

Iedere brandstof kent eigen gevaren

Hanteer het juiste referentiekader

Naast de fossiele brandstoffen als benzine en diesel bestaan er inmiddels zo'n tiental nieuwe oftewel alternatieve brandstoffen. Wat hiervan de eigenschappen en dus ook de gevaren zijn, wordt zo langzamerhand steeds beter in kaart gebracht. De Kennistafel Alternatieve Brandstoffen draagt daaraan bij.

Martin Meijer en Marco van den Berg

Vrachtwagen op biogas
(bron: Jan van den Berg)

Om veilig gebruik van brandstoffen te garanderen, moeten er goede afspraken gemaakt worden tussen de energiegebruikers en de omgeving. Denk bijvoorbeeld aan een LNG-truck die wat gas kan aflaten, op de ferry benedendeks, bij stalling in de buurt van de luchtinlaat van een gebouw of de aanzuig van de lucht voor een andere verbrandingsmotor. Een brandstof in welke vorm dan ook betekent per definitie veel energie in een klein volume. Deze 'geest' mag alleen gecontroleerd 'uit de fles komen'. De Kennistafel Alternatieve Brandstoffen (zie kader) brengt de betrokken partijen bij elkaar en houdt zich bezig met de veiligheid rondom deze brandstoffen. Het gaat hierbij in de eerste plaats om het nemen van de juiste preventieve maatregelen. Maar ook om, voor het geval het toch misgaat, de beheersbaarheid en de bestrijding van de incidenten in de hele keten. Dus van distributie tot aan de eindgebruikers die betrokken kunnen raken bij ongevallen op het water, de weg of op bedrijfsterreinen.

Wat zijn eigenlijk alternatieve brandstoffen? Internet geeft onder andere de volgende antwoorden:

- ▶ alcohol en CNG als brandstof voor voertuigen;
- ▶ brandstoffen die het milieu minder belasten dan bijvoorbeeld benzine en diesel;
- ▶ materialen voor de opslag van energie, zowel gasvormig als in accu's.
- ▶ (eigen definitie) stoffen die kunnen dienen als materiaal voor opwekking van energie, ruimteverwar-

ming of tractie van voertuigen, niet afkomstig van fossiele oorsprong en niet radioactief van aard.

De vraag is natuurlijk: hoe gevaarlijk zijn deze stoffen tijdens het gebruik, en vooral, tijdens incidentsituaties? Laten we de belangrijkste brandstoffen eens op een rijtje zetten.

Geurstof

LPG. Sommigen zien LPG (liquefied petroleum gas, onder druk vloeibaar gemaakt mengsel van propaan en butaan) nog steeds als alternatieve brandstof. LPG is een 'restproduct' uit de olieraffinage en kan op deze manier nuttig worden toegepast, vooral als brandstof van personenauto's. LPG wordt al jaren door kilometervreter gebruikt als alternatief voor benzine en diesel, en het is lekker goedkoop. Vergeet daarnaast niet de toepassing van verwarming van woningen, als er geen aardgas voorhanden is. Gebruik van LPG was vroeger vele malen schoner dan dat van benzine of diesel. Die voorsprong is echter voor een groot deel tenietgedaan door de enorme ontwikkeling van de nieuwe generatie benzine- en dieselmotoren in combinatie met katalysatorstechniek. Aan LPG is een geurstof (mercaptaan) toegevoegd, omdat het mengsel zelf reukloos is. Voor de echte diehards is het verschil in soort geurstof die in verschillende landen wordt gebruikt duidelijk te ruiken. LPG heeft de nare eigenschap dat er bij een vrije uitstroom, uit een brandstoftank of transporthouder, kans is

op een vrije gaswolkexplosie. Als LPG opgesloten blijft in een tank en bij een brand betrokken raakt, bestaat kans op een BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosion*). Voor incidenten met LPG is landelijk een hulpplan van kracht. In die situaties kunnen leden van de VVG (Vereniging Vloeibaar Gas) met materiaal, middelen en mensen een bijdrage leveren om de LPG veilig te stellen in samenwerking met hulpdiensten.

CNG. CNG (*compressed natural gas*) is niets anders dan samengeperst (Slochteren-kwaliteit) aardgas (methaan 82 procent met stikstof 15 procent en wat andere stoffen zoals ethaan en kooldioxide). Het is dus niet - wat men ook weleens hoort - *cryogenic natural gas*. CNG komt gewoon uit het leidingnet dat ook wordt gebruikt voor het verwarmen van woningen. Het wordt samengeperst tot 200-300 bar en kan uitstekend worden gebruikt als brandstof voor personenvoertuigen en bussen. Omdat CNG meestal gewoon uit het aardgasnet komt, is het vanzelf geodoriseerd (met THT: tetrahydrothiofeen). Een eventuele lekkage van CNG ruikt dan ook precies hetzelfde als een gaslekkage in een woning. Bij ongevallen in de opslag van CNG vormt de hoge druk in de druktanks natuurlijk een punt van aandacht. Een beschadigde drukhouder kan gaan lekken, en daarbij kan het vrijkomende gas ontsteken en een brand veroorzaken. In de buitenlucht kan de brandweer hier goed op anticiperen door het inzetten van waterschermen om de vrijkomende gaswolk te verdunnen. Als CNG (aardgas) vrijkomt uit een druktank in een besloten ruimte zoals een parkeergarage, zal met de grootste zorg moeten worden opgetreden. Want als een aardgasmengsel tot explosie komt in een besloten ruimte kan de bouwconstructie van bijvoorbeeld een parkeergarage zwaar beschadigd raken. Bij incidenten met CNG waarbij er een te groot risico is voor hulpverleners, is gecontroleerd afblazen vaak de enige optie. De druktanks bevatten zowel druk- als smeltveiligheden, die moeten voorkomen dat de tank zelf kan exploderen.

Zuiver methaan

LNG. *Liquefied natural gas* is het door cryogeen afkoelen tot -162 graden Celcius vloeibaar gemaakt aardgas, waar de meeste verontreiniging uit is gehaald. LNG is niet meer dan zuiver aardgas (methaan met wat onzuiverheden in de vorm van ethaan en propaan). 1 liter vloeibaar LNG geeft 600 liter zuiver methaan. Deze 600 liter zuiver gas moet worden verdund tot 12000 liter om te zorgen dat het geen explosief mengsel meer is; de explosiegrens van methaan ligt tussen 5 -15 procent). Die factor 600 geeft direct aan waarom LNG grote voordelen heeft ten opzichte van CNG: er kan gewoonweg veel meer energie in hetzelfde volume worden meegenomen. LNG neemt op dit moment een vlucht als 'brandstof van de

Europese etikettering

De UNECE is bezig de etikettering van voertuigen op alternatieve brandstoffen in Europees verband vast te stellen. De Vlaamse brandweer heeft hierin het voortouw genomen namens de Europese brandweerorganisatie CTIF, om de standaard uit Japan en Amerika ook hier te implementeren. Naar verwachting zal de Europese auto-industrie dit jaar definitief mee moeten. Hoe de implementatie in de Nederlandse wetgeving gaat lopen is nu nog niet bekend.

toekomst, als alternatief voor diesel en scheepsbrandstof en verwarming van bijvoorbeeld proceswater. Ogen-schijnlijk is het een uitstekende vervanger van diesel, maar aan LNG kleven ook nadelen. Het is bijvoorbeeld geen 'houdbaar product'. Alle andere brandstoffen genoemd in dit artikel kun je, als je er niets mee doet en ze gewoon in hun houder laat, onder normale bedrijfscondities jarenlang wegzetten. Maar LNG zal altijd blijven verdampen, hoe goed we de tank ook isoleren. Als deze brandstof zomaar wordt weggezet, zal het product naar verloop van tijd langzaam gaan opwarmen, ondanks dat het in een supergeïsoleerde houder wordt opgeslagen. Door het opwarmen zal de druk in de tank toenemen. Deze druk zal na verloop van tijd moeten worden afgelaten (via een veiligheidsventiel). Als dit niet op een veilige plaats gebeurt, kan het gas dat wordt afgelaten (methaan) ontsteken. Naast dit gevaar moet ook het cryogene karakter in ogenschouw worden genomen. Contact met LNG leidt tot ernstige vries(brand)wonden. Het overpompen van LNG, zoals ook met LPG vaak wordt gedaan, is dan ook niet zo eenvoudig. Daar is specialistisch materiaal en personeel voor nodig. Daarom wordt er ook gewerkt aan de ontwikkeling van een Hulpplan LNG, waarbij zowel producenten als transporteurs als hulpverleners zijn betrokken. Verwacht wordt dat het hulpplan eind 2017 definitief het licht zal zien. Ook het bestrijden van een brandende plas met LNG heeft speciale aandacht nodig. LNG reageert op heftige manier met water: bij een zogenaamd RPT (*rapid phase transition*) gaat het zeer snel over van vloeistof in gas. Dat zou ervoor kunnen pleiten een 'X' te plaatsen in de GEVI-code; dat geeft aan dat de stof op gevaarlijke (in dit geval fysische) wijze met water reageert. Een LNG-brand is niet te blussen met water of schuim. Er moet afgewogen worden of we de brandende plas LNG wel willen blussen. Dan is er kans op herontsteking en bij besloten ruimtes zelfs explosiegevaar, want er komt dan weer gasvormig methaan vrij. Gezien het enorme broeikas-effect dat methaan veroorzaakt als het vrij in de atmosfeer komt, heeft men besloten dat gedurende de hele keten van productie tot eindgebruiker de emissie van methaan tot nul gereduceerd moet worden. Een en ander is beschreven in de *Green Deal LNG*.

Bio-LNG (LBG, liquefied bio gas). Vloeibaar gemaakt biogas is een echte alternatieve brandstof, omdat het gemaakt wordt van biogas uit de vergisting van biologisch afval. Het bestaat bijna uit zuiver methaan

Kennistafel Alternatieve Brandstoffen

De Kennistafel Alternatieve Brandstoffen wordt georganiseerd vanuit het netwerk voor externe veiligheid Relevant. De Regiegroep LNG, die op initiatief van het gevaarlijke-stoffennetwerk bij brandweer en marktpartijen is opgericht, is daarin opgegaan. Vanuit de paraplu Alternatieve brandstoffen is inmiddels de Kennistafel Waterstof in oprichting, en afhankelijk van de marktontwikkelingen volgen er waarschijnlijk meer. Belangrijkste doelstelling is dat er kennisuitwisseling plaatsvindt waarbij zowel de publieke als de private partijen belang hebben.



Bron figuur: DCMR Milieudienst Rijnmond

zonder verontreinigingen als ethaan en propaan. Wat betreft de gevaarseigenschappen is het een volle tweelingbroer van LNG, of toch niet...? Uit verschillende tests is gebleken dat wanneer LBG in contact komt met water er geen RPT optreedt. Dit soort gedrag ligt aan de 'verontreinigingen' in LNG, zoals ethaan en propaan. Daarnaast is LBG ook een brandbare cryogene vloeistof, net als LNG, met alle gevaarseigenschappen die daarbij horen. LBG heeft dezelfde toepassingsgebieden als LNG.

Enorme druk

Waterstof. Dit is het kleinste molecuul dat we kennen: H_2 . Zo klein dat het niet tegen te houden is en er geen moeite mee heeft door verschillende materialen heen te diffunderen. Een opslagruimte waar een waterstofinstallatie aanwezig is, moet daarom altijd zeer goed geventileerd zijn. Gebeurt dit niet, dan kan waterstof zich ophopen tegen het plafond en in het ergste geval leiden tot een explosie en brand. Waterstof is eigenlijk geen brandstof maar een zuivere energiedrager. Waterstof heeft de hoogste energiedichtheid per gewichtseenheid, maar omdat het materiaal zo licht is moet er enorme druk worden opgebouwd in de brandstoftanks om toch enige actieradius te verkrijgen. En vergis je niet. Een druk tot 900 bar is geen uitzondering. Neem daarbij in ogenschouw dat waterstof de laagste ontstekingsenergie heeft van alle bekende brandstoffen en het zal duidelijk zijn dat dit simpele molecuul met respect moet worden behandeld. Ze lanceren er in ieder geval niet voor niets raketten mee...

Waterstof wordt voornamelijk gebruikt in chemische processen. In het Rijnmondgebied wordt het in grote hoeveelheden gemaakt en via transportleidingen vervoerd. Zo veel zelfs dat een groot deel van de auto's in Nederland het als brandstof zou kunnen gebruiken. Waterstof als alternatieve brandstof is prima als het wordt gewonnen via elektrolyse uit water met behulp van stroom opgewekt door windmolens of zonnepanelen. Maar zolang het nog via stoomreforming uit aardgas wordt gemaakt, lijkt de doorbraak als milieuvriendelijke brandstof nog ver weg.

Elektriciteit. Geloof het of niet, maar elektrische voertuigen waren er eerder dan voertuigen met verbrandingsmotoren. Al aan het eind van de achttiende eeuw reden er elektrische koetsen rond. Omdat de verbrandingsmotoren snel verbeterd werden, heeft de elektromotor de strijd verloren. Mede doordat de ontwikkeling van goede accu's nog geen probleem was. Op dit moment is de elektrische auto aan een comeback bezig. Dit heeft voornamelijk te maken met de batterijrevolutie die op dit moment aan de gang is: omdat de energiedichtheid per kilogram batterij enorm aan het toenemen is, hebben moderne elektrische auto's inmiddels een behoorlijke actieradius. Zeker als de accu's worden geladen met elektriciteit afkomstig van windmolens of zonnepanelen is deze alternatieve vorm van 'brandstof' groen te noemen. *Brandstof* staat hier tussen aanhalingstekens, omdat accu's eigenlijk niets meer of minder zijn dan elektronenpompen. Vergis je echter niet, er zit in een accu heel veel energie.

Als bij een incident een accu een harde klap te verduren krijgt, kan dit leiden tot interne kortsluiting. Daarbij kan zoveel warmte vrijkomen dat er brand ontstaat. Door interne overdruk kunnen accu's ook ontploffen. Sommige industriële accu's die doelbewust worden kortgesloten door er een metalen pen doorheen te jagen, kunnen dezelfde uitwerking hebben als een handgranaat. De dampen die vrijkomen voordat een accu daadwerkelijk in brand staat, zijn erg giftig. Niet alleen door verdampend elektrolyt, maar ook door het vrijkomen van fluorwaterstof (HF). Daarnaast bestaat de kans op vlambogen en electrocutie van hulpverleners bij toepassing van elektriciteit als tractiemiddel. Er zijn immers vaak fluorhoudende componenten verwerkt in de moderne accu's. Het blussen van een brandende lithiumhoudende accu is nog veel problematischer. De enige echte mogelijkheid is om de accu in zijn geheel onder te dompelen in ruim water. Als daar toevallig een duur voertuig bij betrokken is, wordt het kiezen tussen twee kwaden.

E-benzines. Vooral de benzine met de aanduiding E85, een mengsel van 85 procent ethanol en 15 procent benzine,

kan een alternatieve brandstof worden genoemd. Deze benzines zijn al verkrijgbaar als brandstof voor met name personenauto's. Veel moderne verbrandingsmotoren kunnen moeiteloos omgaan met benzine met 10 procent ethanol (E10). Zeker als de ethanol door vergisting van biologisch afval is geproduceerd, wordt de koolstofkringloop al voor een deel gesloten. Bij incidenten waarbij E-benzines zijn betrokken moet als blusstof wel alcoholbestendig blusschuim worden gebruikt. Normaal blusschuim wordt afgebroken door de aanwezige ethanol.

Dierlijk en plantaardig

Biodiesel. Plantaardige olie lijkt misschien wel de beste manier om biodiesel te beschrijven, maar die term dekt inmiddels de lading niet meer. De hedendaagse biodiesel is een hoogwaardige brandstof en wordt in meer of mindere mate gebruikt als alternatief voor normale diesel. Dat moet ook wel met de huidige dieselmotoren, die niet meer overweg kunnen met de eerste generatie biodiesel. De huidige biodiesel wordt gemaakt van dierlijke en plantaardige vetten, die door middel van een chemisch proces, waarbij ook methanol of ethanol wordt gebruikt, geschikt worden gemaakt om als moderne brandstof te fungeren. Daarnaast wordt er vaak bijgemengd met diesel geproduceerd uit minerale olie (B5 of B50, met respectievelijk 5 of 50 procent biodiesel). B100, dat voor 100 procent uit biodiesel bestaat, mag een duurzame brandstof worden genoemd.

De problematiek van biodiesel bij incidenten is gelijk aan die van gewone diesel: ook biodiesel veroorzaakt bij morsing een spekglad wegdek, brandt gewoon net zo goed als normale diesel, en verontreinigt de bodem als olie. Voor de duidelijkheid zou in de wetgeving dan ook dezelfde gevaarsclassificatie aan biodiesel kunnen worden gegeven (zie tabel 1). Op basis van geur worden lekkages van biodiesel niet ontdekt, omdat de zuivere stof geen herkenbare geur heeft, zoals fossiele diesel.

Mierenzuur. Waterstofcarbonzuur of methaanzuur (mierenzuur dus) is misschien wel de brandstof van de toekomst. Waterstof wordt al jaren aangeprezen als een duurzaam en schoon alternatief voor fossiele brandstoffen, maar natuurlijk alleen als het duurzaam geproduceerd wordt. Zoals beschreven kleven er aan de opslag van zuiver waterstof nogal wat nadelen. Het idee van mierenzuur als brandstof is simpel, maar tot nu toe was het niemand gelukt om de waterstof uit mierenzuur vrij te maken en direct te gebruiken in een brandstofcel. Door mierenzuur te leiden over een speciale katalysator lukt dit nu wel. Bij de reactie ontstaat water en kooldioxide; chemici schrijven dit als: $\text{CH}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$. Mierenzuur is ook eenvoudig te maken door de reactie om te draaien, dus door waterstof te laten reageren met CO_2 . Het wordt dus in feite gebruikt voor de opslag van

waterstof. Dit kan een oplossing bieden voor de ondergrondse opslag van CO_2 en duurzaam geproduceerde waterstof. Wat betreft gebruik als brandstof is het nog in een experimenteel stadium.

De nadelen? De naam zegt het al: de stof is een zuur, en zuren hebben de vervelende eigenschap graag met metalen te willen reageren, kunststoffen aan te tasten en behoorlijk irriterend te kunnen zijn voor levend weefsel.

In tabel 1 zijn de verschillende brandstoffen met hun GEVI- en UN-nummer nogmaals opgesomd. Ter vergelijking zijn de reguliere brandstoffen cursief gedrukt.

Nr.	Brandstof	GEVI	UN	Bijzonderheden
1	<i>Benzine</i>	33	1203	Regulier optreden
2.	<i>Diesel</i>	30	1202	Regulier optreden
3.	<i>LPG</i>	23	1965	Hulpregeling, gaswolkexplosie, BLEVE
4.	<i>CNG</i>	23	1971	Druk- en smeltveiligheid/steekvlam/fakkel
5.	<i>LNG</i>	223	1972	Hulpregeling in ontwerpfasen, cryogeen, drukopbouw door warmte-inlek, RPT, moeilijk zichtbare vlam, geen geur-waarschuwing
6.	<i>Bio-LNG</i>	223	1972	Hulpregeling in ontwerpfasen, cryogeen, drukopbouw door warmte-inlek, moeilijk zichtbare vlam, geen geur-waarschuwing
7.	<i>Waterstof</i>	23	1049	Zeer hoge druk, zeer lage ontstekingsenergie, onzichtbare vlam
8.	<i>Elektriciteit (lithium-ion)</i>	90	3481	Vlamboog, hoge spanning, elektrocutie, interne opwarming, smeulbrand met giftige rook
9.	<i>E10</i>	33	1203	Regulier optreden met alcohol-bestendig schuim
10.	<i>E85</i>	33	3475	Regulier optreden met alcohol-bestendig schuim
11.	<i>Biodiesel</i>	--	----	Regulier optreden, geen geur waarschuwing
12.	<i>Mierenzuur</i>	83	1779	Toepassing als brandstof in experimenteel stadium

Tabel 1 Brandstoffen met hun bijzonderheden

Eerlijk is eerlijk, alle brandstoffen die in dit artikel zijn besproken, zijn veilig te behandelen zolang de gebruiker zich bewust is van de te nemen beheersmaatregelen. En de brandstof niet ongecontroleerd laat vrij komen. De praktijk is echter weerbarstiger. Als de condities voor de houders gaan afwijken van normale bedrijfscondities, moet er voorzichtig worden opgetreden. Dit geldt voor zowel reguliere als alternatieve brandstoffen. Als de gevaren maar altijd vanuit het juiste referentiekader worden ingeschat.

Concluderend kan gesteld worden dat er vele alternatieve brandstoffen de markt hebben betreden of gaan betreden, met allemaal hun eigen eigenschappen en manieren van bestrijding bij incidenten. Het is belangrijk dat de informatie hierover breed gedeeld wordt. 

Lees ook het artikel over biogas in *Gevaarlijke Lading 1-2017*, blz. 24.

Martin Meijer en Marco van den Berg zijn chemisch adviseur bij DCMR Milieudienst Rijnmond