



Rabobank

LNG: dé transitiebrandstof op weg naar een duurzame toekomst

LNG in de transportsector

Liquid Natural Gas (LNG) is booming. Voor het overgrote deel wordt het geïmporteerde vloeibare aardgas in het landelijk aardgasnetwerk gepompt, maar steeds vaker vindt deze energiedrager ook zijn weg in de transportsector.

Zowel regelgeving als verladers verhogen de druk op transporteurs om te verduurzamen en LNG vergroot de mogelijkheden om aardgas, de schoonste fossiele brandstof, in te zetten in de transportsector. De brandstof biedt een aantal unieke voordelen en is bezig aan een opmars, maar tegelijkertijd zijn er nog veel uitdagingen en beperkingen.

Als Rabobank zien wij LNG als een brandstof met een groot potentieel, die een belangrijke schakel kan zijn in de verduurzaming van de transportsector. In deze thema-update gaan we in op de voor- en nadelen, mogelijkheden en beperkingen van LNG als brandstof voor goederenvervoer over de weg en de scheepvaart. Zo ontdekt u wat LNG voor u als ondernemer in de transportsector kan betekenen.

Wat is LNG?

LNG is simpelweg 'aardgas in vloeibare vorm' en ontstaat door aardgas te koelen tot ten minste -163°C . Zo wordt het gas vloeibaar (bij atmosferische druk) en het volume fors gereduceerd. Hierdoor wordt het efficiënt en economisch aantrekkelijk om aardgas te transporteren per boot of vrachtwagen. En diezelfde eigenschappen maken van LNG een aantrekkelijk alternatief voor brandstof in de transportsector.

Is LNG gevaarlijk?

De eigenschappen van LNG worden soms verward met die van brandstoffen als aardgas, LPG en benzine. Maar LNG heeft zijn eigen kenmerken:

- Niet brandbaar (in vloeibare vorm!)
- Niet giftig
- Helder, kleurloos en niet corrosief
- Moet op ten minste -163°C gekoeld blijven om niet te verdampen
- Laat geen residu achter bij lekkage (verdampt volledig)
- Als het verdampt verspreidt het zich snel; gevaarlijk in afgesloten ruimtes

LNG kan in het algemeen worden aangemerkt als een veilige brandstof.

LNG als transportbrandstof

Het gebruik van aardgas in de transportsector

De (Nederlandse) transportsector draait voornamelijk op brandstoffen die geproduceerd worden uit ruwe olie, zoals diesel (vrachtwagens), stookolie (schepen) en kerosine (vliegtuigen). Deze brandstoffen zijn zeer vervuילend door de hoge emissies van broeikasgassen en andere schadelijke stoffen, zoals fijnstof, zwavel- (SO_x) en stikstofoxides (NO_x). Daarom worden in toenemende mate alternatieve energiedragers onderzocht en toegepast. Een transportsysteem dat volledig werkt op duurzame energie is het ultieme doel, maar het gebruik van fossiele brandstoffen blijft op de korte en middellange termijn onvermijdelijk.

Van alle fossiele brandstoffen die beschikbaar zijn, lijkt aardgas de beste tijdelijke oplossing voor goederenvervoer over de weg en de scheepvaart. Het is de schoonste fossiele brandstof, de reserves zijn substantieel en het kan dan ook een goede bijdrage leveren aan de transitie van de transportsector naar schone energiebronnen.

Het inzetten van aardgas als transportbrandstof is al geruime tijd mogelijk in de vorm van compressed natural gas (CNG). CNG wordt gemaakt door aardgas onder druk te zetten, tot ca. 200-250 bar. Op deze manier neemt het aardgas minder ruimte in en wordt het rijbereik (dat nog steeds beperkt is) vergroot. Máár: LNG heeft een groot voordeel t.o.v. CNG, vooral bij zwaarder transport en transport over grote afstanden. De volumereductie is bij LNG namelijk veel sterker, met een grotere energiedichtheid tot gevolg.

LNG voor goederenvervoer over de weg

Op dit moment is LNG met name een aantrekkelijke optie voor (middel)zwaar wegtransport over middellange en lange afstanden. De kosten, complexiteit en de omvang van een LNG-installatie maken het nog niet aantrekkelijk om deze brandstof ook in kleinere voertuigen (zoals personenauto's) toe te passen.

Verladers eisen meer dan Euro 6

Voortschrijdende regelgeving en toenemende druk van verladers zijn belangrijke stimulansen voor transporteurs om de eigen bedrijfsvoering te verduurzamen. Oude vervuילende dieselmotoren worden al uit stadscentra geweerd en verladers willen de milieufootprint van de eigen keten zoveel mogelijk reduceren. Bijvoorbeeld door het rijden met schonere dieselmotoren te stimuleren. Maar verschillende grotere partijen, zoals Albert Heijn en Ikea, gaan al een stap verder en eisen dat (een deel van) het transport vervoerd wordt met aardgas als brandstof. Transporteurs die niet aan deze eisen kunnen voldoen lopen het risico om opdrachten mis te lopen.

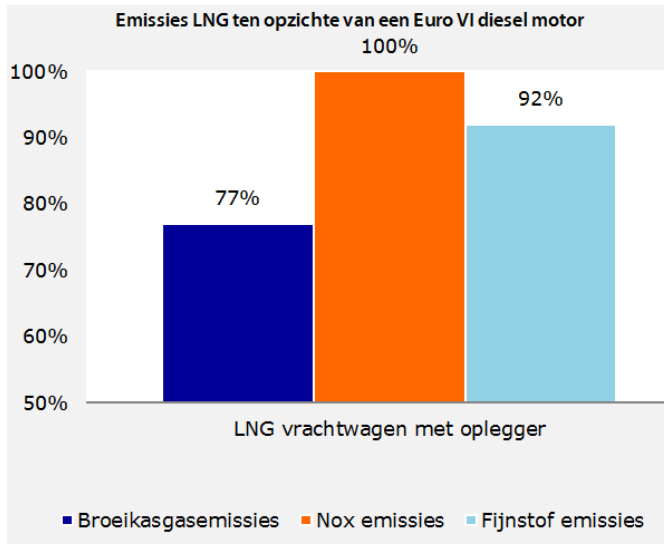
LNG biedt extra milieuvordelen

Ondanks dat de uitstoot van vervuילende stoffen bij Euro 6 dieselvrachtwagens al sterk is afgenomen, levert LNG nog steeds milieuvordelen op. Figuur 1 laat de resultaten zien van een onderzoek van PWC. Hieruit blijkt dat een vrachtwagen met een LNG-motor zelfs nog schoner is dan een vergelijkbare vrachtwagen met een Euro VI-dieselmotor.

Sommige andere onderzoeken laten resultaten zien met enigszins afwijkende waarden. Zo concludeert een TNO-rapport dat een LNG-vrachtwagen gemiddeld maar 10-15% minder broeikasgassen uitstoot dan een vergelijkbare Euro VI-dieselvrachtwagen, maar dat de NO_x -emissies juist wel significant lager zijn bij de LNG-vrachtwagen. Hoewel de studies soms verschillende resultaten tonen, blijft de conclusie dat een LNG-vrachtwagen significant

schoner is dan een vergelijkbare Euro VI diesel wél overeind.

Naast deze reducties in emissies is een LNG-vrachtwagen ook aanmerkelijk stiller: een voordeel voor binnenstedelijk vervoer.



Figuur 1

Technische uitdagingen

Een van de grootste technische uitdagingen, voor zowel vrachtwagens als schepen, is de productie van 'boil off gas'. LNG zal, tenzij het actief gekoeld wordt, in de brandstoftank opwarmen. Bij het kookpunt van -163 graden verdampt het en wordt het wederom een gas (boil off gas).

Dit proces kan vertraagd worden door de brandstoftanks goed te isoleren, maar kan niet volledig worden gestopt. Dit is geen probleem wanneer de vrachtwagen of het schip operationeel of maar voor een paar dagen inactief is. Het geproduceerde boil off gas wordt dan namelijk verbrand in de verbrandingsmotor.

Maar bij langere periodes van inactiviteit loopt de druk in de brandstoftank op tot het punt dat het gas geventileerd moet worden.

Naast het feit dat dit een potentieel gevaar vormt in afgesloten ruimtes, is het vrijgekomen gas (voornamelijk methaan) een sterk broeikasgas, ongeveer 25 maal sterker dan CO₂! Het ventileren van boil off gas moet dus zoveel mogelijk worden voorkomen.

Een andere uitdaging is het vermogen van een LNG-vrachtwagen. Technisch gezien is het mogelijk om 500 pk uit een gasmotor te halen, maar het volume van de motor zou dan zo groot worden dat deze niet meer goed in een standaard Europese vrachtwagen past.

In de praktijk is 340 pk op dit moment de sterkste volledige CNG/LNG-motor die op de Nederlandse markt te verkrijgen is. Voor de meeste binnenlandse ritten is dit geen probleem, maar voor ritten in heuvelachtige gebieden is 340 pk simpelweg te weinig.

Tanken per kg

LNG wordt per kg getankt. De reden hiervoor is dat het volume van LNG sterk afhankelijk is van de temperatuur. De energiedichtheid van 1 kg diesel en 1 kg LNG zijn ongeveer gelijk en er kan in beide gevallen ook ongeveer evenveel kilometers mee worden gemaakt.

Een netwerk van LNG-tankstations wordt opgezet

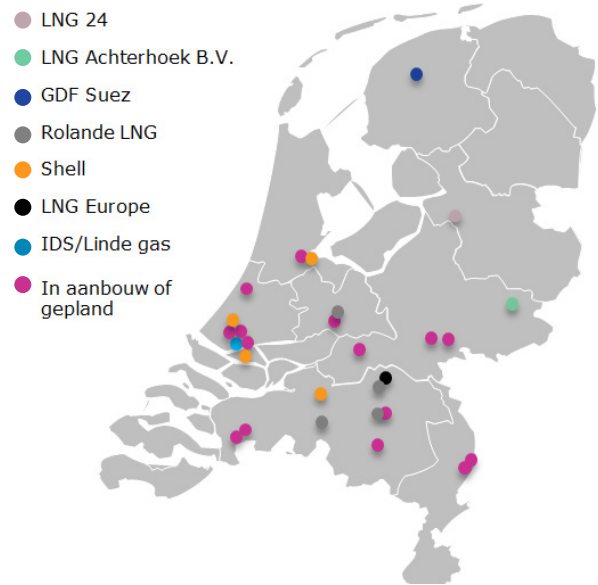
Een belangrijke voorwaarde voor een succesvolle implementatie van LNG in de transportsector is het opzetten van een gedegen infrastructuur van LNG-tankstations/bunkerfaciliteiten. Een slecht netwerk met weinig locaties leidt tot veel problemen, zoals beperkte inzetbaarheid en omrijden/-varen om te kunnen tanken.

Bij het opzetten van een LNG-netwerk is er sprake van een typisch kip-en-eiprobleem. Zonder een goede infrastructuur zullen transporteurs terughoudend zijn met investeren in LNG-vrachtwagens en schepen. Echter, investeringen in de infrastructuur zullen onvoldoende worden gedaan als er geen goede klantbasis is.

In Nederland zijn 13 LNG-tankstations operationeel. Shell en Rolande LNG exploiteren er ieder 4; GDF Suez (Engie), LNG 24, LNG Achterhoek B.V., LNG Europe en IDS/Linde Gas hebben er ieder 1.

Er zijn grote plannen om het aantal LNG-tankstations voor vrachtwagens in Nederland verder uit te breiden. In totaal zijn er 22 in aanbouw of gepland. Dit betekent dat er op termijn een netwerk ontstaat van ongeveer 35 LNG-tankstations in Nederland. Het argument dat er geen mogelijkheden zijn om in de buurt te tanken zal dus langzaam verdwijnen.

LNG tankstations voor vrachtwagens



Figuur 2

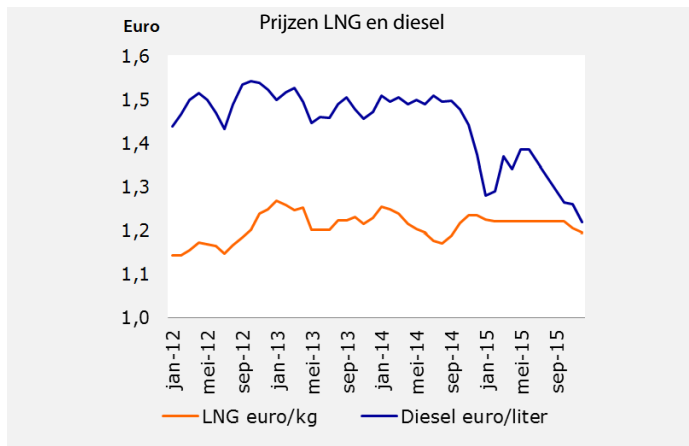
Een LNG-vrachtwagen: een goede investering?

Een LNG-vrachtwagen vergt een extra investering van 30.000 – 40.000 euro in de aanschaf. Daarnaast is het onderhoud iets duurder en kost tanken vaak meer tijd en brandstof omdat de afstand tot een tanklocatie vaak groter is dan voor een standaard dieselvrachtwagen. Verder is het inschatten van de restwaarde (en daarmee ook de afschrijving) nog erg onduidelijk.

Deze extra kosten moeten voornamelijk worden terugverdiend door besparingen in de brandstofkosten. De huidige prijs van één kg LNG is nagenoeg gelijk aan de prijs van één liter diesel (zie figuur 3). Echter, met een kg LNG kan in de praktijk ongeveer 30% verder worden gereden dan met een liter diesel. Dit levert een besparing op van 23% aan brandstofkosten! Het verschil tussen de prijs van diesel en LNG is van groot belang voor het berekenen van de terugverdientijd en de business case van een LNG-vrachtwagen.

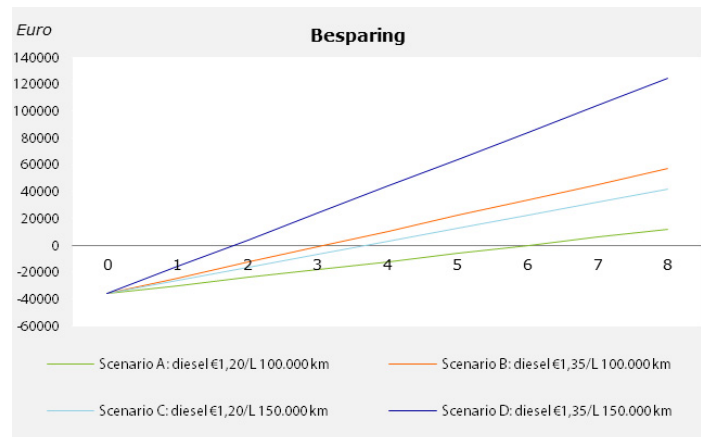
Door de sterke daling van de olieprijs sinds Q3 2014 is het gat tussen de prijs van diesel en LNG een stuk kleiner geworden. Dit heeft een negatieve impact op de business case van een LNG-vrachtwagen, maar bij voldoende

kilometers per jaar kan de keuze voor LNG nog steeds positief uitpakken. Tevens is de huidige lage olieprijs waarschijnlijk van tijdelijke aard en de verwachting is dat deze vanaf 2017 weer gestaag op zal lopen richting de 80 dollar per vat, terwijl de prijs van LNG naar verwachting ongeveer gelijk zal blijven.



Figuur 3

Om de impact van de prijs van diesel en het gereden aantal kilometers op de business case van een LNG-vrachtwagen te illustreren zijn in figuur 4 vier scenario's weergegeven. Scenario A gaat uit van de huidige ³ adviesprijzen van diesel (€ 1,20/L) en LNG (€ 1,20/kg) en een gemiddeld aantal gereden kilometers van 100.000 per jaar. Bij dit scenario zijn de extra kosten van een LNG-vrachtwagen na 6 jaar ⁴ terugverdiend en is de totale besparing, bij een afschrijvingsperiode van 7 jaar, zo'n 6000 euro. Bij een dieselprijs van €1,35/L loopt dit break-evenpunt terug tot minder dan 3 jaar. Een hoger aantal gereden kilometers per jaar kan het voordeel nog verder vergroten.



Figuur 4

LNG voor de scheepvaart

Hoewel aardolie-derivaten (zware stookolie en dieselolie) de voornaamste scheepsbrandstoffen zijn geweest van de afgelopen decennia, zijn duurzamere brandstoffen zoals LNG en biobrandstoffen in opkomst. Op dit moment is LNG nog voornamelijk een aantrekkelijk alternatief voor short sea shipping en binnenvaartschepen. Het gebrek aan mogelijkheden om LNG te bunkeren (tanken) in de meeste binnen- en buitenlandse havens, maakt deze brandstof nog niet zo geschikt voor scheepvaart over lange afstanden.

De maritieme sector staat aan het begin van een energietransitie

De maritieme sector is verantwoordelijk voor slechts 2,7% van de wereldwijde CO₂-emissies, maar veroorzaakt wel 14% van alle SO_x vervuiling. Het aantal vroegtijdige sterfgevallen in Europa dat wordt veroorzaakt door de luchtverontreinigende emissies van de internationale scheepvaart, wordt geschat op ongeveer 50.000 mensen per jaar.

Emission Control Area's (ECA's)

Binnen het MARPOL² worden twee verschillende gebieden onderscheiden:

1. ECA's
2. De rest van de wereld

Binnen ECA-gebieden gelden strengere emissienormen.

Op dit moment zijn er vier ECA-gebieden:

- Baltische Zee
- Noordzee
- Noord-Amerika
- US Carribean

Het aantal ECA-gebieden zal waarschijnlijk op korte termijn sterk worden uitgebreid.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat de internationale kust- en zeevaart op dit moment de nadruk legt op het reduceren van deze zwavelemisssies. Het maximale toegestane percentage zwavel in scheepsbrandstoffen staat binnen ECA-gebieden nu op 0,1%. Voor de rest van de wereld is deze momenteel nog 3,5%. Dit betekent dat zware stookolie, wereldwijd nog veruit de meest gebruikte scheepsbrandstof in de internationale kust- en zeevaart, nog steeds gebruikt mag worden buiten de ECA-gebieden, mits het zwavelpercentage niet hoger is dan 3,5%.

In de praktijk betekent dit dat de meeste reders en exploitanten zware stookolie gebruiken buiten ECA-gebieden en overschakelen naar lichtere stookoliën (dieselolie/gasolie) met een lager zwavelpercentage als ze binnen ECA-gebieden varen. Deze brandstoffen zijn wel aanzienlijk duurder.

Dit is een oplossing voor de korte termijn, want waarschijnlijk zal vanaf 2025 de maximale hoeveelheid zwavel in de scheepsbrandstof wereldwijd verlaagd worden naar 0,5%. Dit vraagt om een meer gestructureerde oplossing, aangezien het gemiddelde zwavelpercentage in zware stookolie ongeveer 2,5% is.

Om ook in de toekomst aan de nieuwe zwaveleisen te

kunnen voldoen zijn er ruwweg drie verschillende opties voor schepen die nu nog op zware stookolie varen:

1. Installeren van SO_x-rookgasreinigers
2. Overstappen naar zwavelarme stookolie (dieselolie/gasolie)
3. Overstappen naar LNG

LNG, het schoonste alternatief voor stookolie

De effecten van de verschillende opties m.b.t. emissies zijn weergegeven in Tabel 1. De optie van de rookgasreiniger levert een SO_x-emissiereductie op van ruim 90% en hiermee kan in de meeste gevallen gevaren blijven worden met de relatief goedkope stookolie. Echter, de CO₂-uitstoot neemt licht toe en de NO_x-uitstoot wordt niet gereduceerd met enkel dit systeem. Tevens is de technologie nog niet volledig bewezen en zijn er issues omtrent hoe het gefilterde zwavel wordt verwerkt. Het is relatief makkelijk hiermee te frauderen en bijvoorbeeld het gefilterde zwavel in de zee te lozen. Daarnaast vergt de aanschaf van dit systeem een flinke investering en is het aan onderhoud onderhevig.

Emissie reductie ¹	SO _x	NO _x	CO ₂
Stookolie	-	-	-
Stookolie + rookgasreiniger	-90%	0%	+1-3%
MGO	-90%	0%	0%
LNG	-100%	-90%	-5 tot -20%

Tabel 1

Overstappen naar zwavelarme diesel/gasolie is een relatief dure optie, omdat deze brandstof duurder is dan zowel zware stookolie als LNG. Daarnaast is het de vraag of de wereldwijde productiecapaciteit van zwavelarme stookolie de vraag wel kan bijbenen als de nieuwe zwavelemisssienormen in werking treden. Een sterke stijging in de vraag naar zwavelarme stookolie kan leiden tot significante prijsstijgingen. Verder leidt deze optie niet tot CO₂- of NO_x-reductie.

De derde optie, overgaan op LNG, vraagt ook om significante investeringen. Maar LNG is wel goedkoper dan

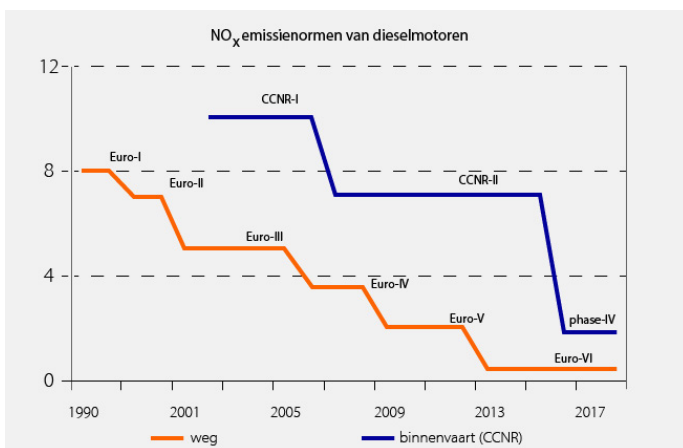
zwavelarme diesel/gasolie en de uitstoot van SO_x wordt vrijwel geheel geëlimineerd. Daarnaast neemt de uitstoot van NO_x met 85% af en worden CO₂-emissies tot wel 25% gereduceerd (mits er geen sprake is van methaanslib).

Onderzoek laat zien dat het ombouwen van een bestaand zeeschip naar LNG financieel alleen interessant is wanneer het schip niet ouder is dan 5 jaar en voor meer dan 70% in ECA-gebied zal varen. De geschatte investeringen voor een typische container feeder (1200 TEU) liggen tussen de 2 en 3 miljoen euro.

Binnenvaart: van uitstel komt ... LNG?

De binnenvaart heeft van oudsher een zeer goede reputatie op het gebied van broekasgasemissies. Afhankelijk van de grootte van het schip verbruikt het tot 60% minder brandstof per transporteenheid dan een EURO 6-vrachtwagen met vergelijkbare lading. Maar deze voorsprong loopt terug en op het gebied van uitstoot van de luchtverontreinigende emissies NO_x en fijnstof is de binnenvaart ook per ton-km al voorbijgestreefd door het wegtransport.

Zoals figuur 5 laat zien, lopen de emissie-eisen voor de binnenvaart ongeveer 8 tot 10 jaar achter op de eisen voor het wegtransport.



Figuur 5

Voor de binnenvaart geldt op dit moment nog de zogeheten CCR2-norm voor nieuwe motoren. Deze emissienorm beperkt de hoeveelheid NO_x en fijnstof per Kwh aan vermogen geproduceerd. CCR2 zou opgevolgd worden

door strengere normen per 1 januari 2016, maar die zijn uitgesteld. In plaats daarvan zal nu waarschijnlijk per 2020 de nog strengere 'stage V-norm' ingaan. Het uitstellen van deze emissienormen vertraagt de reductie van vervuilende emissies in de binnenvaart.

Deze transitie wordt nog verder vertraagd doordat motoren van binnenvaartschepen toch als snel 20 jaar meegaan. Ter vergelijking: een motor van een vrachtwagen gaat gemiddeld zo'n 8 jaar mee. Het lijkt hiermee alsof oude vervuilende schepen nog lang door zullen kunnen varen. Temeer omdat de emissienormen alleen gelden voor nieuwe motoren en het investeringsvermogen van de sector laag is.

Niet alleen vanuit Europa wordt de regelgeving omtrent emissienormen strenger. Zo zullen schepen die niet aan de huidige CCR 2-eis voldoen (of de vergelijkbare EU richtlijn 2004-26) vanaf 2025 worden geweerd uit de Rotterdamse haven i.v.m. het instellen van een milieuzone.

De verwachting is dat tot 2030 ongeveer 900 binnenvaartschepen de overgang naar LNG zullen overwegen. Voor nieuwe schepen is de businesscase vaak al positief maar voor de meeste bestaande schepen niet. De huidige lage stand van de dieselprijzen heeft ook hier een negatieve impact. De kosten voor het ombouwen van bestaande binnenvaarschepen zijn het aanschaffen van een cryogene tank, het ombouwen of omwisselen van motoren en manuren voor de installatie. Gemiddeld zijn deze kosten ongeveer 1,3 miljoen euro.

Technische uitdagingen en belemmeringen

Ook bij de scheepvaart speelt de issue van boil off gas. Het is bij de scheepvaart echter nog wat prangender omdat schepen, vaker dan vrachtwagens, langere periodes van inactiviteit kennen. Daarentegen kunnen sommige schepen het teveel aan boil off gas doorsturen naar een boiler, om het daar te laten ontbranden zodat het niet geventileerd hoeft te worden.

Een ander bekend probleem is methaanslib. Dit is methaan (het hoofdcomponent van LNG) dat niet verbrand wordt in de motor en dus via de uitlaatgassen in de atmosfeer belandt. Hierdoor gaat er brandstof verloren en komt het sterke broeikasgas methaan in de atmosfeer terecht. Gelukkig zijn de technologische ontwikkelingen inmiddels zo ver dat voor de meeste type motoren het methaanslib sterk is gereduceerd of zelfs bijna helemaal geëlimineerd.

Een praktisch probleem is dat een LNG-tank veel meer ruimte in kan nemen. Dit komt deels omdat LNG een lagere energiedichtheid heeft dan stookolie, maar ook omdat LNG-tanks beter geïsoleerd moeten zijn.

LNG-infrastructuur voor schepen in Nederland

Het bunkeren (tanken) van LNG kan op vier manieren:

1. Haven -> schip. Dit is de meest gebruikte methode voor LNG bunkeren op dit moment. Hierbij wordt een schip vanaf een onshore LNG-opslagtank bijgetankt.
2. Tankwagen -> schip. Dit is de meest flexibele manier van bijtanken omdat het schip bij deze methode niet speciaal naar een LNG-bunkerstation hoeft te gaan.
3. Schip -> schip. Bij het bunkeren van stookolie is dit de meest gebruikelijke methode. Een bunkerschip tankt het schip bij. De verwachting is dat dit ook de meest gebruikte methode zal worden voor het bunkeren van LNG.
4. Draagbare tankoverdracht.

In de Rotterdamse haven zal vanaf het 2e kwartaal van 2017 een bunkertanker operationeel zijn met een capaciteit van 6500 kuub.

Wereldwijd staat LNG in de scheepvaart nog in de kinderschoenen en zijn er relatief weinig havens waar LNG getankt kan worden. Er zijn wel plannen om dit sterk uit te breiden. Zo zet Shell in op een wereldwijd distributienet voor LNG. Over enkele jaren zullen Gibraltar, de Perzische

golf, Singapore, China, Indonesië in Amerikaanse havens en in Rotterdam bunkerfaciliteiten voor de scheepvaart hebben. Daarnaast zetten vele andere bedrijven nu al bunkerfaciliteiten voor LNG op.

LNG bunkerfaciliteiten voor schepen



Figuur 7

Eindoordeel: instappen in LNG, ja of nee?

De tijd van vrijblijvendheid en het uitstellen van duurzame keuzes is voorbij. Geen eindeloze discussies meer over ideaal LNG, elektrisch, hybride of waterstof! Door strengere regelgeving en harde eisen van verladers zal de transportsector uiteindelijk verduurzamen. Degenen die achterblijven ervaren op termijn ongetwijfeld de negatieve financiële consequenties van hun keuzes. De tijd om te verduurzamen is dus nú.

Schonere dieselmotoren zijn een stap in de goede richting, maar zullen al snel worden ingehaald door emissienormen en de wensen van de klant. Om je echt te onderscheiden en goed voor te bereiden op een duurzame toekomst is het gebruik van schonere energiebronnen onvermijdelijk.

Een transportsector die volledige draait op duurzame energie is het ultieme antwoord, maar dit is op dit moment nog onrealistisch. LNG is dat niet en heeft zich bewezen. Het is de schoonste fossiele brandstof en kan functioneren als de transitiebrandstof op weg naar een duurzame toekomst. Daarnaast biedt het in veel gevallen ook economische voordelen en valt de business case voor een LNG-vrachtwagen of -schip zelfs bij de huidige lage olieprijs al vaak uit in het voordeel van LNG.

Zijn al deze redenen nog niet voldoende om u van het potentieel van LNG te overtuigen? Volg dan eens uw groene hart!

Contactgegevens

Kevin Rijpert

Sector specialist Energy & Waste
Kevin.Rijpert@rabobank.com

Monique van Plateringen-Roetman

Sectormanager Transport & logistiek
Monique.van.Plateringen@rabobank.nl

Hans Groenhuijsen

Senior Industry Analyst
Automotive, Transport & Logistics
Hans.Groenhuijsen@rabobank.com

Bronnen: Oxford Institute of energy studies (2014); IEA (2014); IGU (2015); Shell (2015); DNV-GI; EU JRC, Institute for Environment and Sustainability; Society for Gas as a Marine Fuel (2014); Lloyds Register (2012) (2014); LNG 24 (2015); Danish Centre of Energy, Environment and Health (2011); European Commission (2013); Schuttevaer (31 Oktober 2015); Observatory of European Inland Navigation (2015); Nationaal LNG platform (2015); TNO (2013) (2015); PWC (2013); Rijkswaterstaat (2013); Deelrapport brandstofafel scheepvaart (2014)

¹ Gebaseerd op een 9.000 ton DWT vaartuig met een 8.000 KW motor die 5.200 ton brandstof per jaar verbruikt. ² Internationaal-verdrag ter voorkoming van verontreiniging door schepen.

³ December 2015. ⁴ exclusief kosten voor extra tijd en kilometers voor tanken