



KENNISGIDS

Versie 2.0

Shell
GTL Fuel

SYNTHETIC TECHNOLOGY FOR CLEANER AIR*

* Shell GTL Fuel verbrandt schoner en produceert daardoor minder plaatselijke emissies vergeleken met conventionele, van ruwe olie afgeleide diesel.



Inhoudsopgave

1.	Managementsamenvatting	4
2.	Achtergrond GTL - Een historisch perspectief	6
3.	GTL-productie	8
3.1.	Shell Middle Distillate Synthesis (SMDS)	8
3.2.	Producten van het SMDS-proces	10
3.3.	Procesontwikkeling	12
3.4.	Commerciële GTL-fabrieken van Shell	13
4.	Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel	14
4.1.	Samenvatting belangrijkste eigenschappen	14
4.2.	Versrijningsvorm en geur	15
4.3.	Cetaangetal	15
4.4.	Massaenergie-inhoud (calorische waarde)	15
4.5.	Dichtheid	15
4.6.	Zwavelgehalte	16
4.7.	Prestaties bij lage temperaturen (koude vloeieigenschappen)	17
4.8.	Smerend vermogen	18
4.9.	Viscositeit	19
4.10.	Destillatie	20
5.	Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel	21
5.1.	Gereguleerde emissies	21
5.2.	Huidige emissieregelgeving	23
5.3.	Plaatselijke emissies en luchtkwaliteit	28
5.4.	Verminderen plaatselijke emissies wagenparken	28
5.5.	Samenvatting testresultaten emissies Shell GTL Fuel	29
5.6.	Overzicht van scheepsemissietests	32
5.7.	Mengsemissies	33
5.8.	Broeikasgasemissies CO ₂	34
5.9.	Samenvatting	35
6.	Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel	36
6.1.	Zware voertuigen	37
6.2.	Lichte voertuigen	40
6.3.	Niet voor de weg bestemde voertuigen	41
6.4.	Conclusies	43

7.	Bijkomende milieuvordelen Shell GTL Fuel	44
7.1.	Biologische afbreekbaarheid	45
7.2.	Ecotoxiciteit	46
7.3.	Veiligheidsvoordelen	47
7.4.	Motorgeluid	48
8.	Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel	50
8.1.	Overheidsspecificaties	51
8.2.	Fiscale stimuleringsmaatregelen	54
8.3.	Productregistratie	55
8.5.	Externe ondersteuning voor Shell GTL Fuel	56
9.	Opslag en hantering Shell GTL Fuel	60
9.1.	Verschillen tussen Shell GTL Fuel en conventionele diesel	61
9.2.	De implicaties van deze verschillen met conventionele diesel	62
9.3.	Beschikbaarheid	63
Acroniemen		63
Literatuur		64
Bijlage 1. Europese dieselemissienormen		66
Bijlage 2. Emissietests - Verdere details		68
A2.1.	Zware motoren	68
A2.2.	Lichte motoren	71

Tabellen

Tabel 1. Kwalitatieve samenvatting van belangrijkste prestatiegerelateerde eigenschappen Shell GTL Fuel	14
Tabel 2. Emissiegrenzen zware dieselmotoren voor NOx en PM	25
Tabel 3. CCNR2 emissiegrenzen	27
Tabel 4. Fase IIIA emissiegrenzen	27
Tabel 5. Procentuele plaatselijke emissievoordelen zware motoren vergeleken met conventionele diesel	50
Tabel 6. Procentuele plaatselijke emissievoordelen lichte motoren vergeleken met conventionele diesel	32
Tabel 7. Procentuele plaatselijke emissievoordelen scheepsmotoren vergeleken met conventionele diesel	33
Tabel 8. Samenvatting onderzoeken zware motoren en 100% Shell GTL Fuel	38
Tabel 9. Samenvatting onderzoeken lichte motoren en 100% Shell GTL Fuel	41
Tabel 10. Samenvatting onderzoeken niet voor de weg bestemde motoren en 100% Shell GTL Fuel	42
Tabel 11. Vereiste parameters in de Brandstofkwaliteitsrichtlijn	51
Tabel 12. In prEN 15940 Klasse A aangegeven eigenschappen vergeleken met EN 590	52
Tabel 13. Klimaatafhankelijke vereisten EN 590 en prEN 15940 (gematigde regio's)	53
Tabel 14. Belastingen op diesel in Finland vanaf januari 2015	54
Tabel 15. Luchtkwaliteitsoverschrijdingsgebieden (km ²)	59
Tabel 16. Deselemissienormen voor zware motoren (steady state-cycli)	66
Tabel 17. Deselemissienormen voor zware motoren (transiënte cycli)	66
Tabel 18. Deselemissienormen voor lichte motoren	67
Tabel 19. Tests zware motoren - Samenvatting geteste voertuigen	68
Tabel 20. Tests zware motoren - Procentuele emissievoordelen	69
Tabel 21. Onderzoeken zware motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen	70
Tabel 22. Tests lichte motoren - Samenvatting geteste voertuigen	71
Tabel 23. Tests lichte motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen	72
Tabel 24. Onderzoeken lichte motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen	73

Figuren

Figuur 1. Wereldwijd overzicht GTL-fabrieken - Huidige en aangekondigde	7
Figuur 2. Overzicht van typische procesinrichting in een Shell GTL-fabriek	8
Figuur 3. Pearl GTL 'Productpalet'	10
Figuur 4. Afweging koude vloeit/cetaangetal Shell GTL Fuel	17
Figuur 5. Correlatie dichtheid/viscositeit dieselloorten	19
Figuur 6. Afwegingscurve PM/NOx	22
Figuur 7. NOx/PM-emissiegrenzen Euro I t/m VI zware motoren	23
Figuur 8. Geschatte Euronormpenetratie in de EU 27: zware voertuigen [8]	24
Figuur 9. NOx-voordelen van 100% GTL en mengsels in ULSD voor prototype Euro IV en Euro V Zware dieselmotoren, beide met nabehandeling	33
Figuur 10. Voorbeelden van wereldwijde praktijktests Shell GTL Fuel voor zware motoren	37
Figuur 11. Voorbeelden van wereldwijde praktijktests Shell GTL Fuel voor lichte motoren	40
Figuur 12. Tests 'goede' biologische afbreekbaarheid	45
Figuur 13. Verminderde gezondheidsrisico's bij de omgang met Shell GTL Fuel	47
Figuur 14. NO ₂ jaarlijkse gemiddelde concentratieverlagingen in Londen (µg m ⁻³) op basis van 100% GTL voordelen in 2010	58



SHELL GTL FUEL WETENSCHAPPER

1.

Managementsamenvatting

Deze gids geeft een samenvatting van de uitgebreide kennis van Shell over en ervaring met Shell GTL (gas-to-liquids) Fuel bij gebruik in een serie conventionele dieselloftuigen. In deze gids betekent "Shell GTL Fuel" 100% GTL-brandstof, dat wordt verhandeld onder de naam Shell.

Shell GTL Fuel is een innovatieve synthetische brandstof die van aardgas wordt gemaakt en kan helpen bij de vermindering van plaatselijke emissies in conventionele dieselloftuigen.

Shell GTL Fuel bevat kleinere hoeveelheden aromaten, polyaromaten, olefinen, zwavel en stikstof dan conventionele diesel. Door de zuiverheid is Shell GTL Fuel kleurloos en vrijwel reukloos.

Het bevat uitsluitend moleculen die men ook in conventionele diesel vindt en bestaat vrijwel uitsluitend uit normale paraffines met rechte ketens en vertakte iso-paraffines. Dankzij deze unieke samenstelling heeft Shell GTL Fuel een hoog cetanaantal, verbrandt het schoner en worden er minder plaatselijke voertuigemissies geproduceerd vergeleken met conventionele, van ruwe olie afkomstige diesel. Daarnaast kunnen GTL-producten, omdat ze van aardgas in plaats van ruwe olie zijn afgeleid, helpen bij de diversificatie van producten op de markt voor vloeibare brandstoffen.

Productieproces

De basistechnologie achter het GTL (gas-to-liquids) proces, waarbij aardgas wordt omgezet in een vloeibare brandstof, staat bekend als Fischer-Tropsch. Een chemisch transformatieproces dat in 1920 is ontwikkeld en vernoemd naar de uitvinders. Kort samengevat, worden uit een bron van koolstof in gekatalyseerde reacties via synthesegas (CO en H_2) langs een kunstmatige weg hogere koolwaterstoffen gemaakt. Het productieproces voor Shell GTL Fuel, SMDS (Shell Middle Distillate Synthesis), omvat drie hoofdstappen:

1. Vergassing

Door gedeeltelijke oxidatie van aardgas wordt synthesegas (CO en H_2) gemaakt

2. Synthese

Het synthesegas wordt via het Fischer-Tropschproces bij lage temperatuur omgezet in vloeibare koolwaterstoffen, wat een 'synthetische ruwe olie' oplevert.

3. Hydrokraken/omzetting naar producten

De synthetische ruwe olie wordt middels een hydro-cracker proces opgesplitst in paraffinische producten van hoge kwaliteit, zoals transportbrandstoffen, vliegtuigbrandstoffen, chemische grondstoffen en smeeroliën.

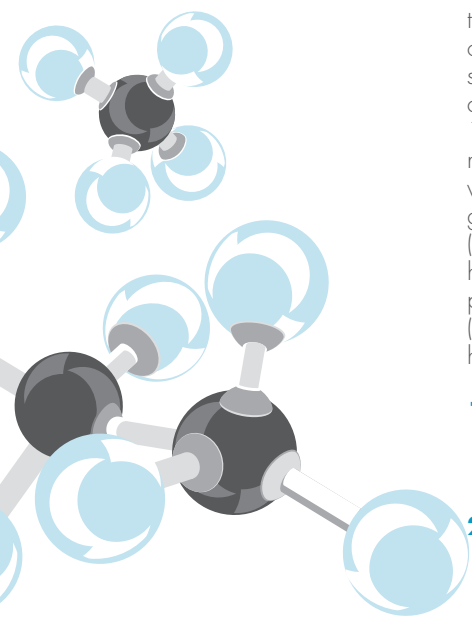
Productielocaties

Shell heeft het SMDS-proces in 's werelds eerste GTL-fabriek op commerciële schaal geïmplementeerd. Deze is in 1993 in Bintulu in Maleisië geopend. Bintulu produceert nu 14.700 vaten GTL-producten per dag. De in Bintulu opgedane ervaringen zijn cruciaal geweest voor het succes van de tweede commerciële GTL-fabriek van Shell, die Pearl heet, zich in Qatar bevindt en gezamenlijk eigendom is van Qatar Petroleum. Pearl, 's werelds grootste GTL-fabriek, is een volledig geïntegreerd upstream/downstream-project. Het heeft de capaciteit om 140.000 vaten GTL-producten per dag te produceren, maar ook 120.000 olie-equivalente vaten gasverwerkingsproducten per dag.

Het productpalet van Pearl bestaat uit GTL-gasolie, GTL-nafta, GTL-kerosine, GTL normaal-paraffines en GTL-basisolie. Shell GTL Fuel is primair afgeleid van de 'gasoliefractie', dat eigenschappen heeft die met conventionele diesel vergelijkbaar zijn.

Gebruiksgemak

In het algemeen kan Shell GTL Fuel met dezelfde apparatuur, materialen en procedures als conventionele diesel worden verpakt, getransporteerd en opgeslagen. Dieselloftuigen kunnen ook gebruik maken van Shell GTL Fuel zonder aanpassingen aan de motor of het uitlaatsysteem, wat betekent dat Shell GTL Fuel als directe vervanger van conventionele diesel kan worden beschouwd, waardoor het naadloos kan worden geïntroduceerd zonder investeringen in nieuwe voertuigen of tankinfrastructuur.



Managementsamenvatting

Producteigenschappen

Shell GTL Fuel is een hoogwaardig product. Ondanks dat het qua fysische eigenschappen ruwweg vergelijkbaar is met conventionele diesel, heeft het een veel hoger cetaangetal, een hogere massacalorische waarde, minder zwavel en aromaten en een lagere dichtheid [1]. Shell GTL Fuel bestaat vrijwel geheel uit paraffines en bevat in principe maar twee soorten koolwaterstofmoleculen: normaal-paraffines en iso-paraffines. Het bevat in principe geen onverzadigde moleculen, zoals olefines (alkenen) en aromaten, die men in conventionele brandstoffen vindt. Deze unieke eigenschappen maken een efficiëntere verbranding en minder plaatselijke voertuigemissies mogelijk.

Shell GTL Fuel kan voldoen aan de eisen van de meeste gematigde en koude klimaten. Het 'Cold Filter Plugging Point' (CFPP, filterverstoppingspunt bij lage temperatuur) ligt meestal tussen -9 °C en -20 °C, afhankelijk van de klimaateisen. Er zijn ook batches geproduceerd met een lagere CFPP.

Succesvolle ervaring wereldwijd

De afgelopen tien jaar heeft Shell in grote steden overal ter wereld vele praktijkonderzoeken met Shell GTL Fuel uitgevoerd. Bij deze voertuigonderzoeken zijn de prestaties van Shell GTL Fuel gedurende vele maanden onder 'echte wegomstandigheden' getest. De onderzoeken hebben aangetoond dat de overstap van conventionele diesel eenvoudig was en dat de voertuigprestaties behouden bleven. Ze hebben ook geholpen bij het vergroten van de naamsbekendheid van GTL Fuel bij overheden, autofabrikanten en het algemene publiek in Europa, de VS en Azië.

Belangrijkste voordelen

In al deze tests en onderzoeken is een grote hoeveelheid plaatselijke emissiegegevens verzameld voor een groot aantal voertuigen, motoren en nabehandelingssystemen die zich vandaag de dag op de weg bevinden. Samen tonen de plaatselijke emissietests aan dat Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel significante procentuele plaatselijke emissievoordelen kan opleveren. Daarnaast blijven deze procentueel vergelijkbaar voor een aantal motor- en voertuigtechnologieën. Daarom kan het gebruik van 100% Shell GTL Fuel bij lichte en zware motoren, zowel op de weg als niet op de weg een aantrekkelijke oplossing zijn als bijdrage aan de vermindering van plaatselijke emissies en verbetering van de plaatselijke luchtkwaliteit.

Naast de geboden plaatselijke emissievoordelen is Shell GTL Fuel niet-toxisch, reukloos, goed biologisch afbreekbaar en zit het in een lage gevarenklasse. Deze eigenschappen maken het nog aantrekkelijker en maken Shell GTL Fuel intrinsiek veiliger om te transporteren, te hanteren



TESTVOERTUIG SHELL GTL FUEL IN CHINA

en te gebruiken dan conventionele diesel. Sinds 2006 is Shell bezig met de wereldwijde registratie van Shell GTL Fuel met een nieuw CAS-nummer en productbeschrijving om onderscheid te maken met producten die van ruwe olie zijn afgeleid. Hiermee kunnen de gevareigenschappen van Shell GTL Fuel worden erkend, waardoor er mogelijkheden worden gecreëerd om gebruik ervan te bevorderen op bedrijfslocaties waar 'veiliger' (m.a.w. minder gevaarlijke) producten gewenst zijn. Naast deze voordelen is aangetoond dat Shell GTL Fuel in sommige situaties vanwege het hoge cetaangetal het motorgeluid vermindert.

Bijdrage aan verbetering van plaatselijke luchtkwaliteit

Shell en zijn samenwerkingspartners hebben een aantal emissietests uitgevoerd bij echte motoren en voertuigen onder gecontroleerde omstandigheden, waarbij de voordelen van het gebruik van 100% Shell GTL Fuel werden bevestigd. Metingen met motorproefopstellingen en standaard testcycli hebben aangetoond dat 100% Shell GTL Fuel plaatselijke emissievoordelen kan opleveren in zowel zware als lichte dieselmotoren vergeleken met conventionele diesel. Deze metingen zijn aangevuld door het testen van voertuigen met chassisdynamometers en toepassingsgebaseerde cycli. De resultaten van emissietests die werden uitgevoerd ter ondersteuning van de klantveldtests kwamen overeen met de verlaging van de plaatselijke emissies, die werd waargenomen in de verzamelde database van speciale emissieonderzoeken.

Beschikbaarheid Shell GTL Fuel

Shell verkoopt momenteel 100% Shell GTL Fuel in Duitsland en Nederland. Het kan worden geïmplementeerd als directe vervanger van conventionele diesel, waarbij het bijdraagt aan de verlaging van plaatselijke emissies zonder te hoeven investeren in nieuwe voertuigen of tankinfrastructuur.

2.

Achtergrond GTL - Een historisch perspectief

Shell GTL Fuel is het product van een gas-to-liquids (GTL) proces, waarbij aardgas als grondstof wordt gebruikt.

Het GTL-proces is het commercieel meest ontwikkelde binnen een groep technologieën die samen bekend staan als 'Anything'-to-Liquids (XTL).

XTL-processen kunnen worden gebruikt om vloeibare koolwaterstoffen te maken van een reeks koolstofgrondstoffen. De kernchemie van deze processen, de Fischer-Tropsch synthese, heeft zich goed bewezen en is al bijna een eeuw in ontwikkeling. In essentie worden bij Fischer-Tropsch katalytische reacties gebruikt om complexe koolwaterstoffen uit simpelere organische moleculen te synthetiseren. De producten van XTL-processen zijn vooral middeldestillaten, waaronder voertuigbrandstoffen. Dit betekent dat de toepassing van XTL-technologie een diversificatie van het vloeibare-brandstofaanbod biedt, om van ruwe olie afgeleide brandstoffen aan te vullen. Hieronder staat een kort overzicht van de belangrijkste gebeurtenissen in de geschiedenis van de GTL-technologie.

- **1922** - De Duitse wetenschappers Franz Fischer en Hans Tropsch ontdekken de synthesesetap die de basis vormt van het GTL-proces.
- **1945** - Fischer-Tropsch (F-T) wordt tijdens de Tweede Wereldoorlog in Duitsland gebruikt om circa 1600 vaten vloeibare transportbrandstof per dag uit steenkool te produceren (CTL).
- **1955** - Zuid-Afrika begint in 1955 het F-T-proces te gebruiken met steenkool als grondstof. Het land heeft zelf geen olie, maar heeft grote steenkoolvoorraden, waardoor CTL een aantrekkelijke optie is om minder afhankelijk te zijn van de import van vloeibare brandstoffen.
- **1973** - Shell pakt het F-T-proces dat gas (en andere grondstoffen) in vloeistoffen omzet en ontwikkelt het verder in het laboratorium in Amsterdam.
- **1983** - Shell bouwt een proeffabriek in Amsterdam voor grootschaligere tests met paraffinesynthese en -omzetting om GTL-producten te maken.
- **1992** - PetroSA, het nationale oliebedrijf van Zuid-Afrika, opent een GTL-fabriek dat gebruik maakt van een hoge-temperatuur Fischer-Tropschproces in Mosselbaai in 1992. Deze heeft momenteel een capaciteit van 45.000 vaten GTL-producten per dag. Deze fabriek produceert vooral benzine in plaats van dieselcomponenten.
- **1993** - Shell opent 's werelds eerste commerciële lage-temperatuur Fischer-Tropschfabriek in Bintulu, Maleisië, dat is ontworpen om 12.500 vaten hoogwaardige GTL-producten per dag te produceren.
- **2001** - Sasol kondigt een overeenkomst aan om hun eerste GTL-fabriek, Oryx, in Qatar te bouwen.
- **2003** - Technische verbeteringen verhogen de productiecapaciteit in Bintulu naar 14.700 vaten per dag.
- **2005** - Chevron kondigt GTL-fabriek aan in Escravos, Nigeria.
- **2006** - Pearl GTL-project (Shell en Qatar Petroleum) wordt goedgekeurd door de overheid van Qatar en is gepland om 10 keer zo groot te worden als de Bintulu-installatie.
- **2007** - De Oryx-fabriek van Sasol opent in Qatar. Hier worden momenteel 34.000 vaten GTL-producten per dag geproduceerd.



GTL-PROEFFABRIEK, AMSTERDAM

Achtergrond GTL - Een historisch perspectief

- **2012** - Productie op volle capaciteit begint bij Pearl GTL met 140.000 vaten hoogwaardige GTL-producten per dag.
- **2012** - Sasol begint de bouw van de Oltin Yo'l GTL-fabriek in Oezbekistan. Deze gaat 38.000 vaten GTL-producten per dag produceren.
- **2012** - Sasol begint met de front-end engineering en ontwerpfase van een GTL-fabriek in Louisiana in de VS. Deze gaat naar verwachting 96.000 vaten GTL-producten per dag produceren.
- **2012** - Sasol voert een haalbaarheidsstudie uit voor de bouw van een GTL-fabriek in het Canadese Alberta. Deze gaat ook naar verwachting 96.000 vaten GTL-producten per dag produceren.
- **2012** - Shell voert een haalbaarheidsstudie uit voor GTL-productie in de VS op vergelijkbare schaal als Pearl GTL.
- **2014** - Chevron en de Nigeria National Petroleum Corporation (NNPC) starten de Escravos GTL-fabriek in Nigeria, met een productiecapaciteit van 33,000 vaten GTL-producten per dag.

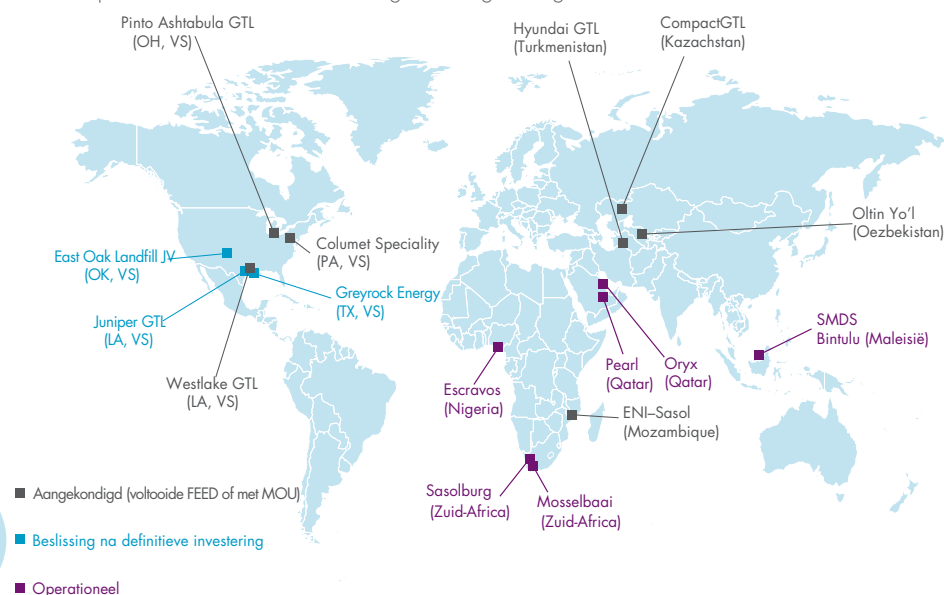


PEARL GTL, QATAR

GTL is een groeiende technologie, waarbij de laatste jaren veel nieuwe projecten zijn aangekondigd. Shell blijft de mogelijkheden voor nieuwe GTL-fabrieken in de toekomst bekijken. De onderstaande figuur toont de activiteiten van Shell en geselecteerde andere bedrijven, voor zowel operationele als aangekondigde projecten. Deze aangekondigde projecten zijn verdeeld in twee klassen, vóór en na de definitieve investeringsbeslissing (Final Investment Decision of FID).

Figuur 1.

Wereldwijd overzicht GTL-fabrieken - Huidige en aangekondigde



Bron: Openbare gegevens per mei 2015. Locaties en afmeting zijn uitsluitend ter illustratie. Alleen projecten met voltooid FEED (Front End Engineering design) of ten minste een Intentieverklaring (MOU / Memorandum van overeenstemming) zijn in de lijst opgenomen.

3.

Productie GTL

Dit hoofdstuk beschrijft het productieproces voor Shell GTL Fuel en geeft een overzicht van de twee belangrijkste GTL-fabrieken van Shell - Bintulu en Pearl GTL.

3.1. Shell Middle Distillate Synthesis (SMDS)

De basis van GTL-technologie is in 1920 ontwikkeld en staat bekend als het Fischer-Tropsch proces, naar de uitvinders.

In principe worden in het proces, via synthesegas (CO en H_2) en met katalytische reacties, hogere koolwaterstoffen uit een koolstofbron gesynthetiseerd. Het GTL-productieproces van Shell staat bekend als de Shell Middle Distillate Synthesis (SMDS) en bevat drie belangrijke stappen:

1. Vergassing

Door gedeeltelijke oxidatie van aardgas wordt synthesegas (CO en H_2) gemaakt.

2. Synthese

Het synthesegas wordt via het Fischer-Tropschproces bij lage temperatuur omgezet in vloeibare koolwaterstoffen, wat een 'synthetische ruwe olie' oplevert.

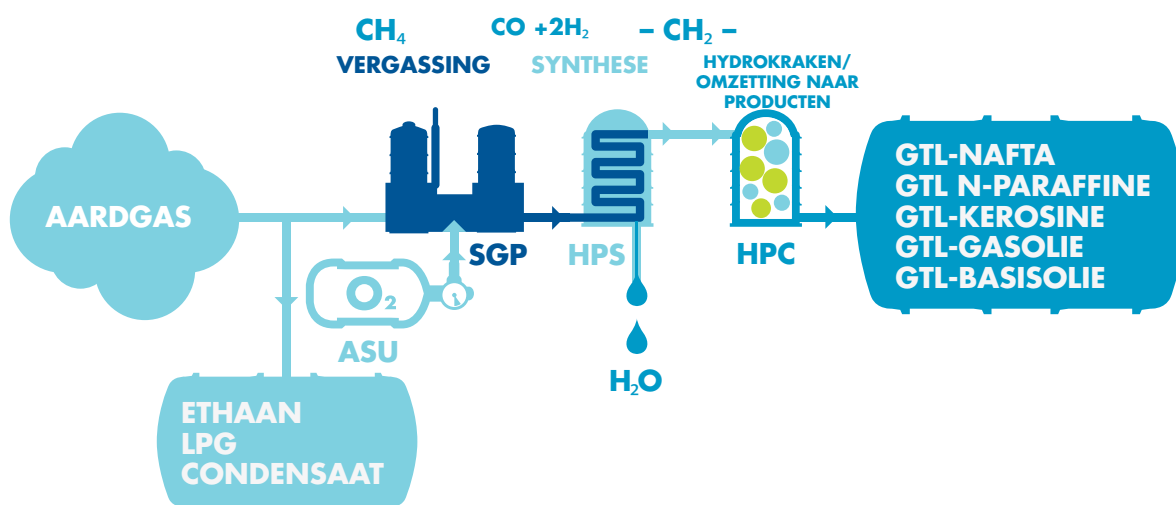
3. Hydrocraken/omzetting naar producten

De synthetische ruwe olie wordt middels een hydro-cracker proces opgesplitst in paraffinische producten van hoge kwaliteit, zoals transportbrandstoffen, vliegtuigbrandstoffen, chemische grondstoffen en smeeroliën.

GTL-installaties zijn complexe fabrieken, net als een grote chemiedoos, waarin atoomketens eerst worden gecombineerd en vervolgens worden verbroken en opnieuw gerangschikt. Ketens van verschillende lengte hebben verschillende eigenschappen, waardoor een reeks GTL-producten wordt verkregen.

Figuur 2.

Overzicht van typische procesinrichting in een Shell GTL-fabriek



Figuur 2. Overzicht typische procesinrichting in een Shell GTL-fabriek

3.

Productie GTL

3.1.1.

Vergassing

Het Shell Gasification Process (SGP) is oorspronkelijk in de jaren 50 van de vorige eeuw ontwikkeld, vooral met het doel om zware residuen te vergassen. Tijdens het proces wordt methaan gedeeltelijk geoxideerd om synthesesgas (of syngas) te verkrijgen, een mengsel van koolmonoxide en waterstof. De zuurstof voor het SGP wordt geproduceerd in een luchtscheidingsinstallatie (Air Separation Unit, ASU). De reactie die het syngas produceert, kan als volgt worden voorgesteld:



Het proces wordt uitgevoerd bij 1300 tot 1500 °C en een maximale druk van 70 bar. De H₂/CO-verhouding van het SGP-gas hoeft niet veel te worden gewijzigd om het GTL-productpalet van Shell te kunnen maken, waardoor het algehele procesrendement hoog is.

3.1.2.

Synthese

Het hart van het GTL-proces wordt gevormd door de Fischer-Tropsch synthese, waarin koolwaterstofmoleculen met behulp van een katalysator worden 'gekweekt'. Het syngas gaat door een Heavy Paraffin Synthese (HPS) reactor, waarin het bij verhoogde temperatuur en druk in contact komt met een speciale Fischer-Tropsch katalysator. De speciale katalysatoren die worden gebruikt in het SMDS-proces zijn ontwikkeld door CRI/Criterion Inc., het wereldwijde katalysatortechnologiebedrijf dat door de Shell Groep wordt gebruikt. Het product van het HPS-proces is een wasachtig mengsel dat grote hoeveelheden normaal-alkanen met lange ketens (lineaire paraffines, C1-C100+) bevat, die bij kamertemperatuur vast zijn en op dat moment ongeschikt zijn voor gebruik als transportbrandstof. De F-Treactie kan als volgt worden gekarakteriseerd:



GTL-WAS UIT HPS



De Fischer-Tropsch reactie kan, afhankelijk van de grondstof en het gewenste productpalet, in verschillende condities worden uitgevoerd. Shell maakt gebruik van een Fischer-Tropsch lage-temperatuurproces in Pearl en Bintulu, dat wordt uitgevoerd bij 210-260 °C en waarbij een kobaltkatalysator wordt gebruikt die door CRI/Criterion Inc. is ontwikkeld. De voor het SMDS-proces gebruikte omstandigheden en katalysator maximaliseren de opbrengst van hogere paraffinische middendestillaten, die als vloeibare transportbrandstoffen kunnen worden gebruikt. Het enige bijproduct van het Fischer-Tropsch proces is water.

Anderzijds wordt het Fischer-Tropsch hoge-temperatuurproces, dat veel wordt gebruikt bij Coal-to-Liquids (CTL, steenkool-naar-vloeistof), uitgevoerd bij 310-340 °C met een ijzerkatalysator. Het Fischer-Tropsch hoge-temperatuurproces levert lichte producten op met een hoog gehalte aan olefines en aromaten, die meer geschikt zijn voor de productie van benzine en chemische grondstoffen.

3.1.3.

Hydrokraken/omzetting naar producten

De Heavy Paraffin Conversion (HPC) reactor wordt gebruikt voor de fijnafstemming van de unieke eigenschappen van de Shell GTL-producten. De bulk van het HPS-product wordt aan de HPC-reactor toegevoerd, waar het in contact komt met waterstof in aanwezigheid van

een andere bedrijfseigen katalysator van Shell. Het wasachtige deel van het HPS-product wordt selectief gehydrokraakt tot de gewenste middendestillaatproducten. Tegelijkertijd wordt het product gehydroïsommeriseerd om de vertakingsgraad te verhogen, wat de koude vloeieigenschappen ten goede komt. Alle in de kraakprocessen gevormde onverzadigde moleculen worden tot paraffines gehydrogeneerd. Het HPC-product wordt vervolgens in een conventionele gefractioneerde destillatiekolom afgescheiden, waar het in een aantal eindproductfracties wordt gescheiden. Deze worden in het volgende hoofdstuk besproken.



PEARL GTL, QATAR

3.

Productie GTL

Het SMDS-proces levert verschillende GTL-producten op, waarvan er één GTL-gasolie is, wat wordt gebruikt om Shell GTL Fuel te produceren.

3.2. Producten van het SMDS-proces

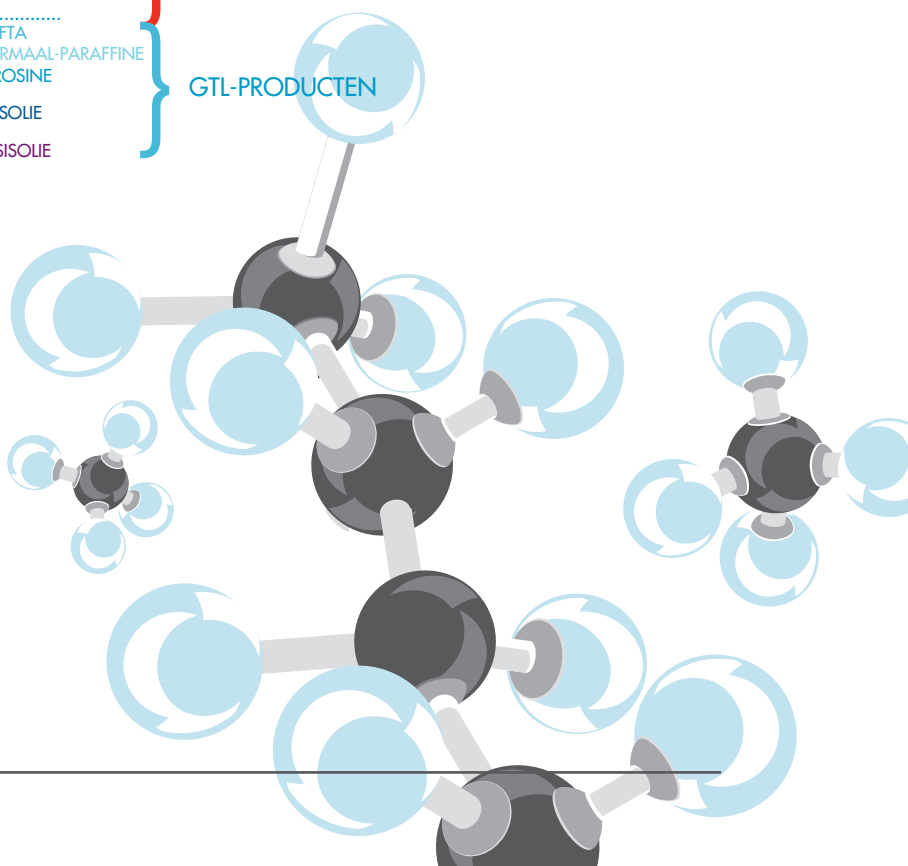
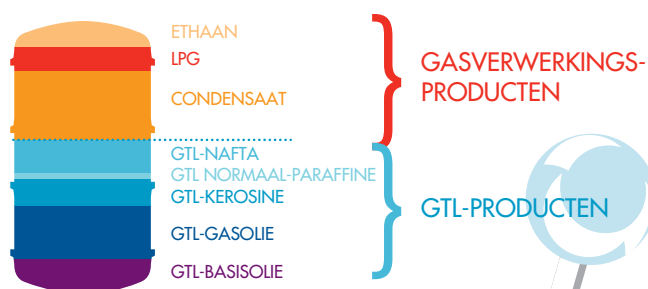
Gescheiden raffinage- of GTL-producten worden 'cuts' of 'fracties' genoemd.

Elke GTL-fractie heeft verschillende fysische eigenschappen, die deze voor specifieke toepassingen geschikt maken. De relatieve hoeveelheden van de verschillende fracties uit een specifiek GTL-proces wordt het 'productpalet' ('product slate') genoemd. Shell GTL Fuel is afgeleid van de 'gasoliefractie' van het productpalet.

Het productpalet varieert afhankelijk van de GTL-productiecondities, m.a.w. de temperatuur van de reactor en het gebruikte type katalysator. Het SMDS-proces, dat gebruik maakt van lage-temperatuur Fischer-Tropsch met een cobaltkatalysator, maximaliseert de opbrengst van middeldestillaten en vergroot de paraffineachtige aard van de producten, waardoor deze bij uitstek geschikt zijn voor gebruik in verschillende brandstofproducten. De producten van het SMDS-proces kunnen in twee hoofdklassen worden onderverdeeld: gasverwerkingsproducten en GTL-producten.

Figuur 3.

Pearl GTL 'Productpalet'



3.2.1. Gasverwerkingsproducten

De gasverwerkingsproducten worden met name direct van de gasvoeding afgenomen (figuur 2), maar een deel van het ethaan en de LPG wordt ook tijdens het SMDS-proces geproduceerd.

- Ethaan kan in ethyleen worden omgezet en worden gebruikt om kunststoffen te maken.
- LPG bestaat vooral uit propaan en butaan en kan als brandstof worden gebruikt.
- Condensaat wordt vooral in petrochemische raffinaderijen gebruikt.

3.2.2. GTL-producten

Het SMDS-proces maakt het mogelijk om aardgas te gebruiken in plaats van ruwe olie als grondstof voor een aantal waardevolle vloeibare producten. Dit zijn o.a. schonere brandstoffen voor gebruik in wegtransport en de luchtvaart, en materialen die gebruikt worden om chemicaliën en smeermiddelen te maken.

- Aan de lichtere kant van het productpalet is GTL-nafta een alternatieve hoogwaardige grondstof voor chemische vervaardiging en een bouwsteen voor de kunststoffenindustrie. Het biedt superieure opbrengsten aan ethyleen/propyleen en lagere grondstofkosten dan conventionele nafta.
- GTL normaal-paraffine is een hoogwaardige alternatieve grondstof voor de productie van oppervlakteactieve stoffen. Bedrijven die oppervlakteactieve stoffen produceren extraheren meestal normaal-paraffine uit kerosine op basis van olie; het GTL-proces biedt direct een geschikte grondstof.

GTL-PRODUCTEN



- GTL-kerosine is een alternatief voor conventionele, op olie gebaseerde kerosine. Het kan worden gebruikt voor verwarming en verlichting, maar de primaire toepassing wordt naar verwachting de luchtvaart. GTL-kerosine kan tot 50% worden gemengd met conventionele Jet A-1 (Shell GTL Jet Fuel).
- GTL-gasolie kan worden gebruikt als een alternatieve brandstof voor conventionele dieselmotoren ('Shell GTL Fuel') of gemengd met conventionele raffinaderijdiesel.
- Tenslotte zijn zware componenten zoals GTL-basisolie geschikt voor gebruik in hoogwaardige olie en smeermiddelen.

GTL-producten kunnen worden ingedeeld als UVCB¹-stoffen, en zijn vergelijkbaar met producten die van ruwe olie zijn afgeleid, zoals nafta, kerosine, gasolie en basisolie voor smeermiddelen. GTL-producten bevatten verwaarloosbare hoeveelheden aromaten, zwavel- en stikstofverbindingen vergeleken met producten die van ruwe olie zijn afgeleid als ze het productieproces verlaten.

¹ "UVCB-stoffen": stoffen met een onbekende of variabele samenstelling, complexe reactieproducten of biologische materialen. (REACH Technische Richtlijn voor de identificatie en benaming van stoffen).

3.

Productie GTL

Pearl GTL is in 2010 gebouwd in Ras Laffan, Qatar en is nu de grootste bron van GTL-producten ter wereld.

3.3. Procesontwikkeling

Het SMDS-proces werd in het Shell Technology Centre in Amsterdam ontwikkeld.

De ontwikkeling was een multidisciplinair project waarbij alle vakgebieden vroeg betrokken waren, vanaf de basis en verkennende fase tot en met de engineering, katalysator- en procesontwikkeling. Deze samenwerking heeft niet alleen geleid tot de succesvolle exploitatie van Bintulu en daarna Pearl, maar heeft ook geleid tot meer dan 3.500 octrooien en talloze publicaties.

Na bijna 40 jaar GTL-research en commerciële activiteiten heeft Shell de SMDS-processen uitgebreid verbeterd, vooral de door CRI/Criterion geproduceerde katalysatoren. Deze zijn sterk verbeterd door ervaring die is opgedaan in 's werelds eerste GTL-fabriek op commerciële schaal in Bintulu in Maleisië. De verbeteringen hebben geleid tot een efficiëntere synthese en verminderde unit-kapitaaluitgaven, waardoor grotere hoeveelheden brandstof en andere producten goedkoper kunnen worden geproduceerd. Deze waardevolle ervaring en evolutie van het SMDS-proces heeft het succes van het Pearl GTL-project mogelijk gemaakt. De twee commerciële GTL-fabrieken van Shell worden in het volgende hoofdstuk in meer detail besproken.



SHELL TECHNOLOGY CENTRE AMSTERDAM

3.4. Commerciële GTL-fabrieken van Shell

3.4.1. Bintulu GTL

Shell opende zijn eerste GTL-fabriek in Bintulu, Maleisië in 1993. Op dat moment was Bintulu 's werelds eerste lage-temperatuur Fischer-Tropsch GTL-fabriek op commerciële schaal, die in eerste instantie 12.500 vaten GTL-producten per dag produceerde. Het project was het resultaat van meer dan 30 jaar onderzoek en ontwikkeling door Shell. Bintulu is vandaag de dag nog steeds operationeel en produceert nu, dankzij vooruitgang in Shell GTL-technologie, 14.700 vaten hoogwaardige GTL-producten per dag. Bintulu kan tot 4.000 vaten Shell GTL Fuel per dag produceren voor gebruik wereldwijd. Deze beperkte volumes zijn door Shell gebruikt als component van hoogwaardige marktproducten zoals Shell Pura Diesel (wordt in Thailand verkocht) en Shell V-Power Diesel.



BINTULU, MALEISIË

3.4.2. Pearl GTL

Pearl GTL is in 2010 gebouwd in Ras Laffan, Qatar en is nu de grootste bron van GTL-producten ter wereld. Pearl GTL is een volledig geïntegreerd upstream/downstream-project en is het grootste energieproject binnen de grenzen van Qatar, alsook de grootste kapitaalinvestering in een enkel project die ooit door Shell is gedaan. De bouw van de fabriek begon in 2006 en het meeste werk was tegen het einde van 2010 gereed. In maart 2011 kreeg de fabriek voor het eerst gas van het Qatar North-veld. Productie bij Pearl GTL begon in juni 2011 en de eerste commerciële lading werd op 13 juni 2011 verstuurd. De productie van de fabriek werd gestaag verhoogd en de volle capaciteit werd eind 2012 bereikt.

Pearl GTL produceert 140.000 vaten GTL-producten per dag - gasolie, nafta, kerosine, normaal-paraffine en basisolie voor smeermiddelen, alsook 120.000 olie-equivalente vaten ethaan, liquefied petroleum gas (lpg) en condensaat per dag. Pearl produceert circa 50.000 vaten GTL-gasolie per dag voor gebruik wereldwijd. Vanwege deze goede beschikbaarheid van GTL-gasolie, is Shell begonnen met de verkoop van Shell GTL Fuel aan commerciële klanten in Nederland en Duitsland.



PEARL GTL, QATAR

4.

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

Shell GTL Fuel heeft een uitzonderlijk hoog cetaangetal (tot 30 punten hoger dan conventionele diesel).

Shell GTL Fuel is een hoogwaardige, innovatieve synthetische brandstof voor gebruik in dieselmotoren.

Het heeft ruwweg vergelijkbare fysische kenmerken met diesel die van ruwe olie wordt gemaakt, maar met een veel hoger cetaangetal, een hogere massacalorische waarde, lagere concentraties zwavel en aromaten, en een lagere dichtheid.

De brandstof bestaat vrijwel geheel uit paraffines, en bevat in principe maar twee soorten koolwaterstofmoleculen: normaal-paraffines en iso-paraffines. Het bevat in principe geen onverzadigde moleculen, zoals olefinen (alkenen) en aromaten, die men in conventionele brandstoffen vindt, wat een efficiëntere verbranding en lagere plaatselijke emissies mogelijk maakt. Dit deel beschrijft 100% Shell GTL Fuel vooral in beschrijvende termen. Hoofdstuk 8 illustreert hoe het product scoort wat betreft de kwantitatieve grenzen in de specificaties voor conventionele diesel en paraffinische diesel.

4.1. Samenvatting belangrijkste eigenschappen

De belangrijkste verschillen tussen de eigenschappen van Shell GTL Fuel en conventionele diesel staan hieronder in Tabel 1 samengevat.

Tabel 1.

Kwalitatieve samenvatting belangrijkste prestatiegerelateerde eigenschappen Shell GTL Fuel

Eigenschap	Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel	Implicaties voor toepassing in een dieselvoertuig
Cetaangetal	Zeer hoog	• Lagere plaatselijke emissies (PM, NOx, CO, HC) • Minder motorgeluid (in sommige voertuigen)
Massa-energie-inhoud (MJ/kg)	Hoog	• Betere verbranding
Dichtheid	Laag	• Lager dan de minimale dichtheidseis van de Europese dieselspecificatie (EN 590). • Mogelijk hoger volumetrisch brandstofverbruik • Lagere plaatselijke emissies
Zwavelgehalte	Zeer laag (bijna nul)	• Lagere PM- en SOx-emissies² • Mogelijke voordelen voor zwavelgevoelige nabehandeling²
Gehalte aromaten	Zeer laag (bijna nul)	• Lagere plaatselijke emissies • "Niet-toxisch" en "goed biologisch afbreekbaar"
Koude vloeieigenschappen	Vergelijkbaar	• Voldoet aan de specificaties voor winterbrandstof in gematigde regio's in Europa (en elders)

² Verminderend effect in regio's met al zeer lage (<10/15 ppm) zwavelspecificaties

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

4.2. Verschijningsvorm en geur

De verschijningsvorm van Shell GTL Fuel is doorzichtig en helder. Het heeft een vrijwel waterachtige kleur en er is geen karakteristieke dieselgeur vanwege de afwezigheid van zwavel en aromaten.



GEURTEST

4.3. Cetaangetal

Het cetaangetal van een brandstof is een maat voor de verbrandingskwaliteit.

Dit heeft met name betrekking op de ontstekingsvertraging in het verbrandingsproces, wat de tijd is tussen het begin van de brandstofinspuiting en het begin van de verbranding. Diesel met een hoger cetaangetal heeft een kortere ontstekingsvertraging, wat een aantal andere voordelen met zich mee kan brengen.

Shell GTL Fuel is vrijwel geheel paraffinehoudend en bevat in principe geen onverzadigde moleculen, zoals olefines (alkenen) en aromaten, die men in conventionele brandstoffen vindt. Dit betekent dat Shell GTL Fuel zeer goed verbrandt onder compressie, waardoor het een uitzonderlijk hoog cetaangetal heeft, meestal tussen 74 en 80 vergeleken met 51 tot 57 voor conventionele diesel. Het hoge cetaangetal en de paraffinische aard van Shell GTL Fuel kan bijdragen aan een aantal prestatievoordelen:

- i) Lagere plaatselijke emissies (PM, NO_x, CO, HC) (zie hoofdstuk 5)
- ii) Minder motorgeluid en soepeler draaiend in sommige situaties (zie paragraaf 7.4)

Emissievoordelen kunnen worden voorspeld door formules van het Europees programma inzake emissies, brandstoffen en motortechnologie (EPEFE), waarin cetaan een belangrijke parameter is³ [2].

4.4. Massa-energie-inhoud (calorische waarde)

De massa-energie-inhoud van diesel wordt meestal beschreven door de calorische onderwaarde of onderste verbrandingswaarde, die aangeeft hoeveel energie per massa-eenheid brandstof wordt geleverd (MJ/kg).

Door de paraffinische aard heeft Shell GTL Fuel een hogere calorische onderwaarde dan conventionele diesel (GTL: 44,0 MJ/kg vs. EN 590: 42,9 MJ/kg).

4.5. Dichtheid

De dichtheid van een dieselbrandstof is zijn massa per volume-eenheid. Hoe hoger de dichtheid, des te zwaarder het materiaal en des te groter zijn energie-inhoud per liter.

Vanwege de chemische samenstelling heeft Shell GTL Fuel een lagere dichtheid dan conventionele op ruwe olie gebaseerde diesel. De lagere dichtheid heeft diverse gevolgen voor zowel de omgang als het eindgebruik van Shell GTL Fuel:

- i) 100% Shell GTL Fuel voldoet niet aan de minimale dichtheidseis (820 kg/m³) van de Europese dieselspecificatie (EN 590). Shell GTL Fuel voldoet echter wel aan alle eisen van de Amerikaanse ASTM D975 diesel, de Europese Brandstofkwaliteitsrichtlijn (2009/30/EG) en de Japanse JIS K 2204 dieselspecificatie, die geen lagere dichtheidsgrens hebben.
- ii) Het volumetrisch brandstofverbruik in een voertuig (bv. in liter per 100 km) zal iets hoger zijn voor Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel, aangezien de lagere dichtheid (GTL meestal: 774-782 kg/m³ vs. EN 590: 820-845 kg/m³) slechts gedeeltelijk wordt gecompenseerd door de hogere calorische waarde (zie bovenstaande waarden). De precieze brandstofverbruikspareit of het additioneel verbruik voor een bepaald voertuig of wagenpark is moeilijk te voorspellen omdat vele andere factoren invloed kunnen hebben op het brandstofverbruik zoals rijgedrag en -stijl van de bestuurder, rijomstandigheden, rijcyclus, kwaliteit van het smeermiddel en bandenspanning.
- iii) De lagere dichtheid van Shell GTL Fuel kan ook bijdragen aan een verlaging van plaatselijke emissies. De plaatselijke emissievoordelen van Shell GTL Fuel staan in hoofdstuk 5 beschreven.

³ Tot Euro II geteste voertuigen

4.

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

4.6. Zwavelgehalte

Zwavel is een natuurlijk bestanddeel van raffinaderijbrandstof, maar het kan zowel uitlaatemissies (PM en SO_x) als nabehandelingssystemen negatief beïnvloeden.

In het kader van moderne motorsystemen worden lage zwavelgehalten (bv. specificaties van 50 ppm en 10 ppm) beschouwd als voorwaarden voor geavanceerde nabehandelingssystemen, d.w.z. de katalysatoren in de deeltjesvangers zouden bij hogere zwavelgehalten worden 'vergiftigd'. Bij oudere technologische systemen die tolerant zijn voor brandstoffen met een hoger zwavelgehalte, is de relevantie van het zwavelgehalte van direct effect op deeltjes (PM) emissies doordat een sulfaatfractie aan het PM-gewicht wordt toegevoegd. Om deze redenen zijn strenge zwavelgrenzen vastgesteld voor brandstofleveranciers. De Amerikaanse milieubeschermingsinstantie (EPA) heeft het zwavelgehalte van diesel voor de weg vanaf 2006 beperkt tot <15 mg/kg (diesel met ultralaag zwavelgehalte). Elders heeft de Europese Unie vanaf 2009 het zwavelgehalte van diesel beperkt tot <10 mg/kg en heeft Japan vanaf 2007 ook zwavel tot <10 mg/kg beperkt.

Het zwavelgehalte van Shell GTL Fuel dat direct uit het productieproces komt, is vrijwel nul (<1,0 mg/kg). Omdat het echter wordt gebruikt in het normale logistieke systeem voor diesel, is <5,0 mg/kg zwavel de grens die is gedefinieerd in de productleveringsspecificatie voor Shell GTL Fuel, om rekening te houden met mogelijke vervuilende stoffen die via conventionele brandstoffen worden toegevoegd. Deze conservatieve grens voldoet aan de eisen van de modernste (en geplande toekomstige) nabehandelingssystemen voor uitlaatgas. Ondanks dit, is veel van het zwavel dat in contact komt met nabehandelingssystemen afkomstig van de motorolie in plaats van de brandstof, waardoor nabehandelingssystemen mogelijk weinig voordeel hebben van een laag zwavelgehalte. Het feit dat het zwavelgehalte in Shell GTL Fuel vrijwel nul is, betekent dat emissies van zwaveloxiden (SO_x) en zwaveldeeltjes van dieselloertuigen die Shell GTL Fuel gebruiken verwaarloosbaar zijn, alhoewel de voordelen in vergelijking met moderne brandstoffen in ontwikkelde regio's, die reeds een zeer laag zwavelgehalte hebben (<10 mg/kg), waarschijnlijk klein zullen zijn.



KLEURVERGEELIJING GTL (LINKS) EN DIESEL (RECHTS)

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

4.7.

Prestaties bij lage temperaturen (koude vloe-eigenschappen)

Bij lage temperatuur kan de vrije vloe van diesel worden gehinderd door het verstopping van brandstofleidingen en -filters doordat deeltjes paraffinewas uit de oplossing neerslaan als de brandstof afkoelt.

'Cold flow-eigenschappen' is een verzamelterm voor een aantal parameters die bepalen hoe efficiënt de brandstof bij lage temperatuur vloeit in een dieselsysteem. Het neerslaan van vaste was in een gekoelde brandstof gaat gepaard met een verandering in het uiterlijk van de brandstof, die bij de zogenaamde 'troebelingspunttemperatuur' van kleurloos troebel wordt. Andere koude vloe-eigenschappen zijn o.a. de temperatuur waarbij filters die vergelijkbaar zijn met de in brandstofsysteemen gebruikte verstopt raken (verstoppingspunt filter bij lage temperatuur - CFPP) en de temperatuur waarbij de brandstof niet meer gegoten kan worden (gietspunt - PP). Het is de CFPP die is gereguleerd via de Europese specificatie voor autodiesel.

Bij conventionele olieraffinage worden de vereiste koude-eigenschappen verkregen door verschillende raffinagestromen te mengen om aan de specifieke koude vloe-eisen te voldoen. Een extra bijdrage komt van cold flow additieven, die de CFPP van de brandstof kunnen verminderen. Proeven met cold flow additieven van verschillende leveranciers hebben aangetoond dat de in conventionele diesel gebruikte toevoegingen ook

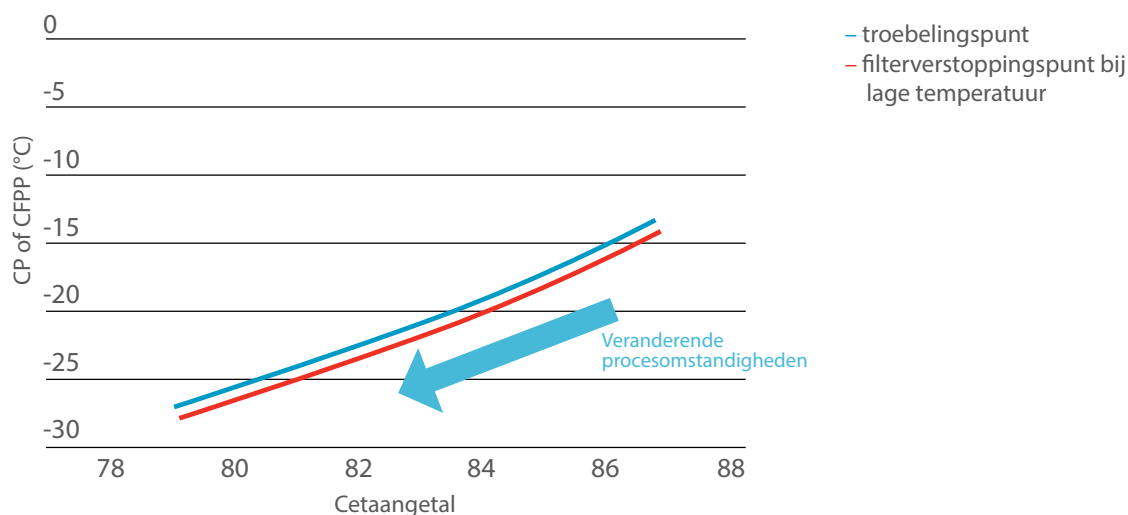
voor Shell GTL Fuel voldoende prestaties kunnen opleveren. Alhoewel Shell GTL Fuel n-paraffines bevat, die inherent slechte cold flow eigenschappen hebben, zijn de iso-paraffines in de meerderheid, waardoor een goede koude vloe wordt gewaarborgd. Daarnaast kunnen, via fijnregeling van het productieproces, nog grotere hoeveelheden iso-paraffines worden verkregen, waardoor de koude vloe voor meer veeleisende markten verder wordt verbeterd.

Een mogelijk nadeel van het vervangen van n-paraffines door iso-paraffines is de hiermee samenhangende verlaging van het cetaangetal. De iso-paraffines in Shell GTL Fuel hebben echter beperkte en korte zijketens, waar deze zowel een hoog cetaangetal als een goede koude vloe hebben. Dit betekent dat er slechts een kleine verlaging van het cetaangetal is, met een aanzienlijk verbeterde koude vloe, zoals Figuur 4 benadrukt [3].

De CFPP van Shell GTL Fuel kan worden aangepast aan de klimaatseisen van een bepaald land. De CFPP van Shell GTL Fuel ligt meestal tussen -9 °C en 20 °C (onbehandeld met cold flow additief), maar er zijn ook batches met een lagere CFPP geproduceerd. Shell GTL Fuel kan daarom voldoen aan de specificaties voor winterbrandstoffen in Europa, waardoor het in deze regio kan worden gebruikt. Zelfs Shell GTL Fuel van het wintertype heeft ook een hoog cetaangetal in vergelijking met conventionele diesel.

Figuur 4.

Afweging koude vloe/cetaangetal Shell GTL Fuel



4.

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

Shell GTL Fuel wordt behandeld met een toevoeging die het smerend vermogen verbetert, waardoor het ruim voldoet aan zowel ASTM D975 als de EN 590 HFRR-smerings-specificaties.

4.8. Smerend vermogen

Het smerend vermogen van een brandstof is het vermogen om de wrijving tussen vaste oppervlakken te verminderen.

Sommige bewegende delen van dieselpompen en -verstuivers worden tegen slijtage beschermd via smering door de brandstof. Om overmatige slijtage te voorkomen dient de brandstof een bepaald smerend vermogen te hebben. In internationale specificaties (EN 590, ASTM D975) wordt het smerend vermogen van diesel uitgedrukt als een 'gemiddelde slijtplekdiameter', die in micrometer wordt gemeten met een apparaat dat een High Frequency Reciprocating Rig (HFRR) wordt genoemd. Er is een maximale HFRR-waarde vastgesteld (460 µm in EN 590, 520 µm in ASTM D975).

De smering van moderne dieselbrandstof met een laag zwavelgehalte wordt aanzienlijk verbeterd door i) het toevoegen van vetzure methylester (FAME) als biocomponent, wat een groot natuurlijk smerend vermogen heeft en ii) het gebruik van smeringsverbeterende (LI) toevoegingen. GTL-gasolie valt in dezelfde categorie als sterk bewerkte diesel, in die zin dat het niet veel natuurlijk smerend vermogen heeft, en diengevolge met LI-toevoegingen dient te worden behandeld. Conventionele LI-toevoegingen blijken net zo efficiënt te zijn voor het verminderen van de HFRR-waarde van Shell GTL Fuel. Bij de levering is Shell GTL Fuel reeds behandeld



SHELL GTL FUEL WETENSCHAPPER

met een LI-toevoeging, waardoor het ruim voldoet aan zowel ASTM D975 als de EN 590 HFRR-smeringsspecificatie.

Een van 's werelds grootste leveranciers van brandstofinspuitsystemen (FIE), Delphi Diesel Systems, onderzoekt samen met Shell Global Solutions het effect van paraffinische diesel op de levensduur van moderne common-rail brandstofinspuitapparatuur.

De conclusies van het gezamenlijke programma stelden dat Shell GTL Fuel in een reeks opstellings- en motorproeven niet slechter en in sommige opzichten beter presteerde dan conventionele diesel. Vooral het smerend vermogen van Shell GTL Fuel werd verbeterd door het toevoegen van smeerbaarheidstoevoegingen of FAME, met minimale slijtage onder een groot aantal bedrijfscondities en temperaturen. Er werden geen afzettingen of vliezen geproduceerd op onderdelen van het brandstofinspuitsysteem, zelfs onder relatief zware bedrijfsomstandigheden [4].



Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel

4.9. Viscositeit

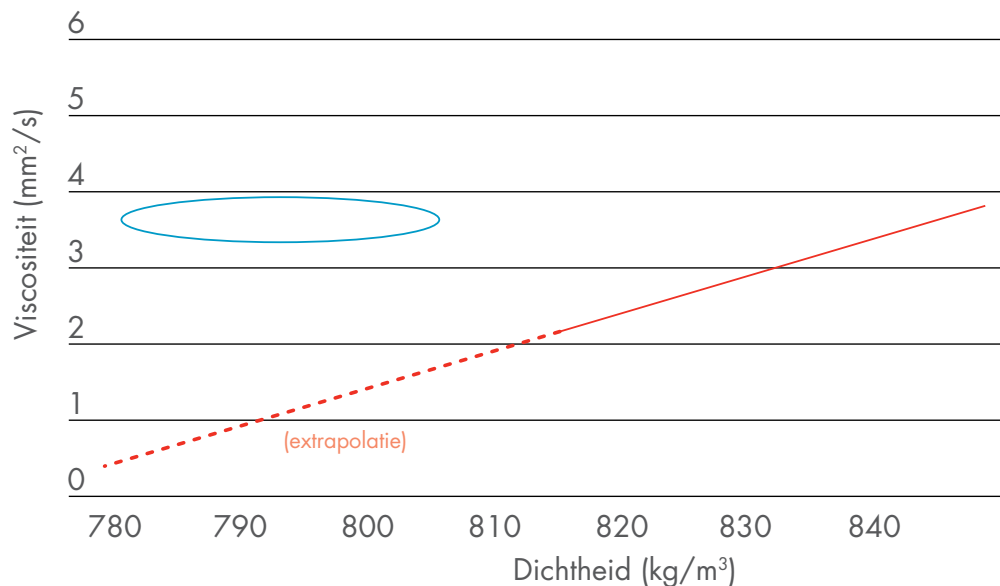
De viscositeit van Shell GTL Fuel is ruwweg vergelijkbaar met de viscositeiten die men bij conventionele diesel tegenkomt.

Men zou kunnen verwachten dat de lage dichtheid van paraffinische diesel zou leiden tot een lage viscositeit, maar dit is in de praktijk vanwege de chemische samenstelling niet het geval. Shell GTL Fuel doorbreekt de conventionele correlatie van conventionele diesel tussen dichtheid en viscositeit, met een relatief hoge viscositeit in vergelijking met conventionele diesel van gelijke dichtheid. Dit staat in Figuur 5 aangegeven.

De viscositeit van Shell GTL Fuel is ruwweg vergelijkbaar met de viscositeiten die men bij conventionele diesel tegenkomt. Beide voldoen aan de vereiste geografische specificaties, bv. in Europa EN 590 Vk40: 2,0 – 4,5 mm²/s.

Figuur 5.

Correlatie dichtheid/viscositeit dieselloorten



- Shell GTL Fuel
- Conventionele diesel

De viscositeit van Shell GTL Fuel is ruwweg vergelijkbaar met de viscositeiten die men bij conventionele diesel tegenkomt.



VISCOSITEIT SHELL GTL FUEL (LINKS)

4.

Eigenschappen en prestaties Shell GTL Fuel



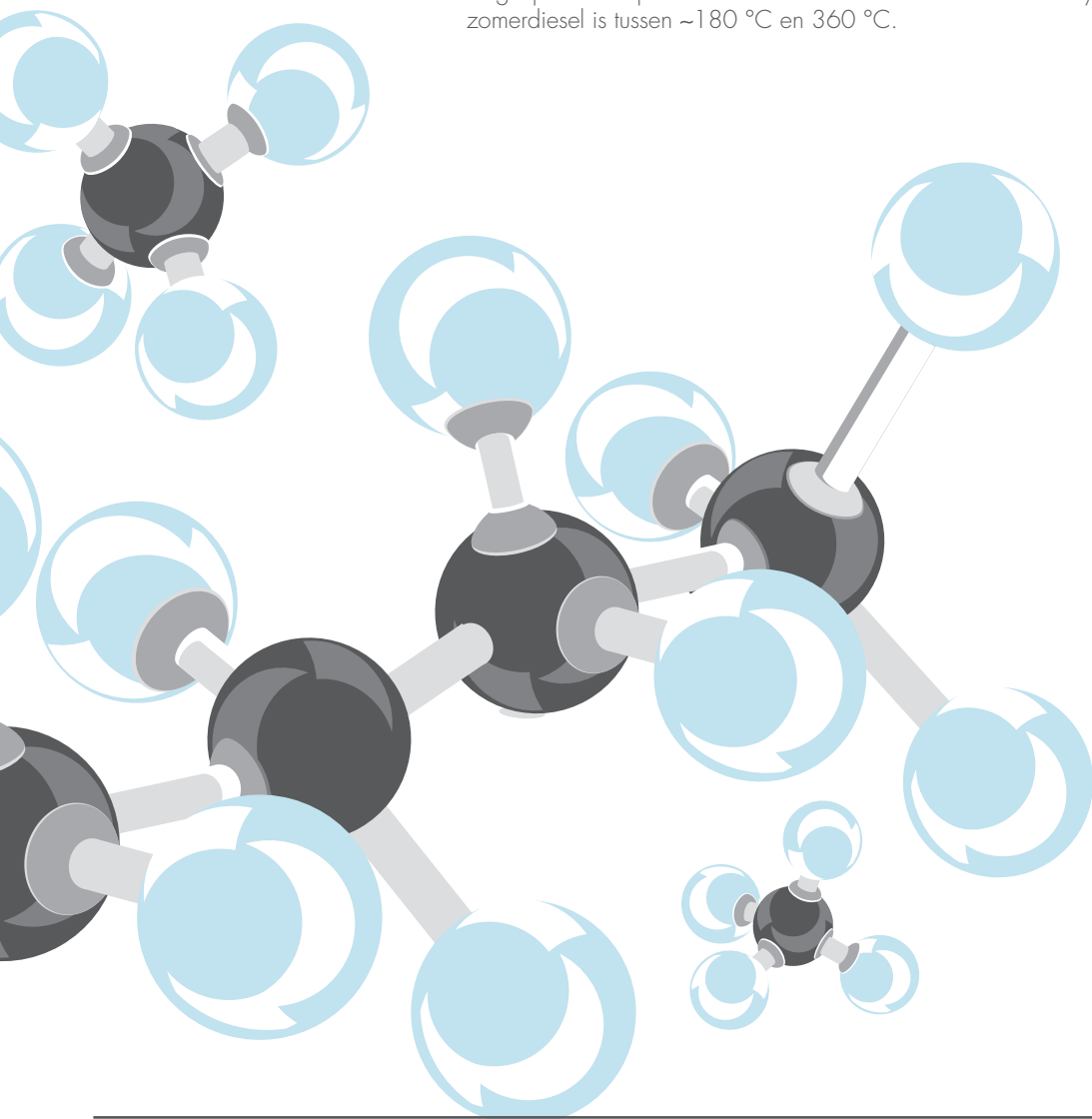
DESTILLATIE IN HET SHELL TECHNOLOGY CENTRE AMSTERDAM

4.10. Destillatie

De destillatie-eigenschappen van een brandstof beschrijven hoe deze verdampt als de temperatuur geleidelijk wordt verhoogd.

Dit is van belang om te begrijpen hoe de brandstof verdampt als deze in de verbrandingskamer van een dieselmotor wordt gespoten. Sommige laagkokende fracties zijn nodig voor een goede start van de motor, terwijl fracties die bij zeer hoge temperaturen koken onvolledig zouden kunnen verbranden, wat leidt tot afzettingen in de motor en hogere uitlaatemissies.

Zoals bij conventionele diesel, is er een redelijk goed verband tussen het kooktraject en de verdeling van de koolstofketenlengte. Paraffines in het middendestillaatbereik hebben meestal tussen de 9 en 25 koolstofatomen per molecuul. Shell GTL Fuel destilleert over een vergelijkbaar temperatuurbereik als conventionele diesel. Een typisch kooktraject voor een zomerdiesel is tussen $\sim 180^{\circ}\text{C}$ en 360°C .



Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

Een verslechterende luchtkwaliteit is vandaag de dag een zorg voor veel grote steden wereldwijd. Veel stedelijke gebieden met veel verkeer voldoen niet aan de plaatselijke luchtkwaliteitsnormen en emissies van voertuigen kunnen een belangrijke factor zijn.

Het gebruik van 100% Shell GTL Fuel in dieselveertuigen, bijvoorbeeld in het openbaar vervoer, kan de plaatselijke luchtkwaliteit mogelijk verbeteren vanwege een vermindering van plaatselijke emissies.

Dit hoofdstuk legt het volgende uit:

- De soorten emissies en hoe deze worden gevormd
- Wie emissies reguleert
- Hoe Shell GTL Fuel kan bijdragen aan een vermindering van plaatselijke emissies en een verbetering van de plaatselijke luchtkwaliteit



STAD MET DRUK VERKEER

5.1. Gereguleerde emissies

Wanneer een koolwaterstofbrandstof in een dieselmotor wordt verbrand, bestaan de verbrandingsproducten grotendeels uit waterdamp en koolstofdioxide (een broeikasgas). Deze komen hoofdzakelijk voor in de uitlaatgassen samen met stikstof (afkomstig van de luchtinlaat), die allemaal goedaardig zijn.

Een onvolledige verbranding, hoge verbrandingstemperaturen en vervuiling in de brandstof leiden echter tot de vorming van kleine hoeveelheden andere gassen die vervuילend zijn en de luchtkwaliteit negatief kunnen beïnvloeden. Deze vervuילende stoffen zijn o.a. stikstofoxiden (NO_x), deeltjes (PM), koolmonoxide (CO), koolwaterstoffen (HC), zwaveloxiden⁴ (SO_x), alsook andere stoffen in kleine concentraties.

5.1.1. Stikstofoxiden (NO_x)

Bij de hoge temperaturen die heersen in een dieselvebrandingskamer combineert stikstof met zuurstof tot een mengsel van NO en NO₂. De emissies van NO, NO₂ en N₂O zijn collectief als NO_x gereguleerd. De reden dat NO_x gereguleerd is, is vooral omdat het fotochemische smog kan vormen in aanwezigheid van koolwaterstoffen en zonlicht. Het is ook samen met SO_x een grote veroorzaker van zure neerslag (zure regen) [5].

⁴ Momenteel niet gereguleerd

⁵ Brandstofrijke en zuurstofarme regio's in een verbrandingskamer

5.1.2. Deeltjes (PM)

PM is een complex mengsel van zeer kleine deeltjes en vloeistofdruppeltjes. De basisfracties PM die ontstaan door de verbranding van diesel zijn elementaire koolstof, zware koolwaterstoffen die van de brandstof en smeeroilie afkomstig zijn, en gehydrateerd zwavelzuur dat van het zwavel in de brandstof komt. PM-emissies zijn vooral het gevolg van de niet-uniforme⁵ aard van de dieselvebranding. PM kan schadelijk zijn voor de gezondheid, vooral voor de ademhalingswegen, en het draagt ook bij aan de vorming van fotochemische smog [5].

5.1.3. Koolmonoxide (CO)

CO wordt vooral geproduceerd door verbrandingsprocessen, door de onvolledige verbranding van de uit koolwaterstoffen bestaande brandstof. Koolmonoxide is kleurloos, reukloos en smaakloos, maar zeer giftig [5].

5.1.4. Koolwaterstoffen (HC)

De grootste bron van HC-emissies bij voertuigen is onverbrande brandstof. Dit kan fotochemische smog vormen in aanwezigheid van NO_x en zonlicht [5]. De giftigheid van koolwaterstoffen hangt af van hun structuur. De meeste koolwaterstoffen zijn bij lage concentraties niet giftig, maar van sommige monocyclische en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) bestaat het vermoeden of is bekend dat ze kankerverwekkend zijn.

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel



VISUALISATIE VAN ROETVOORDELEN CONVENTIONELE DIESEL (LINKS) EN SHELL GTL FUEL (RECHTS)

5.1.5. Zwaveloxiden (SO_x)

SO_x wordt geproduceerd door de verbranding van zwavelhoudende brandstof en, tot op zekere hoogte, een bijdrage van de smeerolie. Het is een matig irriterende stof voor de longen en samen met NO_x is het een grote veroorzaker van zure neerslag (zure regen). SO_x is niet in de emissiewetgeving gereguleerd, maar het wordt beheerst via zwavelgrenzen die worden opgelegd voor brandstoffen. Deze zijn de afgelopen jaren steeds strenger geworden [6].

5.1.6. Belangrijke plaatselijke emissies in dieselmotoren

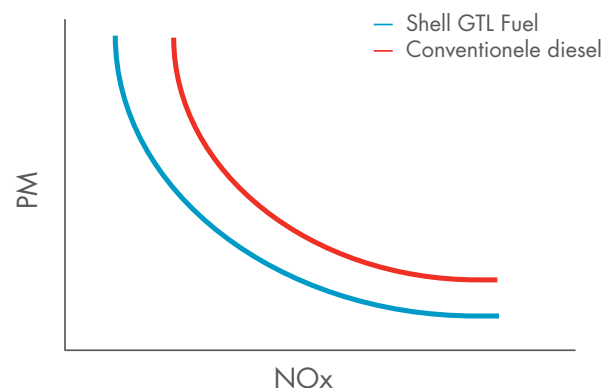
Dieselmotoren worden zuinig ontworpen (m.a.w. met een overmaat aan zuurstof). Een gevolg hiervan is dat de emissies van koolmonoxide (CO) en onverbrande koolwaterstoffen (HC) zeer laag zijn, maar PM- en NO_x-emissies zijn relatief hoog. Dit betekent dat voor dieselveertuigen de uitgestoten hoeveelheden PM en NO_x met name van belang zijn met betrekking tot de wettelijke regels.

NO_x- en PM-emissies van diesel worden in het algemeen herleid tot de aard van dieselverbranding. Pogingen om PM te verlagen door het rendement van de verbranding te verhogen leiden tot hogere verbrandingstemperaturen en daardoor tot hogere NO_x-emissies. Het verminderen van NO_x-vorming door de verbrandingstemperatuur te verlagen leidt tot een

minder volledige verbranding en daardoor tot hogere PM-emissies. Deze effecten leiden tot de zogenaamde PM/NO_x-afweging. De uitdaging voor ontwerpers van dieselmotoren is om de NO_x- en PM-emissies tegelijkertijd te verlagen. De unieke eigenschappen van GTL-brandstoffen zijn precies de sleutel hiervoor.

Figuur 6. Afwegingscurve PM/NO_x

Shell GTL Fuel versus conventionele diesel



Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.2. Huidige emissieregelgeving

Als reactie op het negatieve effect van het wegtransport op de luchtkwaliteit hebben wetgevers grenzen gesteld aan emissies van mogelijk schadelijke vervuilende stoffen.

5.2.1. Zware motoren op de weg

Zware dieselmotoren en -voertuigen worden vaak niet door hetzelfde bedrijf gebouwd. Daarnaast gebruiken voertuigfabrikanten vaak motoren van verschillende leveranciers. Om het kwalificatieproces te vereenvoudigen, hebben regelgevende instanties ervoor gekozen om zware dieselemisseriesnormen op motoren toe te passen in plaats van voertuigen.

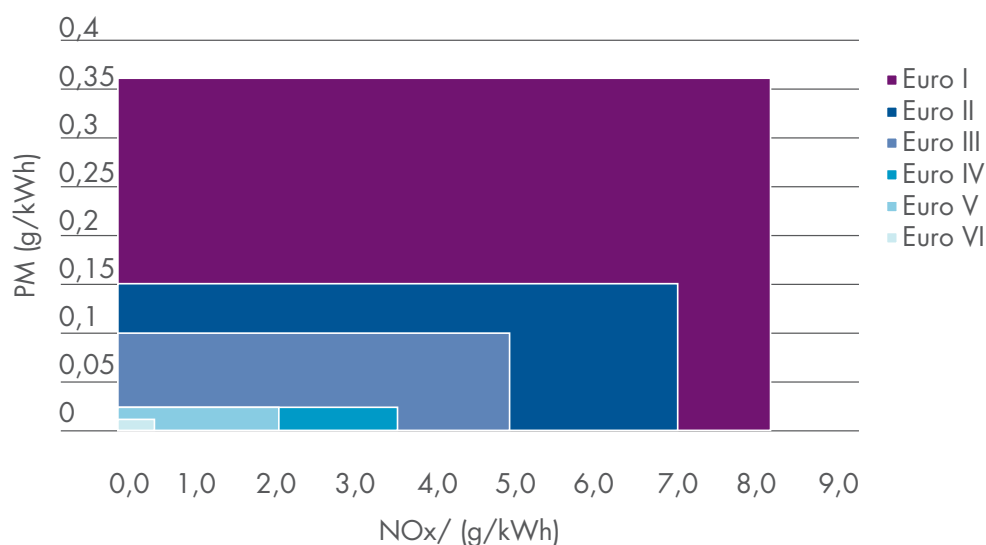
5.2.1.1. Europa

Europese emissienormen⁶ definiëren de acceptabele grenzen voor uitlaatemissies van nieuwe motoren in voertuigen die in de EU-lidstaten worden verkocht. De emissienormen zijn gedefinieerd in een reeks EU-richtlijnen, die stapsgewijs steeds strengere normen introduceren. Voor zware dieselmotoren begon dit met Euro I voor voertuigen die na 1992 gebouwd zijn, Euro II voor voertuigen die na 1996 gebouwd zijn en zo verder tot Euro VI voor voertuigen die na januari 2013 gebouwd zijn. Figuur 7 toont de geleidelijke verlaging van de toegestane PM- en NO_x-hoeveelheden in nieuwe motoren over de tijd.

Figuur 7.

NO_x/PM-emissiegrenzen Euro I t/m VI zware motoren

* ESC-testcyclusgrenzen, Euro I PM-grens voor >85 kW (voor ≤85 kW is de PM-grens 0,612 g/kWh) [7]



⁶Zie bijlage 1 voor de volledige details van de Europese emissienormen

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

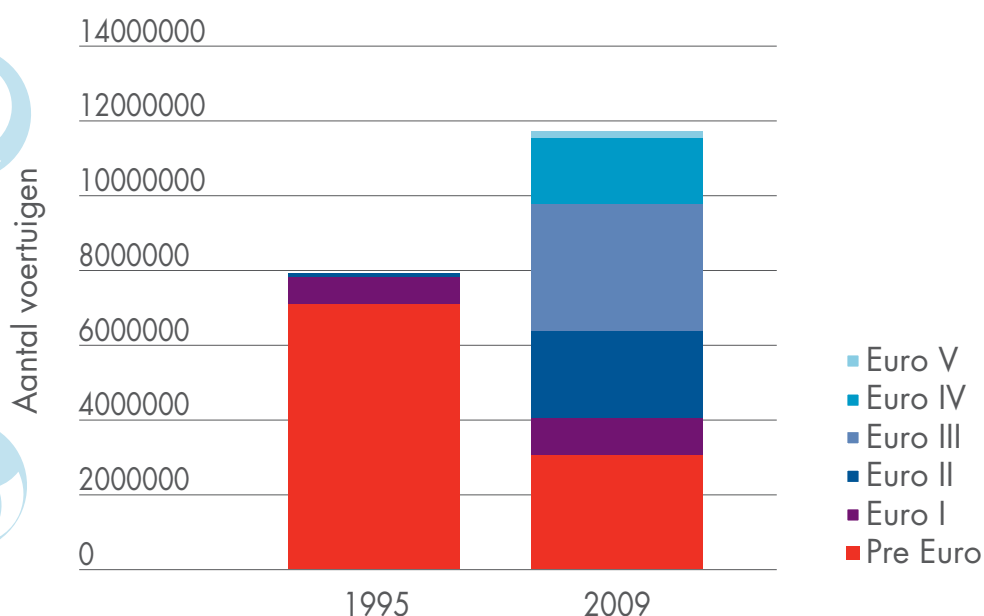
Voor zware motoren stelt de Europese wetgeving momenteel grenzen voor de emissies van stikstofoxiden (NO_x), deeltjes (PM), koolmonoxide (CO) en koolwaterstoffen (HC).

Voor zware motoren stelt de Europese wetgeving momenteel grenzen voor de emissies van stikstofoxiden (NO_x), deeltjes (PM), (en in recente wetgeving het bijbehorende aantal deeltjes (Particulate Number/PN), koolmonoxide (CO) en koolwaterstoffen (HC). Uitlaatemissies zijn sterk afhankelijk van de bedrijfscondities van de motor. Er zijn gestandaardiseerde testcycli ontwikkeld die typische bedrijfscondities nabootsen. In deze cycli worden uitlaatemissies gemeten terwijl de motor bedreven wordt volgens specifieke snelheidstijd- of snelheidsbelastingscondities in een motorproefopstelling. Elk Euro-niveau heeft een speciale testcyclus of combinatie van cycli, en over de jaren zijn testcycli zodanig aangepast dat ze typisch rijgedrag beter benaderen. In Europa zijn testcycli geëvolueerd uit de R-49 steadystate-cyclus (Euro III), tot de ESC (European Stationary Cycle, Europese stationaire cyclus) en ETC (European Transient Cycle, Europese transiënte cyclus) (Euro III-V) tot de meest recente, de WHSC (World Harmonized Stationary Cycle, wereldwijd geharmoniseerde stationaire cyclus) en WHTC (World Harmonized Transient Cycle, wereldwijd geharmoniseerde transiënte cyclus) (Euro VI). Nieuwe voertuigen mogen niet in de EU worden verkocht als ze niet aan de relevante grenzen voldoen, maar nieuwe normen gelden niet met terugwerkende kracht voor oudere voertuigen die reeds op de weg zijn.

Ondanks dat nieuwe emissiegrenzen de afgelopen tien jaar om de paar jaar in Europa zijn geïntroduceerd, duurt het even voordat nieuwe voertuigen een groot marktaandeel hebben verworven (Figuur 8). Dit betekent dat er een gat zit tussen de invoering van strengere nieuwe grenzen door de Europese overheid en het moment waarop schonere nieuwe voertuigen op de weg zijn. Daarom kan het even duren voordat de plaatselijke luchtkwaliteit wordt verbeterd door wetgeving m.b.t. strengere plaatselijke emissies.

Figuur 8.

Geschatte Euronormpenetratie in de EU 27: Zware voertuigen [8]



Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.2.1.2. VS

Emissienormen voor in de VS verkochte motoren en voertuigen worden vastgesteld door het Milieubeschermingsagentschap (Environmental Protection Agency, EPA). De bevoegdheid van het EPA om voertuigemissies en de luchtkwaliteit in het algemeen te reguleren is gebaseerd op de schone-luchtwet (Clean Air Act), die voor het laatst in 1990 is gewijzigd. De relevante norm voor een nieuw voertuig wordt bepaald door het jaar waarin het voertuig is gemaakt, en de grenzen hiervan worden steeds strenger, zoals in de Europese wetgeving.

Naast federale emissienormen die worden vastgesteld door het EPA en die voor alle staten verplicht zijn, hebben sommige staten een strenger emissiebeleid, bijvoorbeeld de emissienormen die worden vastgesteld door de California Air Resources Board (CARB). Historisch gezien zijn CARB-normen altijd strenger geweest dan de EPA-eisen, maar de structuur ervan is vergelijkbaar met die van de federale wetgeving.

5.2.1.3. Wereldwijde samenvatting

PM en NO_x zijn de belangrijkste emissies voor het naleven van de wetgeving voor zware diesellootvoertuigen. In Tabel 2 staan de federale Amerikaanse, Europese en Japanse normen voor NO_x- en PM-emissies van zware motoren vanaf 1994. Veel andere landen hebben ervoor gekozen om een of andere vorm van deze normen te gebruiken, alhoewel men vaak één of twee niveaus achter ligt.

Emissie-eenheden zijn gram/kWh (EU, Japan) of gram/pk-h (US). Een grotere motor produceert een grotere massa uitlaatgas; daarom heeft deze een grotere absolute hoeveelheid emissies vergeleken met een kleinere motor, maar levert ook meer energie. Door emissies uit te drukken als een massa per door de motor geleverde energie-eenheid (g/kWh of g/pk-h) kan een enkele norm worden gebruikt voor alle maten motoren.

Tabel 2.

Emissiegrenzen zware dieselmotoren voor NO_x en PM

Jaar	VS federaal		Europese Unie		Japan	
	NO _x (g/pk-h)*	PM (g/pk-h)*	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
1992 (Euro I)	-	-	8,0	0,36	-	-
1994	5,0	0,10	"	"	7,8	0,95
1996 (Euro II)	"	"	7,0	0,25	"	"
1998	4,0	0,10	"	0,15	"	"
1999	"	"	"	"	4,5	0,25
2000 (Euro III)	"	"	5,0	0,10**	"	"
2002	2,5	0,10	"	"	"	"
2005 (Euro IV)	"	"	3,5	0,02**	3,0	0,10
2007	0,2	0,01	"	"	"	"
2008 (Euro V)	"	"	2,0	0,02**	"	"
2013 (Euro VI)	"	"	0,4	0,01**	"	"

PM en NO_x zijn de belangrijkste emissies voor het naleven van de wetgeving voor zware diesellootvoertuigen.

Vanwege verschillen tussen testcycli is het niet juist om de grenzen van verschillende regulerende instanties direct te vergelijken.

* 1,00 g/pk-h = 1,34 g/kWh

** Europese PM-normen pre-2001 gerapporteerd op basis van Europese Stationaire Cyclus (ESC), daarna Europese Transiente Cyclus (ETC)

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.2.2.

Lichte motoren op de weg

De emissieregeling voor lichte diesellocomotieven is ruwweg vergelijkbaar met die voor zware locomotieven; er is echter één belangrijk verschil, namelijk dat de emissiegrenzen voor locomotieven gelden in plaats van motoren. Dit is omdat de fabrikant van het locomotief meestal ook de fabrikant van de motor is, wat niet noodzakelijk het geval is voor zware locomotieven. Emissiecertificatie vindt plaats op een chassisdynamometer en wordt gemeten in eenheden massa vervuilende stof per afgelegde afstand (g/km) in plaats van de massa vervuilende stof per energie-eenheid (g/kWh). De volledige Europese emissiegrenzen voor lichte locomotieven staan in bijlage 1.

5.2.3.

Zware, niet voor de weg bestemde motoren: Scheepvaart

Voor scheepvaarttoepassingen gelden verschillende emissievoorschriften voor zowel zeevaart als binnenvaart.

5.2.3.1.

Zeevaart

In de zeevaartsector zijn de zwavelgrenzen de afgelopen jaren gedaald. Zo beperkt de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) het zwavelgehalte in het emissiebeheersgebied (Emission Control Area / ECA) van de Noordzee, het Kanaal en de Baltische Zee sinds 1 januari 2015 tot 0,1%.

Bijlage VI van MARPOL stelt grenzen aan zowel NO_x- als zwaveloxide-emissies. Volgens deze voorschriften voldoet Shell GTL Fuel aan de eisen in lid 18.3.1 van Bijlage VI MARPOL, omdat het een ISO 8217 brandstof is. Daarom hoeft Shell GTL Fuel niet te worden onderworpen aan verdere NO_x-tests⁷ (dit is vereist voor bepaalde andere brandstoftypes volgens lid 18.3.2).

5.2.3.2.

Europese binnenwateren

Sinds januari 2011 beperkt de Europese Richtlijn Brandstofkwaliteit (2009/30/EG, als aanpassing van 97/70/EG) het zwavelgehalte van diesel gebruikt in binnenwateren tot 10 ppm.

The Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) en de EU hebben in 2007 emissiegrenzen vastgesteld voor nieuwe binnenwatermotoren, genaamd 'CCNR 2' en 'fase IIIA' eisen [9]. Daarvoor gold CCNR1, de eerste wetgeving voor binnenwateren, die in 2003 werd aan genomen. NB. Sommige motoren worden aangeduid als CCNR0, dus van de tijd vóór de wetgeving; dit zijn dus niet-gereguleerde motoren zonder emissiegrenzen.

Emissiegrenzen zijn afhankelijk van het vermogen, zoals gespecificeerd in Tabel 3 en 4.



DE KROONBORG, EEN OFFSHORE SERVICESCHIP, DAT SHELL GTL FUEL GEBRUIKT

⁷ Een schip kan wellicht Shell GTL Fuel gebruiken om de NO_x-emissie te verlagen en zo te voldoen aan de strengere Tier III emissie-eisen. Als dat het geval is, zouden voor de emissiecertificatie van Shell GTL Fuel Tier III compliancetests noodzakelijk zijn, omdat dit onderdeel uitmaakt van de NO_x-verlagingsmaatregelen.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

Tabel 3.

CCNR2-emissiegrenzen

Nettovermogen (P) (kW)	Koolmonoxide (CO) (g/kWh)	Koolwaterstoffen (HC) (g/kWh)	Stikstofoxiden (NOx) (g/kWh)	Deeltjes (PT) (g/kWh)
130 < P < 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75 < P < 130	5,0	1,0	6,0	0,3
37 < P < 75	5,0	1,3	7,0	0,4
18 < P < 37	5,5	1,5	8,0	0,8

Tabel 4.

Fase IIIA emissiegrenzen

Categorie: volumetrisch rendement/ nettovermogen (SV/P) (liter per cilinder/kW)	Koolmonoxide (CO) (g/kWh)	Som van koolwaterstoffen en stikstofoxiden (HC+NOx) (g/kWh)	Deeltjes (PT) (g/kWh)
V1:1 SV<0,9 en P≥37 kW	3,5	7,5	0,40
V1:2 0,9≤SV<1,2	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2≤SV<2,5	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5≤SV<5	5,0	7,2	0,20
V2:1 5≤SV<15	5,0	7,8	0,27
V2:2 15≤SV<20 en P<3300 kW	5,0	8,7	0,50
V2:3 15≤SV<20 en P≥3300 kW	5,0	9,8	0,50
V2:4 20≤SV<25	5,0	9,8	0,50
V2:5 25≤SV<30	5,0	11,0	0,50

Momenteel wordt nieuwe wetgeving ontwikkeld door de EU en de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) voor zowel nieuwe als bestaande schepen. De EU-eisen voor emissies van nieuwe schepen worden aangescherpt. De Europese Commissie heeft op 25 september 2014 de Richtlijn voor niet voor de weg bestemde machines (NRMM) vastgesteld, met eisen aan Fase V emissies, die tussen 2018 en 2021 van kracht worden[10].

5.2.4.

Zware, niet voor de weg bestemde motoren: Overige

Er zijn aanvullende emissienormen voor andere niet voor de weg bestemde toepassingen zoals treinverkeer, bouw etc. Deze normen zijn enigszins gecompliceerd omdat ze diverse motortypes met verschillende vermogens omvatten. De NRMM-richtlijn biedt echter enige mate van unificatie, zie [10].

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.3. Plaatselijke emissies en luchtkwaliteit

Men richt zich steeds meer op uitlaatemissies van voertuigen en de invloed ervan op de plaatselijke luchtkwaliteit.

Over de jaren hebben steeds strengere emissiegrenzen echter geleid tot aanzienlijk schonere voertuigen (zoals in Figuur 7 aangegeven), waardoor de emissievoordelen van brandstoffen met een schonere verbranding in absolute termen minder worden. Desondanks blijft de luchtkwaliteit in veel steden nog altijd slechter dan de toegestane normen. Overheden en eigenaren van commerciële wagenparken staan onder grote druk om hun plaatselijke emissies verder te verlagen.



BUSONDERZOEK SHELL GTL FUEL IN SHANGHAI, CHINA

5.4. Verminderen plaatselijke emissies wagenparken

Naleving van moderne emissieregeling is bereikt via een combinatie van geavanceerde motor- en nabehandelingstechnologie in nieuwe voertuigen.

De implementatie van deze moderne technologieën in wagenparken kost wat tijd, aangezien het een grote kapitaalinvestering in nieuwe voertuigen vergt.

Het directe gebruik van Shell GTL Fuel is aantrekkelijk vanuit twee perspectieven: i) er is een mogelijkheid om plaatselijke emissies direct te verminderen en ii) vooral bij oudere wagenparken kan men tegen een aanzienlijk lagere kapitaalinvestering dan het aanschaffen van nieuwe voertuigen beginnen de totale plaatselijke emissies van een wagenpark te verbeteren. Voor het gebruik van Shell GTL Fuel is geen investering in voertuig- of tankinfrastructuur vereist, wat niet het geval is bij sommige andere schone alternatieve brandstoffen en technologieën (bv. roetfilters - DPF, gecombineerd aardgas - CNG, vloeibaar aardgas - LNG).

Een aantal interne studies van Shell en gezamenlijke onderzoeksprogramma's hebben de plaatselijke emissievoordelen door de implementatie van Shell GTL Fuel aangetoond. De grootte van deze voordelen varieert afhankelijk van een aantal factoren: de leeftijd en het type motor, de gebruikte nabehandelingstechnologie, de huidige diesel die wordt vervangen en de eisen van de specifieke toepassing. Het volgende hoofdstuk beschrijft de uitgebreide emissietestprogramma's die door Shell zijn uitgevoerd en de plaatselijke emissievoordelen die zijn waargenomen.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.5.

Samenvatting testresultaten emissies Shell GTL Fuel

Er zijn gecontroleerde laboratoriumtests uitgevoerd om de plaatselijke emissievoordelen vast te stellen die van Shell GTL Fuel verwacht kunnen worden.

Er is momenteel een grote hoeveelheid gegevens m.b.t. plaatselijke emissies verzameld, vooral met motorproefopstellingen, maar ook met chassisdynamometers. De gegevens hebben betrekking op een groot aantal voertuigen, motoren en nabehandelingssystemen die zich vandaag de dag op de weg bevinden. Alle in dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens zijn aan een volledige statistische analyse onderworpen, en de voordelen zijn tot >95% statistisch significant, tenzij anders aangegeven.

Het presenteren van plaatselijke emissievoordelen als "procentuele voordelen vergeleken met conventionele diesel" is een handige manier om de mogelijke plaatselijke emissiereducties van Shell GTL Fuel aan belanghebbenden te communiceren. Dit is met name handig in het vaak terugkerende geval dat er voertuigen van verschillende leeftijd in een wagenpark zitten, waardoor er grote variaties zijn in de absolute plaatselijke emissieniveaus. Uitgebreide proefnemingen hebben aangetoond dat het procentuele plaatselijke emissievoordeel relatief stabiel is over een aantal voertuigmodellen en -leeftijden.

Het is belangrijk om op te merken dat de procentuele voordelen zijn verkregen uit emissietests die gebruik maken van testcycli op basis van Europese wetgeving in nauwkeurig gecontroleerde laboratoriumcondities. Deze testcycli hebben als doel het nabootsen van 'normaal' rijden in Europa. Echte voertuigmodellen en rijomstandigheden op de weg kunnen echter hiervan afwijken, dus is er geen garantie dat voordelen van dezelfde grootteorde altijd worden verkregen in alle praktijktoepassingen. Desondanks denkt men dat de procentuele voordelen goede indicatoren zijn voor de grootteorde van de mogelijke voordelen die in echte wagenparken zouden kunnen worden verkregen.

5.5.1.

Zware voertuigen

Zware voertuigen zijn een toepassing die zeer geschikt is voor 100% Shell GTL Fuel, met name omdat deze vaak in wagenparken worden gebruikt die bij het bedrijf gestald worden en daarom vanuit een centrale locatie kunnen worden bijgetankt. Ze verbruiken ook grote hoeveelheden brandstof en produceren daarom aanzienlijke hoeveelheden vervuulende stoffen vergeleken met hun lichte tegenhangers. Dit betekent dat elke brandstofgerelateerde reductie in plaatselijke emissies mogelijk kan leiden tot grotere netto voordelen m.b.t. de plaatselijke luchtkwaliteit.

Door Shell zelf uitgevoerd onderzoek en praktijkonderzoek in samenwerkingsverband op zware voertuigen heeft aangetoond dat de plaatselijke emissievoordelen van Shell GTL Fuel procentueel gezien relatief constant zijn, zelfs voor steeds modernere technologie. De meeste tests gaven een voordeel van rond de 10-20% voor NO_x, PM, CO en HC. Er zijn echter variaties in de grootteorde van de procentuele voordelen binnen elke technologie (Euro-niveau) vanwege verschillen tussen onderstaande factoren:

- Motorontwerp en ijkings
- Aanwezigheid en type nabehandeling
- Eigenschappen van de aandrijfcycli en referentiebrandstoffen

Shell en anderen hebben gecontroleerde laboratoriumonderzoeken uitgevoerd om de plaatselijke emissievoordelen vast te stellen die van Shell GTL Fuel verwacht kunnen worden.



BUSONDERZOEK SHELL GTL FUEL, DUITSLAND

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel



BUSONDERZOEK SHELL GTL FUEL IN LONDEN, VK

**Shell GTL Fuel
levert nog altijd
substantiële
procentuele
plaatselijke
emissievoordelen
op, zelfs met
moderne Euro
V-technologie.**

In de volgende hoofdstukken worden de resultaten van de door Shell uitgevoerde emissietests samengevat, van Euro I tot Euro VI. Alle emissietests maakten gebruik van een testcyclus die relevant is voor het Euro-niveau van de geteste motor. De eigenschappen van de in deze tests gebruikte referentiediesel voldeden aan het relevante Euro-niveau van de motoren. Alle in dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens zijn aan een volledige statistische analyse onderworpen, en zijn binnen het betrouwbaarheidsinterval $\geq 95\%$ statistisch significant, tenzij anders aangegeven. Zie bijlage 1 voor de volledige details van de procentuele emissievoordelen van zware motoren alsook voor informatie over de gebruikte voertuigen en testcycli.

5.5.1.1.

Samenvatting procentuele plaatselijke emissievoordelen zware motoren - Euro I tot VI

Er is nu een grote hoeveelheid gegevens over plaatselijke emissies verzameld, met name voor moderne Euro VI-motoren. Deze hebben betrekking op een groot aantal voertuigen, motoren en nabehandelingssystemen die zich vandaag de dag op de weg bevinden.

Shell GTL Fuel levert nog altijd substantiële procentuele plaatselijke emissievoordelen op, zelfs met moderne Euro V-technologie.

Tabel 5.

Procentuele plaatselijke emissievoordelen zware motoren vergeleken met conventionele diesel

% voordeel vergeleken met conventionele EN 590 diesel				
	PM	NO _x	HC	CO
Euro I	18	16	13	22
Euro II	18	15	23	5
Euro III	10 tot 34	5 tot 19	<9*	12 tot 20
Euro IV	31 tot 38	5 tot 16	10 tot 28	9
Euro V	23 tot 33	5 tot 37	19 tot 23**	8 tot 22
Euro VI	Absolute concentraties dichtbij de detectiegrens; daarom geen aanzienlijk voordeel waargenomen			

* Niet statistisch significant binnen het betrouwbaarheidsinterval $\geq 95\%$ (schatting bovengrens voordeel)

** Niet bij standaard testtemperatuur (5 °C en 40 °C, niet 23 °C)

Alle gegeven waarden zijn $\geq 95\%$ statistisch significant, tenzij aangegeven. De bereiken komen overeen met de maximale en minimale statistisch significante gemeten voordelen voor motoren op dat Euro-niveau.

In bijlage 2 staat een volledig overzicht van de geteste motoren en de gemeten procentuele plaatselijke emissievoordelen.

Tabel 5 geeft aan dat er een goede overeenkomst is tussen de procentuele plaatselijke emissievoordelen over alle onderzochte technologieën. Shell GTL Fuel kan nog altijd substantiële procentuele plaatselijke emissievoordelen opleveren, zelfs met moderne Euro V-technologie. Sterker nog, deze voordelen lijken procentueel gezien relatief uniform te zijn gebleven, zelfs met steeds schonere voertuigtechnologie. Bij het beoordelen van de voordelen van elke geregleerde emissie wordt opgemerkt dat:

- In vrijwel alle geteste motoren er een groot procentueel PM-voordeel is gemeten, van Euro I tot Euro V

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

- Er binnen elke technologiegeneratie (Euro-niveau) een grote variatie kan zijn in het procentueel voordeel. Sommige voertuigen leveren veel hogere procentuele plaatselijke emissievoordelen op dan andere. Op wagenparkgemiddelde basis blijven de NO_x-percentages echter relatief constant, zelfs voor moderne voertuigtechnologieën.
- Shell GTL Fuel levert consistente procentuele voordelen voor HC- en CO-emissies, maar in moderne motoren zijn de absolute emissieniveaus zeer laag (meestal <10% van de Euro-grenzen), dus zijn de voordelen van sommige tests niet statistisch significant.

5.5.1.2. Euro VI

Euro VI-motoren zijn geavanceerder vergeleken met vroegere Euro-niveaus en omvatten boorddiagnoses. Daarom worden naast de gebruikelijke emissiemetingen ook bruikbaarheidsonderzoeken uitgevoerd. Bovendien zijn er problemen bij het verzamelen van gegevens van Euro VI-voertuigen omdat de emissiemetingen zeer laag zijn en dicht bij de detectiegrens van de gebruikte methoden ligt.

Uit de resultaten van een recente Euro VI VDL bustest blijken geen statistisch significante verschillen tussen EN 590 diesel en Shell GTL Fuel wat betreft de gereguleerde uitlaatemissies: THC (totaal koolwaterstoffen), CO, NO_x en PN (Particulate Number / aantal deeltjes, een nieuwe meting voor Euro VI). Deze gelijkenis tussen de brandstoffen wordt veroorzaakt door het feit dat de emissieniveaus al zeer laag zijn bij moderne voertuigen met efficiënte nabehandelingstechnologie. Shell GTL Fuel had echter significant lagere motoremissies wat betreft THC, CO, NO_x en roet, vergeleken met EN 590 diesel. Dit kan mogelijk leiden tot voordelen zoals minder belasting van de katalysator, onderhoudsvoordelen en een langere levensduur van het nabehandelingssysteem.

Bij een wegtest reed een Mercedes Actros 1851 Euro VI vrachtwagen 2 dagen op Shell GTL Fuel. De bestuurder meldde geen ongebruikelijk voertuiggedrag, geen knipperende waarschuwinglampjes op het dashboard en dat de vrachtwagen naar verwachting presteerde. Toen de bestuurder de volgende morgen naar de thuisbasis terugreed, voerde hij een koude start uit (rond 0 °C) en merkte op dat de koude motor soepeler stationair draaide vergeleken met normale dieselbrandstof, en zonder de dikke rookwolk net na het starten van de motor.

Ten slotte werd, tijdens een Shell GTL Fuel onderzoek bij een Duits busbedrijf, een Euro VI bus (Daimler Citaro G C2) met succes op de weg met GTL Fuel getest zonder dat enige problemen, zoals boorddiagnose (OBD)-waarschuwinglampjes, ontstonden.

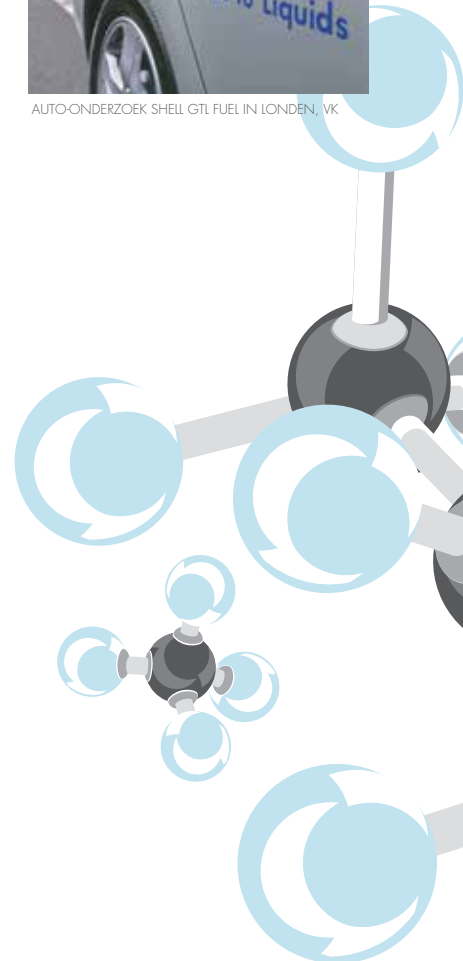
Gezien de hierboven beschreven, beperkte Euro VI ervaringen samen met gegevens van derden, duiden de voorlopige resultaten erop dat Shell GTL Fuel zonder technische problemen kan worden gebruikt in Euro VI-motoren, en zonder de gereguleerde emissiegrenzen te overschrijden.

5.5.2. Lichte voertuigen

Emissietests voor lichte voertuigen zijn minder duur dan hun zware tegenhangers, vooral omdat de voertuigen en testapparatuur beter beschikbaar, minder duur en eenvoudiger te installeren zijn. Hierdoor kunnen meer verschillende voertuigmerken voor elk technologieniveau (Euroniveau) worden getest. Dit, samen met consistentere procentuele voordelen betekent, in tegenstelling tot emissietests voor zware motoren, dat de procentuele voordelen uit tests voor lichte voertuigen gemiddeld kunnen worden, zodat er een gemiddelde wordt verkregen dat die technologie vertegenwoordigt en tevens de mogelijkheid biedt om 'wagenparkgemiddelden' te berekenen. In het algemeen zijn de procentuele voordelen van lichte motoren groter voor alle plaatselijke emissies, behalve NO_x.



AUTO-ONDERZOEK SHELL GTL FUEL IN LONDEN, VK



5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.5.2.1.

Samenvatting procentuele plaatselijke emissievoordelen lichte motoren - Euro 1 tot 4

Tabel 6.

Procentuele plaatselijke emissievoordelen lichte motoren vergeleken met conventionele diesel

% voordeel vergeleken met conventionele EN 590 diesel				
	PM	NO _x	HC	CO
Euro 1	42	10	45	40
Euro 2	39	5	63	53
Euro 3	41	5	62	75
Euro 4*	14 tot 20	-6 tot 2	66 tot 77	73 tot 83

Alle gegeven waarden zijn statistisch significant binnen het betrouwbaarheidsinterval $\geq 95\%$

* De bereiken zijn het resultaat van de vergelijking van twee verschillende referentiediesels (verschillende dichtheid) en komen overeen met de maximale en minimale statistisch significante gemeten voordelen. De volledige details van de geteste voertuigen staan in bijlage 2.

Tabel 6 laat zien dat er een relatief goede consistentie is voor de plaatselijke emissievoordelen voor Euro 1 tot Euro 4. Bij het beoordelen van de voordelen van elke gereguleerde emissie wordt opgemerkt dat:

- Shell GTL Fuel levert in alle lichte voertuigtechnologieën grote HC- en CO-emissievoordelen op in vergelijking met diesel, inclusief de moderne Euro 3/4-motoren
- De PM-emissievoordelen zijn ook substantieel en nog altijd zichtbaar bij Euro 4-voertuigen, maar wel kleiner
- NO_x-emissievoordelen zijn kleiner vergeleken met de andere emissies en bij de Euro 4-voertuigtechnologie heeft men eigenlijk ook geen echte voordelen kunnen meten.

5.6.

Overzicht van scheepsemissietests

Emissiemetingen werden uitgevoerd bij binnenschepen (Novamente en Invado), een krachtige hoofdvoortstuwingsmotor (MTU-motorproefopstelling) en hulpscheepsmotoren (aan boord van de Dr Wagmaker veerboot en PonPower motorproefopstelling) die op Shell GTL Fuel draaiden.

Het gebruik van Shell GTL Fuel heeft emissievoordelen opgeleverd voor alle gereguleerde emissies (PM, NO_x, HC, en CO) bij alle geteste motoren met uitzondering van de MS Invado, waar geen CO-voordelen werden waargenomen. Over het algemeen zijn de verlagingen van de binnenvaartemissies (voor elke soort) vergelijkbaar met die van zware wegmotoren, zowel qua procentuele verlaging als bereik (met uitzondering van de PM-verlaging die iets hoger was dan met de zware motoren tijdens de test).

De onderstaande tabel geeft een samenvatting van de 5 tests en geeft de emissieverlagingsbereiken die werden waargenomen voor scheepsmotoren bij gebruik van GTL [11].

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

Tabel 7.

Procentuele plaatselijke emissievoordelen scheepsmotoren vergeleken met conventionele diesel

Geschat % voordeel vergeleken met diesel	PM	NO _x	HC	CO
Binnenwatermotoren: CCNR0, CCNR1 & US EPA Marine Tier 2	15 tot 60	6 tot 13	10 tot 50	0 tot 15

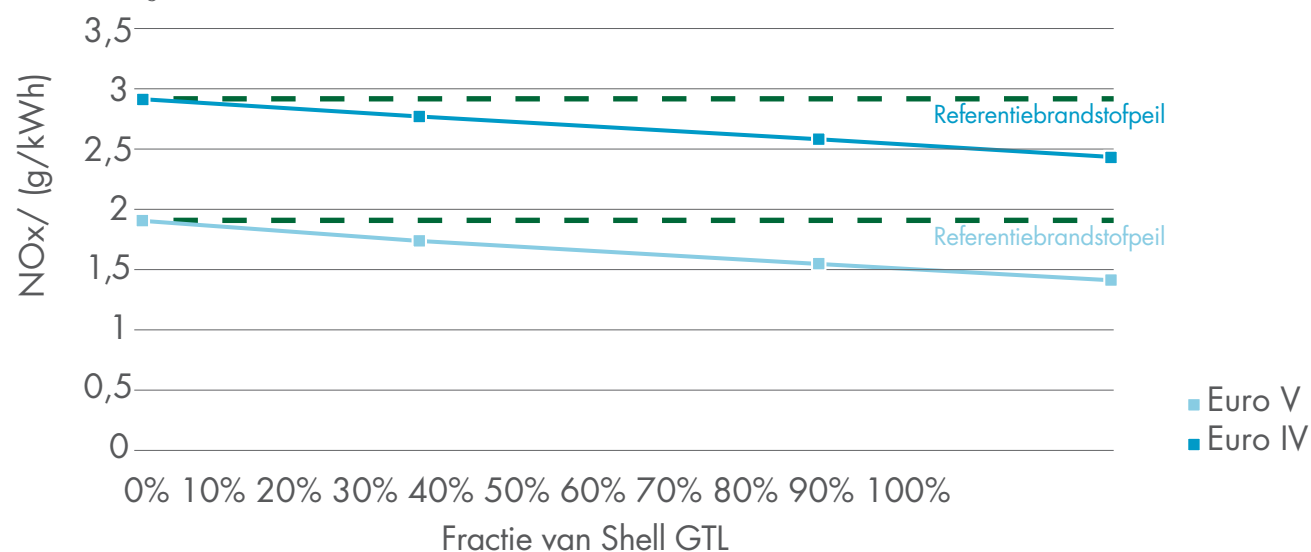
Het moet worden opgemerkt dat er, vergeleken met tests met zware en lichte motoren, minder tests zijn uitgevoerd met binnenschepen, waarbij de metingen meestal zijn verricht met verschillende types Caterpillar motoren en de gegevens niet statistisch zijn geanalyseerd.

5.7. Mengselemissies

Mengsels van Shell GTL Fuel met conventionele diesel kunnen ook aanzienlijke emissievoordelen opleveren. Experimenten met zwarte motoren hebben aangetoond dat er een lineair verband tussen emissies en het percentage Shell GTL Fuel wat betreft PM- en NO_x-emissies. Zo zouden mengsels van 25% GTL/75% diesel 25% van de emissievoordelen van 100% GTL opleveren, zie Figuur 9. Er zijn voorlopige tekenen dat er ook een lineair verband bestaat tussen HC- en CO-emissies en Shell GTL Fuel-mengsels bij zware motoren, hoewel er nog geen statistisch significante resultaten zijn vanwege de lage absolute niveaus van deze emissies [12].

Figuur 9.

NO_x-voordelen van 100% GTL en mengsels in ULSD voor prototype Euro IV en Euro V zwaar dieselmotoren, beide met nabehandeling



Ook voor NO_x-emissies van lichte motoren is er een lineair verband met het percentage Shell GTL Fuel. PM-, HC- en CO-emissies tonen echter een sterke niet-lineaire verlaging van de emissies versus percentage Shell GTL Fuel, d.w.z. bij lage percentages Shell GTL Fuel is de emissieverlaging groter dan zou worden verwacht op basis van de lineaire mengselvoorspellingen. Daarom kan een groot percentage van de emissievoordelen worden behaald voor een relatief laag percentage Shell GTL Fuel in de mengsels [3].

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

Op wiel-naar-wielen (WtW) basis zijn de totale broeikasgasemissies voor GTL-producten ruwweg vergelijkbaar met de gelijkwaardige hoeveelheid conventionele raffinage-producten.

5.8. Broeikasgasemissies en CO₂

Wereldwijd maakt men zich zorgen over broeikasgas (GHG)-emissies vanwege de opwarming van de aarde en Shell moet wellicht verantwoording afleggen over de emissie-intensiteit van broeikasgasproducten, zelfs in regio's waar broeikasgasemissies niet zijn gereguleerd. Bij GTL-producten zijn de belangrijkste emissies: koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en distikstofoxide (N₂O), die tijdens elke fase van de levenscyclus kunnen worden uitgestoten: gasproductie en -transport, gasverwerking en -omzetting naar GTL, transport en distributie en eindgebruik (verbranding).

Shell gebruikt de Life Cycle of Well-to-Wheels (WtW)-methode voor het vergelijken van broeikasgasemissies, zoals dat in de sector gebruikelijk is. Op WtW-basis hebben sommige GTL-producten een hogere intensiteit dan hun conventionele equivalenten en sommige een lagere, maar de totale emissies zijn ruwweg vergelijkbaar met de gelijkwaardige hoeveelheid conventionele raffinageproducten. Verschillen in aannames en methodologieën kunnen leiden tot verschillende resultaten.

De Europese Unie is de enige regio die de WtW-intensiteit van GTL-gasolie als een transportbrandstof reguleert. De Europese Commissie heeft de GHG-intensiteit van diverse brandstoffen op WtW-basis beoordeeld. De bijgewerkte Richtlijn Brandstofkwaliteit [X2] omvat het gebruik van één voor de bedrijfssector gemiddelde broeikasgaswaarde voor diesel, die ook van toepassing zal zijn op de GTL-gasolievolumes. Het verwijst ook naar een WtW-intensiteit voor GTL die grotendeels overeenkomt met geraffineerde diesel (94,3 g CO₂eq/MJ voor GTL vs. 95,1 g CO₂eq/MJ voor diesel). Denk eraan dat dit een hypothetische intensiteit voor generieke GTL-brandstof is en niet de werkelijke intensiteit van door Shell geproduceerde GTL-brandstof; bovendien kunnen andere regelgevende instanties andere intensiteitswaarden vaststellen.

Bepaalde gemeentelijke verordeningen en nationale wetgeving zijn gebaseerd op tank-to-wheels CO₂-emissies (TtW) en vele wagenparkbeheerders rapporteren deze of worden op basis daarvan gereguleerd. In het algemeen wordt aangenomen dat verbranding van GTL-gasolie in motoren soortgelijke CH₄- en N₂O-emissies produceert als conventionele diesel, hoewel de CO₂-emissies van GTL lager zijn dan voor diesel. De tank-to-wheels emissies van Shell GTL Fuel zijn meestal 4% tot 5% lager dan van conventionele van ruwe olie geproduceerde diesel. Deze lagere TtW-emissiewaarde voor Shell GTL is gebaseerd op een combinatie van twee factoren. Ten eerste hebben de koolwaterstoffen van Shell GTL Fuel een hogere specifieke energie-inhoud (calorische onderwaarde), waardoor minder massa vereist is om dezelfde hoeveelheid energie als diesel te genereren. Ten tweede bevat Shell GTL Fuel minder koolstof naar massa (waterstof/koolstofverhouding van 2,1 vergeleken met 1,85 bij diesel), waardoor de verhouding verbrandingsproducten verandert van CO₂ naar water.

5.

Plaatselijke emissievoordelen Shell GTL Fuel

5.9. Samenvatting

De testresultaten laten zien dat het gebruik van Shell GTL Fuel aanzienlijke plaatselijke emissievoordelen kan opleveren in zowel zware als lichte voertuigen.

De emissievoordelen worden bereikt zodra Shell GTL Fuel wordt gebruikt (d.w.z. een direct of 'drop-in' voordeel) en kunnen met elke dieselmotor worden bereikt. Door Shell GTL Fuel te gebruiken, kan een wagenparkbeheerder derhalve onmiddellijk een plaatselijk emissievoordeel creëren, zonder te hoeven investeren in nieuwe, schonere voertuigen of nieuwe tankinfrastructuur.

De emissievoordelen van het gebruik van Shell GTL Fuel zijn vooral relevant bij oudere voertuigen, waar het hogere absolute emissieniveau leidt tot de meest significante verlaging, die zou kunnen leiden tot significante verbeteringen van de lokale luchtkwaliteit. Voor ontwikkelingslanden, waar oudere dieselmotoren nog steeds aanwezig zijn, kan het gebruik van Shell GTL Fuel grote voordelen m.b.t. de lokale luchtkwaliteit opleveren, vooral in de stedelijke gebieden.

Het gebruik van Shell GTL Fuel in moderne voertuigtechnologieën leidt nog altijd tot grote procentuele voordelen; het is echter mogelijk dat deze niet zo'n grote invloed op de lokale luchtkwaliteit hebben, aangezien de plaatselijke emissies al zeer laag zijn. Nationale en lokale overheden zetten wagenparkeigenaren nog steeds onder druk om de plaatselijke emissies te verlagen, wat de leeftijd van het wagenpark ook is. Daarom kunnen procentuele voordelen bij moderne voertuigen nog steeds belangrijk zijn voor wagenparkbeheerders.

Qua broeikasgasemissies komt de WiV-waarde voor Shell GTL Fuel ruwweg overeen met die voor raffinaderijdiesel. De TiV-waarde is meestal echter 4-5% lager dan die van conventionele diesel door een combinatie van hogere energie-inhoud en lager koolstofgehalte van Shell GTL Fuel.



EMISSIETESTEN



6.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

Dit hoofdstuk is een samenvatting van Shell-onderzoeken en klantervaringen met Shell GTL Fuel gedurende meer dan 10 jaar, met een totale afstand van meer dan 1 miljoen kilometer, en variërend van Smart's in Singapore tot bussen in Nederland.

Shell GTL Fuel kan worden gebruikt in toepassingen die relevant zijn voor conventionele diesel om bij te dragen aan een directe verlaging van plaatselijke emissies.

Voertuigonderzoeken leveren het bewijs dat de prestaties van 100% Shell GTL Fuel valideert gedurende vele maanden bij echte wegcondities.

Shell heeft in grote steden overal ter wereld vele praktijkonderzoeken met Shell GTL Fuel uitgevoerd. Deze onderzoeken hebben geholpen bij het vergroten van de naamsbekendheid van GTL-brandstoffen bij overheden, autofabrikanten en het algemene publiek in Europa, de VS en Azië (Figuur 10). De meeste onderzoeken hadden betrekking op commerciële wagenparken die bij het bedrijf zelf worden gestald, zoals openbaar vervoer (bussen of taxi's), die in een centrale locatie kunnen worden bijgetankt.

De onderzoeken waren gericht op de bruikbaarheid van motoren die op Shell GTL Fuel draaien onder werkelijke 'op de weg'-omstandigheden. Ook werden sommige, goed gecontroleerde emissiestests uitgevoerd als aanvulling op de in hoofdstuk 5 genoemde tests.

Dit hoofdstuk is een samenvatting van Shell-onderzoeken en klantervaringen met Shell GTL Fuel gedurende meer dan 10 jaar, met een totale afstand van meer dan 1 miljoen kilometer, en variërend van Smart's in Singapore tot bussen in Nederland. De informatie is afkomstig uit interne rapporten van Shell, persberichten, academische rapporten en rapporten van deelnemers aan onderzoeken. Denk eraan dat de voordelen voor een bepaald voertuig of wagenpark afhankelijk zijn van vele andere factoren die de resultaten kunnen beïnvloeden zoals rijgedrag en -stijl van de bestuurder, rijomstandigheden, rijcyclus, kwaliteit van het smeermiddel en bandenspanning.



AMSTERDAM, VAN KEULEN STAPT OVER NAAR SHELL GTL FUEL MET HUN WAGENPARK

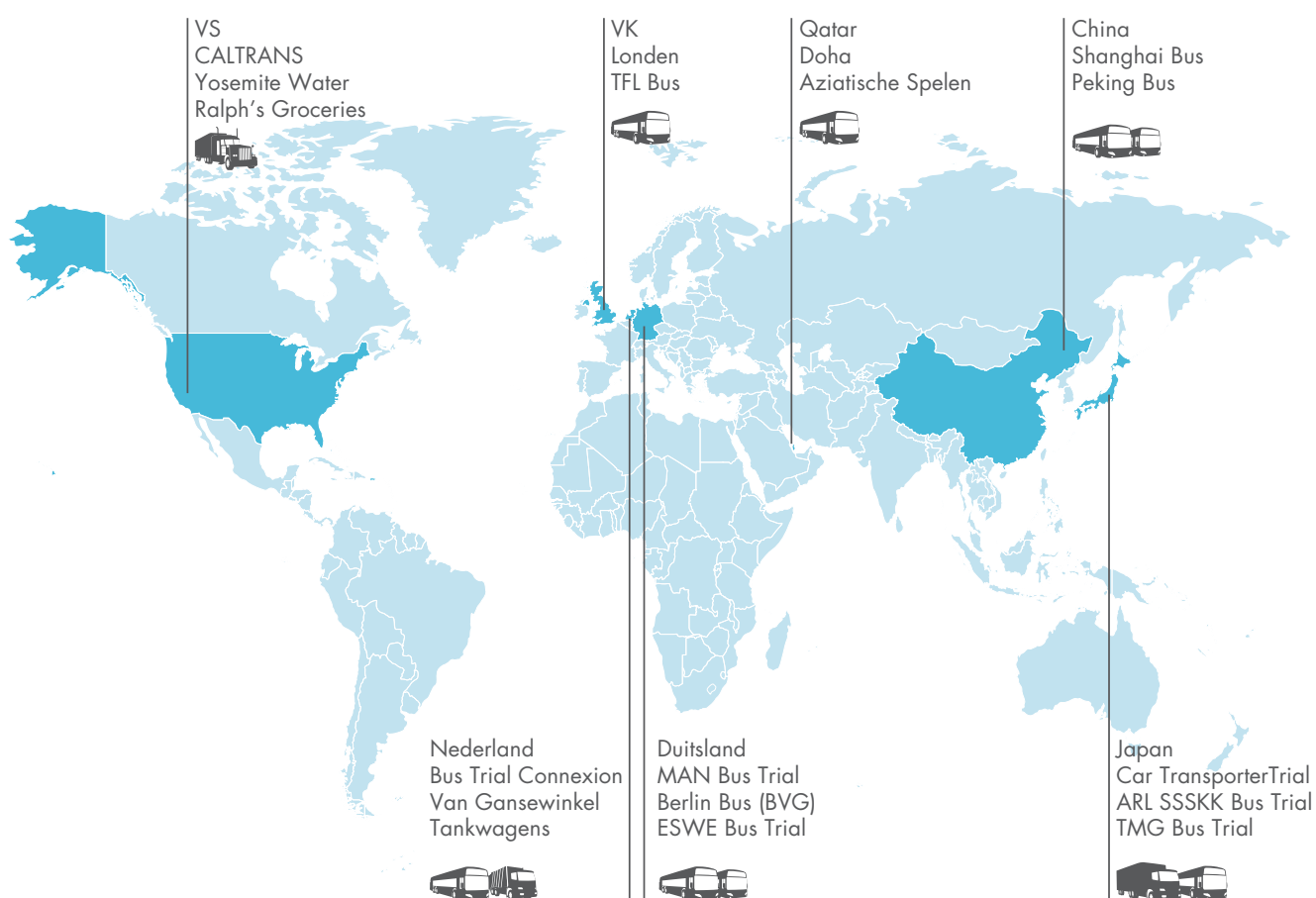
Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

6.1. Zware voertuigen

Figuur 10.

Voorbeelden van wereldwijde praktijktests Shell GTL Fuel voor zware motoren

Lijnbussen zijn een toepassing die zeer geschikt is voor het gebruik van 100% Shell GTL Fuel, aangezien deze vaak bij het bedrijf zelf worden gestald en in een centrale remise kunnen worden bijgetankt. Ze verbruiken ook grote hoeveelheden brandstof en produceren derhalve een relatief grote massa vervuilende stof voor de afgelegde afstand, waardoor elke verlaging van de plaatselijke emissies tot een groter voordeel voor de plaatselijke luchtkwaliteit kan leiden. Er zijn overal ter wereld zeer veel praktijkonderzoeken met Shell GTL Fuel uitgevoerd met lijnbussen, vrachtwagens en andere zware voertuigen. Deze staan in Tabel 8 samengevat.



6.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

Tabel 8.

Samenvatting onderzoeken zware motoren en 100% Shell GTL Fuel

Jaar/ maand	Plaats	Naam onder- zoek	Partner	Aantal voertuigen	Totale afstand onderzoek	Fabrikant voertuigen
2002 april - mei	Californië, VS	CALTRANS	California Dept of Transportation	69 vrachtwagens	Niet vastgelegd, 30.000 liter GTL gebruikt	Verschillende 
2003 juli - september	Londen, VK	London Bus Trial	London General	1 bus	5.000 km	EvoBus Euro III met Daimler Chrysler-motor 
2003 - 2004 december - augustus	Los Angeles, VS	Yosemite Waters Trial	Yosemite Waters, National Renewable Energy Laboratory (NREL)	3 vrachtwagens	57.000 km	Navistar International HD vrachtwagens 
2005 - 2006	Hamburg, Duitsland	MAN Bus Trial	Hochbahn HWV	2 bussen	10.000 km	MAN 7000 stadsbus 
2005 februari - september	Californië, VS	Ralph's Groceries	Ralph's Groceries, US DOE	2 vrachtwagens	Ca. 20.000 km	Cummins-motoren 
2006 - 2007 december - februari	Doha, Qatar	Doha Asian Games (DAG)	Qatar Petroleum, Shell/Sasol Chevron	20 bussen	Niet vastgelegd	10 King Long mediabussen en 10 Mercedes schoolbussen 
2006 - 2007 november - mei	Shanghai, China	Shanghai Euro II Bus Trial	Shanghai Ba-shi First Bus Public Traffic Co.	4 bussen	105.000 km	Yuchai Euro II bus 
2007 juni - november	Shanghai, China	Shanghai Euro III Bus Trial	Shanghai Ba-shi First Bus Public Traffic Co.	2 bussen	41.000 km	Yuchai Euro III bus 
2007 mei - augustus	Peking, China	Beijing China III Bus Trial	Beijing Public Transport Holdings Ltd.	4 bussen	70.000 km	Xiamen Jinlong United Auto Industry Limited met een Cummins-motor 
2007 mei - november	Delft, Nederland	Delft Connexion Bus Trial	Connexion Bus Company	7 bussen	Ca. 300.000 km	MAN VIAbus 
2007 - 2008 december - februari	Japan	Car Transporter Trial	Showa Shell Sekiyu K.K., Toyota	2 vrachtwagens	33.000 km	Hino HD vrachtwagen Euro III 

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

Tabel 8. Vervolg

Samenvatting onderzoeken zware motoren en 100% Shell GTL Fuel

Jaar/ maand	Plaats	Naam onderzoek	Partner	Aantal voertuigen	Totale afstand onderzoek	Fabrikant voertuigen
2007 - 2009 december - maart	Japan	ARL SSSKK Commuter Bus Trial	Showa Shell Sekiyu K.K.	1 bus	23.000 km	Hino Liesse II 
2008 juli	Londen, VK	London TfL	Transport for London (TfL)	3 bussen	Alleen emissies	Volvo Euro III, Enviro Euro IV, Dart Euro III 
2009 - 2010 februari - januari	Tokio	Japan TMG Bus Trial	Tokyo Metropolitan Government (TMG)	2 bussen	1.500 km	Hino Hybrid 
2010 juli - november	Vlaardingen en Rotterdam, Nederland	Van Gansewinkel Trial	Van Gansewinkel	7 vuilnis- wagens	Niet vastgelegd	DAF Euro III, DAF Euro V, Volvo Euro III, Volvo Euro V, Sennebogen 
2012 mei	Berlijn, Duitsland	BVG Bus Test	Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)	1 bus	Niet vastgelegd	MAN A39 DD Euro IV 
2012 - 2013 mei - april	Wiesbaden, Duitsland	ESWE Bus Trial	ESWE Verkehr Wiesbaden	12 bussen	Ca. 720.000 km bij voltooiing in april 2013	EvoBus O 530 Euro III en MAN A21 EEV 

De onderzoeken aan zware voertuigen hebben aangetoond dat Shell GTL Fuel direct zonder technische aanpassingen in deze voertuigen kan worden gebruikt. Er zijn tijdens de onderzoeken geen brandstofgerelateerde problemen zoals brandstoflekkages, grotere slijtage of onderhoudsproblemen vastgesteld. Daarnaast waren de klantervaringen met Shell GTL Fuel altijd zeer positief, waarbij chauffeurs opmerkten dat er geen onplezierige geurtjes en uitlaatgassen waren, en dat de bestuurbaarheid vergelijkbaar was met die van conventionele diesel.

Naast het valideren van de prestaties van Shell GTL Fuel gedurende vele maanden bij echte wegcondities, laten de relevante emissietests plaatselijke emissievoordelen zien vergeleken met conventionele, op ruwe olie gebaseerde diesel. De relevante plaatselijke emissietests staan in bijlage 2, Tabel 21 samengevat. Uit de emissieresultaten van de onderzoeken en de door Shell uitgevoerde tests op zware motoren (Tabel 5) blijkt dat de gegevens goed overeenkomen bij een beoordeling op basis van een 'procentueel voordeel'. Dit bevestigt de mogelijkheid van Shell GTL Fuel om bij te dragen aan de verlaging van plaatselijke emissies van zware voertuigen, zelfs tijdens zware toepassingsspecifieke cycli.

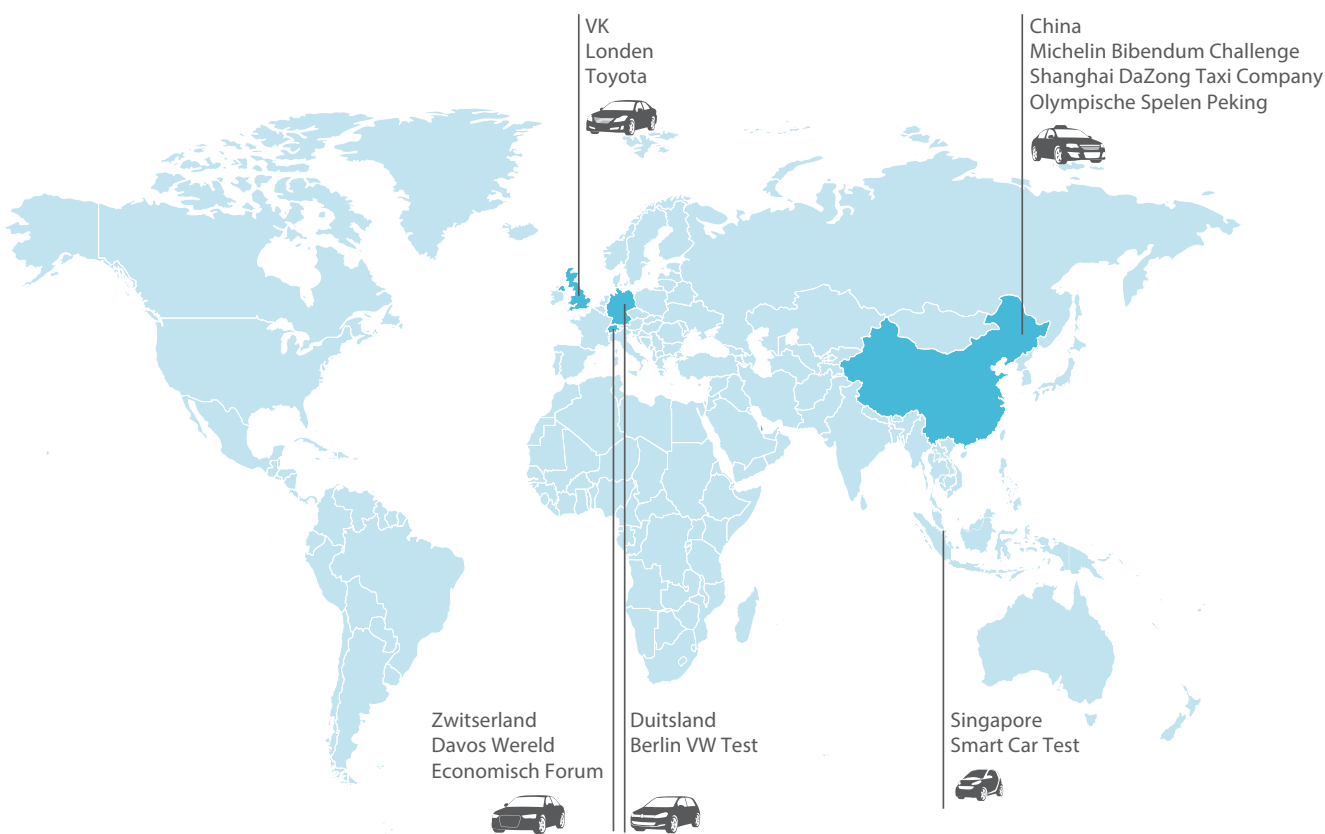
6.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

6.2. Lichte voertuigen

Figuur 11.

Voorbeelden van wereldwijde praktijktests Shell GTL Fuel voor lichte motoren



Lichte voertuigen zoals taxivloten, die in de binnensteden rijden, zijn nog een goede toepassing voor 100% Shell GTL Fuel, aangezien deze vanaf een enkele locatie kunnen worden bijgetankt, net zoals busvloten. Er is ook aangetoond dat voertuigen in lichte wagenparken grote procentuele plaatselijke emissievoordelen opleveren bij gebruik van Shell GTL Fuel. Shell heeft een groot aantal onderzoeken met lichte voertuigen uitgevoerd, sommige met relevante emissiemetingen. De onderzoeken aan lichte voertuigen staan in Tabel 9 samengevat.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

Tabel 9.

Samenvatting onderzoeken lichte motoren en 100% Shell GTL Fuel

Jaar/ maand	Plaats	Naam onderzoek	Partner	Aantal voertuigen	Totale afstand onderzoek	Fabrikant voertuigen
2003 mei - september	Berlijn, Duitsland	Berlin VW Trial	Welzijns- organisaties	25 auto's	>220.000 km	VW Golf Euro 3 
2004 juli - september	Londen, VK	London Toyota Trial	Welzijns- organisaties	10 auto's	Niet vastgelegd	Toyota Avensis Euro 4 
2005 - 2006 oktober - juni	Shanghai, China	Shanghai Taxi	Shanghai DaZong Taxi Company	8 auto's	600.000 km	VW Passat Euro 3 
2004 oktober	Shanghai, China	Michelin Bibendum Challenge	Audi	2 auto's	Niet vastgelegd	Audi A8 and A2 TDI Euro 4 
2008 januari	Davos, Zwitserland	Davos World Economic Forum	World Economic Forum, Audi	80 auto's	Niet vastgelegd	Audi A2 TDI, A6 TDI & A8 TDI 
2008 juli - september	Peking, China	Beijing Olympics	VW	35 auto's	Niet vastgelegd, 100 ton GTL gebruikt	VW 5 Tiguan, 10 Magotan, 20 Passat 
2008 - 2009 augustus - juli	Singapore	Singapore Smart Car Trial	Mercedes- Benz (Smart)	2 auto's	Niet vastgelegd	MB Smart Cdi 

Bij het grote aantal onderzoeken aan lichte voertuigen zijn geen brandstofgerelateerde problemen gerapporteerd. Daarnaast zijn er geen problemen gevonden bij het wisselen van diesel naar Shell GTL Fuel of bij het teruggaan van Shell GTL Fuel naar diesel na de onderzoeken. De onderzoeken toonden ook dat Shell GTL Fuel kan worden gebruikt in moderne dieselveertuigen zonder problemen met materiaalcompatibiliteit (hoofdstuk 9.2.2).

De relevante emissietests staan in bijlage 2, Tabel 24 samengevat. Uit de emissiegegevens blijkt dat er een goede overeenstemming is met andere emissietests (Tabel 6) op basis van 'procentuele voordelen'. Dit bevestigt de mogelijkheid van Shell GTL Fuel om bij te dragen aan de verlaging van plaatselijke emissies van lichte voertuigen, zelfs tijdens zware toepassingsspecifieke cycli.

6.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

6.3. Niet voor de weg bestemde voertuigen

De motortechnologie van niet voor de weg bestemde voertuigen neigt minder geavanceerd te zijn dan die voor de weg. Daarnaast zijn de brandstofsspecificaties minder streng en daardoor is de kans op emissievoordelen met GTL mogelijk groter. Een aantal onderzoeken naar Shell GTL Fuel met niet voor de weg bestemde voertuigen zijn uitgevoerd in Europa bij de bouw, het spoor en de binnenvaart. De onderstaande tabel beschrijft de onderzoeken die kunnen worden bekendgemaakt; andere onderzoeken zijn op vertrouwelijke basis uitgevoerd.

Tabel 10.

Samenvatting van onderzoeken met niet voor de weg bestemde motoren en 100% Shell GTL Fuel

Jaar/maand	Plaats	Naam onderzoek	Partner	Aantal voertuigen	Motorfabrikant
2007 - 2008 juli - februari	Den Helder – Texel, Nederland	TESO scheepvaartonderzoek	TESO	1 Hulpmotor aan boord van een grote veerboot	Caterpillar 3408C
2012 februari	Rijnkanaal, Amsterdam, Nederland	DB Schenker spoorwegonderzoek	Reederij P. Kooij	1 kanaalboot	DAF 825
2012 oktober	Geleen, Nederland	DB Schenker spoorwegonderzoek	DB Schenker	4 rangeerlocomotieven en 3 rangeerinstallaties	Ohrenstein & Koppel en Windhoff (respectievelijk)
2012 - 2013 december - augustus	Amsterdam, Nederland	Hitachi Opslagstabiliteitsonderzoek	Hitachi Construction Machinery Europe	1 demonstratiemachine	Hitachi ZX210-5B
2013 februari - mei	Mysen, Noorwegen	Hitachi Bruikbaarheidsonderzoek bij koud weer	Hitachi Construction Machinery Europe en NASTA	2 grondverzet-/graafmachines	Hitachi ZX470LCH-5B
2013 november	Rivier Rijn, Nederland/Duitsland	INVADO scheepvaartonderzoek	Vidol Marine	1 voortstuwingsmotor aan boord van een binnenvaartschip	Caterpillar 3512B DITA, CCNR0
2013 december	Vuile Gat, Nederland	NOVAMENTE scheepvaartonderzoek	Novamente Shipping B.V. en Vidol Marine	1 voortstuwingsmotor aan boord van een binnenvaartschip	Caterpillar 3512B, CCNR1
2014 - 2015 juli - augustus	Kassel, Duitsland	Deutsche Bahn spoorwegonderzoek	Deutsche Bahn	4 rangeerlocomotieven	DB 294 aangedreven door MTU 8V4000 R 41

Uit de onderzoeken met niet voor de weg bestemde motoren is gebleken dat Shell GTL Fuel effectief kan worden gebruikt als een 'drop-in' brandstof bij vele toepassingen onder verschillende bedrijfsomstandigheden. Naast de bevestiging dat Shell GTL Fuel geschikt is voor het beoogde doel zonder dat brandstofgerelateerde problemen worden gemeld, werden ook enkele andere aspecten waargenomen: Het onderzoek uitgevoerd met Hitachi Construction Machinery Europe toonden dat Shell GTL Fuel stabiel blijft ondanks veeleisende koude weersomstandigheden en langdurige opslag. Daarnaast leidde het spoorwegonderzoek bij DB Schenker tot onderhoudsvoordelen, omdat filterregeneratie van roefilters niet meer nodig is vanwege de schonere verbranding van Shell GTL Fuel. Ten slotte boden enkele scheepvaartonderzoeken (Novamente, Invado en TESO) mogelijkheden voor emissietests. In paragraaf 5.6 wordt een overzicht van deze resultaten gegeven.

Praktijkonderzoeken Shell GTL Fuel

6.4. Conclusies – Gevolgen voor levensduur

GTL-praktijkonderzoeken worden al ruim 10 jaar uitgevoerd, waarbij meer dan 1 miljoen kilometer op de weg en niet op de weg werden afgelegd. Bij deze onderzoeken werd het gebruik van Shell GTL Fuel bij vele toepassingen onderzocht: zware voertuigen zoals vrachtwagens en bussen (Euro I tot VI), lichte voertuigen zoals personenauto's (Euro I tot 4), een aantal scheepsmotoren van binnenvaartschepen (CCR 0 en CCR 1), bouwmachines en spoorwegmotoren.

Deze onderzoeken hebben aangetoond dat de omschakeling van de voertuigen naar 100% Shell GTL Fuel bijna naadloos verliep bij een breed scala aan voertuigen met verschillende motortechnologieën. Bij zware voertuigen, in het ESWE-onderzoek, reed elke bus gemiddeld 60.000 km op Shell GTL Fuel, en bij lichte voertuigen, in het Shanghai-taxi-onderzoek, legde elke VW Passat 80.000 km af. Eén van de vrachtwagens in het Yosemite Water-onderzoek werd lange tijd gebruikt (1 ½ jaar). Er zijn geen brandstofgerelateerde operationele problemen of defecten gemeld bij deze >1 miljoen km⁸.

Aanzienlijke plaatselijke emissievoordelen werden ook waargenomen in de bijbehorende emissietests. Deze toepassings specifieke voordelen komen globaal overeen met de procentuele voordelen van de wettelijke cyclusmetingen die in Tabel 5 en Tabel 6 worden samengevat. Op basis van uitgebreide laboratoriumtests en onderzoeken kan 100% Shell GTL Fuel worden gezien als een directe vervanging voor conventionele diesel, die bijdraagt aan een onmiddellijke vermindering van plaatselijke emissies, zonder dat men hoeft te investeren in nieuwe voertuigen of tankinfrastructuur.

Daarnaast hebben diverse OEM's verklaringen gepubliceerd ter ondersteuning van de duurzaamheid van Shell GTL Fuel (zie paragraaf 8.4 voor nadere details).



⁸ Bij scheepvaartssystemen verwacht men oudere hardware dan bij wegvoertuigen, zodat elastomeren mogelijk meer in de gaten moeten worden gehouden en, indien nodig, moeten worden vervangen. Zie paragraaf 9.2.2.

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van een aantal van de bijkomende milieuvoordelen van het gebruik van Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel.

De samenstelling van Shell GTL Fuel, met name het lage aromaatgehalte, suggereert dat het waarschijnlijk minder schadelijk, biologisch afbreekbaar en minder gevaarlijk is voor het milieu dan conventionele diesel.

Als voorbeeld is een belangrijke zorg bij elke brandstof de milieuschade of andere negatieve effecten die kunnen optreden als er tijdens transport, opslag of hanteren iets gemorst wordt of als er een lekkage optreedt.

Om de risico's vanuit een milieuperspectief te minimaliseren, is het wenselijk dat brandstoffen niet persistent (P) zijn, zich niet biologisch ophopen (B) in levende organismen en niet giftig (T) zijn voor organismen. Men noemt dit meestal PBT-criteria. In het kader van het wereldwijde registratieproces, is het PBT- en gevarenprofiel van Shell GTL Fuel beoordeeld door een reeks studies uit te voeren m.b.t. ecotoxiciteit, biologische afbreekbaarheid en toxicologie. Deze studies hebben bevestigd dat, zoals verwacht op basis van de samenstelling, Shell GTL Fuel 'goed biologisch afbreekbaar' en niet-giftig is voor een reeks organismen [14]. De belangrijkste punten zijn:

- Shell GTL Fuel is momenteel niet ingedeeld als PBT of milieugevaarlijk.
- De enige toxicologische indelingen voor Shell GTL Fuel (die ook gelden voor conventionele diesel) hebben betrekking op het gevaar voor de ademhaling (kan bij inslikken schadelijk zijn voor de longen) en het ontvetten van de huid (herhaalde blootstelling kan droogheid of splijten van de huid veroorzaken).



NEDERLANDS AUTO-ONDERZOEK MET SHELL GTL FUEL

Deze punten zijn tijdens de wereldwijde aankondiging van Shell GTL Fuel als nieuwe stof gemotiveerd. De voor Shell GTL Fuel verzamelde gegevens kunnen worden gebruikt om aan te tonen dat het minder gevaarlijk is dan conventionele diesel.

Een gedetailleerde beschrijving van de milieu- en gevaarseigenschappen van Shell GTL Fuel vindt men in het chemische veiligheidsrapport (CRP) dat is ingediend bij het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) in het kader van de EU REACH-eisen (registratie, beoordeling van, autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen) [15].

Een aantal van de bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel worden hieronder besproken.

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel

7.1. Biologische afbreekbaarheid

De biologische afbreekbaarheid van een stof beschrijft de mate waarin het door bacteriën of op andere biologische wijze kan worden afgebroken.

Als vuistregel stijgt de biologische afbreekbaarheid van koolwaterstoffen als volgt: aromatische koolwaterstoffen < cycloalkanen < vertakte alkanen < alkanen [16]. Shell GTL Fuel heeft een verwaarloosbaar gehalte aromaten (<0,05%) en bevat een groot aandeel lineaire alkanen. Ter vergelijking bevat diesel met een laag zwavelgehalte ca. 26-30% aromaten en de Zweedse Klasse 1 ULSD (diesel met een ultralaag zwavelgehalte) ~5%. Daarom zou, puur op basis van de samenstelling, de verwachting voor Shell GTL Fuel zijn dat het een betere biologische afbreekbaarheid heeft dan conventionele, op ruwe olie gebaseerde dieselsorten. Shell heeft tests uitgevoerd om dit te bevestigen. Deze tests worden hieronder beschreven.

Tests voor 'goede' biologische afbreekbaarheid zijn strenge screeningtests die worden gebruikt om te beoordelen of een stof snel en uitgebreid in het milieu kan worden afgebroken. De 'goede' biologische afbreekbaarheid van Shell GTL Fuel is zowel voor 100% als na mengen met ULSD bepaald. Deze proeven staan gedefinieerd in de EU-wetgeving voor

de indeling van stoffen. In OESO 301 F is het goedkeuringsniveau voor 'goede' biologische afbreekbaarheid 60% ThOD (theoretisch zuurstoftekort), wat dient te worden bereikt 10 dagen nadat de biologische afbraak voor het eerst 10% ThOD heeft bereikt (het zogenaamde '10-daagse tijdsinterval').

Uit de studies naar de biologische afbreekbaarheid is afgeleid dat Shell GTL Fuel volgens de EU-wetgeving als 'goed' biologisch afbreekbaar kan worden beschreven.

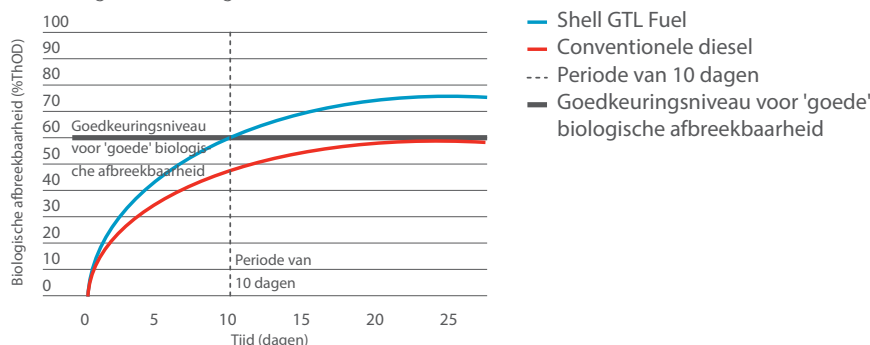
Ondanks dat alle geteste monsters aan het eind van de test biologisch tot ≥60% ThOD waren afgebroken, voldeed alleen Shell GTL Fuel met het '10-daagse' toelatingscriterium. Daarnaast werd Shell GTL Fuel circa 15% ThOD meer afgebroken dan ULSD. Hoewel de variabiliteit van tests voor 'goede' biologische afbreekbaarheid relatief hoog is, is een verschil van ≥15% ThOD significant [16].

Naast de aquatische studies, zijn er OESO 307 bodemafbraakstudies, die verder bewijs leveren dat de GTL Fuel sneller wordt afgebroken dan diesel zonder zwavel. Daarnaast heeft een analyse van de bodem na voltooiing van een van de bodemonderzoeken aangetoond dat geen componenten van de GTL Fuel in detecteerbare concentraties in de bodem achterbleven [15].

Uit de studies naar de biologische afbreekbaarheid is afgeleid dat Shell GTL Fuel volgens de EU-wetgeving als 'goed' biologisch afbreekbaar kan worden beschreven.

Figuur 12.

Tests 'goede' biologische afbreekbaarheid



7.

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel

Gegevens van tests m.b.t. ecotoxiciteit en biologische afbraak geven aan dat Shell GTL Fuel grote voordelen heeft boven conventionele diesel.

7.2. Ecotoxiciteit

De ecotoxiciteit van een stof is het mogelijke effect dat deze kan hebben op de natuurlijke biochemie, fysiologie, gedrag en interacties van de levende organismen waaruit het ecosysteem bestaat.

Men verwacht op basis van de samenstelling dat Shell GTL Fuel minder giftig is voor in het water levende organismen dan conventionele diesel, inclusief diesel zonder zwavel (ZSD). Shell heeft proeven uitgevoerd om deze theorie te bevestigen. Dit staat hieronder samengevat.

De acute giftigheid voor bepaalde soorten is vastgesteld voor 100% Shell GTL Fuel en mengsels met ULSD. De gekozen soorten worden in de toxicologie voor in het water levende organismen veel gebruikt als vertegenwoordigers van belangrijke groepen in het water levende organismen. Deze proeven staan gedefinieerd in de EU-wetgeving voor de indeling van stoffen. Na initiële studies met ongewervelde dieren, is een studie met zoetwatervissen en in het water levende organismen uitgevoerd om meer gegevens te verkrijgen over de milieueffecten van Shell GTL Fuel. De basisgroep organismen van de EU bestaat momenteel uit vissen, Daphnia en algen. Bijkomende studies (over de langere termijn) naar de chronische toxiciteit voor in het water levende organismen tijdens de vroege levensstadia van vissen en Daphnia-reproductietests hebben ook aangetoond dat Shell GTL Fuel niet erg giftig is. De gebruikte testmethoden waren OESO-testrichtlijn 201 (algen, groeibeperkingstest), OESO-testrichtlijn 202 (acute immobilisatietest Daphnia) en OESO-testrichtlijn 203 (vissen, acute-giftigheidstest). De testresultaten worden uitgedrukt als het niveau zonder waarneembaar effect (No Observable Effect Level, NOEL), wat betekent de concentratie van een stof die kan worden toegevoegd zonder het sterftecijfer te beïnvloeden.

Er werden geen toxiciteits- of negatieve effecten waargenomen bij de soorten die met Shell GTL Fuel werden getest. De giftigheidsstudies voor in het water levende organismen tonen aan dat Shell GTL Fuel niet-giftig is (NOEL > 1000 mg/l) voor vissen, Daphnia en algen. Als gevolg hiervan wordt

Shell GTL Fuel ingedeeld als 'niet schadelijk' voor in het water levende organismen op basis van de criteria van de Europese Unie [17].

Uit de niet-giftigheid voor in het water levende organismen zou kunnen worden afgeleid dat Shell GTL Fuel ook minder giftig zou zijn voor op het land levende organismen bij een lozing vergeleken met conventionele diesel. Dit standpunt wordt ondersteund door onderzoeken naar de effecten van verschillende koolwaterstoffen op regenwormen en planten [17]. Zoals bij in het water levende organismen, was bij deze onderzoeken de volgorde van de giftigheid van de koolwaterstoffen dat aromaten giftiger zijn dan cycloalkanen, die op hun beurt giftiger zijn dan vertakte alkanen, die weer giftiger zijn dan lineaire alkanen. Als gevolg hiervan wordt aangenomen dat het vrijwel uitsluiten van aromaten de giftigheid voor op het land levende organismen aanzienlijk zou verminderen. Dit standpunt wordt ondersteund door een reeks studies van op het land levende organismen (regenwormen en planten), sediment (Chironomiden en Lumbriculus) en vogels (Japanse kwartel). Details van deze studies staan in het chemische-veiligheidsrapport. De afwezigheid van een sterke giftigheid in de meeste van deze onderzoeken biedt een bijkomende verzekering dat de GTL Fuel weinig potentieel heeft om negatieve milieueffecten te veroorzaken, waardoor het de ideale brandstof is voor gebruik op locaties die wat het milieu betreft gevoelig zijn (bv. in bossen of als er een kans op lozingen in water is) [15].

Gegevens van tests m.b.t. ecotoxiciteit en biologische afbraak geven aan dat Shell GTL Fuel grote voordelen heeft boven conventionele diesel. Er is bepaald dat Shell GTL Fuel volgens de definities van de Europese Unie 'goed' biologisch afbreekbaar is en niet-giftig is voor in het water levende organismen. Het feit dat Shell GTL Fuel niet-giftig is voor in het water levende organismen en goed biologisch afbreekbaar is, geeft samen met de mogelijkheid voor verminderde plaatselijke emissies aan dat het een geschikte brandstof zou zijn voor gebruik in locaties die wat het milieu betreft gevoelig zijn [14].

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel

7.3. Veiligheidsvoordelen

Naast de positieve biologische afbreekbaarheid en ecotoxiciteitsresultaten die in paragraaf 7.1 en 7.2 werden beschreven, zijn er andere veiligheidsvoordelen van Shell GTL Fuel.

De omgang met en het gebruik van Shell GTL Fuel gaat gepaard met minder gezondheidsrisico's vergeleken met conventionele brandstoffen vanwege de paraffinische aard en het feit dat het bijna aromaat- en zwavelvrij is. De gevaarlijke eigenschappen van Shell GTL Fuel zijn grondig onderzocht en het wordt als minder schadelijk ingedeeld dan conventionele diesel voor een reeks hieronder genoemde aspecten (in Figuur 13). Arbeiders staan daarom bloot aan minder gezondheidsrisico's, als zij Shell GTL Fuel gebruiken, als de normale voorzorgsmaatregelen worden genomen om blootstelling tot een minimum te beperken.

Vooraf een van deze aspecten, de verminderde geur, lijkt door klanten te worden opgemerkt en gewaardeerd: "Als ik tijdens een test met twee identieke machines geblinddoekt zou worden, zou ik Shell GTL Fuel kunnen herkennen, [deels] omdat het niet onaangenaam ruikt."

Figuur 13.

Verminderde gezondheidsrisico's bij de omgang met Shell GTL Fuel



- Minder risico op oogirritatie van dampen dan met normale diesel⁹
- Bijna geen geur
- Onschadelijk bij inademing⁹
- Shell GTL Fuel mag niet worden ingeslikt⁹
- Veroorzaakt geen schade aan organen bij langdurige of herhaalde blootstelling⁹
- Is niet kankerverwekkend
- Lager risico op huidirritatie bij aanraking dan met normale diesel; herhaalde blootstelling kan echter een droge of gebarsten huid veroorzaken⁹

⁹ Zie bijlage 1 voor de volledige details van de Europese emissienormen

7.

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel



ZWARE VRACHTWAGEN DIE OP SHELL GTL FUEL DRAAIT

Er is door het gebruik van Shell GTL Fuel een aanzienlijke vermindering van het verbrandingsgeluid mogelijk vergeleken met conventionele diesel (1-4 dB).

7.4. Motorgeluid

Het door een dieselmotor geproduceerde geluid is een combinatie van verbrandingsgeluid en mechanisch geluid. Brandstofeigenschappen kunnen het verbrandingsgeluid direct beïnvloeden. In een dieselmotor ontsteekt de brandstof spontaan kort nadat de inspuiting begint.

Tijdens deze vertraging verdampt de brandstof en mengt het zich met de lucht in de verbrandingskamer. De verbranding van dit mengsel leidt tot een snelle productie van warmte en een snelle toename van de druk in de verbrandingskamer. De snelle toename van de druk zorgt voor het kloppende geluid dat men in sommige dieselmotoren kan horen.

Door het cetaangetal van de brandstof te verhogen, wordt de ontstekingsvertraging van de brandstof verkort, waardoor de intensiteit van het kloppen wordt verminderd. Op basis van het hogere cetaangetal van Shell GTL Fuel is de verwachting dat het verbrandingsgeluid hiervan minder zal zijn vergeleken met conventionele diesel. Shell heeft een aantal tests uitgevoerd om de vermindering van het verbrandingsgeluid te onderzoeken, alsook het totale voertuiggeluid door gebruik van Shell GTL Fuel. Tijdens tests is het geluid van motoren in proefopstellingen gemeten, alsook binnen en buiten het voertuig, zowel met chassisdynamometers als op de weg. Het niveau waarop de mens geluidsverschillen kan horen is 1-3 dBA, dus moet elke geluidsvermindering worden vergeleken met dit niveau.

7.4.1. Geluidstests met een motorproefopstelling

- Geluidstests met een lichte 4-cilinder Toyota-motor bij constante snelheid (2000 tpm) toonden een grote vermindering van het motorgeluid door gebruik van Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel. Uit de proef bleek dat de brandstof met een hoog cetaangetal het verbrandingsgeluid met ca. 4 dB kan verminderen [18].
- Tijdens een onderzoek met Pon Power, een distributeur voor Caterpillar, zijn geluidsmetingen verricht bij een Caterpillar 8-cilinder 3408-motor. Deze proeven gaven een kleinere vermindering van het motorgeluid van 1-2 dB aan bij gebruik van Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel.

Bovenstaande proeven bevestigen dat het hoge cetaangetal van Shell GTL Fuel het verbrandingsgeluid in een motor kan verminderen. Een vermindering van het algehele voertuiggeluid is waarschijnlijk aantrekkelijk voor wagenparkklanten. In dit verband zijn er ook geluidstests uitgevoerd op zware en lichte voertuigen met chassisdynamometers, in het laboratorium en op de weg, waarbij men getracht heeft dit effect te kwantificeren.

7.4.2. Geluidstests met een chassisdynamometer

- Uit tests met Shell GTL Fuel bij een Cummins Enviro 200 bus met een chassisdynamometer bleek dat er voordelen waren vergeleken met Zero Sulphur Diesel op diverse plaatsen in de bus. Er waren statistisch significante voordelen direct naast de motor bij diverse motortoerentallen, maar deze bleken onder het menselijk detectieniveau te liggen (< 1 dB).
- In Groningen werden geluidsmetingen uitgevoerd bij straatvegers en materiaalwagens van het gemeentelijk voertuigpark. Deze voertuigen werden eerst getest draaiend op diesel, gevolgd door drie maanden draaiend op Shell GTL Fuel, voordat de definitieve test plaatsvond. Aan het eind van de periode van drie maanden werden de geluidsmetingen herhaald onder omstandigheden die zoveel mogelijk overeenkwamen met de metingen van drie maanden daarvoor.

Bijkomende milieuvoordelen van Shell GTL Fuel

Er werd enige variatie gemeten in de vermindering van het motorgeluid met Shell GTL Fuel, afhankelijk van de motor en bedrijfsomstandigheden (bv. motoromwentelingen per minuut). Er werd echter een gemiddelde geluidsreductie van 2 tot 3 dB behaald met Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel. Het grootste voordeel was een geluidsreductie van 8 dB, behaald bij een van de RAVO straatvegers met Shell GTL Fuel bij een motortoerental van 1500 tpm¹⁰.

- Shell GTL Fuel werd ook getest in drie verschillende soorten ROTEb-onderhoudsvoertuigen met een chassisdynamometer: een materiaalwagen, een straatveger en een vuilniswagen, allemaal van de gemeente Rotterdam. De metingen werden verrichting met een handheld geluidsmeter bij diverse motortoerentalen.

De metingen bij de materiaalwagen leverden kleine geluidsverschillen op bij vele motortoerentalen, met een gemiddelde vermindering van 0,42 dB met Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel. Bij de straatveger en vuilniswagen waren de gemiddelde verminderingen met Shell GTL Fuel aanzienlijk: 1,0 resp. 2,6 dB. De grootste gemeten geluidsreductie was 6 dB bij de vuilniswagen met Shell GTL Fuel bij 1200 tpm¹¹.

7.4.3. Geluidstests 'op de weg'

Er zijn tests uitgevoerd met een zware DAF CF85 vrachtwagen en een DAF CF75 vuilniswagen op een geluidsmeeetweg volgens ISO 10844. Naast metingen waarbij het voertuig langs een microfoon reed, zijn er geluidsmetingen uitgevoerd op verschillende plekken dichtbij de motoren om te kijken waar de geluidsvermindering het meest significant was. Voor beide voertuigen zijn er metingen uitgevoerd bij verschillende motortoerentalen: i) stationair bij stilstand, ii) constant motortoerental bij stilstand en iii) het gas volledig open van stationair tot constante snelheid in de eerste versnelling. Het onderzoek leverde onderstaande observaties op:

- Er is een goede correlatie tussen de metingen bij de zware vrachtwagen en de vuilniswagen.
- Onder bepaalde condities was er een significante geluidsreductie met Shell GTL Fuel vergeleken met conventionele diesel, onder andere condities was het verschil niet zo significant of gemaskeerd. Het effect van Shell GTL Fuel op de geluidsemisatie is het duidelijkst als de motor bij een laag toerental en met lage belasting draait. Onder deze condities bleek het geluidsverschil voor het totale geluidsniveau 1-2 dB te zijn.
- Draaiend op Shell GTL Fuel wordt het hoogfrequente diesellopgeluid verminderd en draait de motor hoorbaar soepeler. De grootste geluidsreductie werd gevonden in de frequentiebanden tussen 630-2500 Hz¹²; in deze banden kan het verschil oplopen tot 5 dB.
- Bij hogere motortoerentalen zijn de verschillen in geluidsemisatie veel minder. Dit kan mogelijk worden verklaard door het luidere mechanische geluid, wat bij hogere motortoerentalen meer overheerst.

7.4.4. Conclusies

- Door Shell uitgevoerd onderzoek toont aan dat er met Shell GTL Fuel een aanzienlijke vermindering van het verbrandingsgeluid van 1-4 dB vergeleken met conventionele diesel mogelijk is.
- Dit kan leiden tot een aanzienlijke vermindering van het algehele voertuiggeluid van 1-2 dB bij lage motortoerentalen, met kleinere verschillen bij hogere motortoerentalen, mogelijk vanwege het luidere mechanische geluid bij dieselmotoren bij hogere toerentalen. De geluidsvoordelen lijken echter sterk voertuigafhankelijk te zijn - sommige voertuigen reageren goed op Shell GTL Fuel, terwijl andere geen effect tonen.
- Klanten hebben positief gereageerd op de verminderde geluidshinder van voertuigen die op Shell GTL Fuel rijden. Dit kan van belang zijn voor voertuigen die in steden rijden waar geluid een probleem is. Daarnaast kan minder geluid vooral aantrekkelijk zijn voor klanten die hun voertuigen buiten de normale werkuren willen gebruiken.

^{10/11} Denk eraan dat deze resultaten slechts indicatie van geluidsreductieniveaus zijn bij gebruik van Shell GTL Fuel, omdat geen statistische analyse werd uitgevoerd en slechts enkele voertuigen werden getest.

¹² Het menselijk gehoorbereik is in het algemeen 20-20.000 Hz

8.

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

Dieselspecificaties voor voertuigen in Europa (EN 590) en de VS (ASTM D975) hebben als doel ervoor te zorgen dat alle in deze regio's verkochte diesel van voldoende kwaliteit is.

Brandstofspecificaties zijn belangrijk om ervoor te zorgen dat de eigenschappen van alle dieselsoorten voldoende prestaties en bedrijfszekerheid van dieselveertuigen opleveren.

Deze specificaties geven de vereiste eigenschappen voor diesel door grenzen te stellen aan de waarden ervan. Deze grenzen worden vastgesteld door vertegenwoordigers van de raffinaderij-industrie en voertuig- en motorfabrikanten, alsook andere belanghebbenden. Hoewel specificaties door het bedrijfsleven worden gebruikt, kunnen nationale regelgevende instanties andere grenzen toepassen voor het bepalen van wettelijke eisen; zo beschrijft Bijlage II van de Europese Richtlijn Brandstofkwaliteit de parameters voor de legale verkoop van dieselbrandstoffen in de EU.

De eigenschappen worden gemeten met standaard testmethoden die genoemd worden in de specificatiedocumenten. Er gelden al enige tijd Europese (EN 590) en Amerikaanse (ASTM D975) dieselspecificaties voor voertuigen; het doel hiervan is ervoor te zorgen dat alle in deze regio's verkochte brandstof van voldoende kwaliteit is.

GTL-brandstoffen (dieselfractie) zijn pas sinds kort commercieel verkrijgbaar in grote volumes. Desondanks is er vooruitgang geboekt om vergelijkbare specificaties te creëren die voor GTL-brandstof gelden alsook voor andere 'paraffinische dieselsoorten' (BTL, CTL, HVO - met waterstof behandelde plantaardige olie). Het doel van deze specificaties is het leveren van de zekerheden die ook worden geboden door de specificaties voor conventionele diesel. Zij hebben daarom een vergelijkbare structuur. Door deze speciale specificaties zouden brandstoffen die als 'paraffinische diesel' gelabeld zijn ook kunnen worden erkend als hoogwaardige brandstoffen die kunnen bijdragen tot een aanzienlijke vermindering van plaatselijke emissies en andere voordelen.



BRANDSTOFAFGIFTE

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

8.1. Overheidsspecificaties

8.1.1. Europa

In Europa worden specificaties voor transportbrandstof door de Europese Comité voor Normalisatie (CEN) ontwikkeld. Deze specificaties worden ook uitgebreid gebruikt in Azië en elders, met aanpassingen voor plaatselijke aanvoer, ruwe-oliebronnen en regelgeving.

De brandstofnorm EN 590 is een brandstofkwaliteitsovereenkomst die wordt gebruikt voor brandstofproductie en -handel. Het definieert eigenschappen die belangrijk zijn voor de bruikbaarheid, duurzaamheid en uitlaatemissies van dieselloortuigen. EN 590 definieert niet het type koolwaterstof-grondstof dat moet worden gebruikt om brandstofcomponenten te produceren of de manier waarop deze componenten worden verwerkt en gemengd. Shell GTL Fuel voldoet aan alle eisen van EN 590 behalve de dichtheid, die beneden de ondergrens zit.

Wat brandstofverkoop betreft, schrijven lidstaten onafhankelijk voor welke brandstoffen binnen hun geografisch gebied verkocht kunnen worden. De Europese dieseisen zijn gespecificeerd in Bijlage II van de Richtlijn Brandstofkwaliteit [19]. Deze Richtlijn beschrijft de eisen voor de verkoop van dieselbrandstof in de Europese Unie; zie de onderstaande tabel. NB. Shell GTL Fuel voldoet aan alle eisen van deze Richtlijn, die geen minimumdichtheidseisen bevat. Europese lidstaten kunnen strengere eisen opleggen. Zo mogen in Duitsland alleen brandstoffen die aan EN 590 voldoen als diesel worden verkocht; EN 590 bevat aanvullende specificaties die geen onderdeel uitmaken van de Richtlijn Brandstofkwaliteit, inclusief een minimumdichtheid. In Nederland mogen niet-EN 590 brandstoffen worden verkocht, zolang ze niet als EN 590 diesel worden gekenmerkt.

Tabel 11.

Vereiste parameters in de Richtlijn Brandstofkwaliteit

Parameter	Eenheid	Criterium	Grenzen
Cetaangetal		Minimum	51,0
Dichtheid bij 15 °C	kg/m ³	Maximum	845,0
Destillatie: 95% (v/v) opbrengst bij	°C	Maximum	360,0
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	% m/m	Maximum	8,0
Zwavelgehalte	mg/kg	Maximum	10,0
FAME-gehalte - EN 14078	% (v/v)	Maximum	7,0

De specificatie waaronder Shell GTL Fuel valt, heeft diverse stadia doorlopen: een CEN Customer Workshop Agreement in 2009 (CWA 15940), via een CEN Technische Specificatie in 2013 (TS 15940) en uiteindelijk een CEN voorlopige EN 15940 specificatie (prEN 15940), die momenteel in 2015 is geïmplementeerd.

CEN prEN 15940 is op vergelijkbare wijze als de EN 590-specificatie samengesteld, door een CEN-groep bestaande uit vertegenwoordigers van originele fabrikanten (OEM's), brandstofleveranciers en andere belanghebbenden. De specificatie (Tabel 12) omvat paraffinehoudende dieselbrandstoffen, die kunnen bestaan uit de synthetische Fischer-Tropschproducten GTL, BTL en CTL, maar ook uit HVO (met waterstof behandelde plantaardige olie). Met uitzondering van de dichtheidswaarde zijn alle meetparameters voor prEN 15940 en hun waarden identiek aan of zelfs beter dan EN 590. Daartoe behoort het FAME-gehalte waarbij mengsels van B0 tot B7 toegestaan zijn. Shell GTL Fuel valt onder het 'Klasse A'-gedeelte van de specificatie vanwege zijn superieure cetaangetal.

De huidige specificatie waaraan Shell GTL Fuel (vanaf 2015) moet voldoen is TS 15940 (een voorlopige EN-specificatie), die nauw verwant is aan EN 590.



Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

Tabel 12.

In prEN 15940 Klasse A aangegeven eigenschappen vergeleken met EN 590

Eigenschap	Eenheid	Testmethode	CEN prEN 15940 Klasse A: 2015		Diesel EN 590: 2013	
			Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Cetaangetal		EN ISO 5165 EN 15195	70,0	-	51,0	-
Dichtheid bij 15 °C	kg/m ³	EN ISO 3675 EN ISO 12185	765,0	800,0	820,0	845,0
Totaal aromaatgehalte	% (m/m)	EN 12916 SIS 155116	-	1,0	-	-
Gehalte polycyclische aromatische koolwaterstoffen	% (m/m)	EN 12916	-	-	-	8,0
Zwavelgehalte	mg/kg	EN ISO 20846 EN ISO 20884	-	5,0	-	10,0
Vlampunt	°C	EN ISO 2719	>55 ^a	-	>55	-
Koolstofresidu (voor 10% destillatieresidu)	% (m/m)	EN ISO 10370	-	0,30	-	0,30
Asgehalte	% (m/m)	EN ISO 6245	-	0,010	-	0,010
Watergehalte	mg/kg	EN ISO 12937	-	200	-	200
Totale vervuiling	mg/kg	EN 12662	-	24	-	24
Koperstripcorrosie (3 h bij 50 °C)		EN ISO 2160	Klasse 1		Klasse 1	
Oxidatiestabiliteit	g/m ³	EN ISO 12205	-	25	-	25
Oxidatiestabiliteit	uur	EN 15751 ^c	20	-	20	-
FAME-gehalte	% (V/V)	EN 14078	-	7,0 ^b	-	7,0
Smerend vermogen, gecorrigeerde slijtplekdiameter (wsd 1,4) bij 60 °C	µm	EN ISO 12156-1	-	460	-	460
Viscositeit bij 40 °C	mm ² /s	EN ISO 3104	2,00	4,50	2,00	4,50
Opbrengst destillatie 95% (V/V) bij	°C	EN ISO 3405	-	360	-	360
Opbrengst destillatie in % (V/V) bij 250 °C	% (V/V)	EN ISO 3405	-	<65	-	<65
Opbrengst destillatie in % (V/V) bij 350 °C	% (V/V)	EN ISO 3405	85	-	85	-

a) Shell GTL Fuel Marine heeft een minimum vlampunt >61 - b) Shell GTL Fuel en Shell GTL Fuel Marine zijn meestal FAME-vrij
 c) Wanneer dieselbrandstof meer dan 2% (V/V) FAME bevat, is oxidatiestabiliteit zoals bepaald door EN 15751 vereist NB: Deze tabel definieert Klasse A van de prEN 15940 specificatie. Klasse B omvat paraffinische dieselsoorten met een lager minimum cetaangetal (51) en hogere dichtheid (min: 780 kg/m³ en max: 810 kg/m³), die gemaakt zijn met andere processen zoals omzetting van olefines in destillaten (Conversion of Olefins to Distillates / COD).

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

Tabel 13.

Klimaatafhankelijke vereisten EN 590 en prEN 15940 (gematigde regio's)

Eigenschap	Eenheid	Grenzen					
Klasse		A	B	C	D	E	F
CFPP	°C	5	0	-5	-10	-15	-20

*NB: EN 590 heeft ook arctische klassen waarbij de CFPP's tot -44 °C gaan (klasse 0 t/m 4)

De 'Cold Filter Plugging Points' (CFPP's) in prEN 15940 zijn dezelfde als in de specificatie voor conventionele diesel, EN 590. Bij de levering van Shell GTL Fuel kunnen we ervoor zorgen dat het voldoet aan deze landspecifieke eisen.

Samenvattend voldoet Shell GTL Fuel aan alle criteria van de prEN 15940-specificatie voor paraffinische dieselsoorten. Deze Technische Specificatie wordt momenteel omgezet in een formele EN-norm.

8.1.2.

Verenigde Staten (ASTM)

Dieselspecificaties in de VS zijn vergelijkbaar, maar niet identiek aan die in de Europese Unie. De Amerikaanse specificaties voor transportbrandstof worden bepaald door ASTM International (voorheen de American Society for Testing and Materials). Shell GTL Fuel voldoet aan ASTM D975, wat geen dichtheidseis kent, waardoor het in de VS als diesel kan worden verkocht.

8.1.3.

Japan

Shell GTL Fuel voldoet aan alle aspecten van de Japanse JIS K 2204 dieselnorm, omdat het alleen een maximale dichtheid (860 kg/m³) en geen minimale dichtheid specificeert.

8.1.4.

Andere landen

In het algemeen zijn de emissie- en brandstofnormen van andere landen gebaseerd op Europese, Amerikaanse of Japanse regelgeving.

8.1.5.

Scheepvaart

Shell GTL Fuel kan voldoen aan alle specificaties in de ISO 8217 scheepsbrandstoffennorm. Shell GTL Fuel Marine is een subcategorie van Shell GTL Fuel met dezelfde eigenschappen, maar met een hoger minimum vlampunt (>61 °C) en met rode kleurstof in overeenstemming met het Nederlandse fiscale beleid voor scheepvaartgebruik.



MONSTER SHELL GTL FUEL



8.

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

Luchtkwaliteit is een zo belangrijk onderwerp geworden dat sommige overheden bereid zijn om fiscale stimuleringsmaatregelen toe te staan voor brandstoffen die plaatselijke emissies verminderen.

8.2. Fiscale stimuleringsmaatregelen

Luchtkwaliteit is zo belangrijk dat sommige overheden bereid zijn fiscale stimuleringsmaatregelen toe te staan voor brandstoffen met lage emissies, zoals Shell GTL Fuel. Een voorbeeld van een dergelijk land waarin deze stimuleringsmaatregelen zijn geïmplementeerd, is Finland (zie onderstaande samenvatting).

De brandstofbelasting in Finland (wet 1443/2011) bevordert het gebruik van hernieuwbare brandstoffen met een schone verbranding. Belastingen zijn gebaseerd op energie-inhoud, broeikasgasemissies en uitlaatemissies. Daarnaast wordt een aanvoorzekeringsheffing in rekening gebracht. De belasting bevordert paraffinische dieselsoorten (HVO, GTL, BTL) vanwege hun lagere uitlaatemissies.

Het resultaat wordt berekend in cent per liter brandstof en afgetrokken van de totale energiebelasting voor diesel (30,70 c/l).

Tabel 14.

Belastingen op diesel in Finland vanaf januari 2015

Product	Belasting op energie-inhoud (€ c/l)	Koolstof-dioxide-belasting (€ c/l)	Strategische voorraad-kosten (€ c/l)	Totaal (€ c/l)	Verschil met diesel (c/l)
Diesel	31,65	18,61	0,35	50,61	-
Paraffinehoudende diesel [bv. GTL, BTL, HVO]	24,89	17,58	0,35	42,82	-7,79

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

8.3. Productregistratie

Wat regulering (productregistratie) betreft, kreeg Shell GTL Fuel in eerste instantie dezelfde beschrijvingen toegewezen als conventionele diesel.

Dit leidde echter tot problemen met de indeling en etikettering, en de differentiatie tussen Shell GTL Fuel en conventionele diesel. Het onderwerp is in 2005 besproken met de Britse commissie voor gezondheid en veiligheid (UK Health and Safety Executive), die adviseerde om de zaak te verwijzen naar de technische commissie voor nieuwe en bestaande stoffen van de EU (Technical Committee of New and Existing Substances, TCNES) om steun te vragen voor een benadering om unieke productbeschrijvingen voor GTL-producten te verkrijgen.

Volgens dit voorstel zouden de GTL-producten die voorheen verkocht werden als alkanen, C12-C26, en CAS-nr. 90622-53-0 vallen onder de nieuwe CAS-naam en beschrijving Destillaten (Fischer-Tropsch) C8-C26 - Vertakt en Lineair, CAS-nr. 848301-67-7. Het voorstel werd gesteund door de TCNES (Technical Committee for New and Existing Substances) en sinds 2006 is Shell bezig met de wereldwijde registratie van Shell GTL Fuel met behulp van het nieuwe CAS-nummer en productbeschrijving.



TECHNISCHE MEDEWERKERS AAN HET WERK BIJ HET PEARL GTL-PROJECT

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

8.4. Externe ondersteuning voor Shell GTL Fuel

Shell heeft wereldwijd een groot aantal wegonderzoeken uitgevoerd met Shell GTL Fuel in samenwerking met grote spelers in de autobranche en beleidsmakers. Dit staat in hoofdstuk 6.

Deze Shell-wegonderzoeken hadden betrekking op lichte en zware motoren, en zijn uitgevoerd in samenwerking met voertuiggebruikers. De onderzoeken hebben vele maanden geduurd, gingen over duizenden kilometers en zijn zonder problemen met de levensduur van voertuigen of brandstofgerelateerde problemen voltooid. Dit uitgebreide evaluatieprogramma ondersteunt de conclusie dat het mogelijk is om Shell GTL Fuel zonder wijzigingen of schade in bestaande dieselmotoren te gebruiken. Daarnaast hebben ze de naamsbekendheid van Shell GTL Fuel wereldwijd vergroot. Naast deze onderzoeken zijn sommige originele fabrikanten (OEM's) en beleidsmakers verder gegaan in hun steun voor Shell GTL Fuel. Dit wordt hieronder besproken.

8.4.1. OEM-verklaringen

De volgende toonaangevende industriële bedrijven hebben positieve verklaringen gepubliceerd over het gebruik van Shell GTL Fuel in hun motorsystemen.

8.4.1.1. Delphi

Een van 's werelds grootste leveranciers van brandstofinspuitssystemen (Fuel Injection Equipment, FIE), Delphi Diesel Systems, heeft onlangs samen met het betreffende onderzoeksteam binnen Shell een onderzoek uitgevoerd naar het effect van paraffinehoudende diesel op de levensduur van moderne common-rail brandstofinspuitssystemen. De conclusies van het gezamenlijke programma stelden dat Shell GTL Fuel in een reeks opstellings- en motorproeven niet slechter en in sommige opzichten beter presteerde dan conventionele diesel. Vooral het smerend vermogen van Shell GTL Fuel werd verbeterd door het toevoegen van smeerbaarheidstoelagen van FAME, met minimale slijtage onder een groot aantal bedrijfscondities en temperaturen. Er werden geen afzettingen of vliezen geproduceerd op onderdelen van het brandstofinspuitstelsel, zelfs onder relatief zware bedrijfsomstandigheden [4].

8.4.1.2. Caterpillar

Een belangrijke fabrikant van motorsystemen, Caterpillar, heeft de volgende verklaring over het gebruik van paraffinische brandstoffen in zijn handleiding opgenomen: "Als een duurzame of alternatieve brandstof voldoet aan de prestatie-eisen beschreven in de Cat Fuels Specification (Caterpillar-brandstofsamenstelling), de meest recente versie van "ASTM D975", de meest recente versie van "EN 590", of de meest recente versie van de specificatie voor paraffinische brandstoffen



VERKOOPPUNT BRANDSTOF

"CEN TS 15940" (die de kwaliteitseisen specificeert voor gas-naar-vloeistof (GTL), biomassa-naar-vloeistof (BTL) en met waterstof behandelde plantaardige olie (HVO)), dan kan deze brandstof of mengsel van deze brandstof (gemengd met een geschikte dieselbrandstof) worden gebruikt als een directe vervanging van aardolie afgeleide diesel in Cat-motoren. Raadpleeg de brandstoffeverancier en uw Cat-dealer om te garanderen dat de brandstof bij koud weer geschikt is voor de verwachte omgevingstemperaturen op de gebruiksplaatsen en om compatibiliteit van de elastomeren te waarborgen. Bepaalde elastomeren die in oudere motoren werden gebruikt (zoals motoren die tot aan het begin van de jaren 1990 werden geproduceerd) zijn wellicht niet compatibel met de nieuwe alternatieve brandstoffen" [20].

8.4.2. Ondersteuning van de Europese Unie

De Europese Unie erkent en stimuleert het gebruik van paraffinische brandstoffen (GTL, BTL en HVO) ter verbetering van de luchtkwaliteit.

8.4.2.1. Parlement

Het Europees Parlement heeft een officiële standpuntsverklaring uitgegeven waarin synthetische brandstoffen worden aanbevolen:

In de Resolutie over "conventionele energiebronnen en energietechnologie" dringt het Europees Parlement "er bij de Commissie op aan de technologie voor synthetische brandstoffen te steunen met het oog op het potentieel daarvan voor een versterking van de zekerheid van de energievoorziening en een vermindering van de emissies van de vervoerssector in EU".

In de Resolutie over "de routekaart voor hernieuwbare energie in Europa" roept het Europees Parlement "de Commissie op maatregelen in te dienen voor de bevordering van andere alternatieve brandstoffen die zullen helpen bij de vermindering van de emissies in de transportsector, in overeenstemming met het actieplan voor alternatieve brandstoffen dat in 2001 werd ingediend, en de mogelijkheid te onderzoeken om synthetische brandstoffen te bevorderen, die kunnen helpen de energievoorziening te diversifiëren, de luchtkwaliteit te verbeteren en de CO₂-uitstoot terug te dringen". [21]

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

8.4.2.2.

Alliantie voor synthetische brandstoffen in Europa (ASFE)

Binnen de EU is er in 2006 een brancheorganisatie van OEM's en brandstofproducenten opgezet om synthetische brandstoffen te ondersteunen. Deze staan collectief bekend als de Alliantie voor synthetische brandstoffen in Europa (ASFE). ASFE-leden werken samen ter bevordering van alternatieve brandstofopties om de milieubelasting aanzienlijk te verminderen en de energiemix binnen de EU te helpen diversifiëren via verbeterde energie-efficiëntie en schonere brandstoffen. Sinds haar oprichting ontvangt ASFE doorlopend positieve feedback van Europese politici over de rol die paraffinische brandstoffen in Europese beleidsdoelstellingen.

8.4.2.3.

Schone energie voor het vervoer

In 2014 publiceerde de Europese Unie de richtlijn Schone energie voor het vervoer (formeel Richtlijn 2014/94/EU betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen) [22]. Deze richtlijn definieert 'alternatieve brandstoffen' als brandstoffen 'die, althans gedeeltelijk, dienen als vervanging van fossiele oliebronnen in de energievoorziening voor vervoer en die ertoe kunnen bijdragen dat de energievoorziening koolstofvrij wordt en de milieuprestaties van de vervoerssector beter worden.' Daartoe behoren expliciet 'synthetische en paraffinische brandstoffen', waaronder Fischer-Tropsch dieselsoorten zoals Shell GTL Fuel.

Er is voorgesteld dat Europese lidstaten, onder andere, het volgende zouden overwegen, voor dergelijke synthetische en paraffinehoudende brandstoffen:

- 'beschikbare belastingvoordelen ter bevordering van het gebruik van door alternatieve brandstoffen aangedreven vervoermiddelen en van de betrokken infrastructuur
- het gebruik van openbare aanbestedingen ter ondersteuning van alternatieve brandstoffen, met inbegrip van gezamenlijke aanbestedingen
- niet-financiële stimulansen aan de vraagzijde, bijvoorbeeld preferentiële toegang tot gebieden waarvoor beperkingen gelden, parkeerbeleid of specifieke rijstroken

8.4.2.4.

Richtlijn voor schone voertuigen

Deze richtlijn (formeel Richtlijn 2009/33/EG inzake de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen) richt zich op een brede marktintroductie van milieuvriendelijke voertuigen. Het eist dat bij alle aankopen van wegvoertuigen rekening wordt gehouden met energie- en milieueffecten van het gebruik gedurende de volledige levensduur van het voertuig, zoals beschreven in de richtlijnen voor openbare aanbestedingen en wetgeving inzake openbare diensten.

Het stelt dat 'er tenminste rekening moet worden gehouden met de volgende energie- en milieueffecten tijdens de volledige levensduur: energieverbruik, uitstoot van CO₂ en uitstoot van geregleerde verontreinigende stoffen zoals NO_x, NMHC (niet-methaanhoudende koolwaterstoffen) en fijne stofdeeltjes. Kopers kunnen ook andere milieueffecten in aanmerking nemen' [23].

Kosten van emissies door het wegvervoer (prijspeil 2007) volgens Tabel 2 van de Bijlage [24] zijn:

CO ₂ :	0,03 tot 0,04 EUR/kg
NO _x :	0,0044 EUR/g
NMHC:	0,001 EUR/g
Deeltjes:	0,087 EUR/g

8.4.3.

Onderscheidingen

Shell GTL Fuel is publiekelijk onderscheiden voor zijn lagere emissies door diverse certificeringsinstellingen.

8.4.3.1.

Lean and Green-certificering

Op 8 oktober 2013 werd Shell GTL Fuel onderscheiden met het officiële 'Lean and Green'-certificaat voor Nederland in het kader van het Connekt-programma Lean and Green. Dit certificaat wordt uitgereikt aan organisaties die 'aantonen dat ze initiatieven ontplooiën om hun logistieke en mobiliteitsprocessen duurzamer te maken.'

8.4.3.2.

Marine Green Award

De Stichting Green Award Scheme geeft reducties op havenkosten in een steeds toenemend aantal Nederlands, Europese en wereldwijde rivier- en zeehavens, waaronder Rotterdam. In 2014 won een klant, dhr. A.G.W. Holthaus van Novamente Shipping B.V., de Green Silver Award, 'hoofdzakelijk voor het gebruik van Shell GTL Fuel Marine als een alternatief voor diesel.' Het Novamente schip was uitgerust met een CCNR1 motor, maar door het gebruik van Shell GTL Fuel, werden CCNR2- emissieniveaus bereikt die veel strenger zijn, waardoor het werd onderscheiden met de Green Award.



LEAN AND GREEN



GREEN AWARD

8.

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

8.4.4.

Gezamenlijke onderzoeken met derden

Shell heeft samengewerkt met derden bij het verifiëren van hun eigen meetresultaten en het beoordelen van de mogelijke gevolgen van GTL-brandstoffen op de luchtkwaliteit in steden.

8.4.4.1. TNO

Voor de vervanging van conventionele diesel (EN 590) door Shell GTL Fuel heeft TNO een onderzoek uitgevoerd, waarbij de mogelijke voordelen voor een reeks zowel nieuwe als bestaande commerciële dieselveertuigen, binnenvaartschepen en niet voor de weg bestemde mobiele machines werden beoordeeld [11].

Daarbij werden de volgende belangrijkste conclusies getrokken:

- Shell GTL Fuel toont een verlaging van alle gereguleerde verontreinigende emissies (NO_x, PM, CO en HC). De testresultaten vertonen verschillen tussen testprogramma's, zoals kan worden verwacht vanwege verschillen tussen motoren.
- De uitstoot van verontreinigende emissies van bestaande wagenparken kan aanzienlijk worden verminderd door het gebruik van GTL. De vermindering is direct en kan worden beschouwd als een alternatief voor de vervanging door nieuwere of schonere voertuigen, schepen of machines, of het kan dienen als een aanvullende maatregel.
- In absolute zin zijn de emissieverlagingen het grootst als GTL wordt gebruikt voor relatief meer verontreinigende motoren zoals die in oudere voertuigen, schepen of mobiele machines.

8.4.4.2.

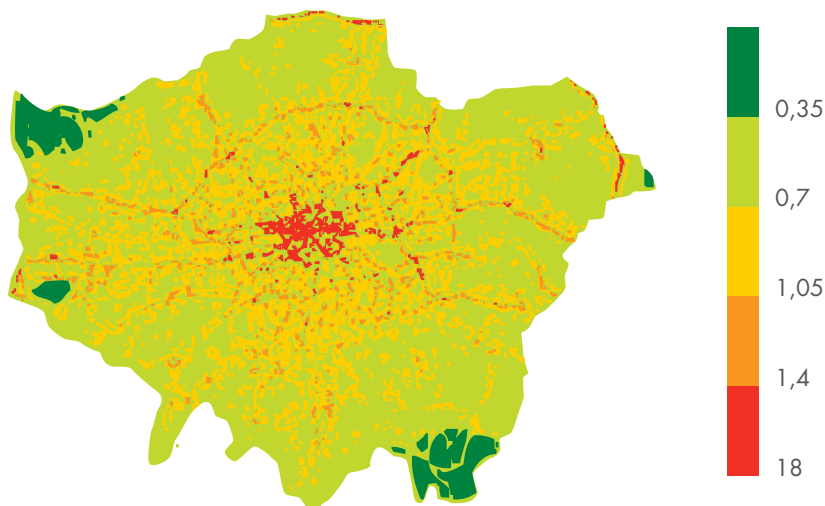
Onderzoek van het Kings College naar luchtkwaliteit in Londen

Tussen 2007 en 2009 onderzocht Shell samen met de King's College Environmental Research Group, en met behulp van het London Atmospheric Emissions Inventory (LAEI) en London Air Quality Toolkit model (LAQT), de mogelijke gevolgen voor de luchtkwaliteit als de meeste dieselmotoren in Londen zouden overschakelen op Shell GTL Fuel. Bij dit onderzoek werd specifiek de vraag gesteld: Kan GTL invloed hebben op de 'niet-naleving' van luchtkwaliteitsnormen. Waar 'niet-naleving' verwijst naar gebieden in Londen waar de luchtkwaliteit een of meer EU-grenswaarden overschrijdt in een specifiek jaar (nadere informatie is te vinden op de DEFRA website http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/National_air_quality_objectives.pdf) [25].

Bij dit project werd gesimuleerd dat 5 van de 7 Londense voertuigklassen op Shell GTL Fuel liepen, waarbij de totale emissies van voertuigen en andere bronnen vóór en na het GTL-scenario werden gemeten, en het LAQT-model werd gebruikt voor het maken van kaarten met verschillende NO₂- en PM-concentraties in Londen (Figuur 14).

Figuur 14.

NO₂ jaarlijkse gemiddelde concentratieverlagingen in Londen (µg m⁻³) op basis van 100% GTL voordelen in 2010



Rood = verlaging bereik 1,4 tot 1,8 µg m⁻³ (verg. magnitude van 40 µg m⁻³ doel)

Specificaties en regelgeving Shell GTL Fuel

De jaarlijkse gemiddelde luchtkwaliteitsdoelen voor PM_{10} en NO_2 zijn $40 \mu g m^{-3}$ en het doel voor $PM_{2.5}$ is $25 \mu g m^{-3}$. De dagelijkse PM_{10} -overschrijdingsgrens is $50 \mu g m^{-3}$, die niet meer dan 35 keer per jaar mag worden overschreden. Deze doelen werden, samen met de verlaging van luchtkwaliteitsconcentraties, getoond op de kaarten, gebruikt om gebieden te bepalen waar aan de luchtkwaliteitseisen zou zijn voldaan, zowel met als zonder het gebruik van Shell GTL Fuel. Gebieden waar niet aan de luchtkwaliteitseisen wordt voldaan, worden 'luchtkwaliteitoverschrijdingsgebieden' genoemd en worden in de onderstaande tabel beschreven. Het model suggereert dat het gebruik van Shell GTL Fuel de luchtkwaliteitoverschrijdingsgebieden kan verminderen met 19% tot 39%.

Tabel 15.

Luchtkwaliteitoverschrijdingsgebieden (km^2)

Verontreinigende stof (2015)	Basissituatie (diesel)	GTL-scenario	% verandering
$PM_{2.5}$ jaargemiddelde	0,73	0,44	-39%
PM_{10} overschrijdingsdagen	0,57	0,39	-32%
NO_2 jaargemiddelde	64	52	-19%

8.4.4.3 ASFE-casestudy in Brussel

In 2013 werd in een ASFE-onderzoek de luchtkwaliteit in Brussel gemodelleerd om de mogelijke gevolgen van een omschakeling naar paraffinehoudende brandstoffen te begrijpen. Volgens een overheidsanalyse van het Belgische wagenpark zijn de jaarlijkse PM-emissies van dieselmotoren voor het vervoer in Brussel bijna 350 ton. ASFE heeft ingeschat dat, als alle dieselveertuigen in Brussel (personenauto's en zware voertuigen) zouden overschakelen naar paraffinische brandstoffen, de PM-emissies met ca. 129 ton per jaar zouden kunnen worden verlaagd. Dit komt overeen met het van de weg halen van 64.000 meest vervuilende auto's (categorie Euro 1 & 2) [26].

9.

Opslag en hantering van Shell GTL Fuel

Opslag- en hanterings-procedures voor Shell GTL Fuel zijn gebaseerd op die voor conventionele diesel.

In het algemeen kan Shell GTL Fuel met dezelfde apparatuur, materialen en procedures als conventionele diesel worden verpakt, getransporteerd en opgeslagen.

Shell GTL Fuel kan met name worden opgeslagen in dezelfde tanks, tanken kan met dezelfde pompen plaatsvinden en de bijtanktijd is ook hetzelfde als voor conventionele diesel.

Daarbij komt dat Shell GTL Fuel door het mildere karakter in het algemeen minder schadelijk is dan conventionele diesel voor de gezondheid, veiligheid en het milieu (hoofdstuk 7). Met name kan Shell GTL Fuel worden getransporteerd zonder het etiket voor gevaarlijke goederen 'klasse ontvlambare vloeistof', dat voor conventionele diesel vaak nodig is. Desondanks is het hanteren, transport, opslag, gebruik en verwijdering van petroleumproducten in de meeste delen van de wereld gereguleerd en neemt de Shell Groep zijn verantwoordelijkheden voor deze zaken serieus.

9.1. Verschillen tussen Shell GTL Fuel en conventionele diesel

Bepaalde specifieke eigenschappen van Shell GTL Fuel verschillen van conventionele diesel, wat betekent dat men speciaal op de aanbevelingen van leveranciers moet letten (m.a.w. gegevens in de veiligheidsinformatiebladen - MSDS). In dit verband dienen onderstaande eigenschappen te worden bewaakt bij de opslag en het hanteren van Shell GTL Fuel:

- Lage dichtheid en afwijkende thermische expansiecoëfficiënt - effecten op afgiftemeters
- Weinig aromaten - mogelijk effect op oude nitrilrubberafdichtingen in apparatuur die voorheen is blootgesteld aan aromatenbevattende stromen
- Lage concentraties vervuilingen - men dient maatregelen te nemen om te zorgen dat dit tijdens opslag en hanteren zo blijft

Opslag- en hanteringsprocedures voor Shell GTL Fuel zijn gebaseerd op die voor conventionele diesel. GTL Fuel is vooral paraffinehoudend, waardoor het in het algemeen minder schadelijk is dan conventionele diesel; dit betekent dat procedures voor diesel meestal voldoende zijn voor het gebruik van Shell GTL Fuel. Het is echter belangrijk om te beseffen dat men bij de opslag en het hanteren van Shell GTL Fuel dient te voldoen aan nationale en internationale regels en regelgeving. Wat dit betreft worden de belangrijke eigenschappen hieronder in detail besproken; sommige, zoals de geleidbaarheid, hebben belangrijke veiligheidsimplicaties.

Opslag en hantering van Shell GTL Fuel

9.2.

De implicaties van deze verschillen met conventionele diesel

9.2.1.

Lage dichtheid en afwijkende thermische expansiecoëfficiënt - effecten op afgiftemeters

Meters voor het meten van volumes Shell GTL Fuel dienen geijkt te worden. Men heeft de thermische expansiecoëfficiënt van een brandstof nodig om te compenseren voor veranderingen in dichtheid als functie van de temperatuur bij het inladen en ontvangen van producten. Afgiftemeters die worden gebruikt voor Shell GTL Fuel dienen te worden geijkt om te compenseren voor de afwijkende thermische expansiecoëfficiënt. Als men zich houdt aan de plaatselijke ijkingsregels voor diesel, zal het juiste volume Shell GTL Fuel worden afgegeven.

9.2.2.

Compatibiliteit met elastomeren

Laboratoriumtests en uitgebreide voertuigonderzoeken tonen aan dat Shell GTL Fuel in het algemeen minder agressief is dan conventionele diesel voor elastomeren die veel gebruikt worden in rubberen afdichtingen en slangen in brandstofsyste­men. Dit kan worden toegeschreven aan het lagere aromaatgehalte van Shell GTL Fuel, wat de interactie met elastomeren vermindert. Bij gebruik in combinatie met geavanceerde afdichtingsmaterialen zoals fluorkoolstofelastomeren (Viton) kan probleemloos gebruik in nieuwe voertuigen worden gegarandeerd. Voor sommige oudere voertuigen met afdichtingen van nitrilrubber, die zijn verouderd door langdurige blootstelling aan conventionele diesel, is er echter een kleine kans op brandstoflekkage. Dit effect geldt niet alleen voor Shell GTL Fuel; het kan altijd optreden als men overstapt op brandstoffen met een andere samenstelling.

Bij het omschakelen van oudere voertuigen op Shell GTL Fuel, moeten elastomeer materialen worden gecontroleerd op tekenen van lekkage. Bij scheepvaartsystemen is de verwachting dat de schepen/apparatuur ouder zouden kunnen zijn dan de wegvoertuigen, zodat meer controles noodzakelijk kunnen zijn. Als lekkage optreedt, moeten de elastomeer materialen (bv. afdichtingen en brandstofslagen), waar nodig, worden vervangen.

9.2.3.

Voorzorgsmaatregelen om vervuiling te voorkomen

De logistieke aanpassingen voor het gebruik van Shell GTL Fuel zullen van locatie tot locatie verschillen, maar hebben meestal betrekking op pijpleidingen, kleppen en slangen die met andere producten worden gedeeld en niet alleen voor paraffinehoudende diesel worden gebruikt. Men dient ervoor te zorgen dat de wederzijdse vervuiling in voorzieningen voor meerdere producten geminimaliseerd wordt om het zeer schone karakter van Shell GTL Fuel te behouden.

9.2.4.

Vlampunt

Het vlampunt is de laagste temperatuur waarbij een voldoende groot deel van de brandstof kan verdampen en een brandbaar

mengsel in de lucht vormt. Het vlampunt wordt meestal gebruikt als een beschrijvende eigenschap voor vloeibare brandstoffen en wordt gebruikt om het mogelijke brandgevaar van brandstoffen te beoordelen. Het vlampunt van GTL Shell Fuel is vergelijkbaar met dat van conventionele diesel. Zowel EN 590 (diesel) en prEN 15940 (GTL) specificeren een minimum vlampunt van 55 °C. Shell GTL Fuel ligt ruim binnen deze regelgevende grenzen, namelijk boven 60 °C.

Over het algemeen wordt er bij een vlampunt van >60 °C van uitgegaan dat het niet als gevaarlijke goederen hoeft te worden ingedeeld. Omdat het vlampunt van diesel varieert aan beide zijden van dit punt, wordt diesel beschouwd als gevaarlijke goederen 'klasse 3 ontvlambare vloeistof' (UN 1202) krachtens de wetgeving van de EU, Australië en het Amerikaanse Ministerie van Transport.

Omdat Shell GTL Fuel consistent boven de 60 °C drempel ligt en niet heeft bewezen een verbranding aan te houden, is het aanbrengen van het etiket 'klasse 3 ontvlambare vloeistof' niet noodzakelijk. NB. Sommige GTL-gasolie op de markt heeft een lager vlampunt, waardoor dit transportveiligheidsetiket wellicht toch moet worden aangebracht. Shell GTL Fuel Marine, dat voor de scheepvaart wordt verkocht, heeft een vlampunt van meer dan 60 °C, wat vereist is voor gebruik op binnenwateren in Europa.

9.2.5.

Geleidbaarheid

De elektrische geleidbaarheid is een andere belangrijke factor voor het veilig hanteren en transporteren van vloeibare brandstoffen. Statische ladingen kunnen worden opgewekt als een brandstof van de ene tank naar de andere wordt overgepompt (op een raffinaderij, terminal of tankstation), vooral als deze door een filter wordt gepompt. Normaliter wordt deze lading snel afgevoerd en levert het geen problemen op. Als echter de geleidbaarheid van de brandstof laag is, kan de brandstof een isolerende werking hebben, waardoor een grote hoeveelheid lading zich kan ophopen. In veel installaties, waaronder de raffinaderijen en terminals van Shell, wordt voor dieselp producten een minimale geleidbaarheid voorgeschreven voordat deze per boot, trein of tankwagen worden gedistribueerd, om de opbouw van statische elektriciteit te voorkomen.

Shell GTL Fuel heeft, net zoals andere sterk bewerkte brandstoffen (zoals ZSD en HVO), een zeer lage natuurlijke geleidbaarheid. De lage geleidbaarheid komt door de afwezigheid van polaire chemische verbindingen die meestal optreden als elektrische ladingdragers. De geleidbaarheid van sterk bewerkte dieselsonsoorten kan eenvoudig en snel worden verhoogd door een statische dissipatietoevoeging (Static Dissipater Additive, SDA) of een geleidbaarheidsverbeterende stof toe te voegen. Deze toevoegingen blijken goed werken in Shell GTL Fuel en ze worden routinematig toegevoegd om de geleidbaarheid te verbeteren.

9.

Opslag en hantering van Shell GTL Fuel



OPSLAGINSTALLATIE PEARL GTL, QATAR

9.2.6. Opslag bij lage temperatuur

De koude vloeieigenschappen van een dieselloot dienen geschikt te zijn voor de markt waar het dient te worden geleverd. Men dient in koude klimaten voor de opslag van Shell GTL Fuel in tanks rekening te houden met cold flow eigenschappen zoals het troebelingspunt, het filterverstopningspunt bij lage temperatuur en het gietpunt. Men dient eventueel tank- en leidingverwarming te overwegen voor opslag bij zeer lage temperatuur.

Tijdens langdurige opslag gedraagt Shell GTL Fuel zich op dezelfde manier als conventionele diesel. Shell GTL Fuel heeft een zeer lage concentratie vervuilende stoffen, waardoor er bij temperaturen boven het troebelingspunt geen kans op neerslag is. Zoals bij traditionele diesellooten, kan enige neerslag van paraffines met lange ketens optreden als de temperatuur langdurig onder het troebelingspunt blijft.

9.2.7. Opslagstabiliteit

Problemen met de opslagstabiliteit van diesel zijn in verband gebracht met de vorming van gom en slurry. Bij de moderne brandstoffen met een ultralaag zwavelgehalte of zonder zwavel, hebben deze zorgen waarschijnlijk meer te maken met oxidatiestabiliteit.

De molecuulstructuur van GTL Fuel (hoofdzakelijke paraffinischekoolwaterstoffen) geeft aan dat GTL Fuel een uitstekende opslagstabiliteit zal hebben zowel qua oxidatie als qua microbiële groei.

Deze goede oxidatiestabiliteit is te danken aan de paraffinische aard van GTL Fuel, waarbij paraffines tot de koolwaterstofklasse behoren die het meest oxidatiestabiel is. Daarnaast heeft GTL minder neiging tot het oplosbaar maken van metalen, die een katalysator vormen voor oxidatiereacties en in opslag-/verwerkingssystemen aanwezig kunnen zijn. Deze uitstekende oxidatiestabiliteit werd zowel in tests als bij langdurige opslagonderzoeken vastgesteld.

Shell GTL Fuel heeft minder neiging tot microbiële groei vanwege zijn uitstekende 'waterafstootvermogen' (paraffinische aard), waardoor het in de brandstof opgeloste vrije water eruit kan druppelen en microben minder tijd hebben om te groeien op de overgang van opgelost water en brandstof. Shell GTL Fuel heeft ten minste een gelijkwaardige weerstand tegen microbiële groei vergeleken met conventionele diesel (BO). Als microbiële groei toch voorkomt, kan GTL worden behandeld met dezelfde biociden die worden gebruikt voor de behandeling van conventionele diesel.

Voorwaarde voor deze goede oxidatiestabiliteit is dat het niet met katalytische metalen zoals koper, zink en roest wordt vervuild. Microbiële groei dient te worden voorkomen door beperking van de blootstelling aan water en zuurstof. Daarom moet Shell GTL Fuel, net zoals andere diesel zonder zwavel, worden opgeslagen en verwerkt in goede omstandigheden zodat de optimale stabiliteit wordt gegarandeerd.

9.3. Beschikbaarheid

In de loop van 2012 heeft Shell Shell GTL Fuel voor commerciële wagenparken in Europa geïntroduceerd, in Nederland en het Rijngebied in Duitsland. Shell onderzoekt momenteel om Shell GTL Fuel in de toekomst vanuit meerdere locaties beschikbaar te stellen.

Acroniemen

ASTM	American Society for Testing and Materials (nu ASTM International)
BTL	Biomassa-naar-vloeistof (Biomass-to-Liquids)
CARB	California Air Resources Board
CAS	Chemical Abstracts Service
CEN	Europese Comité voor Normalisatie
CFPP	Verstopingspunt filter bij lage temperatuur (Cold Filter Plugging Point)
CO	Koolmonoxide
CO₂	Koolstofdioxide
CP	Troeelingspunt (Cloud Point)
CTL	Steenkool-naar-vloeistof (Coal-to-Liquids)
DI	Directe insputting
DPF	Roefilter (Diesel Particulate Filter)
EGR	Uitlaatgasrecirculatie (Exhaust Gas Recirculation)
ESC	Europese Stationaire Cyclus (Europese Steadystate-Cyclus)
ETC	Europese Transiente Cyclus
FAME	Vetzure methylester (Fatty Acid Methyl Ester)
FT	Fischer-Tropsch
GHG	Broeikasgas (Greenhouse Gas)
GTL	Gas-naar-vloeistof (gas-to-liquids)
HC	Koolwaterstof (Hydrocarbon)
HFRR	High Frequency Reciprocating Rig
HVO	Met waterstof behandelde plantaardige olie (Hydrotreated Vegetable Oil)
IDI	Indirecte insputting
LSO	Diesel met laag zwavelgehalte (Low Sulphur Diesel) (<500 mg S/kg in EU)
NMHC	Niet-methaan koolwaterstoffen (Non-Methane Hydrocarbons)
NO_x	Stikstofoxides (Nitrogen Oxides)
OECD (OESO)	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OEM	Oorspronkelijke fabrikant (Original Equipment Manufacturer)
PM	Deeltjes (Particulate Matter)
SCR	Selectieve Katalytische Reductie (Selective Catalytic Reduction)
SMDS	Shell middendestillaatsynthese (Shell Middle Distillate Synthesis)
SO_x	Zwaveloxiden (Sulphur Oxides)
THC	Totaal koolwaterstoffen (Total Hydrocarbons)
ThOD (ThZV)	Theoretisch zuurstofverbruik (Theoretical Oxygen Demand)
ULSD	Diesel met ultralaag zwavelgehalte (Ultra Low Sulphur Diesel) (<50mg S/kg in EU)
WHTC	Wereldwijd geharmoniseerde transiente cyclus (World Harmonized Transient Cycle)
WHSC	Wereldwijd geharmoniseerde stationaire cyclus (World Harmonized Stationary Cycle)
XTL	'Alles' (gas/biomassa/steenkool)-naar-Vloeistof ('Anything' (Gas/Biomass/Coal)-to-Liquids)
ZSD	Diesel zonder zwavel (Zero Sulphur Diesel) (<10mg S/kg in EU)

Literatuur

- [1] Gegevensblad GTL Fuel, Shell Global Solutions
- [2] ACEA, EUROPIA, "European Program on Emissions, Fuels and Engine Technologies (EPEFE)" Officieel Rapport, 1995
- [3] R.H. Clark, I.G. Virrels, C. Maillard, M. Schmidt, "The performance of Diesel fuel manufactured by Shell's GTL technology in the latest technology vehicles", 3e Internationaal Colloquium, Esslingen, Duitsland, 2001
- [4] P. Lacey, J.M. Kientz, S. Gail, N. Milovanovic, P. Stevenson, R. Stradling, R.H. Clark, R. Boonwatsakul "Evaluation of Fischer-Tropsch Fuel Performance in Advanced Diesel Common Rail FIE" SAE Technical paper 2010-01-2191, 2010
- [5] Amerikaanse milieubeschermingsinstantie (EPA): <http://www.epa.gov/apti/course422/ap7b4.html>
- [6] Amerikaanse milieubeschermingsinstantie (EPA): <http://www.epa.gov/apti/course422/ap7a.html>
- [7] Europese Commissie: <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>
- [8] <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/proportion-of-vehicle-fleet-meeting/proportion-of-vehicle-fleet-meeting-4>; TERM 34 Figuur 2.: Geschat aandeel pre-Euro/conventionele en Euro I-V zware voertuigen, bussen en touringcars en conventionele en 97/24/EG-brommers en -motorfietsen in 30 EEA-lidstaten 1995 en 2009
- [9] Richtlijn 97/68/EG en Richtlijn 2004/26/EG tot wijziging van Richtlijn 97/68/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 1997 tot wijziging van Richtlijn 97/68/EG betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten inzake maatregelen tegen de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes door inwendige verbrandingsmotoren die worden gemonteerd in niet voor de weg bestemde mobiele machines: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:146:0001:0107:EN:PDF>
- [10] Bijlagen bij het voorstel voor een verordening van het Europees Parlement en de Raad betreffende eisen aan emissiegrenzen en typegoedkeuring van inwendige verbrandingsmotoren in niet voor de weg bestemde mobiele machines: http://eurlex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:60e6a946-44c6-11e4-a0cb-01aa75ed71a1.0023.01/DOC_2&format=PDF
- [11] R. Verbeek, "Assessment of pollutant emissions with Shell GTL fuel as a drop in fuel for medium and heavy-duty vehicles, inland shipping and non-road machines" TNO-rapport 2014 R10588
- [12] R.H. Clark, J.J.J. Louis, R.J. Stradling "Emissions measurements of Shell GTL Fuel in the context of future engines and future fuels", 5e Int. Colloquium, Esslingen, Duitsland, 2005
- [13] Richtlijn (EU) 2015/652 van de Raad van 20 april 2015 tot vaststelling van berekeningsmethoden en rapportageverplichtingen overeenkomstig Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende de kwaliteit van benzine en van dieselbrandstof. Publicatieblad van de Europese Unie: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL_2015_107_R_0006
- [14] R.H. Clark, N.S. Battersby, J.J.J. Louis, A.P. Palmer, R.J. Stradling en G.F. Whale, "The Environmental Benefits of Shell GTL Diesel", 4e Internationaal Colloquium, Esslingen, Duitsland, 2003
- [15] Chemisch Veiligheidsrapport - Destillaten (Fischer-Tropsch). C8 - C26, Vertakt en Lineair CAS 848301-67-7
- [16] P. Pitter, J. Chudoba 'Biodegradability of Organic Substances in the Aquatic Environment' CRC Press, Boca Raton, FL. 1990
- [17] G.F. Whale, S.H. Henderson, A. Sherren, G. Lethbridge 'Assessment of the toxicity of hydrocarbons to terrestrial organisms' The First International Congress on Petroleum Contaminated Soil Sediments and Water, 2001
- [18] K. Kitano, I. Sakata, R. Clark, 'Effects of GTL Fuel Properties on DI Diesel Combustion' SAE Technical Paper 2005-01-3763, 2005

-
- [19] Richtlijn 2009/30/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009, Bijlage II: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0030&from=EN>
-
- [20] Caterpillar Machine Fluids Recommendations (Aanbevelingen van Caterpillar voor machinevloeistoffen): <https://parts.cat.com/wcs-static/pdfs/SEBU6250-20.pdf>
-
- [21] Europese Commissie 'Schone energie voor het vervoer: Een Europese strategie voor alternatieve brandstoffen' 2013
-
- [22] Richtlijn 2014/94/EU van het Europees Parlement en de Raad van 22 oktober 2014 betreffende de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen Tekst met EEA-relevantie <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32014L0094>
-
- [23] Europese Commissie: <http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/doc/synopsis.pdf>
-
- [24] Richtlijn 2009/33/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 betreffende de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen, Publicatieblad van de Europese Unie
-
- [25] H. Mittal, D. Dajnak, E. Westmoreland en S. Beevers, "The emissions and air quality impacts of introducing GTL fuel in London - Phase 2" King's College London, Environmental Research Group, 2009
-
- [26] ASFE, Improving EU Air Quality through Paraffinic Fuels: http://www.synthetic-fuels.eu/images/documents/Brussels_case_study_01082013.pdf
-
- [27] R.H. Clark, J.F. Unsworth, "The performance of Diesel Fuel manufactured by the Shell Middle Synthesis process", 2e Internationaal Colloquium, Esslingen, Duitsland, 1999
-
- [28] R.H. Clark, I. Lampreia, R.J. Stradling, R.W.M. Wardle, "Emissions performance of Shell GTL Fuel in future world markets", 6e Internationaal Colloquium, Esslingen, Duitsland, 2007
-
- [29] R.H. Clark, T. Stephenson, R.W.M. Wardle, "Emissions measurements of Shell GTL Fuel in the context of on-road trials and laboratory studies", 7e Int. Colloquium, Esslingen, Duitsland, 2009
-

Bijlage 1

Europese diesel emissienormen

Tabel 16.

Diesel emissienormen voor zware motoren (steady state-cycli)

Fase	Jaar	Testcyclus	CO	HC	NOx	PM
			g/kWh			
Euro I	1992	R-49	4,5	1,1	8,0	0,36*
Euro II	1996	R-49	4,0	1,1	7,0	0,25**
Euro III	2000	ESC***	2,1	0,66	5,0	0,10
Euro IV	2005	ESC	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	2008	ESC	1,5	0,46	2,0	0,02
Euro VI	2013	WHSC	1,5	0,13	0,4	0,01

*Motoren >85 kW (≤ 85 kW is de PM-grens 0.612 g/kWh)

**In 1998 gewijzigd in 0.15 g/kWh

***Vanaf Euro III is ELR (European Load Response) rooktest ook vereist

Tabel 17.

Diesel emissienormen voor zware motoren (transiënte cycli)

Fase	Jaar	Testcyclus	CO	*NMHC	NOx	PM
			g/kWh			
Euro III	2000	ETC	5,45	0,78	5,0	0,16
Euro IV	2005	ETC	4,0	0,55	3,5	0,03
Euro V	2008	ETC	4,0	0,55	2,0	0,03
Euro VI	2013	WHTC	4,0	0,16**	0,46	0,01

*Niet-methaan koolwaterstoffen - ook CH₄-grenzen voor voertuigen op aardgas

**THC voor diesel

Tabel 18.

Diesel emissienormen voor lichte motoren

Fase	Jaar	Testcyclus	CO	HC+NOx	NOx	PM
			g/km			
Euro 1	1992	ECE+EUDC	2,72	0,97	-	0,14
Euro 2 (IDI)	1996	ECE+EUDC	1,0	0,70	-	0,08
Euro 2 (DI)*	1996	ECE+EUDC	1,0	0,90	-	0,10
Euro 3	2000	NEDC	0,64	0,56	0,50	0,05
Euro 4	2005	NEDC	0,50	0,30	0,25	0,025
Euro 5	2009	NEDC	0,50	0,23	0,18	0,005
Euro 6	2014	NEDC	0,50	0,17	0,08	0,005

*tot 30-09-1999 (daarna moeten DI-motoren aan de IDI-grenzen voldoen)

Tabellen zijn op basis van bron [7] aangepast.

Bijlage 2

Emissietests - Verdere details

De emissietests zijn door Shell en samenwerkende partners uitgevoerd. [3] [12] [27] [28] [29]

A2.1. Zware motoren

A2.1.1. Speciale emissietests

Dit hoofdstuk geeft de volledige details van de geteste zware voertuigen (Tabel 19) en de overeenkomstige gemeten procentuele plaatselijke emissievoordelen (Tabel 20), hetgeen in hoofdstuk 5 is samengevat.

Tabel 19.

Tests zware motoren - Samenvatting geteste voertuigen

Ref	Euro-niveau	OEM	Model	Motor	Nabehandeling
A	Euro I	Mercedes-Benz	OM366	6 l	Geen
B	Euro II	Mercedes-Benz	OM366	6 l	Geen
C	Euro III	-	-	11 l	Geen
D	Euro III	-	-	6 l	Geen
E	Euro IV	Scania	DC12	10,6 l	EGR en DPF
F	Euro IV	MAN	D2066	10,5 l	Gemeten vóór nabehandeling ¹³
G	Euro V	Scania	DC12	11,7 l	SCR
H*	Euro V	Scania	R400	12,7 l	EGR (geen DPF of SCR)
I**	Euro V	Scania	R400	12,7 l	EGR (geen DPF of SCR)
J	Euro V	Mercedes-Benz	Actros 1846 LS	12,0 l	SCR
K	Euro V	Volvo	FH 480	12,8 l	SCR
L	Euro V	MAN	TGX 440	10,5 l	SCR
M	Euro V	Mercedes-Benz	Actros 1846 LS	12,0 l	SCR
N	Euro V	Volvo	FH 480	12,8 l	SCR
O	Euro V	MAN	TGX 440	10,5 l	SCR

*Tests niet bij kamertemperatuur uitgevoerd (5 °C)

**Tests niet bij kamertemperatuur uitgevoerd (40 °C)

De emissietests zijn door Shell en samenwerkende partners uitgevoerd.

¹³ Aparte testen hebben aangetoond dat de procentuele voordelen van Shell GTL Fuel in dezelfde motor ná de nabehandeling ten minste net zo groot of groter zijn dan de voordelen vóór de nabehandeling. Dit betekent dat, ondanks dat in test B de emissies vóór de nabehandeling werden gemeten, men het aangewezen vond om de procentuele voordelen met andere tests te vergelijken, omdat de voordelen net zo groot of groter zouden zijn als de voordelen ná de nabehandeling waren gemeten.

Tabel 20.

Tests zware motoren - Procentuele emissievoordelen

Deze tabel geeft de procentuele plaatselijke emissievoordelen van alle emissietests met zware motoren, die in Tabel 5 zijn samengevat.

Ref	Euro-niveau	Testcyclus	Referentie zwavel-specificatie diesel	% emissievoordeel vergeleken met EN 590 diesel			
				PM	NO _x	HC	CO
A	Euro I	R49	<400mg/kg	18	16	13	22
B	Euro II	R49	<400mg/kg	18	15	23	5
C	Euro III	ESC	<400mg/kg	34	5	ND	9
D	Euro III	ESC	<400mg/kg	10	19	9	20
E	Euro IV	ESC	50mg/kg	38	17	28	ND
F	Euro IV	ETC	10 mg/kg	31	5	10	9
G	Euro V	ESC	50mg/kg	23	26	ND	ND
H*	Euro V	WHTC	10 mg/kg	32	10	23	8
I**	Euro V	WHTC	10 mg/kg	31	11	19	14
J	Euro V	ETC	10 mg/kg	22	13	ND	16
K	Euro V	ETC	10 mg/kg	33	11	ND	22
L	Euro V	ETC	10 mg/kg	26	5	ND	14
M	Euro V	ESC	10 mg/kg	26	32	ND	8
N	Euro V	ESC	10 mg/kg	25	37	ND	17
O	Euro V	ESC	10 mg/kg	25	18	ND	9

Niet statistisch significant binnen het betrouwbaarheidsinterval $\geq 95\%$

*Tests niet bij kamertemperatuur uitgevoerd (5 °C)

**Tests niet bij kamertemperatuur uitgevoerd (40 °C)

ND = geen gegevens (no data) - absoluut emissieniveau zo laag dat de uitgevoerde metingen zich in het ruisgebied bevonden vanwege de intrinsiek lage emissies en vervuilde omgevingslucht

Bijlage 2

A2.1.2.

Emissietests in het kader van onderzoeken

Deze tabel geeft de procentuele emissievoordelen van alle emissietests met zware motoren in het kader van de onderzoeken.

Tabel 21.

Onderzoeken zware motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen

Euro-niveau	Naam onderzoek	Testcyclus	Referentie zwavel-specificatie diesel	% voordeel vergeleken met conventionele diesel				
				PM	NO _x	HC	CO	CO ₂
Euro II	Shanghai ¹⁴	R-49	<350 mg/kg	35	15	-8	13	4
Euro II	Van Gansewinkel ¹⁵	CARB-vuilniscyclus	10 mg/kg	18	2	16	12	1
Euro III	Van Gansewinkel ¹⁶	CARB-vuilniscyclus	10 mg/kg	19	8	4	37	3
Euro III	*London Bus ¹⁶	London Millbrook buscyclus (MLTB)	<50 mg/kg	20 (15)	4 (0)	20 (28)	12 (0)	3 (2)
Euro III	Shanghai ¹⁴	ESC	<350 mg/kg	40	3	18	8	3
Euro III	Peking ¹⁷	ESC	<350 mg/kg	33	5	19	20	ND
Euro III	Delft	Connexion ¹⁶	Nederlandse Stadsbuscyclus <10 mg/kg	15	12	17	3	3
Euro III	*London Tfl ¹⁶	London Millbrook buscyclus	<10 mg/kg	9 (16)	12	11	-9	4
Euro III	*London Tfl ¹⁶	London Millbrook buscyclus	<10 mg/kg	-23 (23)	3	-13	-6,5	4
US 2001 (vergelijkbaar met Euro III)	Yosemite Waters ¹⁸	NYCB/CSHVR cyclus	2 mg/kg	33/23	8/13	69/58	10/-1	ND
US 2002 (vergelijkbaar met Euro III)	Ralph's Groceries ¹⁸	NYComp	2 mg/kg	18	6	ND	ND	ND
Euro IV	*London Tfl ¹⁶	London Millbrook buscyclus	<10 mg/kg	22 (10)	13	3	11	4
Euro V	Van Gansewinkel ¹⁵	CARB-vuilniscyclus	10 mg/kg	0	5	13	72	0

*(voor nabehandeling)

Niet statistisch significant binnen het betrouwbaarheidsinterval ≥95%

Geen statistische analyse

¹⁴ Universiteit van Tongji, China /2007

¹⁵ TNO, Nederland/2010

¹⁶ Millbrook, VK/2003, 2007, 2008

¹⁷ Universiteit van Tsinghua, China /2007

¹⁸ NREL, VS/2002, 2004

A2.2. Lichte motoren

A2.2.1. Speciale emissietests

Dit hoofdstuk geeft de volledige details van de emissieproven met lichte voertuigen die in hoofdstuk 5 staan samengevat.

Tabel 22.

Tests lichte motoren - Samenvatting geteste voertuigen

Ref	Euro-niveau	OEM	Model	Motor	Nabehandeling
A	Euro 1	Ford	Transit	2,5 l (IDI)	Geen
B	Euro 1	Ford	Orion	1,8 l (IDI)	Geen
C	Euro 1	Peugeot	605	2,1 l (IDI)	Geen
D	Euro 1	Renault	21	2,1 l (IDI)	Geen
E	Euro 2	Audi	80	1,9 l (DI)	Oxicat
F	Euro 2	Audi	100	2,5 l (DI)	Oxicat
G	Euro 2	Volkswagen	Golf	1,9 l (IDI)	Oxicat
H	Euro 2	Ford	Orion	1,8 l (IDI)	Geen
I	Euro 3	Mercedes-Benz	C220 CDI	2,2 l (DI)	Oxicat
J	Euro 3	Volkswagen	Bora Combi	1,9 l (DI)	Oxicat
K	Euro 3	Citroen	Xantia HDI	2,0 l (DI)	Oxicat
L	Euro 3	Ford	Focus	1,8 l (DI)	Oxicat
M	Euro 3	Citroen	Xantia HDI	1,9 l (DI)	Oxicat
N	Euro 4	Toyota	Avensis	2,0 l (DI)	Oxicat
O	Euro 4	Honda	Civic	2,2 l (DI)	Oxicat
P	Euro 4	Ford	Focus	1,8 l (DI)	Oxicat
V	Euro 4	Peugeot	407	2,0 l (DI)	Oxicat + DPF

Vanwege de grote hoeveelheid emissiegegevens voor de lichte voertuigen en de consistentie van de procentuele plaatselijke emissieoordelen, worden deze als gemiddelde gegeven voor alle geteste voertuigen op dat Euro-niveau. De emissietests zijn door Shell en samenwerkende partners uitgevoerd.

Bijlage 2

Tabel 23.

Tests lichte motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen

Ref	Euro-niveau	Testcyclus	Referentie zwavelgehalte diesel	% emissievoordeel vergeleken met EN 590 diesel			
				PM	NO _x	HC	CO
A, B, C, D	Euro 1	ECE+EUDC	400mg/kg	42	10	45	40
E, F, G, H	Euro 2	ECE+EUDC	400mg/kg	39	5	63	53
I, J, K, L, M	Euro 3	NEDC	400mg/kg	41	5	62	75
N, O, P, Q	Euro 4	NEDC	10 mg/kg	14 tot 20*	6 tot 2*	66 tot 77*	73 tot 83*

* De bereiken zijn vanwege het vergelijken van twee verschillende referentiediesels (verschillende dichtheid)

A2.2.2. Emissietests in het kader van onderzoeken

Deze tabel geeft de procentuele plaatselijke emissievoordelen van alle emissietests met lichte motoren in het kader van de onderzoeken.

Tabel 24.

Onderzoeken lichte motoren - Procentuele plaatselijke emissievoordelen

Euro-niveau	Naam onderzoek	Testcyclus	Referentie zwavel-specificatie diesel	% voordeel vergeleken met diesel				
				PM	NO _x	HC	CO	CO ₂
Euro 3	Berlin VW ¹⁹	ECE+EUDC	10 mg/kg	26	6	63	91	4
Euro 3	Shanghai Taxis ²⁰	NEDC	350mg/kg	42	6	68	57	2
Euro 4	London Toyota ²¹	ECE+EUDC	10 mg/kg	25	5	73	94	4
Euro 4	Michelin Bibendum Challenge ²² (A2)	ECE+EUDC	10 mg/kg	38	5	57	82	4
Euro 4	Michelin Bibendum Challenge ²² (A8)	ECE+EUDC	10 mg/kg	36	2	63	90	4

Niet statistisch significant binnen het betrouwbaarheidsinterval $\geq 95\%$

Geen statistische analyse

¹⁹ Volkswagen/2003

²⁰ Tongji University/2006

²¹ Toyota/2004

²² Boordmetingen/2004

Uw aantekeningen

