-

\* Bijmengpercentage van 50%

### OVERZICHT VAN HET HUIDIGE WAGENPARK ZWAARDER DAN 3500 kg

De onderstaande tabel geeft een overzicht van het wagenpark tot en met december 2015. Dieselveertuigen hebben in het wagenpark nog sterk de overhand. Opvallend is het hoge aantal CNG bussen en vrachtwagens. LNG als brandstof wordt vooral toegepast bij vrachtwagens. Het aantal hybride voertuigen is nog beperkt.

Overzicht van het wagenpark tot en met december 2015.

Technologie	Totaal vracht auto's en bussen	Vrachtauto's	Bussen*
Diesel	165.896	156.779	9.117
Hybride	100	60	40
LNG	186	184	2
CNG	1.104	430	674
LNG dual fuel	46	46	0
CNG dual fuel	63	63	0
<b>Totaal</b>	<b>167.395</b>	<b>157.562</b>	<b>9.833</b>

\* OV bussen en touringcars

## DE HYBRIDE TRUCK

### WAT IS EEN HYBRIDE AANDRIJVING?

Een hybride aandrijving in vrachtwagens bestaat uit een aandrijflijn met een verbrandingsmotor, een elektromotor en een accupakket. De af-fabriek hybride vrachtwagens in het programma maken geen gebruik van elektriciteit uit het elektriciteitsnet. Ze zijn dus niet oplaadbaar en moeten gewoon brandstof tanken. Een voordeel van een hybride vrachtwagen is dat die nuttig gebruik maakt van de remenergie. Door (deels) elektrisch te remmen, wordt de remenergie opgeslagen in het accupakket. Bij een normale vrachtwagen gaat die remenergie verloren. Daarnaast wordt het accupakket bijgeladen door de motor tijdens het rijden. Verder kan een hybride systeem handig gebruik maken van de gunstige bedrijfspunten van de motor indien door de hybride een kleinere motor en/of langere eind-overbrenging toegepast kan worden. Het accupakket kan dus ook worden geladen onder het rijden. Met behulp van de opgeslagen energie kan de dieselmotor tijdelijk worden ondersteund bij werkgebieden met een hoog brandstofverbruik, zoals tijdens het optrekken. Sommige hybride vrachtwagens kunnen zelfs korte afstanden elektrisch rijden, dus met uitgeschakelde verbrandingsmotor. Tot slot zijn hybridevoertuigen vaak uitgerust met een start-/stopsysteem, hierdoor wordt onnodig stationair draaien voorkomen.

### VOOR WELKE TOEPASSING IS EEN HYBRIDE TRUCK GESCHIKT?

Met een hybride vrachtwagen kun je brandstof besparen. De brandstofbesparing is het hoogst bij een inzet met veel dynamische rijomstandigheden (veel remmen) en veel laden/lossen. Daarmee zijn hybride vrachtwagens vooral geschikt voor bijvoorbeeld (fijnmazige) stedelijke distributie

of huisvuilinzameling. Bij een inzet op lange afstanden met veel snelwegkilometers zal er nauwelijks een besparing zijn of zou het verbruik zelfs toe kunnen nemen omdat het gewicht van een hybride truck vaak hoger zal zijn.

Afhankelijk van de uitvoering kan met sommige hybride vrachtwagens een korte afstand met beperkte snelheid volledig elektrisch worden gereden, dus zonder emissies en vrijwel geluidloos. Vooral de geluidsreductie kan in de praktijk een groot voordeel te zijn. Stil vervoer wordt soms geëist bij bijvoorbeeld bevoorrading van winkels, verzorgingshuizen en vakantieparken. Een hybride vrachtwagen die korte afstanden elektrisch kan rijden is hiervoor uitermate geschikt en kan helpen om klanten te behouden of nieuwe klanten te werven. In sommige gevallen helpt een hybride vrachtwagen die elektrisch en vrijwel geluidloos kan rijden ook om buiten de venstertijden te mogen opereren.

De brandstofbesparing door een juiste inzet en de kansen die de geluidsreductie bieden, helpen om de business case rond te krijgen voor een hybride vrachtwagen. Vanwege de hoge aanschafkosten van een hybride vrachtwagen blijft dat een uitdaging. Het is slechts een enkel deelnemend bedrijf in het subsidieprogramma gelukt om een positieve business case te realiseren. De meerprijs van hybride vrachtwagens zal naar verwachting wel gaan dalen, waarmee de business case gemakkelijker positief wordt. Nu al worden er kleine hybride vrachtwagens aangeboden met een zeer beperkte meerprijs, zoals de Mitsubishi Fuso Canter Hybrid.

### **CO<sub>2</sub> EN BRANDSTOF BESPAREN MET EEN HYBRIDE VRACHTWAGEN**

Een lager brandstofverbruik ten opzichte van een normale dieselvrachtwagen is met name mogelijk in stedelijke omgevingen. Afhankelijk van toepassing en het aandeel van rijden in de stad kan een brandstofbesparing van 10 tot wel 25% haalbaar zijn [TIAX 2011]. Voor de potentiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie geldt dan hetzelfde percentage.

In het monitoringsprogramma zijn meerdere bedrijven die een forse brandstofbesparing gerealiseerd hebben met de inzet van hybride vrachtwagens. De hoogste besparingen binnen het programma zijn gerealiseerd in de stedelijke distributie. De hoogst gerealiseerde brandstofbesparing in de praktijk over een periode van twee jaar was 22%, bij een gemiddelde inzet van ongeveer 45.000 kilometer per jaar. Bij inzet met een kleiner aandeel in de stad nam de besparing af.

Er zijn ook bedrijven waar geen besparing is gerealiseerd. Doorgaans waren dit bedrijven die geen geschikt toepassingsgebied voor een hybride hebben, omdat er grotendeels op de snelweg wordt gereden. Er zijn ook bedrijven waar de besparing niet was vast te stellen, omdat kenmerken en/of inzet van de referentievoertuigen niet vergelijkbaar genoeg waren met de hybride voertuigen voor een betrouwbare analyse.

De onzekerheidsmarge van de betreffende monitoringsgegevens is vrij hoog, de resultaten zijn daarom indicatief.

### **PRAKTISCHE INFORMATIE EN TIPS UIT DE PRAKTIJK OVER HYBRIDE VRACHTWAGENS**

#### **Praktische inzetbaarheid**

- Meerdere deelnemende bedrijven zijn enthousiast over de hybride vrachtwagens, met name door de gerealiseerde besparingen en/of de nieuwe klanten door de geluidsreductie. De hoge aanschafkosten zijn meestal nog wel een bottleneck. Toch heeft een aantal deelnemende bedrijven besloten opnieuw te investeren in nieuwe hybride vrachtwagens.
- Er zijn steeds meer bedrijven die elektrisch beleverd willen worden: klanten van transportbedrijven en verladereageren vaak positief op de inzet van hybride vrachtwagens.
- Een hybride truck is gemakkelijk inpasbaar in de bedrijfsvoering: er is in de operatie nagenoeg geen verschil met een conventioneel dieselveertuig. Wel zijn hybride vrachtwagens ongeveer 500 tot 1000 kilogram zwaarder; dat gaat ten koste van het laadvermogen.

#### **Brandstofbesparing**

- De inzet van het voertuig en de rijstijl van de chauffeur zijn een cruciale factor voor het realiseren van brandstofbesparing, meer nog dan bij een conventioneel dieselveertuig. Het is daarom van belang om actief te sturen op rijstijl van de chauffeurs. Het is raadzaam om chauffeurs op te leiden om zuinig te rijden en vertrouwd te maken met de mogelijkheden van een hybride truck, zodat de maximale potentie uit het voertuig wordt gehaald. Daarnaast is de voertuigplanning van belang. De planners moeten op de hoogte zijn van de kenmerken en beste inzet voor de hybride trucks: vooral inzetten voor stadsritten zorgt ervoor dat het hybride systeem optimaal kan worden benut.

- Een rijstijlmonitoringssysteem kan helpen om de rijstijl te monitoren en verder te verbeteren, bij voorkeur in combinatie met rijstijltrainingen.
- Er zijn positieve ervaringen met het inzetten van vaste chauffeurs op vaste routes: naarmate de route beter bekend is kan er beter geanticipeerd worden tijdens de route. De vaste chauffeurs kunnen daarnaast wennen aan het voertuig om de maximale potentie uit het voertuig te halen.

#### **Business case**

- De aanschafkosten van de hybride voertuigen zijn nog erg hoog, deze meerkosten leiden ook tot extra rentelasten en een iets hogere verzekeringspremie.
- Over onderhoudskosten is nog niet veel bekend. De geïnterviewde deelnemende bedrijven hebben geen hogere onderhoudskosten ervaren. De toegepaste techniek is tot nu toe betrouwbaar gebleken. De toekomst moet nog uitwijzen wat de daadwerkelijk levensduur van

#### **MILIEUZONE VRACHTVERVOER AMSTERDAM EN VHC JONGENS**

Transportbedrijf VHC Jongens verwacht met haar hybride trucks beter voorbereid te zijn op steeds strengere milieueisen en de opmars van milieuzones in binnensteden.

Amsterdam heeft een milieuzone waardoor voertuigen zwaarder dan 7,5 ton de binnenstad van Amsterdam niet in mogen. In een aantal stadsdelen gelden aanvullende beperkingen voor het vrachtverkeer. Ontheffing hiervoor is beperkt mogelijk. De hybride truck van VHC Jongens kreeg toelating tot het centrum van Amsterdam, waar voertuigen zoals de diesel referentietruck niet mogen komen. Dankzij de ontheffing kan deze vervoerder uit de voeten met een enkele auto voor Amsterdam, waar men eerst twee (kleinere) auto's inzette.

Behalve een flinke brandstofbesparing (meer dan de ingeschatte 15% door Mercedes-Benz) levert het rijden met hybride trucks VHC Jongens ook nieuwe klanten op. Directeur Edwin Jongens: “Zeker in stedelijke omgevingen zijn er steeds meer klanten die elektrisch beleverd willen worden. Behalve met het milieu heeft dat te maken met het lagere geluidsniveau van een elektrische truck. Ook daarom zijn we al wat langer bezig met hybride en zelfs volledig elektrische alternatieven. Zo hebben we onlangs vier plug-in hybrides op basis van een Iveco Daily aangeschaft. Die hebben een elektrische actieradius van zo'n dertig kilometer en dat is met name in de stad heel handig.”



het (kostbare) batterijpakket is. Het is wel mogelijk om delen (individuele cellen) van het batterij pakket te vervangen. Het is belangrijk dat transportbedrijven hier goede afspraken over maken met hun dealer.

- Om een positieve business case te realiseren is het belangrijk om een hybride voertuig maximaal in te plannen, eventueel door meerdere chauffeurs te laten rouleren wanneer de planning het toelaat.
- Verder is het belangrijk om de voertuigen zoveel mogelijk in te plannen op de inzet die ideaal is voor de hybride aandrijflijn, dus veel ritten in de stedelijke omgeving met veel optrekken en afremmen; aandacht voor rijstijl blijft hierbij belangrijk.
- Inspringen op MVO (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen) beleid van verladers en klanten en de eventuele voordelen (zoals ontheffing en verruimde venstertijden) die de vervoerder verkrijgt bij inzet van hybride voertuigen helpen om een positieve business case te realiseren.

### BESCHIKBAARHEID VOERTUIGEN & HUIDIGE WAGENPARK

In het programma hebben zowel hybride trucks van Volvo als Mercedes-Benz deelgenomen. Beide zijn nog niet in Euro VI variant beschikbaar (verplicht vanaf september 2014). De onderstaande tabel geeft de vloot van hybride vrachtwagens per december 2015 weer, hier zitten slechts enkele Euro VI voertuigen tussen.

Aantal hybride voertuigen per december 2015	
Trucks tot 12 ton	40
Trucks zwaarder dan 12 ton	20
<b>Totaal</b>	<b>60</b>

De onderstaande voertuigen zijn momenteel beschikbaar in Euro VI variant:

Merk/type	Motor- vermogen (kW)	Toegestaan totaalgewicht (ton)
Mitsubishi Fuso Canter Hybrid	110	7,5
Scania P320 Hybrid	235	18

Voor stadsdistributie is een relatief lichtere truck, zoals de Fuso Canter Hybrid, een optie. Het prijsverschil met de dieselvariant voor een 9-tons chassis bedraagt € 8.000 tot € 9.000. Gezien de verwachte brandstofbesparing is daarmee voor veel transportbedrijven de business case rond te krijgen. Voor sommige transportbedrijven is een 9-tons chassis praktisch niet haalbaar. Voor die bedrijven biedt Scania een hybride alternatief met Euro VI aandrijflijn.



## AARDGAS (CNG OF LNG) ALS BRANDSTOF VOOR VRACHTWAGENS

De inzet van aardgas heeft een lagere uitstoot van schadelijke emissies en lagere brandstofkosten als voordelen. Door de strenge Euro VI normering is het verschil in schadelijke uitstoot voor moderne voertuigen mogelijk heel beperkt. Ook kan er een voordeel optreden op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissies omdat er bij de verbranding van aardgas minder CO<sub>2</sub> vrijkomt dan bij diesel. Het uiteindelijke CO<sub>2</sub> voordeel is afhankelijk van het type motor, het motorrendement en de uitstoot van methaan. Methaan is net als CO<sub>2</sub> een broeikasgas.

### DE VERSCHILLEN EN GELIJKENISSEN TUSSEN CNG EN LNG

Aardgas is een fossiele brandstof. Aardgas kan zowel gecompriemd als vloeibaar worden opgeslagen voor gebruik in voertuigen. Dit wordt aangeduid als CNG (Compressed Natural Gas) en LNG (Liquefied Natural Gas). Naast fossiel aardgas is ook biogas beschikbaar. Biogas ontstaat door vergisting van biomassa of komt bijvoorbeeld vrij bij stortplaatsen. Biomassa neemt bij de groei CO<sub>2</sub> op. Dit compenseert de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij de verbranding. Om biogas als voertuigbrandstof te kunnen gebruiken moet het opgewaardeerd worden. Opgewaardeerd biogas wordt groengas genoemd. Afhankelijk van de herkomst van het biogas kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot van groengas gerekend over de gehele brandstofketen zeer laag zijn.

Nederlandse CNG tankstations leveren normaliter aardgas uit het Nederlandse aardgasnet. Het Nederlandse aardgas is laag calorisch gas, dat wil zeggen dat een kilogram aardgas minder energie bevat dan bijvoorbeeld aardgas uit Duitsland. De belangrijkste oorzaak van de lagere energie-inhoud is dat Nederlands aardgas vrij veel inerte

componenten zoals stikstof en/of CO<sub>2</sub> bevat. Inerte componenten bevatten geen energie. Het aardgas uit bijvoorbeeld Duitsland bevat dus minder inerte componenten.

LNG is niet direct beschikbaar uit het aardgasnet en wordt doorgaans uit het buitenland geïmporteerd. LNG heeft nauwelijks inerte componenten maar heeft een hoog methaangehalte. LNG is hierdoor een hoog calorisch gas. Ter vergelijking; een kilogram Nederlands CNG bevat ongeveer 7% meer energie dan een liter diesel, een kilogram LNG bevat ongeveer 37% meer energie dan 1 liter diesel. Bij een vrachtwagen die op CNG of LNG rijdt zijn er twee belangrijke verschillen met een vrachtwagen die op diesel rijdt: de brandstoftank(s) en de motor.

### Tanks

Om het aardgas in CNG vorm op te slaan wordt het aardgas gecompriemd opgeslagen in tanks onder een druk van ca. 200 tot 250 bar. Die hoge druk is nodig om een behoorlijke hoeveelheid gas mee te kunnen nemen. Ondanks de hoge druk kan er in vergelijking met diesel en LNG relatief weinig brandstof meegenomen worden in de tanks, typisch tussen de 50 en 80 kilogram voor een distributie vrachtwagen. Om het aardgas vloeibaar op te slaan in de vorm van LNG dient het sterk gekoeld te worden, tot circa -162 graden Celsius. Als de brandstof opwarmt gaat die over in gasvorm, en dat gas moet dan, om te voorkomen dat de druk oploopt, worden afgevoerd. Het wordt dan 'afgeblazen' zonder dat het in de motor wordt verbrand. Met dit afblazen ontstaat emissie van puur methaan. Dit betekent een sterke toename van de broeikasgasemissies een toename van de brandstofkosten.

Het is daarom van groot belang dat de tank goed is geïsoleerd, zodat de brandstof zo weinig mogelijk opwarmt en dus zo weinig mogelijk brandstof verloren gaat. Het opslaan van LNG neemt minder ruimte in beslag dan CNG, maar nog steeds meer dan voor diesel. In vergelijking met diesel kan er daarom relatief weinig brandstof meegenomen worden in de tanks, typisch tussen de 100 en 300 kilogram.

#### WAT IS EEN MONOFUEL OF EEN DUAL FUEL MOTOR?

De verbrandingsmotoren voor aardgas zijn er in twee varianten; monofuel (ook wel single fuel genoemd) en dual fuel. Deze motoren zijn er voor zowel CNG als LNG.

##### Monofuel motor

Een monofuel motor gebruikt maar één type brandstof. Een monofuel motor gebruikt dus 100% CNG of LNG als brandstof. De motor is een 'ottomotor', net zoals motoren die lopen op benzine en LPG. Het belangrijkste verschil met een dieselmotor is dat in een ottomotor het brandbare mengsel moet worden ontstoken door een bougie, terwijl in een dieselmotor het brandbare mengsel vanzelf ontbrandt door de compressiewarmte. Dit verschil in werkingsprincipe heeft een belangrijk gevolg voor het motorrendement. Het rendement van een ottomotor is doorgaans lager dan van een dieselmotor. Het motorrendement bepaalt het brandstofverbruik op energiebasis, daarom zijn dieselmotoren vaak zuiniger dan benzinemotoren. Een normale ottomotor heeft dus meer energie nodig dan een vergelijkbare dieselmotor om dezelfde prestatie te leveren. Door het lagere rendement neemt dan ook het CO<sub>2</sub>-voordeel af.

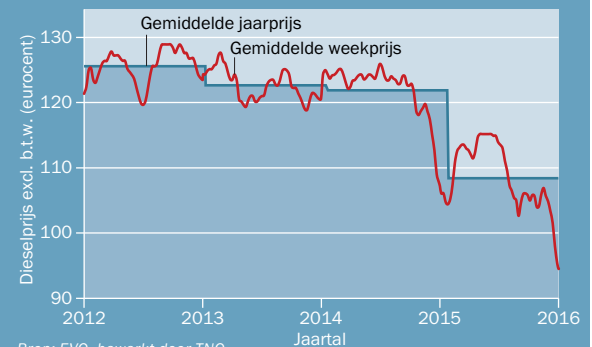
Een monofuel motor heeft een bijkomend voordeel dat de uitstoot van luchtverontreinigende uitlaatgasemissies

#### ONTWIKKELINGEN VAN DE DIESELPRIJS

De monitoringsperiode van het project was grotendeels in 2013 en 2014. De dieselprijs was toen nog relatief hoog. Een hoge dieselprijs maakt het gemakkelijker om snel tot een positieve business case te komen bij de investering in aardgasvoertuigen.

Momenteel is de dieselprijs relatief laag. Dat kan het lastiger maken om een positieve business case rond te krijgen voor aardgas voertuigen. Door de LNG-prijs te koppelen aan de dieselprijs wordt een gegarandeerd voordeel voor de transporteur behouden. Er zijn LNG-leveranciers die dergelijke constructies aanbieden en daarmee het risico voor de transporteur van een LNG-prijsstijging of dieselprijsdaling overnemen.

- Brandstofprijzen december 2015 (excl. BTW):
  - Diesel: € 0,985 per liter
  - CNG: € 0,91 per kg
  - LNG: € 0,99 per kg
- Verloop Dieselprijs over de afgelopen jaren:



Bron: EVO, bewerkt door TNO

(zoals NO<sub>x</sub> en fijnstof) vrij laag zijn ten opzichte van Euro V dieselmotoren. Bij Euro VI motoren is dit voordeel echter zo goed als vervallen, omdat de dieselmotoren door de strengere regelgeving en emissielimieten ook heel schoon zijn. Een ander belangrijk voordeel is de lagere geluidsproductie, waardoor sommige vrachtwagens 'Piek-light' gecertificeerd zijn. Een monofuel motor is er zowel in stoichiometrische als lean burn variant. Bij de lean burn variant is er een hoog risico dat niet al het gas verbrandt in de motor en dus methaan via de uitlaat in de atmosfeer komt. Deze methaanemissies gelden ook als broeikasgas. Hierdoor kan het CO<sub>2</sub>-voordeel beperkt of tenietgedaan worden. Bij Euro VI lean burn motoren is de verwachting dat methaanemissies laag zijn, omdat er een limiet is ingesteld voor de uitstoot van methaan.

#### **Dual fuel motor**

In een dual fuel motor worden twee brandstoffen gelijktijdig verbrand. De motor blijft in feite een volwaardige dieselmotor (met bijbehorend hoog rendement), maar een deel van de dieselbrandstof wordt vervangen door een tweede brandstof. De prestaties van de truck blijven daarbij min of meer gelijk. Die tweede brandstof is meestal aardgas (CNG of LNG). Als er, om wat voor reden dan ook, geen aardgas voorhanden is, kan er gewoon op diesel worden gereden. Als er wel aardgas gebruikt kan worden, bepaalt het motormanagement op ieder moment in welke mate er in plaats van diesel aardgas wordt gebruikt. Het hoogst haalbare mengpercentage ligt op ongeveer 25% diesel en 75% aardgas. Dat optimum is in de praktijk echter lang niet altijd mogelijk. Dat komt doordat de motorbelasting daarvoor een bepalende factor is. De motorbelasting wordt op ieder moment door tal van wisselende gebruiksfactoren bepaald, zoals acceleratie,

belading van het voertuig, snelheid, etc. Het gevolg is dat over een langere periode gemeten het gemiddelde vervangingspercentage doorgaans lager zal uitkomen, op ongeveer 50% diesel en 50% aardgas. Mogelijk gaat dit vervangingspercentage in de toekomst omhoog.

Een dual fuel motor wordt meestal toegepast om de emissie van CO<sub>2</sub> en brandstofkosten te verlagen. Een dual fuel motor kan echter vrij veel methaan uitstoten. Hierdoor kan het CO<sub>2</sub>-voordeel worden beperkt of zelfs volledig tenietgedaan worden. Bij Euro VI dual fuel motoren is de verwachting dat methaanemissies laag zijn door de strengere limiet. Deze motoren zijn echter nog niet op de markt.

#### **WAAR KAN IK LNG OF CNG TANKEN?**

CNG was eind 2015 verkrijgbaar bij 140 tankstations, verspreid over het land. Een actueel overzicht van de CNG tankstations in Nederland is te bekijken op [Groengas.nl]. Grotere wagenparken maken ook wel gebruik van niet-openbare vulstations in eigen of particulier beheer. In november 2015 zijn er in Nederland 17 tankstations waar je LNG kunt tanken. Drie daarvan zijn niet openbaar. Er komen binnenkort nog 11 tankstations bij. Een actueel overzicht van de LNG-tankstations in Nederland is te bekijken op [energyvalley.nl]. In het buitenland zijn nog minder plekken waar je LNG kunt tanken. Vopak en Gasunie werken aan de realisatie van een LNG-laadstation voor LNG-tankauto's en LNG-bunkerscheepen bij de LNG-terminal in Rotterdam. Dit is belangrijk voor de distributie van LNG als transportbrandstof in Nederland [FS 2014].

## DE CNG (MONOFUEL) TRUCK

Een 'CNG monofuel' vrachtwagen rijdt voor 100% op aardgas. CNG is de afkorting voor Compressed Natural Gas, ofwel gecompriemd aardgas. Het voordeel van aardgas is dat er bij de verbranding minder CO<sub>2</sub> vrijkomt dan bij diesel. CNG kan zowel fossiel- als groengas zijn, groengas heeft het voordeel van een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot over de keten.

De monofuel motor voor aardgas heeft een ander werkingsprincipe dan een dieselmotor: de positieve effecten van dit werkingsprincipe zijn een lagere geluidsproductie en lage luchtverontreinigende emissies zoals NO<sub>x</sub> en fijnstof. Dit laatste voordeel lijkt echter vervallen omdat Euro VI dieselmotoren flink schoner zijn geworden. Het nadeel van de monofuel aardgasmotor is een lager motorrendement, ofwel de motor is minder 'zuinig' dan een dieselmotor.

Om het aardgas in CNG vorm op te slaan wordt het aardgas gecompriemd opgeslagen in tanks onder een druk van ca. 200 tot 250 bar. CNG komt normaliter uit het Nederlandse aardgasnet. Het Nederlandse aardgas is laag calorisch gas, dat wil zeggen dat een kilogram aardgas minder energie bevat dan bijvoorbeeld aardgas uit Duitsland. Een kilogram CNG bevat nog wel circa 7% meer energie dan een liter diesel. Het opslaan van CNG neemt echter vrij veel ruimte in beslag. In vergelijking met diesel en LNG kan er daarom relatief weinig brandstof meegenomen worden in de tanks, typisch tussen de 50 en 80 kilogram voor een distributie vrachtwagen. Dat is vergelijkbaar met de energie-inhoud van ongeveer 54 tot 86 liter diesel. Door het laag calorische gas, het lagere motorrendement en de beperkte tankinhoud hebben CNG monofuel trucks een beperktere actieradius dan dieseltrucks.

### VOOR WELKE TOEPASSING IS EEN CNG MONOFUEL TRUCK GESCHIKT?

Door de beperkte actieradius zijn CNG monofuel voertuigen vooral geschikt voor kortere afstanden. Ze komen het beste tot hun recht in regionale- of stadsdistributie, in stadsbussen of voor het inzamelen van huishoudelijk afval. Door de lagere geluidsproductie zijn er CNG monofuel voertuigen die voldoen aan de zogenaamde 'Piek-light' norm. Dit kan voordelen opleveren, zoals het betreden van stadscentra buiten de venstertijden.

CNG monofuel voertuigen hebben geen roetfilter nodig om aan de Euro VI eis te voldoen. Dieselmotoren hebben doorgaans wel een roetfilter nodig. De relatief lage uitlaatgastemperaturen van dieselmotoren bij gebruik in de stad kunnen voor problemen en hoge onderhoudskosten zorgen aan roetfilters van dieselveertuigen.

### CO<sub>2</sub>-EMISSIES VERLAGEN MET EEN CNG MONOFUEL TRUCK

De totale verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissie van een CNG monofuel truck ligt in de praktijk tussen 0 en 10% ten opzichte van een gelijkwaardige vrachtwagen op diesel [FS 2014]. Ondanks de lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van het verbranden van CNG in plaats van diesel, is het totale effect dus beperkt. Dit komt voornamelijk door het lagere motorrendement. De reductie is afhankelijk van de motortechnologie en het type inzet.

Bij gebruik van groengas is een CO<sub>2</sub>-emissiereductie tot ongeveer 80% mogelijk (well-to-wheel), geheel afhankelijk van de productiewijze van het gas.

Het programma bevatte vier CNG monofuel vrachtwagens. Deze vrachtwagens worden ingezet om huishoudelijk grof afval te verzamelen. Op basis van de monitoringsgegevens kon er geen besparing worden vastgesteld.

### **PRAKTISCHE INFORMATIE EN TIPS UIT DE PRAKTIJK OVER CNG MONOFUEL TRUCKS**

#### **Praktische inzetbaarheid**

– De ervaringen van de chauffeurs zijn positief. Ze zijn met name tevreden over de geluidsreductie en het rustigere rijgedrag; dit maakt het werk meer ontspannen. De vrachtwagens bij het deelnemende bedrijf hebben wat

minder motorvermogen, maar daar zijn de chauffeurs vrij snel aan gewend geraakt.

- Er is bij het deelnemende bedrijf geen extra inspanning nodig geweest om de voertuigen in de planning te laten opereren binnen de normale bedrijfsvoering. De normale bedrijfsvoering bestaat uit relatief korte ritten. Dit is een zeer geschikt profiel voor CNG monofuel voertuigen.
- CNG was eind 2015 verkrijgbaar bij 140 tankstations, verspreid over het land (actueel overzicht op [Groengas.nl]). Grotere wagenparken maken ook wel gebruik van niet-openbare vulstations in eigen of particulier beheer. Een CNG tankstation dicht in de buurt is belangrijk, daardoor is omrijden om te tanken niet nodig.

### **ORANGEGAS REALISEERT TANKLOCATIE VOOR DE DEUR**

Het groengas dat OrangeGas verkoopt op al haar tankstations is afkomstig van rioolwaterzuivering, afvalverwerking en mestvergisting. De aanleg van zo'n groengas vulstation in de nabijheid van Afvalservice West (ASW) zorgde er voor dat dit bedrijf besloot om te investeren in CNG smalspoor voertuigen voor het ophalen van grofvuil in Amsterdam West. Het tankstation bevindt zich slechts 700 meter van de afleverplaats van ASW. Doordat er een openbaar tankstation op de route van de vuilnisauto's ligt, ontstaan er geen praktische problemen met de actieradius, of verlies van tijd vanwege omrijden. Een tweede tanklocatie die OrangeGas realiseerde nabij Amsterdam Sloterdijk (op 5 kilometer afstand), vormde een prima back-up.

Het ASW project draagt bij aan een doorbraak in de groengasmarkt in Amsterdam. Het volume en de uitstraling van deze ontwikkeling verhoogt de marktacceptatie en maakt nieuwe investeringen in groengas tankstations mogelijk. OrangeGas bouwt haar tankstations modulair. Als de vraag groeit, of als er zwaardere voertuigen worden getankt, wordt de capaciteit uitgebreid. Dit verbetert de tankmogelijkheden voor de bestaande klanten, maar schept ook mogelijkheden voor nieuwe initiatieven.



- Een nadeel is de korte actieradius, waardoor er soms dagelijks of meerdere keren per dag getankt moet worden.

#### **Brandstofverbruik en brandstofbesparing**

- Bij de ingeschatte CO<sub>2</sub>-besparing van 0-10% hoort een CNG verbruik dat in kilogrammen 10 tot 25 % hoger ligt dan het diesilverbruik in liters.
- Om met een CNG truck qua brandstofkosten gelijk uit te komen met een dieseltruck, is een prijsverschil van 10 tot 25% nodig tussen CNG en diesel. De huidige brandstofprijzen zijn € 0,91 per kilogram CNG en € 0,99 per liter diesel (exclusief BTW). Om gunstig uit te komen, is een verschil nodig van € 0,10 tot € 0,22. Door de snel gedaalde dieselprijs is het verschil momenteel te klein om te kunnen besparen op brandstofkosten. Wanneer de dieselprijs weer stijgt, kan dit zomaar weer positief uitpakken.
- De rijstijl van de chauffeur heeft een grote impact op het brandstofverbruik. Het is daarom van belang om actief te sturen op rijstijl van de chauffeurs, het liefst in combinatie met een rijstijlmonitoringssysteem en rijstijltrainingen.

#### **Business case**

- De besparing op brandstofkosten viel bij het deelnemende transportbedrijf in de praktijk tegen, waardoor de meerinvestering (€ 40.000) niet is terugverdiend, ondanks het (nog) grote prijsverschil tussen CNG en diesel tijdens de monitoringsperiode in 2013. Waarschijnlijk is de oorzaak dat de voertuigen te weinig kilometers hebben gemaakt. Ook is de PTO (power take-off) relatief veel gebruikt. De motorbelasting is niet optimaal bij het gebruik van de PTO. Dit heeft vooral effect bij gasmotoren met als gevolg een hoog gasverbruik.
- Daar staat tegenover dat de voertuigen tot nu toe een hogere operationele inzetbaarheid hebben dan de vergelijkbare diesel voertuigen in de vloot. De CNG voertuigen zijn bij dit bedrijf betrouwbaarder gebleken. Ze hebben minder storingen, uitvaldagen en reparaties. Dit vertaalt zich in veel lagere onderhoudskosten dan bij de referentie dieselveertuigen.
- Om de business case positief te maken is het van belang om de inzet van het CNG voertuig te maximaliseren.





- Door in te springen op het MVO beleid van verladers en klanten en door eventuele voordelen (zoals ontheffing en verruimde venstertijden) die de vervoerder kan krijgen bij inzet van schonere voertuigen, wordt het mogelijk om een positieve business case te realiseren.
- Een actueel risico voor de business case is het kleine prijsverschil tussen diesel en CNG. Bij een gelijkblijvende prijs voor CNG en een stijgende dieselprijs wordt de business case gunstiger.

### **BESCHIKBAARHEID VOERTUIGEN & HUIDIGE WAGENPARK**

In het programma zijn Iveco voertuigen omgebouwd door GINAF, dit zijn Euro V-EEV voertuigen. De onderstaande tabel geeft de vloot van CNG monofuel vrachtwagens per december 2015 weer, hier zitten al redelijk veel Euro VI voertuigen tussen, het grootste deel bestaat echter uit Euro V-EEV voertuigen.

<b>Aantal CNG monofuel vrachtwagens per december 2015</b>	
Trucks tot 12 ton	173
Trucks zwaarder dan 12 ton	257
<b>Totaal</b>	<b>430</b>

De volgende monofuel voertuigen zijn momenteel beschikbaar in Euro VI variant [NGV, 2015]:

- Mercedes-Benz Econic NGT
- Iveco: Stralis CNG
- Renault D Wide CNG
- Scania: P/G 280/340 CNG
- Volvo: FE CNG



## DE LNG (MONOFUEL) TRUCK

Een 'LNG monofuel' vrachtwagen rijdt voor 100% op vloeibaar aardgas. LNG is de afkorting voor Liquefied Natural Gas, ofwel vloeibaar aardgas. Het voordeel van aardgas is dat er bij de verbranding van aardgas minder CO<sub>2</sub> vrijkomt dan bij diesel. LNG kan zowel fossiel gas zijn als Bio-LNG dat is gemaakt uit biogas. Bio-LNG heeft het voordeel van een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot over de keten.

De monofuel motor voor aardgas heeft een andere werkingsprincipe dan een dieselmotor, de positieve effecten van dit werkingsprincipe zijn een lagere geluidsproductie en lage luchtverontreinigende emissies zoals NO<sub>x</sub> en fijnstof. Dit laatste voordeel lijkt echter vervallen omdat Euro VI dieselmotoren flink schoner zijn geworden. Het nadeel van de monofuel aardgasmotor is een lager motorrendement, ofwel de motor is minder 'zuinig' dan een dieselmotor.

Om het aardgas vloeibaar op te slaan in de vorm van LNG dient het sterk gekoeld te worden, tot circa -162 graden Celsius. Als de brandstof opwarmt gaat die over in gasvorm, en dat gas moet dan, om te voorkomen dat de druk oploopt, worden afgevoerd. Het wordt dan 'afgeblazen' zonder dat het in de motor wordt verbrand. Met dit afblazen ontstaat emissie van puur methaan. Dit betekent een sterke toename van de broeikasgasemissies een toename van de brandstofkosten. Het is daarom van groot belang dat de tank goed is geïsoleerd, zodat de brandstof zo weinig mogelijk opwarmt en dus zo weinig mogelijk brandstof verloren gaat.

LNG heeft nauwelijks inerte componenten zoals stikstof en/of CO<sub>2</sub> maar heeft een hoog methaangehalte, LNG is hierdoor een hoog calorisch gas. Inerte componenten bevatten in tegenstelling tot methaan namelijk geen energie. Ter vergelijking: een kilogram LNG bevat circa 37% meer energie dan 1 liter diesel. Het opslaan van LNG neemt minder ruimte in beslag dan CNG, maar nog steeds meer dan voor diesel. In vergelijking met diesel kan er daarom relatief weinig brandstof meegenomen worden in de tanks, typisch tussen de 100 en 300 kilogram. Dat is vergelijkbaar met de energie-inhoud van ongeveer 140 tot 400 liter diesel. De combinatie van hoog calorisch gas, het lagere motorrendement en de beperkte tankinhoud resulteert in een beperktere actieradius dan met een dieselvoertuig. De actieradius is wel een stuk groter dan van een CNG voertuig.

### VOOR WELKE TOEPASSING IS EEN LNG MONOFUEL TRUCK GESCHIKT?

LNG-voertuigen worden vooral ingezet voor regionale of nationale distributie. Door de lagere geluidsproductie zijn er LNG monofuel voertuigen die voldoen aan de zogenaamde 'Piek-light' norm. Dit levert soms voordelen op zoals het kunnen betreden van stadscentra buiten de venstertijden.

LNG monofuel voertuigen hebben geen roetfilter nodig om aan de Euro VI eis te voldoen. Dieselmotoren hebben doorgaans wel een roetfilter nodig. Ze kunnen problemen krijgen met het roetfilter als de voertuigen veel in de stad gebruikt worden, vanwege de lage uitlaatgastemperatuur. Daardoor kunnen de onderhoudskosten van aardgasvoertuigen lager zijn dan die van dieselvoertuigen.

## **CO<sub>2</sub>-EMISSIONS VERLAGEN MET EEN LNG MONOFUEL TRUCK**

De totale verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissie van een LNG monofuel truck ligt de praktijk tussen 0 en 10% ten opzichte van een gelijkwaardige vrachtwagen op diesel [FS 2014]. Ondanks de lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van het verbranden van LNG in plaats van diesel, is het totale effect dus beperkt. Dit komt voornamelijk door het lagere motorrendement. De reductie is afhankelijk van de motortechnologie en het type inzet. Bij lean burn motoren kunnen methaan emissies de CO<sub>2</sub>-besparing reduceren of zelfs helemaal teniet doen.

Bij gebruik van Bio-LNG is een emissiereductie tot ongeveer 80% mogelijk (well-to-wheel), geheel afhankelijk van de productiewijze van het gas.

In het monitoringsprogramma waren er 14 deelnemende transportbedrijven met LNG monofuel vrachtwagens. Bij de meeste bedrijven lijkt een CO<sub>2</sub>-besparing gerealiseerd te zijn die binnen de hierboven genoemde range valt, soms is de CO<sub>2</sub>-besparing zelfs hoger. De onzekerheidsmarge van de betreffende monitoringsgegevens is vrij hoog, de resultaten zijn daarom indicatief.

## **PRAKTISCHE INFORMATIE EN TIPS UIT DE PRAKTIJK OVER LNG MONOFUEL TRUCKS**

### **Praktische inzetbaarheid**

– In het algemeen zijn de ervaringen van de meeste deelnemende partijen positief en wordt er door de partijen verder geïnvesteerd in de aanschaf van nieuwe monofuel LNG-vrachtwagens.

- Bij een aantal projecten is gebleken dat verladere vaak veel belang hechten aan duurzaam transport. Voor de verlader spelen duurzaamheidsaspecten (reductie van emissies en geluid) een belangrijkere rol in hun strategie en bedrijfsvoering. Klanten die door de vervoerders worden beleverd ervaren het lage geluidsniveau en het ontbreken van dieselgeur als zeer positief. Voor inzet in stads- en winkeldistributie biedt het lage geluidsniveau ruimere mogelijkheden dan voor een dieselvrachtwagen, waardoor de LNG-voertuigen vaker en langer kunnen worden ingezet. De huidige groei van het aantal LNG-trucks wordt met name geïnitieerd door de verladere die aanvullende eisen stellen aan hun vervoerders.
- Op dit moment is het beperkte netwerk van tanklocaties nog een belangrijke barrière voor de verdere marktontwikkeling van vloeibaar gas als truckbrandstof. In november 2015 zijn in Nederland 17 LNG-tankstations, 3 daarvan zijn niet openbaar. Er staan er nog 11 tankstations in de planning [Energyvalley.nl]. In het buitenland zijn er nog minder (hierdoor nagenoeg geen inzet op internationale transporten).
- De trekkracht van een LNG-truck is lager dan de trekkracht van een dieseltruck. Door de rijstijl aan te passen (meer anticiperend rijden) is dat probleem te overzien.
- De tank bouwt druk op bij lange stilstand en tanken gaat dan lastiger. Door het voertuig te tanken voordat je het stilzet, bevat de tank veel meer koude massa en duurt het langer voordat de drukopbouw plaatsvindt.
- Per fabrikant kan er verschil zitten in de kwaliteit van tanks. Sommige tanks blijken veel af te blazen, waardoor er veel brandstof verloren gaat. Dit zorgt voor ongewenste emissies en onnodig hoge brandstofkosten. Bij de meeste nieuwe vrachtwagens is dit probleem opgelost.

### DE INVLOED VAN ALBERT HEIJN

Mede door gesprekken met Albert Heijn zijn Wezenberg Transport en Dasko Koel- en Vriestransporten in 2011 op het spoor gekomen van LNG als brandstof voor de toekomst. Beide bedrijven leveren samen een significant deel van het transportvolume voor deze verlader. Door de overstap naar winkelbevoorrading met LNG-trucks hebben ze, naar hun gevoel, een steviger positie als vervoerder bij Albert Heijn. Bij gemeenten, waarmee ze inmiddels veel goede contacten hebben opgebouwd, is hun reputatie verbeterd. Het nog unieke aanbod van transport met LNG-trucks is ook interessant voor andere opdrachtgevers.



Wezenberg Transport ontwikkelt samen met een aantal collega-vervoerders een (ontkoppel-) locatie nabij het distributiecentrum ten behoeve van Albert Heijn in Nieuwegein. Een LNG-tankstation bij een distributiecentrum is voor de ritplanning van een vervoerder als Wezenberg ideaal. Daarmee krijgt het bedrijf een tweede tankstation in het netwerk, waardoor de inzet van de monofuel LNG-trucks gemakkelijker wordt. Zaken die in eerste instantie niet geregeld konden worden – zoals gemeentelijke toestemming voor het LNG-tankstation – zijn door de betrokkenheid en goede relatie die Albert Heijn met de gemeente heeft weer in beweging gekomen. Deze ervaring laat zien hoe belangrijk het is dat grote spelers in de vervoersector zich hard maken voor een techniek met een alternatieve brandstof als LNG. Peter Leegstraten (Senior Consultant Ahold Transport): "Omdat we graag een goede buur willen zijn kiezen we voor het transport naar de winkels voor schone, stille en veilige oplossingen. Samen met vervoerders wordt dan ook actief gewerkt aan pilots en implementaties van duurzame nieuwe technieken".

- Door de kortere actieradius moet er soms dagelijks getankt worden. De planningsafdeling moet daarmee rekening houden. Dit betekent voor sommige transporteurs dat de trucks met name worden ingezet voor de kortere ritten in de regio of specifiek op één klant.
- Het tanken van LNG is in het begin erg wennen voor chauffeurs.

#### **Brandstofverbruik en brandstofbesparing**

- De ingeschatte CO<sub>2</sub>-besparing van 0-10% komt overeen met een LNG-verbruik dat in kilogrammen ongeveer 0-10% lager ligt dan het dieselverbruik in liters.
- Uitgaande van de huidige brandstofprijs van € 0,99 per kilogram LNG en € 0,99 per liter diesel (exclusief BTW) en de ingeschatte CO<sub>2</sub>-reductie, kan een besparing tot 10% op brandstofkosten worden gehaald.
- De rijstijl van de chauffeur heeft een grote impact op het brandstofverbruik. Het is daarom van belang om actief te sturen op rijstijl van de chauffeurs, het liefst in combinatie met een rijstijlmonitoringssysteem en rijstijltrainingen.

#### **Business case**

- De aanschaf en het onderhoud van een LNG-vrachtwagen is duurder dan van een dieselvrachtwagen. De investering (aanschaf is ruwweg € 50.000,- hoger) wordt met name terugverdiend door de lagere brandstofkosten van LNG. De monitoringsperiode was voornamelijk in 2013 en 2014, de dieselprijs was toen nog fors hoger dan de LNG-prijs. Voor een transporteur geldt dus hoe meer kilometers, hoe gunstiger de business case.
- Door de hogere aanschafprijs is de premie voor de verzekering ook iets hoger. Daarnaast bestaat er nog onzekerheid over de restwaarde van het voertuig.

- Door in te springen op het MVO beleid van verladers en klanten en door eventuele voordelen (zoals ontheffing en verruimde venstertijden) die de vervoerder ook kan krijgen bij inzet van schonere voertuigen, wordt het mogelijk om een positieve business case te realiseren.
- Een LNG-tankstation in 'het netwerk' van de onderneming is cruciaal; als omgereden moet worden om te tanken, is de business case moeilijk rond te krijgen. Soms krijgt een transportbedrijf de meerkosten voor omrijden gecompenseerd door de verlader.
- Het benodigde onderhoud lijkt erg per fabrikant te verschillen.
- Een actueel risico voor de business case is het kleine prijsverschil tussen diesel en LNG. Bij een gelijkblijvende prijs voor LNG en een stijgende dieselprijs wordt de business case gunstiger.
- Er bestaan constructies waarbij (een deel van) de financiële risico's door leveranciers worden overgenomen. Zo kunnen meerkosten die samenhangen met de hogere aanschaf en onderhoudskosten in een vaste leaseprijs zijn verwerkt. Ook wordt de LNG-prijs aan de dieselprijs gekoppeld om een gegarandeerd voordeel voor de transporteur te behouden.
- Restwaarde van de voertuigen is nog onbekend. De markt voor tweedehands vrachtwagens (o.a. Midden-Oosten) is volledig gericht op diesel.
- Tankstation in eigen beheer:
  - Het is belangrijk om afspraken te maken met de leverancier voor overschrijding van oplevertijdstip.
  - Het zelf exploiteren van een vulstation is erg intensief, ook moet er rekening gehouden worden met kinderziektes.

### ROLANDE LNG NEEMT RISICO'S VERVOERDERS WEG

Een LNG-totaalconcept voor transportbedrijven: advies, ontwikkeling en bouw van LNG-tankstations én levering van LNG-trucks. Dat ontwikkelde Rolande LNG, een volledige dochteronderneming van IVECO-dealer Schouten, om bij de introductie van LNG voor het wegtransport het lastige 'kip-ei' probleem te doorbreken. De vervoerder kan voor de gehele LNG-keten aankloppen bij Rolande. Bovendien worden de financiële risico's voor het bedrijf zoveel mogelijk weggenomen. Denk aan risico's die samenhangen met onzekerheid over de onderhoudskosten en de restwaarde en met de hogere aanschafkosten van de voertuigen. Rolande LNG heeft met dit totaalconcept een cruciale rol gespeeld bij het tot een goed einde brengen van vier Truck van de Toekomst projecten.

"Ten opzichte van diesel zijn de onderhoudskosten voor LNG-trucks hoger door een korter onderhoudsinterval, iedere 50 á 60.000 km". Peter Hendrickx, Manager Operations bij Rolande LNG, krijgt steeds meer inzicht in het onderhoud. "De LNG-truck met de meeste kilometers op de teller heeft inmiddels meer dan 550.000 km gereden en de verwachting is dat 1.000.000 km haalbaar is." De LNG-trucks van IVECO laten verder geen afwijkend onderhoudsbeeld zien. Al is er wel kennis nodig van het LNG-brandstofsysteem. De werkplaatsen van IVECO-Schouten hebben die ervaring inmiddels. Alle trucks hebben een onderhoudscontract.



Nieuwste LNG-tankstation van Rolande LNG (Utrecht)

In de vaste leaseprijs zijn alle meerkosten door de hogere aanschafkosten opgenomen (denk aan rentelasten, verzekering, restwaarde). Door een lager brandstofverbruik, en bij een lagere prijs voor LNG dan voor diesel, is het duurdere voertuig terug te verdienen. Al is dat afhankelijk van de inzet. Geraamd is een inzet van 100.000 km per jaar om 'quitte te spelen'. Rolande koppelt de LNG-prijs aan de prijs van diesel, waardoor het voordeel voor de vervoerder gegarandeerd is en het risico bij Rolande LNG ligt.



- Kiezen voor een ‘turn-key’ station. Ook bijkomende zaken, zoals bliksemafleiding, grondwerk, hekwerk en camera’s bij de leverancier neerleggen.
- Het energieverbruik van het station zelf ook goed monitoren en optimaliseren; er zijn voorbeelden van realisatie van 60% reductie in energiegebruik.
- Vanwege de onbekendheid zijn banken nog zeer terughoudend met de financiering.

#### BESCHIKBAARHEID VOERTUIGEN & HUIDIGE WAGENPARK

In het programma hebben voertuigen van Iveco, Scania en Mercedes-Benz deelgenomen. Dit zijn allemaal Euro V-EEV voertuigen. De onderstaande tabel geeft de vloot van LNG monofuel vrachtwagens per december 2015 weer, hier zitten al een aantal Euro VI voertuigen tussen, maar het merendeel bestaat uit Euro V-EEV voertuigen.

Aantal LNG monofuel vrachtwagens per december 2015	
Trucks tot 12 ton	0
Trucks zwaarder dan 12 ton	184
<b>Totaal</b>	<b>184</b>

De volgende monofuel voertuigen zijn momenteel beschikbaar in Euro VI variant [NGV, 2015]:

- Iveco: Stralis LNG
- Scania: P/G 280/340 LNG



## DE CNG DUAL FUEL TRUCK

Een 'CNG dual fuel' vrachtwagen heeft een verbrandingsmotor die zowel aardgas als diesel gebruikt. CNG is de afkorting voor Compressed Natural Gas, ofwel gecomprimeerd aardgas. Het voordeel van aardgas is dat er bij de verbranding van aardgas minder CO<sub>2</sub> vrijkomt dan bij diesel. CNG kan zowel fossiel- als groengas zijn, groengas heeft het voordeel van een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot over de keten.

De dual fuel motor blijft in feite een volwaardige dieselmotor (met bijbehorend gunstig rendement en brandstofverbruik), maar een deel van de dieselbrandstof wordt vervangen door CNG. De prestaties van de truck blijven daarbij min of meer gelijk. Als er geen CNG beschikbaar is kan, zonder nadelen, gewoon op diesel worden gereden. Als er wel CNG beschikbaar is, bepaalt het motormanagement op ieder moment in welke mate er in plaats van diesel CNG wordt gebruikt. Het gemiddelde vervangingspercentage zal in de praktijk ongeveer 50% zijn bij af-fabriek systemen.

Om het aardgas in CNG vorm op te slaan wordt het aardgas gecomprimeerd opgeslagen in tanks onder een druk van ca. 200 tot 250 bar. CNG komt normaliter uit het Nederlandse aardgasnet. Het Nederlandse aardgas is laag calorisch gas, dat wil zeggen dat een kilogram aardgas minder energie bevat dan bijvoorbeeld aardgas uit Duitsland. Een kilogram CNG bevat nog wel circa 7% meer energie dan een liter diesel. Het opslaan van CNG neemt echter vrij veel ruimte in beslag. Doordat er bij een dual fuel ook dieseltanks aanwezig zijn is de actieradius relatief groot.

Een dual fuel motor wordt meestal toegepast om CO<sub>2</sub> en brandstofkosten te beperken.

### **VOOR WELKE TOEPASSING IS EEN CNG DUAL FUEL TRUCK GESCHIKT?**

Een CNG dual fuel truck wordt vooral ingezet voor regionale of nationale distributie. Bepaalde voordelen in stadscentra als gevolg van een lagere geluidsproductie zijn gewoonlijk niet van toepassing voor dual fuel vrachtwagens. Daarentegen is een dual fuel truck, door de relatief grote actieradius, voor meerdere typen inzet geschikt.

Net als dieselmotoren hebben dual fuel motoren doorgaans een roetfilter nodig. De onderhoudskosten van het roetfilter zouden bij dual fuel motoren lager kunnen zijn, omdat de roetbelading van het roetfilter afneemt bij dual fuel. Informatie hierover ontbreekt echter tot nu toe.

### **CO<sub>2</sub> BESPAREN MET EEN CNG DUAL FUEL TRUCK**

De effectieve CO<sub>2</sub>-emissiereductie van een dual fuel CNG vrachtwagen is afhankelijk van de mate waarin CNG daadwerkelijk als vervangende brandstof wordt toegepast, ofwel het bijmengpercentage. Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-besparing is een marginaal rendementsverlies van de motor aangenomen. Naast de verhouding tussen CNG en diesel zijn ook de methaanemissies van belang. Methaanemissies gelden ook als broeikasgas en kunnen daarmee het CO<sub>2</sub>-voordeel beperken of zelfs laat verdwijnen. Dit is vooral een gevaar bij Euro V voertuigen. Sinds de ingang van Euro VI wetgeving gelden striktere methaan emissie normen, waarmee methaan emissies naar verwachting lager zijn en minder meetellen in de berekening van de totale CO<sub>2</sub>-besparing. Er mag maximaal 0.5 g/kWh aan methaan worden uitgestoten.

De onderstaande tabel geeft de verwachte CO<sub>2</sub>-besparing bij diverse bijmengpercentages van CNG weer. De verwachting is dat in de praktijk een bijmengpercentage van 50 tot 60% op energiebasis realistisch en haalbaar is.

*CO<sub>2</sub>-besparing bij gebruik van aardgas in vergelijking met diesel (beide fossiel).*

Verhouding CNG/diesel (op energie-inhoud)	CO <sub>2</sub> -besparing exclusief methaan-emissies	CO <sub>2</sub> -besparing inclusief methaan-emissies op Euro V niveau	CO <sub>2</sub> -besparing inclusief methaan-emissies op Euro VI niveau*
75%	±17%	0-10%	±10%
50%	±10%	0-5%	±5%
25%	±4%	0%	±0%

- CO<sub>2</sub>-besparing bij Euro VI voertuigen is waarschijnlijk hoger dan bij Euro V omdat de eisen voor methaanemissie strenger zijn. Er zijn echter nog geen motoren op de markt die dit realiseren.

Als in plaats van CNG groengas wordt gebruikt, dan zal de CO<sub>2</sub>-emissiereductie maximaal ongeveer 40% zijn bij een bijmengpercentage van 50%, afhankelijk van de productiewijze van het groengas. Door biodiesel te tanken kan eventueel nog een verdere CO<sub>2</sub>-vermindering gerealiseerd worden.

In het monitoringsprogramma zaten slechts twee CNG dual fuel vrachtwagens. Dit zijn DAF voertuigen met een achteraf gemonteerde (retrofit) dual fuel installatie. Ten opzichte van de dieselreferenties laten de monitoringsgegevens een CO<sub>2</sub>-besparing van 4% zien. Met een verhouding van ca. 30% CNG en 70% diesel. De onzekerheidsmarge van de betreffende monitoringsgegevens is vrij hoog, de resultaten

zijn daarom indicatief. De genoemde CO<sub>2</sub>-besparing uit de monitoringsgegevens is exclusief methaanemissies omdat deze niet zijn gemeten.

### **PRAKTISCHE INFORMATIE EN TIPS UIT DE PRAKTIJK OVER CNG DUAL FUEL TRUCKS**

#### **Praktische inzetbaarheid**

- De ervaringen van deze toepassing zijn niet erg positief, met name omdat het dual fuel achteraf is gemonteerd. Er waren veel problemen met het juist registreren van de aangepaste aandrijflijn en type brandstof. Ook het regelen van de verzekeringen en garantie ging moeizaam. Het verdient daarom aanbeveling te kiezen voor een af-fabriek systeem, of vooraf genoeg aandacht aan bovenstaande potentiële problemen te besteden.
- Een tankstation in het netwerk van de transporteur is van groot belang. Omrijden om te tanken kost extra tijd en kilometers, met een negatief effect voor de te realiseren besparing.
- CNG was eind 2015 verkrijgbaar bij 140 tankstations, verspreid over het land [Groengas.nl]. Grotere wagenparken maken ook wel gebruik van niet-openbare vulstations in eigen of particulier beheer.
- De actieradius van het voertuig wordt als positief ervaren.

#### **Brandstofverbruik en brandstofbesparing**

- Uitgaande van een bijmengpercentage van 50% (kilogrammen CNG ten opzichte van liters diesel) en de huidige brandstofprijs van € 0,91 per kilogram CNG en € 0,99 per liter diesel (exclusief BTW), kan een besparing van ongeveer 5% op brandstofkosten worden gehaald ten

opzichte van een dieselveertuig. Tijdens de monitoringsperiode lag de dieselprijs op ongeveer € 1,20, waardoor de kostenbesparing fors hoger kan zijn. Bij een lager bijmengpercentage van CNG gaat de kostenbesparing naar beneden.

#### Business case

- De meer-investering en afschrijving moeten worden gecompenseerd door lagere brandstofkosten. Bij het deelnemende bedrijf was de besparing op brandstofkosten positief. Dit werd teniet gedaan door de extra kilometers die werden gereden om CNG te kunnen tanken.
- Het bijmengpercentage bij het deelnemende bedrijf kwam uit op circa 30%, dit komt de business case niet ten goede. Het verdient daarom de aanbeveling om eerst te testen met een CNG dual fuel truck om het bijmengpercentage voor uw inzet in te schatten, alvorens over te gaan tot aanschaf. Zo kunt u een goede inschatting maken van de businesscase. Naar verwachting kunnen af-fabriek systemen hogere bijmengpercentages realiseren.
- Het CNG dual fuel systeem heeft wat kinderziektes gekend, maar deze zijn opgelost. De kosten voor het onderhoudscontract zijn voor het deelnemende bedrijf nu gelijk aan de kosten voor een onderhoudscontract voor dieselveertuigen.
- Inspringen op het MVO beleid van verladers en klanten kan helpen om een positieve business case te realiseren.
- Een actueel risico voor de business case is het kleine prijsverschil tussen diesel en CNG. Bij een gelijkblijvende prijs voor CNG en een stijgende dieselprijs wordt de business case gunstiger.

#### BESCHIKBAARHEID VOERTUIGEN & HUIDIGE WAGENPARK

In het programma zijn DAF voertuigen door een derde partij omgebouwd naar een dual fuel truck. dit zijn Euro V-EEV voertuigen. De onderstaande tabel geeft de vloot van CNG dual fuel vrachtwagens per december 2015 weer. Het grootste deel zijn Euro V en Euro V-EEV voertuigen.

Aantal CNG dual fuel vrachtwagens per december 2015	
Trucks tot 12 ton	16
Trucks zwaarder dan 12 ton	47
<b>Totaal</b>	<b>63</b>

In december 2015 waren er nog geen dual fuel Euro VI voertuigen op de markt. De fabrikanten hebben moeite om met een dual fuel motor te voldoen aan de Euro VI regelgeving en de bijbehorende limiet voor methaanemissies.

De verwachting is wel dat één of enkele fabrikanten in 2016 nieuwe modellen introduceren. De volgende pilotprojecten zijn veelbelovend:

- MB: Actros EURO VI Retrofit (Pilot: Howard Tenens) [LNG, 2014]
- Volvo: Dual fuel motor met Westport injector (verwachting 2016/17)
- MAN: Dual fuel HPDI (verwachting 2016/17)

## DE LNG DUAL FUEL TRUCK

Een 'LNG dual fuel' vrachtwagen heeft een verbrandingsmotor die zowel LNG als diesel gebruikt. LNG is de afkorting voor Liquefied Natural Gas, ofwel vloeibaar aardgas. Het voordeel van aardgas is dat er bij de verbranding van aardgas minder CO<sub>2</sub> vrijkomt dan bij diesel. LNG kan zowel fossiel- als Bio-LNG zijn. Bio-LNG heeft het voordeel van een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot over de keten.

De dual fuel motor blijft in feite een volwaardige dieselmotor (met bijbehorend gunstig rendement en brandstofverbruik), maar een deel van de dieselbrandstof wordt vervangen door LNG. De prestaties van de truck blijven daarbij min of meer gelijk. Als er geen LNG beschikbaar is kan, zonder nadelen, gewoon op diesel worden gereden. Als er wel LNG beschikbaar is, bepaalt het motormanagement op ieder moment in welke mate er in plaats van diesel LNG wordt gebruikt. Het gemiddelde vervangingspercentage zal in de praktijk ongeveer 50% zijn bij af-fabriek systemen.

Om het aardgas vloeibaar op te slaan in de vorm van LNG dient het sterk gekoeld te worden, tot circa -162 graden Celsius. Als de brandstof opwarmt gaat die over in gasvorm, en dat gas moet dan, om te voorkomen dat de druk oploopt, worden afgevoerd. Het wordt dan 'afgeblazen' zonder dat het in de motor wordt verbrand. Dit is echter pure methaanemissie welke een sterke toename van de broeikasgasemissies veroorzaakt en de brandstofkosten doet toenemen. Het is daarom van groot belang dat de tank goed is geïsoleerd, zodat de brandstof zo weinig mogelijk opwarmt en dus zo weinig mogelijk brandstof verloren gaat.

LNG heeft nauwelijks inerte componenten zoals stikstof en/of CO<sub>2</sub> maar heeft een hoog methaangehalte, LNG is

hierdoor een hoog calorisch gas. Inerte componenten bevatten in tegenstelling tot methaan namelijk geen energie. Ter vergelijking: een kilogram LNG bevat circa 37% meer energie dan 1 liter diesel. Het opslaan van LNG neemt minder ruimte in beslag dan CNG, maar nog steeds meer dan voor diesel. Doordat er bij een dual fuel ook dieseltanks aanwezig zijn is de actieradius vrij groot.

Een dual fuel motor wordt meestal toegepast om CO<sub>2</sub>-emissies en brandstofkosten te beperken.

### VOOR WELKE TOEPASSING IS EEN LNG DUAL FUEL TRUCK GESCHIKT?

Een LNG dual fuel truck wordt vooral ingezet voor regionale of nationale distributie, bij voorkeur met zware belading. Bepaalde voordelen in stadscentra als gevolg van een lagere geluidsproductie zijn gewoonlijk niet van toepassing voor dual fuel vrachtwagens. Door de relatief grote actieradius zijn meerdere type inzet geschikt.

Net als dieselmotoren hebben dual fuel motoren doorgaans een roetfilter nodig. De onderhoudskosten van het roetfilter zouden bij dual fuel motoren lager kunnen zijn, omdat de roetbelading van het roetfilter afneemt bij dual fuel. Informatie hierover ontbreekt echter tot nu toe.

### CO<sub>2</sub> BESPAREN MET EEN LNG DUAL FUEL TRUCK

De effectieve CO<sub>2</sub>-emissiereductie van een dual fuel LNG vrachtwagen is afhankelijk van de mate waarin LNG daadwerkelijk als vervangende brandstof wordt toegepast, ofwel het bijmengpercentage. Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-besparing is een marginaal rendementsverlies van de motor aangenomen. Naast de verhouding tussen LNG en

diesel zijn ook de methaanemissies van belang. Methaan-emissies gelden ook als broeikasgas en kunnen daarmee het CO<sub>2</sub>-voordeel beperken of zelfs laat verdwijnen. Dit is vooral een gevaar bij Euro V voertuigen. Sinds de ingang van Euro VI wetgeving gelden striktere methaan emissie normen, waarmee methaan emissies naar verwachting lager zijn en minder meetellen in de berekening van de totale CO<sub>2</sub>-besparing. Er mag maximaal 0.5 g/kWh aan methaan worden uitgestoten.

De onderstaande tabel geeft de verwachte CO<sub>2</sub>-besparing bij diverse bijmengpercentages van LNG weer. De verwachting is dat in de praktijk een bijmengpercentage van 50 tot 60% op energiebasis realistisch en haalbaar is.

*CO<sub>2</sub>-besparing bij gebruik van aardgas in vergelijking met diesel (beide fossiel).*

Verhouding LNG/diesel (op energie-inhoud)	CO <sub>2</sub> -besparing exclusief methaan-emissies	CO <sub>2</sub> -besparing inclusief methaan-emissies op Euro V niveau	CO <sub>2</sub> -besparing inclusief methaan-emissies op Euro VI niveau*
75%	±17%	0-10%	±10%
50%	±10%	0-5%	±5%
25%	±4%	0%	±0%

- CO<sub>2</sub>-besparing bij Euro VI voertuigen is waarschijnlijk hoger dan bij Euro V omdat de eisen voor methaanemissie strenger zijn. Er zijn echter nog geen motoren op de markt die dit realiseren.

Als in plaats van LNG Bio-LNG wordt gebruikt, dan zal de CO<sub>2</sub>-emissiereductie maximaal ongeveer 40% zijn bij een bijmengpercentage van 50%, afhankelijk van de productiewijze van Bio-LNG. Met biodiesel kan ook een CO<sub>2</sub>-vermindering gerealiseerd worden.

Bij één van de bedrijven lijkt een CO<sub>2</sub>-besparing gerealiseerd te zijn die binnen de hierboven genoemde range valt. Er zaten wel relatief grote onderlinge verschillen tussen de diesel-referentievoertuigen, waardoor het resultaat minder betrouwbaar is vast te stellen. De genoemde CO<sub>2</sub>-besparing uit de monitoringsgegevens is exclusief methaanemissies omdat deze niet gemeten zijn. Bij de meeste bedrijven was de besparing niet vast te stellen, omdat kenmerken en/of inzet van de referentievoertuigen niet vergelijkbaar genoeg waren met de LNG-voertuigen voor een goede vergelijking. De onzekerheidsmarge van de betreffende monitoringsgegevens is bovendien vrij hoog, de resultaten zijn daarom indicatief.

## **PRAKTISCHE INFORMATIE EN TIPS UIT DE PRAKTIJK OVER LNG DUAL FUEL TRUCKS**

### **Praktische inzetbaarheid**

- De prestaties van de voertuigen zijn ruimvoldende om de reguliere werkzaamheden uit te voeren. De rij-ervaringen zijn in het algemeen goed. Al is een goede rij-instructie erg belangrijk om de maximale potentie uit de vrachtwagen te halen. Chauffeurs hebben als enige bezwaar dat er minder vermogen beschikbaar is dan bij vergelijkbare diesel voertuigen.
- Het tanken is een nieuwe ervaring voor de chauffeurs, de ervaringen van de eerste paar keer tanken zijn cruciaal voor de perceptie en acceptatie van het tankstation. Goede instructie en ondersteuning is daarom in het begin noodzakelijk. Vaak LNG tanken is nodig om het gewenste bijmengpercentage te behalen, dus het is belangrijk om de chauffeurs hieraan te laten wennen.

- Bij de planning moet rekening worden gehouden met de locaties van de LNG-tankstations, zodat er weinig wordt omgereden om LNG te tanken en er toch zoveel mogelijk op LNG gereden wordt.
- Op dit moment is het beperkte netwerk van tanklocaties nog een belangrijke barrière voor de verdere marktontwikkeling van vloeibaar gas als truckbrandstof. In november 2015 zijn in Nederland 17 LNG-tankstations, 3 daarvan zijn niet openbaar. Er staan er nog 11 tankstations in de planning [Energyvalley.nl]. In het buitenland zijn er nog minder.
- Omdat er ook dieseltanks aanwezig zijn 'kom je altijd thuis'. Dit is een voordeel van de dual fuel truck in het algemeen.

#### **Brandstofverbruik en brandstofbesparing**

- Uitgaande van een bijmengpercentage van 50% (kilogrammen LNG ten opzichte van liters diesel) en een brandstofprijs van € 0,99 per kilogram LNG en € 0,99 per liter diesel (exclusief BTW), kan een besparing van ongeveer 15% op brandstofkosten worden gehaald ten opzichte van een dieselveertuig. Bij een lager bijmengpercentage van LNG gaat de kostenbesparing naar beneden.
- De meeste deelnemende partijen hadden een hoger bijmengpercentage van LNG verwacht. In de praktijk bleek het bijmengpercentage gemiddeld rond de 50% te liggen (kilogrammen LNG ten opzichte van liters diesel), mits er consequent getankt werd.
- Zwaar beladen ritten zijn gunstig voor de mengverhouding (een hogere gemiddelde vermogensvraag leidt tot hoger een bijmengpercentage). De inzet van LNG dual fuel trucks is daarom zeer geschikt LZV-combinaties en voor bulktransport.

#### **Business case**

- Doordat lagere bijmengpercentages werden gerealiseerd dan vooraf gedacht, bleek het voor meerdere deelnemende bedrijven moeilijk om de business case rond te krijgen. De besparing op brandstofkosten is vaak niet voldoende om de extra investeringen te dekken. Wel geeft één van de deelnemende vervoerders aan dat zij verder gaan investeren in LNG dual fuel trucks.
- Inspringen op het MVO beleid van verladers en klanten kan helpen om een positieve business case te realiseren.
- Een actueel risico voor de business case is het kleine prijsverschil tussen diesel en LNG. Bij een gelijkblijvende prijs voor LNG en een stijgende dieselprijs wordt de business case gunstiger.
- Een LNG-tankstation in 'het netwerk' van de onderneming is cruciaal: als omgereden moet worden om te tanken, is de business case moeilijk rond te krijgen.
- Door de hogere aanschafprijs is de premie voor de verzekering ook iets hoger.
- Tot nu toe is gebleken dat de onderhoudsintervallen niet anders zijn dan bij conventionele voertuigen en er ook geen sprake is van vaker ongepland onderhoud. Het onderhoudscontract is nog wel eens duurder. Mogelijk komt dit doordat de apparatuur in de werkplaats van de dealers moeten worden aangepast voor onderhoud aan LNG-voertuigen en om de risico's van onbekendheid met het benodigde onderhoud af te dekken.
- Restwaarde van de voertuigen is nog onbekend. De markt voor tweedehands vrachtwagens (o.a. Midden-Oosten) is volledig gericht op diesel.
- Tankstation in eigen beheer:
  - Belangrijk om afspraken te maken met de leverancier voor overschrijding van oplevertijdstop.



### **INVESTEREN DOOR DE OVERHEID – INVESTERINGSFONDS GELDERLAND**

Het plan was oorspronkelijk dat Ecotrans B.V. uit Vorden en Loon- en grondverzetbedrijf Groot Zevert B.V. uit Beltrum gezamenlijk een (bio-)LNG-vulpunt zouden realiseren met subsidies uit het programma Truck van de Toekomst en van de provincie Gelderland. De levering van LNG zou dan mogelijk in de toekomst worden gekoppeld aan de biogasproductie van Loon- en grondverzetbedrijf Groot Zevert. Uiteindelijk is het LNG tankstation gerealiseerd in Borculo, maar niet geheel zonder slag of stoot.

“Het was een lang traject. We zijn zeker drie jaar bezig geweest om het tankstation voor elkaar te krijgen”, vertelt Bennie Wisselink, directeur/eigenaar van LNG Achterhoek B.V. “Eerst moesten we nieuwe transportbedrijven zien te vinden die deel wilden nemen in het subsidie traject. Die vonden we met bemiddeling van Friesland Campina, die graag ziet dat haar vervoerders hun auto’s op LNG laten rijden. Daarna volgden de financiering en de bouw met al zijn bijzondere zaken, zoals de cryogene techniek. Banken deden daarom ook moeilijk. Het is zo nieuw allemaal, dat was voor hen blijkbaar een te groot risico.” Na het faillissement van één van de zustermaatschappijen van de bouwer en doordat niet tijdig een deel van de betaling gedaan kon worden omdat de financiering nog niet geheel was afgerond, werd de bouw zelfs tijdelijk stilgelegd. Wisselink: “PPM Oost zag wel onze potentie en daar ben ik dan ook erg blij mee. Ze gaven ons vanuit het Innovatie- en Erfgoedfonds Gelderland de kans om vooruit te kijken.”

PPM Oost, het participatiebedrijf van Oost NV, is fondsmanager van regionale revolverende fondsen en investeert met geld van de overheid – het ministerie van Economische Zaken, de provincie Gelderland en de provincie Overijssel zijn de aandeelhouders in Oost NV – in de groei van de regionale economie en werkgelegenheid. Uiteindelijk is het totale project gefinancierd met globaal 1/3 deel eigen middelen, 1/3 deel subsidies en 1/3 deel financiering door PPM Oost.



- Het zelf exploiteren van een vulstation is erg intensief, ook moet er rekening gehouden worden met kinderziektes.
- Kiezen voor een ‘turn-key’ station. Ook bijkomende zaken, zoals bliksemafleiding, grondwerk, hekwerk en camera’s bij de leverancier neerleggen.
- Het energieverbruik van het station zelf ook goed monitoren en optimaliseren; er zijn voorbeelden van een 60% reductie in energiegebruik.
- Vanwege de onbekendheid zijn banken nog zeer terughoudend met de financiering.
- Een eventuele combinatie tussen een diesel en LNG-tankstation is wenselijk, dan worden de kosten voor extra tankbeurt bespaard.

### BESCHIKBAARHEID VOERTUIGEN & HUIDIGE WAGENPARK

In het programma hebben Volvo dual fuel voertuigen deelgenomen, dit zijn allemaal Euro V voertuigen. De onderstaande tabel geeft de vloot van LNG dual fuel vrachtwagens per december 2015 weer. Het grootste deel zijn Euro V voertuigen.

#### Aantal LNG dual fuel vrachtwagens per december 2015

Trucks tot 12 ton	0
Trucks zwaarder dan 12 ton	46
<b>Totaal</b>	<b>46</b>

In december 2015 waren er nog geen dual fuel Euro VI voertuigen op de markt. De fabrikanten hebben moeite om met een dual fuel motor te voldoen aan de Euro VI regelgeving en de bijbehorende limiet voor methaanemissies.

De verwachting is wel dat één of enkele fabrikanten in 2016 nieuwe modellen introduceren. De volgende pilotprojecten zijn veelbelovend:

- MB: Actros EURO VI Retrofit (Pilot: Howard Tenens) [LNG, 2014]
- Volvo: Dual fuel motor met Westport injector (verwachting 2016/17)
- MAN: Dual fuel HPDI (verwachting 2016/17)

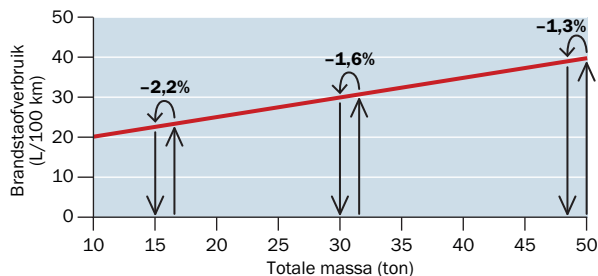


## 3 ALGEMENE TIPS

### BEÏNVLOEDINGSFACTOREN VAN HET BRANDSTOFVERBRUIK

#### REDUCEER MASSA VAN HET VOERTUIG

De massa van het voertuig heeft ongeveer een lineaire relatie met het brandstofverbruik. Hoe groter de massa, des te hoger het brandstofverbruik. Onderstaande grafiek geeft een voorbeeld ter indicatie van de verbruiksafname per ton afgenomen gewicht. Het verdient dus aanbeveling om goed te letten op onnodig gewicht op de voertuigen, een laag gewicht van het voertuig op zich levert direct geld op!



Verbruiksafname per ton voor een voorbeeldvoertuig met 300 kW motorvermogen.

#### WEERSOMSTANDIGHEDEN EN SEIZOENEN

In het winterseizoen is het brandstofverbruik gemiddeld circa 7% hoger dan in het zomerseizoen. Dit is met name het gevolg van de weersomstandigheden, het gebruik van ruitenwissers, verlichting en dergelijke. Ook de kwaliteit van de diesel verschilt tussen het zomer- en winterseizoen. De weersomstandigheden zijn mogelijk nog meer bepalend voor trucks met een kortere actieradius.

#### TYPE RIT, TRUCK EN RIJSTIJL

Het type rit, truck en de rijstijl bepalen voor een groot deel het brandstofverbruik.

#### HOE U EENVOUDIG BRANDSTOF KUNT BESPAREN

##### RIT- EN RIJSTIJLOPTIMALISATIE

- Stuur chauffeurs actief aan op een economische rijstijl. Met name de parameters die een relatie hebben tot remmen en uitrollen zijn van grote invloed. Vanzelfsprekend is het gunstig als de chauffeur gebruik maakt van de massa van het voertuig en dus het voertuig veel laat uitrollen en anticipeert op groene stoplichten.
- Een verlaging van de kruissnelheid van 90 naar 80 km/u kan zorgen voor een verbruikswinst van 6 tot 8%. Het is de overweging waard om een bedrijfspolicy te introduceren op kruissnelheid.
- Optimaliseer routes waar mogelijk, probeer hierbij te streven naar een laag dynamische route (optrekken/afremmen en stops).
- Vermijd onnodig stationair draaien.

##### CONFIGURATIE VAN HET VOERTUIG

Kies een niet te grote motor:

- Kies een motorvermogen dat past bij de toepassing. Een te krachtige motor kan zorgen voor een fors hoger brandstofverbruik dan noodzakelijk.

Minimaliseer onnodige massa:

- Kies een as-configuratie die past bij de toepassing. Een extra as voegt veel massa toe en leidt tot hoger verbruik. Daarnaast leidt het tot hogere kosten door slijtage.

- Indien het gebruik van het voertuig het toelaat; kies voor lichtgewicht constructies.
- Let op dat uw trucks niet teveel onnodige massa meenemen, denk hierbij aan onnodige accessoires, apparatuur in de laadbak, etc.

Verlaag de luchtweerstand:

- Let goed op de juiste afstelling van de dakspoiler. Een juist afgestelde dakspoiler maakt daadwerkelijk verschil.
- Beperk accessoires die de aerodynamische eigenschappen van uw voertuig negatief beïnvloeden.

Zorg uiteraard ook voor vakkundig en regelmatig onderhoud van uw vloot.

#### MAATREGELEN UIT HET LAND DER FABELEN

Om u te behoeden voor teleurstellingen, heeft TNO een (niet uitputtende) lijst van maatregelen opgesteld waarvan een verlaging van het brandstofverbruik volgens TNO nooit is aangetoond en waarvoor theoretisch ook geen verklaring is:

- Waterstofbijmenging; waterstof aan boord produceren en bijmengen bij de reguliere brandstof.
- Apparaten die claimen wervelingen te creëren in de inlaat of claimen de inlaatlucht te behandelen.
- Additieven voor brandstof en motorolie, vooral de resultaten van additieven die in zeer lage hoeveelheden worden bijgemengd zijn twijfelachtig. De motorolie zelf kan wel wat invloed hebben als een dunnere olie wordt gebruikt. De motorfabrikant moet de optie dan wel in de specificaties opgenomen hebben omdat anders verhoogde slijtage kan plaatsvinden.
- Magneten om de brandstofleidingen of apparaatjes voor in de tank die de brandstof zogenaamd ioniseren.

TNO heeft de meeste van deze maatregelen in de afgelopen decennia getest, maar nooit een significante besparing kunnen vaststellen.

De reden dat er soms positieve resultaten worden geboekt met deze maatregelen is waarschijnlijk het gevolg van het zogenaamde 'placebo-effect': de chauffeur weet van de toepassing van de maatregel en is daardoor bewuster met het brandstofverbruik bezig. Ook kan er selectief data geselecteerd worden. Bijvoorbeeld alleen data die een positief beeld laten zien worden naar voren geschoven. De dag tot dag verschillen in verbruik als gevolg van weersomstandigheden (temperatuur, wind, regen) en verkeersomstandigheden zijn vaak groter dan de besparing die men kan halen met een besparende maatregel.

Ga bij dit soort maatregelen altijd na of er een onafhankelijke test heeft plaatsgevonden door een partij welke voldoende ervaring heeft op dit gebied. Daarnaast moet de test statistisch verantwoord zijn uitgevoerd. Vraag naar referentiebedrijven en neem daar contact mee op en bespreek uw ervaringen met uw collega's!

# REFERENTIES

[TNO 2013]: van Mensch, P. et al., 'De Truck van de Toekomst; Brandstof en CO<sub>2</sub> besparing anno 2013', TNO, 2013.

[FS 2014]: Verbeek, R. et al., 'Factsheets; Brandstoffen voor het wegverkeer', TNO en CE Delft, juni 2014.

[TIAX 2011]: Law, K. et al., 'European Union Greenhouse Gas Reduction Potential for Heavy-Duty Vehicles', TIAX, Reference No. D5625. 23 december 2011.

[Groengas.nl]: <https://groengas.nl/rijden-op-groengas/tanklocaties-kaart>

[Energyvalley.nl]: <http://www.energyvalley.nl/nieuws/stand-van-zaken-Ing-november-2015>

[SER]: <http://www.energieakkoordser.nl/nieuws/brandstofvisie>

# DEELNEMENDE BEDRIJVEN



WIM BOSMAN



## › CONTACT

Klantcontactcentrum van de Rijksdienst  
voor Ondernemend Nederland (RVO.nl)  
T 088 042 42 42  
E klantcontact@rvo.nl

Rijkswaterstaat, Servicedesk Zakelijk  
E zakelijk@rws.nl  
I [www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk](http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk)

TNO: Pim van Mensch  
Consultant Sustainable Transport and Logistics  
T 088 866 33 20  
E [pim.vanmensch@tno.nl](mailto:pim.vanmensch@tno.nl)

[www.truckvandetoekomst.nl](http://www.truckvandetoekomst.nl)

**TNO.NL/MOBILITEIT**