



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Brand in een aardgasbus



Brand in een aardgasbus

Wassenaar, 29 oktober 2012

Den Haag, september 2013 (projectnummer M2012WV1029-02)

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl

Bron coverfoto: Regio15.nl

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

In Nederland wordt er naar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen verplicht onderzoek te doen.

Onderzoeksraad
Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. P.L. Meurs

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000

Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: www.onderzoeksraad.nl

Beschouwing	4
Lijst van afkortingen en begrippen.....	10
1. Inleiding	12
1.1 Het voorval	12
1.2 De aanleiding voor het onderzoek.....	13
1.3 De focus van het onderzoek	14
2. Organisatie en uitvoering van het openbaar busvervoer	15
2.1 Inleiding.....	15
2.2 Organisatie.....	15
2.3 Partijen en hun rol bij de risicobeheersing.....	16
2.4 CNG als motorbrandstof.....	18
3. Analyse.....	20
3.1 Knelpunten	20
3.2 Getroffen maatregelen naar aanleiding van de brand in Wassenaar.....	29
3.3 Bredere context.....	30
4. Conclusies	31
4.1 Toedracht	31
4.2 Veiligheidsproblemen	31
4.3 Achterliggende oorzaken.....	32
4.4 Eindconclusie.....	33
5. Aanbevelingen	35
Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	37
Bijlage B. Voorval, brandbestrijding en CNG-installatie	39
Bijlage C. Aantal busbranden	47
Bijlage D. Aantal bussen op CNG	49
Bijlage E. Branden van bussen op CNG.....	52
Bijlage F. Geraadpleegde bronnen.....	57

Aanleiding onderzoek

Op 29 oktober 2012 ontstond in Wassenaar brand in een streekbus die op aardgas (CNG) reed. Nadat de chauffeur de bus tot stilstand had gebracht en de inzittenden waren uitgestapt, breidde de brand zich vanuit de motorruimte uit tot de rest van de bus. Als gevolg daarvan warmden de aardgastanks op het dak van de bus zodanig op, dat veiligheidsventielen in werking traden om explosie van de tanks te voorkomen. Het vrijgekomen aardgas zorgde voor horizontale steekvlammen, die een lengte van 15 tot 20 meter hadden en in totaal ongeveer vier minuten aanhielden. Omdat er zich geen personen of gebouwen binnen het bereik van deze steekvlammen bevonden, zijn de gevolgen van de brand beperkt gebleven.

Bij de busbrand zijn weliswaar geen slachtoffers gevallen, maar de steekvlammen hadden op een andere locatie – bijvoorbeeld in een nauwe winkelstraat of in een tunnel – aanzienlijk ernstigere gevolgen kunnen hebben. Opmerkelijk daarbij is dat juist het veiligheidsmechanisme dat is ingebouwd om een explosie te voorkomen op zijn beurt zorgde voor een ander gevaar, namelijk de lange steekvlammen. Mede gezien het feit dat CNG in ons land de laatste jaren sterk in opkomst is, vond de Raad het van belang een onderzoek in te stellen.

Het onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft geresulteerd in onderhavig rapport. Deze beschouwing beschrijft de belangrijkste lessen uit het onderzoek en sluit af met de aanbevelingen.

Lessen uit het onderzoek

Omgevingsrisico's CNG-bussen

De steekvlammen die bij de busbrand in Wassenaar ontstonden, vormen een veiligheidsrisico voor de omgeving. Als bij een wegvoertuig omgevingsrisico's optreden, dan houden deze doorgaans verband met het vervoer van gevaarlijke stoffen als lading. Voor dergelijk transport van gevaarlijke stoffen is uitgebreide wet- en regelgeving van toepassing. Daarin zijn zowel voorschriften opgenomen voor de uitrusting van het voertuig en de verpakking van de lading, als voor de wegen die wel en niet gebruikt mogen worden. Uitgangspunt voor die eisen en inzetbeperkingen is, dat de risico's van het wegverkeer voor personen die zich in de omgeving van wegen bevinden niet boven een bepaald niveau mogen komen. Deze voorschriften zijn zoals gezegd alleen van toepassing op voertuigen die gevaarlijke stoffen als lading vervoeren. In andere voertuigen is doorgaans ook wel een gevaarlijke stof aan boord, namelijk de motorbrandstof, maar daarop zijn die voorschriften niet van toepassing.

Dat is op zich ook logisch, omdat de motorbrandstof in zekere zin onderdeel van het voertuig zelf is, zodat de voertuigvoorschriften dienen te voorzien in de afdoende beheersing van de daaraan gerelateerde risico's. In bepaalde situaties kan echter de motorbrandstof wel gevaar opleveren voor personen en objecten die zich in de omgeving bevinden. Dat kan, zoals het voorval in Wassenaar liet zien, bijvoorbeeld het geval zijn bij een brand in een CNG-bus. De gemeenten van de regio Haaglanden, waarin de CNG-bussen rijden, hebben niet onderkend dat CNG-bussen in bepaalde situaties andere c.q. grotere risico's kennen dan de dieselmotoren die voorheen werden gebruikt. De gemeenten zijn overigens ook niet op die specifieke risico's gewezen door de betrokken vervoerspartijen, die deze risico's – zoals hierna wordt toegelicht – zelf evenmin onderkenden. Als gevolg hiervan zijn de specifieke omgevingsrisico's van de CNG-bussen niet structureel beoordeeld. Naar het oordeel van de Raad dient dat, gelet op de potentiële ernst van de gevolgen, alsnog te gebeuren.

Het besluit om in de bewuste regio van dieselmotoren over te gaan naar CNG-bussen is genomen door het Stadsgewest Haaglanden. Het vervoersbedrijf (Veolia) werd alleen bij de uitvoering van het besluit betrokken, niet bij het besluit (de brandstofkeuze) zelf. Uit gesprekken met het stadsgewest werd duidelijk dat de betrokken gemeenten de keuze voor CNG hebben gemaakt vanwege milieudoelstellingen en dat daarbij geen onderzoek is gedaan naar de eventuele consequenties voor de veiligheid. Dat laatste had naar het oordeel van de Raad, vanwege de eerdergenoemde omgevingsrisico's, wel dienen te gebeuren. Verder is de Raad van mening dat het – mede gelet op de benodigde kennis – raadzaam is om de vervoersbedrijven ook bij de brandstofkeuze te betrekken.

Voertuigvoorschriften

De bus die betrokken was bij de brand in Wassenaar, voldeed – ook wat de CNG-installatie betreft – aan de technische voorschriften. Ook functioneerde de CNG-installatie zoals die voorschriften beogen. Dat betekent dat de huidige eisen voor CNG-installaties ruimte laten voor het opreden van steekvlammen zoals zich in Wassenaar hebben voorgedaan. Deze eisen worden in internationaal verband opgesteld. De RDW, die onder de verantwoordelijkheid valt van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, vertegenwoordigt Nederland in dit verband. De internationale voertuigeisen hebben wat de veiligheid betreft vooral betrekking op de verkeersveiligheid en de bescherming van de inzittenden. De eisen onderkennen slechts ten dele dat er ook sprake kan zijn van omgevingsrisico's. Zo is er een voorziening getroffen om explosie van de gastanks te voorkomen door middel van een ventiel dat de inhoud laat ontsnappen als de tank te warm wordt. De regels onderkennen echter niet dat daarmee andere gevaren ontstaan, bijvoorbeeld in de vorm van steekvlammen of een explosieve gaswolk. Naar het oordeel van de Raad moeten de voertuigeisen op dit punt worden aangescherpt.

Risicobesef en taakopvatting betrokken partijen

Het Stadsgewest Haaglanden is de opdrachtgever voor het openbaar busvervoer in de regio Haaglanden, waar ook Wassenaar onder valt. De concessie is – overeenkomstig de voorschriften – verstrekt op basis van een openbare aanbesteding. Het programma van eisen voor de aanbesteding bevatte meerdere criteria, zoals de frequentie van de busdiensten, de punctualiteit en uiteraard de prijs. Aan de fysieke veiligheid stelde het stadsgewest in de aanbesteding echter geen eisen. De wet schrijft dit overigens ook niet voor.

De Raad vindt dat een opdrachtgever die een ander bedrijf risicovolle activiteiten laat uitvoeren een maatschappelijke verantwoordelijkheid heeft om zich ervan te verzekeren dat de opdracht zo veilig mogelijk wordt uitgevoerd, ook als daartoe geen wettelijke verplichting bestaat. De Raad ziet geen reden waarom het openbaar personenvervoer in dit verband een uitzondering zou moeten vormen. Integendeel, ook in die sector zouden de opdrachtgevers (in casu de OV-autoriteiten) zich medeverantwoordelijk moeten voelen voor de veiligheid van de in hun opdracht uitgevoerde activiteiten. De Raad constateert dat de beperkte taakopvatting van het Stadsgewest Haaglanden niet op zichzelf staat. Ook bij eerdere onderzoeken naar voorvallen in het openbaar personenvervoer (zoals de Metrobrand en –botsing te Amsterdam en veiligheidsproblemen met draagvleugelboten) stelde de betrokken OV-autoriteit zich op het standpunt geen rol te hebben bij het beheersen van de veiligheidsrisico's. Ook in die gevallen werd als argument opgegeven dat een dergelijke medeverantwoordelijkheid door de huidige wet- en regelgeving niet aan de OV-autoriteiten wordt toebedeeld. Daarom is de Raad van mening dat de betreffende wetgeving zodanig dient te worden aangepast dat de OV-autoriteiten alsnog verplicht worden er op toe te zien dat de risicobeheersing voldoende aandacht krijgt. Stadsgewest Haaglanden heeft overigens in het kader van de inzageprocedure van dit rapport aangegeven voornoemde verantwoordelijkheidstoedeling inmiddels wel te onderschrijven.

Het vervoersbedrijf Veolia heeft destijds de aanbesteding gewonnen en werd daarmee de 'concessiehouder'. Het bedrijf heeft geen eigen risicoanalyse gemaakt ten aanzien van de overstap naar CNG, maar volstaan met de aanschaf van goedgekeurde CNG-bussen. Met extra veiligheidsmaatregelen zou Veolia zich bij de aanbesteding mogelijk uit de markt hebben geprezen, omdat de opdrachtgever daar in het programma van eisen niet om heeft gevraagd. Los van deze aanbestedingskwestie acht de Raad een vervoersbedrijf primair verantwoordelijk voor de veilige uitvoering van zijn vervoersdiensten. In dit kader valt het de Raad op dat bedrijven die zich bezighouden met het openbaar vervoer per bus niet wettelijk verplicht zijn een veiligheidsmanagementsysteem (VMS) te hebben. Dit contrasteert met andere vormen van openbaar vervoer, waar dit – mede op grond van Europese regels – al wel verplicht is (trein) of binnenkort wordt (tram en metro). De Raad is van mening dat een dergelijke verplichting ook moet gelden voor het openbaar busvervoer.

De bus in Wassenaar was gebouwd door de Duitse fabrikant MAN. Bij dit bustype werd de CNG-installatie door MAN gekocht van een toeleverancier. Ook MAN heeft wel de regelgeving gevolgd maar zelf geen aanvullende veiligheidsmaatregelen getroffen. De fabrikant wijst erop dat hun klanten daar ook niet om vragen. Vanuit de markt voor bussen is er dus geen stimulans om meer te doen dan de regels voorschrijven. Busfabrikanten concurreren kennelijk op prijs, en in mindere mate op veiligheid. Dit in tegenstelling tot de personenautobranche, waar veiligheid wel een wezenlijk verkoopargument is. Gezien deze opstelling van de fabrikanten, die de Raad ook in eerder onderzoek heeft gezien, is verbetering alleen te verwachten als de klanten (in casu de vervoersbedrijven) erom gaan vragen of wanneer de voertuigvoorschriften worden aangescherpt. Dat laatste dient – zoals reeds opgemerkt – naar het oordeel van de Raad te gebeuren.

Inzetprocedure brandweer

Bij de introductie van de CNG-bussen in de regio Haaglanden werden de brandweerkorpsen in dit gebied niet geïnformeerd door de betrokken organisaties. Daardoor zijn die korpsen zich pas gaan prepareren op het bestrijden van een brand met een CNG-bus nadat die bussen al enige tijd operationeel waren. Bovendien was er geen sprake van een gemeenschappelijke c.q. gecoördineerde aanpak en beschikten de korpsen niet over de nodige expertise. Daardoor kwam het tot onderling verschillende en deels onjuiste inzetprotocollen. De Raad acht het wenselijk dat dergelijke inzetprotocollen centraal ontwikkeld worden.

Leren van ongevallen

De Raad constateert dat geen van de partijen op systematische wijze leert van incidenten en ongevallen. Dit speelt op verschillende niveaus. Ten aanzien van de voertuigvoorschriften geldt dat er door de betrokken instanties – in Nederland de RDW – niet systematisch informatie over relevante ongevallen wordt verzameld om te bezien of aanscherping van de technische eisen aan voertuigen nodig is. Voor de uitvoerende partijen geldt dat zowel de OV-autoriteiten als de vervoersbedrijven geen voorziening hebben getroffen om informatie over ongevallen te verzamelen en te analyseren, teneinde daar lering uit te trekken. De Raad acht het van groot belang dat er op beide fronten wel structureel van ongevallen gaat worden geleerd.

Breder perspectief

De gesignaleerde veiligheidsproblemen zijn niet uniek voor de CNG-bussen in de regio Haaglanden. Ten eerste zijn er ook in andere regio's CNG-bussen in gebruik die vergelijkbaar zijn met de bussen in de regio Haaglanden. Het totale aantal CNG-bussen in Nederland bedraagt momenteel ruim 600. Bovendien is het gebruik van CNG als motorbrandstof ook bij andere voertuigtypen in opkomst. Momenteel rijden er ons land ruim 3000 personenauto's en ongeveer 2500 bestelauto's op CNG. Ook bij die voertuigen zijn de CNG-tanks uitgerust met temperatuurgestuurde overdrukventielen (PRD's) en kan dus bij verhitting afblazen van de aardgasvoorraad optreden. Hierbij kan worden aangetekend dat bij personen- en bestelauto's de capaciteit van de CNG-tanks doorgaans een factor vijf á tien kleiner is dan bij CNG-bussen. Inmiddels verschijnen er echter ook vrachtauto's op CNG en daarbij is de CNG-voorraad wel vergelijkbaar met die van CNG-bussen. Opmerkelijk is dat ook de CNG-vrachtauto's vooral in stedelijk gebied ingezet worden (bijvoorbeeld als vuilniswagen). De verklaring hiervoor is gelegen in de specifieke voor- en nadelen van CNG (lage uitlaatgasemissies en minder motorlawaai c.q. relatief kleine actieradius). Helaas doen de specifieke veiligheidsrisico's van CNG zich ook het sterkst gelden in een stedelijke omgeving.

Op bestuurlijk vlak ziet de Raad ten aanzien van de andere CNG-voertuigen in grote lijnen hetzelfde patroon als eerder is geschetst bij de CNG-bussen: het gebruik van CNG als motorbrandstof wordt door de opdrachtgevende overheidsinstantie (vooral gemeenten en provincies) bevorderd, maar daarbij worden de specifieke veiligheidsaspecten buiten beschouwing gelaten.

De Raad beseft dat alternatieve motorbrandstoffen, zoals CNG en waterstof, belangrijke voordelen kunnen hebben. Bij de introductie ervan moet echter goed worden geïnventariseerd in hoeverre er specifieke veiligheidsrisico's aan verbonden zijn, niet alleen voor inzittenden en de andere weggebruikers, maar ook voor de omgeving. Die omgevingsrisico's kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op grote steekvlammen bij een busbrand, die in het geval van waterstof bovendien onzichtbaar zijn. Het is primair zaak dat de beheersing van die risico's door adequate voertuigvoorschriften dwingend wordt voorgeschreven. Verder dienen zowel de fabrikanten als de exploitanten van dergelijke voertuigen – meer dan nu het geval is geweest – te beseffen dat er inherente risico's verbonden zijn aan het feit dat het om een innovatie gaat. Zij mogen zich niet zonder meer op de voertuigvoorschriften verlaten, maar moeten op grond van een eigen kritische afweging zo nodig aanvullende maatregelen treffen. Ook moeten de betrokken overheden kritisch beoordelen in welke situaties c.q. onder welke voorwaarden de nieuwe technologie met het oog op de resterende omgevingsrisico's verantwoord kan worden ingezet.

Aanbevelingen

De Raad komt tot de volgende aanbevelingen:

1. Inventarisatie en analyse omgevingsrisico's bij huidige CNG-bussen

Aan de OV-autoriteiten en vervoersbedrijven met CNG-bussen:

Breng in kaart welke risico's voor de omgeving verbonden zijn aan gebruik, onderhoud en stalling van de CNG-bussen en tref maatregelen om die risico's te beperken.

2. Opstellen en aanscherpen van voertuigvoorschriften

Aan de minister van Infrastructuur en Milieu:

- a. Bevorder zodanige aanscherping van het internationale voertuigvoorschrift voor CNG-systemen (VN-ECE reglement 110), dat de risico's voor de omgeving die zich bij afblazen van het gas voordoen worden beheerst.
- b. Zorg dat de RDW systematisch relevante informatie over ongevallen verzamelt en die kennis inbrengt bij de totstandkoming of aanpassing van de internationale voertuigvoorschriften.

3. Veiligheidsverplichtingen voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven

Aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:

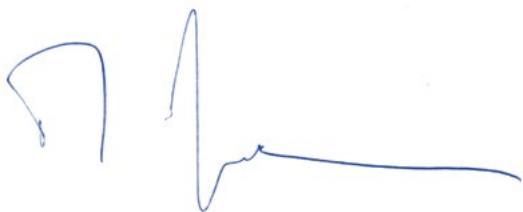
Neem in de Wet personenvervoer 2000 als eis op:

- dat busvervoersbedrijven de risico's van hun bedrijfsvoering systematisch beheersen door middel van een veiligheidsmanagementsysteem;
- dat concessieverleners voor openbaar busvervoer eisen stellen aan de beheersing van de veiligheidsrisico's door het vervoersbedrijf.

4. Ontwikkeling van inzetprocedure voor de brandweer bij voertuigbranden

Aan het Veiligheidsberaad:

Zorg voor centrale ontwikkeling van de inzetprocedure voor het bestrijden van branden bij voertuigen met niet-conventionele brandstof (zoals CNG en waterstof).



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter van de Onderzoeksraad



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

ADR	Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route
ALARP	As low as reasonably practicable
APK	Algemene periodieke keuring
Bao	Besluit aanbestedingsregels voor overheidsopdrachten
bar	Eenheid voor druk (1 bar ~ 1 atmosfeer = 1 kgf/cm ²)
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CCV-B	(Commissie Chauffeurs Vakbekwaamheid) Bewijs van vakbekwaamheid voor vrachtwagen- en buschauffeurs wegvervoer
CNG	Compressed Natural Gas
ERB	Expertisecentrum Regelgeving Bouw
EU	Europese Unie
HART	Handleiding Risicoanalyse Transport
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
KIWA	Onafhankelijke organisatie die door de minister gemandateerd is om vergunningen voor personenvervoer te verlenen aan vervoersbedrijven
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MAN	Fabrikant van o.a. vrachtwagens en bussen
MDT	Mobile Data Terminal
OV	Openbaar Vervoer
PRD	Pressure Relief Device
RAC	Regionale Alarm Centrale
RDW	Zelfstandig bestuursorgaan belast met de toelating van voertuigen en het toezicht op de technische staat ervan (voorheen Rijksdienst voor het Wegverkeer)
RI&E	Risico Inventarisatie en Evaluatie
RIP	Regionale Inzet Procedure
Rnvgs	Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen
SGH	Stadsgewest Haaglanden

VMS Veiligheidsmanagementsysteem
VN/ECE Economische Commissie voor Europa (onderdeel van de Verenigde Naties)

Wvgs Wet vervoer van gevaarlijke stoffen

1.1 Het voorval

Op 29 oktober 2012 ontstond brand in de motorruimte van een op samengeperst aardgas (CNG) rijdende OV-bus.¹ De bus, waarin zich een chauffeur en vijf passagiers bevonden, reed op dat moment in de bebouwde kom van Wassenaar. Toen de buschauffeur in zijn spiegel rookontwikkeling zag, is hij doorgereden naar de eerstvolgende geschikte plek waar hij meende de bus tot stilstand te kunnen brengen. Ondertussen alarmeerde hij de verkeerscentrale van het vervoersbedrijf, die op zijn beurt de hulpdiensten alarmeerde. Nadat hij de passagiers had laten uitstappen is de chauffeur buitenom met een brandblusser naar het motorcompartiment gelopen, maar de brand was al in een te ver gevorderd stadium om deze nog te kunnen blussen. De brand breidde zich vervolgens snel uit naar het interieur van de bus.

Toen de brandweer arriveerde (11 tot 14 minuten na de eerste melding van de brand door de chauffeur aan de centrale van het vervoersbedrijf) was er al sprake van een volledig ontwikkelde brand. De brandweer besloot, in overeenstemming met de inzetinstructie, de bus gecontroleerd te laten uitbranden.



Figuur 1: Brandende bus (links op foto) en steekvlam. (Bron: Regio15.nl)

1 CNG staat voor compressed natural gas (samengeperst aardgas).

Bij bussen die rijden op CNG wordt het gas onder hoge druk opgeslagen in tanks die zich op het dak van de bus bevinden. Omdat bij opwarming de druk in de tanks toeneemt en de sterkte van de tanks afneemt, zijn de tanks ter voorkoming van explosiegevaar verplicht uitgerust met een temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging. Als de temperatuur daarvan de drempelwaarde van 110° Celsius overstijgt, gaat een ventiel open en wordt het in de tank aanwezige gas afgeblazen.

Bij de brand gingen enkele afblaasventielen open. Doordat het afgeblazen aardgas vlam vatte, ontstonden er steekvlammen. Als gevolg van de hoge druk in de tanks en de uitvoering van de afblaasventielen bedroeg de lengte van die steekvlammen 15 tot 20 meter. De plaatsing van de afblaasventielen was zodanig dat de steekvlammen horizontaal en opzij waren gericht (zie figuur 1).

Omdat er geen gebouwen direct naast de weg stonden en er zich geen personen in het bewuste gebied bevonden, zijn de gevolgen van de steekvlammen beperkt gebleven tot brandschade aan het wegdek, bomen en struiken. Van persoonlijk letsel bij inzittenden, omstanders of hulpverleners was geen sprake. Wel is de bus geheel verloren gegaan.

De toedracht van het voorval in Wassenaar is in bijlage B in meer detail beschreven.

1.2 De aanleiding voor het onderzoek

De Onderzoeksraad is in algemene zin van mening dat bedrijven en organisaties veiligheidsrisico's die samenhangen met hun activiteiten zo goed mogelijk moeten beheersen (ALARP²). Het feit dat in Wassenaar zulke grote steekvlammen konden ontstaan, werpt de vraag op of er in dat geval sprake was van een adequate risicobeheersing. Wet- en regelgeving vormen een belangrijk kader voor risicobeheersing. Uit verkennend onderzoek bleek dat de aardgasinstallatie voldeed aan de geldende technische voorschriften en dat ook de temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging tijdens de brand heeft gefunctioneerd zoals beoogd. Toch konden steekvlammen optreden. Dit roept vragen op over de totstandkoming van deze regels, en de mate waarin zij voorzien in een afdoende beheersing van de risico's die samenhangen met CNG als brandstof.

Daarnaast rechtvaardigt het risico in kwestie een onderzoek door de Onderzoeksraad. Zowel de omvang van de mogelijke gevolgen als de kans van optreden zijn groter dan het voorval in Wassenaar op het eerste gezicht deed vermoeden.

De opgetreden steekvlammen hadden op een andere locatie tot meer schade en mogelijk ook letsel kunnen leiden. De bus in kwestie is tot stilstand gekomen op de hoofdrijbaan van een brede weg met een ventweg. Daardoor was de afstand tot de omliggende bebouwing relatief groot. Met gebouwen direct naast de weg, op een busstation of in een tunnel – allemaal omgevingen waar deze bussen óók rijden – had een vergelijkbaar incident veel ernstiger gevolgen kunnen hebben. Daarnaast is het gebruik van aardgas als brandstof in het busvervoer in Nederland in opkomst (zie bijlage D). Het aantal OV-bussen

2 As low as reasonably practicable

op CNG steeg de afgelopen zeven jaar van enkele tientallen tot meer dan zeshonderd. Naarmate het aantal voertuigen op CNG stijgt, neemt ook de kans toe dat zich vergelijkbare incidenten voordoen. Uit verkennend onderzoek (zie bijlage C) is gebleken dat de kans op een volledig ontwikkelde brand per OV-bus ongeveer 0,1% per jaar bedraagt. Dat betekent, in combinatie met het aantal OV-bussen dat op CNG rijdt (ruim 600), dat een volledig ontwikkelde brand in een bus op CNG in ons land ongeveer eens per anderhalf jaar te verwachten is.

Ten slotte is dit incident, hoewel het eerste op Nederlandse bodem, niet uniek in zijn soort. Uit andere EU-lidstaten en de Verenigde Staten zijn minstens acht branden met bussen op CNG bekend (zie bijlage E), waarbij in ten minste drie gevallen eveneens sprake was van steekvlammen.

Op grond van bovenstaande overwegingen heeft de Onderzoeksraad besloten om het voorval in Wassenaar te onderzoeken om daaruit veiligheidslessen te trekken.

1.3 De focus van het onderzoek

Het onderzoek richt zich op de vraag hoe de partijen die betrokken zijn bij het openbaar busvervoer (concessieverleners, vervoersbedrijven, busfabrikanten, regelgevers en toezichthouders) bij de introductie van OV-bussen op CNG omgaan met het identificeren, evalueren en beheersen van de veiligheidsrisico's. Dit is vertaald in de volgende drie onderzoeksvragen:

1. *Hoe beheersen de partijen in het openbaar busvervoer de veiligheidsrisico's die samenhangen met het gebruik van CNG als motorbrandstof?*
2. *Zijn er knelpunten aan te wijzen in hun (gezamenlijke) risicobeheersing?*
3. *Welke factoren verklaren het ontstaan of voortbestaan van die knelpunten?*

De onderzoeksvragen zijn beantwoord voor het voorval in Wassenaar. Vervolgens is gekeken in hoeverre de bevindingen die daaruit voortkomen een bredere geldigheid hebben.

Het onderzoek stelt het belang van een goed proces van risicobeheersing centraal. Dat is gedaan omdat dezelfde problematiek ook kan spelen bij de introductie van andere 'nieuwe' brandstoffen c.q. andere voertuigtypen. Verder heeft de Raad besloten om niet in te gaan op de vraag of het gebruik van aardgas als motorbrandstof voldoende veilig is. Of en onder welke voorwaarden de voor- en nadelen van nieuwe technologische mogelijkheden tegen elkaar opwegen, dienen de politiek en de betrokken partijen, naar het oordeel van de Raad, zelf te beantwoorden.

2 ORGANISATIE EN UITVOERING VAN HET OPENBAAR BUSVERVOER

2.1 Inleiding

De organisatie van het openbaar vervoer wordt geregeld in de Wet personenvervoer 2000 (Wp2000). De Wet bepaalt dat het openbaar vervoer, op basis van door de regionale overheid verleende concessies, door vervoersbedrijven wordt verzorgd. Daartoe is ons land opgedeeld in concessiegebieden en is per concessiegebied een concessieverlener aangewezen (aangeduid als OV-autoriteit). In de concessie maken de concessieverlener en het vervoersbedrijf afspraken over onder meer de frequentie, kwaliteit en kosten van de te leveren vervoersdiensten.

Voor openbaar vervoer per bus zijn er momenteel 53 concessiegebieden, verdeeld over 18 concessieverleners (12 provincies en 6 stadsregio's) en 13 vervoersbedrijven.

2.2 Organisatie

2.2.1 Regels inzake concessie

De Wp2000 stelt eisen aan de totstandkoming, inhoud en looptijd van de concessie. Voor dit onderzoek zijn twee aspecten van belang.

Ten eerste bepaalt deze wet dat een concessie wordt verleend door middel van een openbare Europese aanbesteding. Hierop zijn de algemene aanbestedingsregels van toepassing, zoals die (ten tijde van de gunning) waren vastgesteld in het Besluit aanbestedingsregels voor overheidsopdrachten (Bao).³ Het doel is het openstellen van overheidsopdrachten voor alle bedrijven gevestigd in de Europese Unie, ongeacht hun nationaliteit. Dat houdt onder meer in dat de aanbesteding moet plaatsvinden op basis van een bestek, waarin limitatief is beschreven op welke criteria de offertes bij de gunning worden beoordeeld.

Ten tweede bepaalt de Wp2000 dat in de concessie voor een aantal onderwerpen voorwaarden dienen te worden opgenomen. Een van die onderwerpen is veiligheid. De Wet verplicht de concessieverlener om aan de concessie voorwaarden te verbinden voor "het waarborgen van een verantwoorde mate van veiligheid ten behoeve van zowel de reizigers als het personeel binnen het openbaar vervoer".

³ Het Bao is met ingang van 1 april 2013 buiten werking. De Raamwet EEG-voorschriften aanbestedingen, waarin het Bao zijn grondslag vond, is vervangen door de Aanbestedingswet 2012.

2.2.2 Regels inzake voertuigveiligheid

De veiligheid van voertuigen die worden gebruikt voor openbaar vervoer over de weg is niet geregeld in de Wp2000. Voor OV-voertuigen gelden wel de regels uit de Wegenverkeerswet en die bepalen dat wegvoertuigen moeten voldoen aan technische voorschriften ten aanzien van veiligheid om tot het wegverkeer in Nederland te worden toegelaten. Deze voorschriften worden in internationaal verband vastgesteld, teneinde een zo groot mogelijke markt voor voertuigfabrikanten te creëren. De voorschriften richten zich op diverse aspecten van het voertuig, zoals botsveiligheid, verlichting, reminrichting en de brandstofinstallatie. De Europese kaderrichtlijn, waarin de toelating van wegvoertuigen is geregeld, staat de EU-lidstaten alleen in uitzonderlijke gevallen toe daarvan af te wijken.

Voor CNG-installaties zijn de technische voorschriften opgenomen in VN/ECE-reglement 110, opgesteld door de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE).⁴ De voorschriften hebben onder meer betrekking op de botsveiligheid van de CNG-tanks en het gedrag van de CNG-installatie bij brand. Het reglement bepaalt dat de CNG-tanks voorzien moeten zijn van een temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging. Deze zijn bedoeld om bij brand het samengeperste gas te laten ontsnappen, voordat er een explosie kan optreden.

2.2.3 Overige regels

Op grond van de Wp2000 moeten buschauffeurs aan bepaalde eisen voldoen. Zij moeten, naast de rijbewijzen B (personenauto) en D (bus) en een medische verklaring van een gecertificeerde Arbo-arts, in het bezit zijn van het vakbekwaamheidsdiploma beroepspersonenvervoer CCV-B bus.

Voor het overige bevat de Wp2000 geen bepalingen die toezien op de veiligheid van het openbaar vervoer. Wel voorziet de Wet in een vergunningsplicht voor vervoersbedrijven. Aan deze vergunning zijn eisen verbonden met betrekking tot de kredietwaardigheid, betrouwbaarheid en vakbekwaamheid van het vervoersbedrijf.

2.3 Partijen en hun rol bij de risicobeheersing

De volgende partijen hebben een rol bij het beheersen van de veiligheidsrisico's in het openbaar busvervoer.⁵

2.3.1 OV-autoriteit

Provincies en stadsregio's treden op als concessieverlener. Zij bepalen de aard en inhoud van de afspraken met het vervoersbedrijf. Bij de brand in Wassenaar was het Stadsgewest Haaglanden (SGH) de betrokken OV-autoriteit. SGH heeft bij deze concessie bepaald dat het vervoer moest plaatsvinden met bussen die op CNG rijden.

⁴ In VN/ECE zijn 56 landen vertegenwoordigd, waaronder ook Rusland, de Verenigde Staten en Canada. De commissie, een onderdeel van de Verenigde Naties, houdt zich bezig met economische ontwikkeling in haar werkgebied. Het formuleren van internationale voertuigvoorschriften is daarvan slechts één onderdeel.

⁵ De beschrijving heeft betrekking op de situatie bij het busvervoer in de regio Haaglanden. Sommige aspecten zijn bij andere concessies anders geregeld. Zo zijn er bijvoorbeeld concessies waarbij de voertuigen niet het eigendom van het vervoerbedrijf maar van de concessieverlener zijn.

2.3.2 Vervoersbedrijf

Het vervoersbedrijf verricht het openbaar vervoer volgens de voorwaarden van de concessie. Zij besluiten onder meer over het merk, type en uitvoering van de bussen, het onderhoud en de stalling daarvan, de opleiding en training van de chauffeurs en de invulling van het vervoersproces (dienstregeling, verkeersleiding, etc.). Bij de brand in Wassenaar was Veolia Transport Nederland B.V., onderdeel van het wereldwijd opererende Franse concern TransDev, het betrokken vervoersbedrijf. Het onderhoud aan zijn vloot heeft Veolia uitbesteed aan de importeur (MAN Truck & Bus BV) en de bijbehorende dealerorganisatie.

2.3.3 Busfabrikant

De fabrikant levert de bussen, die voldoen aan de technische voorschriften en de aanvullende eisen die hij met het vervoersbedrijf overeenkomt. De bus die betrokken was bij de brand in Wassenaar was gemaakt door de Duitse fabrikant MAN Truck & Bus AG en vervolgens aan Veolia geleverd door MAN Truck & Bus B.V. (die de private importeur in Nederland is).

2.3.4 Ministerie van Infrastructuur en Milieu

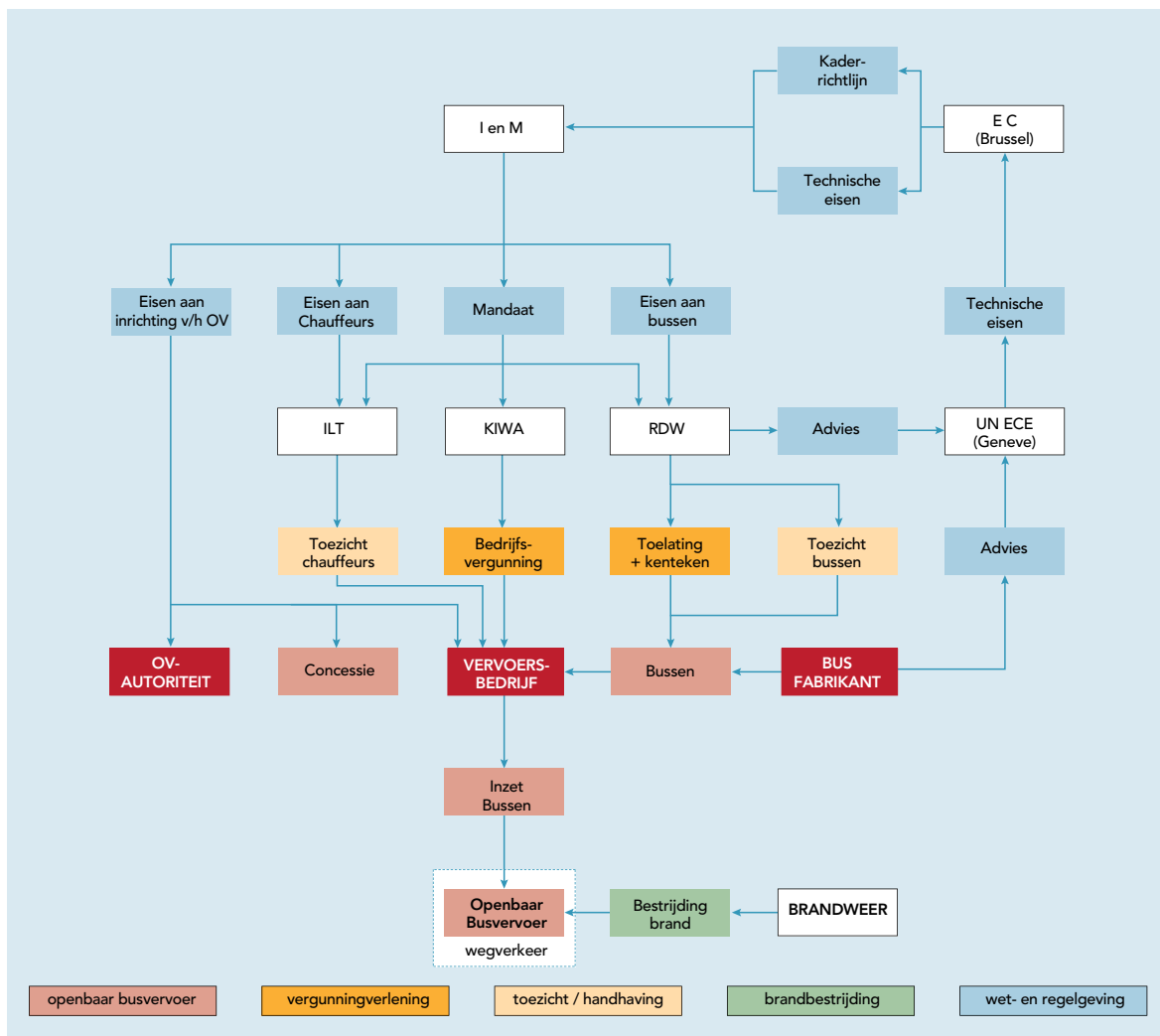
Het ministerie doet, binnen de grenzen van de Europese regels, voorstellen voor de inhoud van de regelgeving (zie paragraaf 2.2), houdt toezicht op de naleving daarvan en verleent de vergunningen. Deze taken worden, wat de veiligheid betreft, door de volgende drie organen uitgevoerd:

- De Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT) is belast met het toezicht op de bekwaamheid (inclusief de rij- en rusttijden) van de chauffeurs.
- Het zelfstandig bestuursorgaan RDW (voorheen Rijksdienst voor het Wegverkeer) is belast met de toelating van bussen en het toezicht op de technische staat daarvan (middels de APK). Daarnaast vertegenwoordigt de RDW Nederland bij de VN/ECE-werkgroepen waarin de technische voorschriften voor wegvoertuigen tot stand komen.
- Het verlenen van vergunningen voor personenvervoer aan vervoersbedrijven is door de minister gemandateerd aan een marktpartij, KIWA N.V.⁶

2.3.5 Brandweer

De brandweer verzorgt de brandbestrijding en hulpverlening bij een busbrand.

⁶ Tot 1 juni 2010 werden de bedrijfsvergunningen verleend door de toenmalige Inspectie Verkeer en Waterstaat.



Figuur 2: Schematische weergave van de betrokken partijen en hun rol.

2.4 CNG als motorbrandstof

CNG staat voor 'compressed natural gas' of 'samengeperst aardgas'. Het wordt gemaakt door aardgas met behulp van een compressor te comprimeren tot een druk van ongeveer 200 bar. CNG wordt voornamelijk toegepast als brandstof voor motorvoertuigen, als alternatief voor benzine en diesel. Ten opzichte van die conventionele brandstoffen heeft CNG de volgende voordelen:

- Op dit moment bevatten de uitlaatgassen bij het gebruik van CNG als motorbrandstof doorgaans minder fijnstof, stikstofoxide (NOx) en kooldioxide (CO₂) dan bij het gebruik van diesel of benzine. Dit verschil is aan verandering onderhevig door de ontwikkeling van nieuwe benzine- en dieselmotoren. Naast de eventuele emissievoordelen leidt het gebruik van CNG tot minder motorlawaai.

- Als alleen aardgas als basis voor CNG wordt gebruikt, dan gaat het nog steeds om een 'niet duurzame' fossiele brandstof. Het aardgas kan echter vermengd of volledig vervangen worden door biogas (ook wel 'groen gas' genoemd). Biogas wordt gemaakt door vergisting of verhitte van resten van gewassen, dierlijke mest, afval van rioolwaterzuiveringsinstallaties, gft-afval, etc. Biogas bestaat, nadat het opgewerkt is, net als aardgas voor het overgrote deel uit methaan (CH₄) en heeft bij gebruik als motorbrandstof dezelfde emissievoordelen. De distributie van biogas gebeurt (door bijmengen) via het reguliere aardgasnetwerk.
- Daarnaast is CNG, althans voor de gebruiker, goedkoper dan benzine en diesel. Dat komt vooral doordat de energiebelasting op aardgas/biogas aanzienlijk lager is dan de accijns op diesel en benzine.

Huidige CNG voertuigen hebben ten opzichte van vergelijkbare voertuigen die rijden op benzine en diesel het nadeel dat voor dezelfde actieradius een groter volume brandstof nodig is. Zo bedraagt de capaciteit van de brandstoftanks bij een OV-bus op CNG (voor een actieradius van ongeveer 500 km) meer dan 1700 liter, terwijl bij dergelijke voertuigen in dieseluitvoering een tankinhoud van enkele honderden liters volstaat. Als gevolg daarvan worden bij de huidige lagevloerbussen op CNG de brandstoftanks op het dak geplaatst. Ter beperking van het gewicht van deze tanks worden zij niet van staal, maar van kunststof vervaardigd. Ook is een tankvulininstallatie met grote capaciteit nodig om de tanks binnen een redelijk tijdsbestek te kunnen vullen.

Nederland telt op dit moment ruim 5.200 voertuigen op CNG, voornamelijk personenauto's, lichte bedrijfsauto's (bestelbusjes) en OV-bussen. Dat is slechts een klein deel van het totale nationale voertuigpark, dat uit ongeveer 9 miljoen voertuigen bestaat. Op basis van EU-richtlijnen⁷ is als nationale doelstelling geformuleerd dat het aandeel biobrandstoffen (dat in 2010 nog maar 2% bedroeg) in 2020 tot 10% moet zijn toegenomen. Naar verwachting zal biogas, naast biodiesel, daar een wezenlijke bijdrage aan leveren.

Het totale aantal OV-bussen in Nederland bedraagt ruim 5100. Eind 2012 reed ongeveer 12% daarvan (ruim 600 bussen) op CNG; deze waren verdeeld over acht concessiegebieden en zeven vervoerders.

Bij de aanbesteding van de concessies voor openbaar busvervoer is in de afgelopen jaren door een deel van de OV-autoriteiten expliciet het gebruik van CNG als brandstof voorgeschreven. Dit was onder meer het geval bij de concessie die het Stadsgewest Haaglanden in 2009 heeft verleend aan Veolia voor het busvervoer in de regio Haaglanden, waarvan de bus die bij de brand in Wassenaar betrokken was onderdeel vormde. Hetzelfde geldt voor de concessie die het Stadsgewest Haaglanden in 2009 aan HTM heeft verleend voor de stadsdienst Den Haag. Deze voorwaarde om CNG als brandstof voor de bussen te gebruiken, was het gevolg van een politiek besluit van de betrokken gemeenten om milieudoelen te verwezenlijken. Bij die besluitvorming zijn de veiligheidsrisico's, evenals de consequenties ten aanzien van zaken als stalling, vulstations, etc., buiten beschouwing gebleven.

⁷ De Europese Commissie stimuleert het gebruik van alternatieve motorbrandstoffen als CNG omwille van de Europese energieveiligheid en klimaatdoelstellingen.

Uit het onderzoek is gebleken dat de busbrand in Wassenaar is ontstaan door een mankement aan het koelsysteem van de motor (zie bijlage B). De brandoorzaak is dus gelegen buiten de CNG-installatie van de bus. Verder werd duidelijk dat deze installatie aan de voorschriften voldeed en tijdens de brand heeft gefunctioneerd zoals die voorschriften beogen. Toch konden zich tijdens de brand grote steekvlammen voordoen. Het onderzoek heeft uitgewezen dat de verklaring daarvoor vooral gelegen is in: hiaten in de technische voorschriften, een passieve opstelling van de betrokken partijen en onvoldoende aandacht voor de risico's die CNG als motorbrandstof voor de omgeving kan hebben. Deze knelpunten zijn in paragraaf 3.1 nader toegelicht. In paragraaf 3.2 is beschreven welke maatregelen de betrokken partijen naar aanleiding van de brand in Wassenaar hebben getroffen. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk (3.3) is aangegeven in hoeverre deze problematiek ook bij andere voertuigtypen speelt.

3.1 Knelpunten

3.1.1 Technische voorschriften CNG-installaties

Voor CNG-installaties van wegvoertuigen bestaan internationale voorschriften, opgenomen in VN/ECE-reglement 110. Ten aanzien van de brandveiligheid zijn de eisen hoofdzakelijk gericht op het beperken van het explosierisico van de tanks. Daarbij moet worden bedacht dat een busbrand zich dermate snel kan ontwikkelen, dat de brandweer niet altijd in de gelegenheid is om uitbreiding tot een volledig ontwikkelde brand te voorkomen. Om een explosie te voorkomen, zijn de brandstoftanks verplicht uitgerust met een temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging, die er bij overschrijding van een kritieke temperatuur voor zorgt dat de inhoud van de tank wordt afgeblazen.

De voorschriften stellen geen nadere eisen aan de richting of de lengte van de steekvlam als de overdrukbeveiliging in werking treedt. Aangezien de normale druk in de CNG-installatie rond de 200 bar ligt, laten de voorschriften in principe toe dat bij oververhitting gas met een zeer hoge snelheid in een gevaarlijke richting uitstroomt. Daar komt bij dat het voorschrift ook bijvoorbeeld niet vereist dat de installatie eventueel vrijkomend gas gecontroleerd tot ontbranding brengt, zoals gebruikelijk is in industriële installaties (bekend als 'affakkelen').

Bij beperking tot het naleven van de voorschriften worden dus twee risico's niet beheerst. Enerzijds het risico op steekvlammen zoals zich bij de brand in Wassenaar manifesteerden. Dergelijke steekvlammen kunnen, afhankelijk van hun richting, een ernstige bedreiging

vormen voor naburige gastanks, de bus of de omgeving.⁸ Anderzijds bestaat het risico op de vorming van een explosieve gaswolk wanneer de overdrukbeveiliging in werking treedt in een (gedeeltelijk) afgesloten ruimte zoals een tunnel, overkapping of stallingsruimte. Om deze risico's te beheersen, is het nodig dat fabrikanten in het ontwerp van de CNG-installatie of de componenten daarvan zelf aanvullende maatregelen treffen. Echter, VN/ECE-reglement 110 bevat evenmin een doelvoorschrift van deze strekking. De Onderzoeksraad merkt op dat de Europese verordening betreffende motorvoertuigen op waterstof wel voorschriften bevat betreffende de oriëntatie van afblaasventielen.⁹ Hetzelfde geldt voor de Amerikaanse zuster norm van VN/ECE-reglement 110.¹⁰

Er hebben zich de afgelopen jaren verscheidene vergelijkbare voorvallen met bussen op CNG voorgedaan (zie bijlage F) die aanleiding hadden kunnen zijn om deze hiaten te constateren en reglement 110 aan te passen. Dat is niet gebeurd. Deze feiten werpen de vraag op of de hiaten in de technische voorschriften een verklaring vinden in de wijze waarop die voorschriften tot stand komen en onderhouden worden.

De inhoudelijke beraadslaging over reglement 110 vindt plaats in een technische subcommissie van het orgaan dat binnen VN/ECE is belast met voertuigregelgeving.¹¹ In deze commissie, die vergadert in Genève, zijn zowel de betreffende industrieën als de lidstaten vertegenwoordigd. Nederland laat zich vertegenwoordigen door de RDW. Uit gesprekken die de Onderzoeksraad voerde met de RDW en het ministerie van Infrastructuur en Milieu bleek, dat informatie over voorvallen zoals de brand in Wassenaar niet op een systematische wijze betrokken wordt in het periodiek overleg over de voorschriften. Of voorvallen aanleiding vormen tot heroverweging van bestaande voorschriften, hangt af van de inbreng van de deelnemers aan de vergaderingen van de subcommissie.¹² Dit verklaart waarom eerdere voorvallen niet tot aanpassing van de voorschriften hebben geleid: voor zover bekend zijn deze in Genève niet besproken.

De RDW heeft de brand in Wassenaar in het eerstvolgend overleg over de voorschriften aan de orde gesteld. De behandeling daarvan loopt nog en het is nog niet duidelijk in hoeverre c.q. welke zin aanpassing van het voorschrift te verwachten is. Niettemin merkt de Onderzoeksraad op dat ook binnen Nederland niet door een systematische gegevensverzameling en –uitwisseling is geborgd dat de RDW kennis neemt van informatie die voor het overleg in Genève relevant is. Er is namelijk geen sprake van een meldingssysteem om de RDW kennis te laten krijgen van potentieel relevante voorvallen. Ook is het zo dat de ongevalsonderzoeken van de politie gericht zijn op de opsporing en

8 Bij het bustype dat betrokken was bij de brand in Wassenaar zijn de dwarsgeplaatste tanks aan weerszijden voorzien van een afblaasventiel: aan de linkerkant is de afblaasrichting horizontaal opzij, aan de rechterkant zijn de ventielen naar beneden (richting de bus) gericht. Bij andere CNG-installaties komt het voor dat (een deel van) de afblaasventielen omhoog is gericht. Ook komt het voor dat bij een deel van de tanks het afblaasventiel gericht is op een of meerdere naburige tanks van dezelfde installatie.

9 Zie EU-verordening nr. 406/2010 van de Commissie van 26 april 2010 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen op waterstof.

10 Zie NFPA 52, *Vehicular Gaseous Fuel Systems Code*.

11 Dit betreft de *Working party on General Safety Provisions* (GRSG). Voertuigregels worden, onder auspiciën van VN/ECE, vastgesteld door het *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations* op grond van de "Overeenkomst betreffende de vaststelling van mondiale technische reglementen voor wielvoertuigen, uitrustingsstukken en onderdelen die kunnen worden aangebracht en/of gebruikt op wielvoertuigen" (Tractatenblad 2007, 216).

12 Overigens geldt hetzelfde voor kennis over technische ontwikkelingen in industrie of wetenschap. Ook deze kennis komt alleen ter sprake wanneer deelnemers die inbrengen.

vervolgving van strafbare feiten, waardoor ze slechts beperkt geschikt zijn voor het trekken van veiligheidslessen over voertuigtechnische aspecten. Bovendien blijft een uitgebreid onderzoek door de politie doorgaans achterwege, als er bij het ongeval geen sprake is van doden en/of zwaar gewonden (wat bijvoorbeeld ook het geval was bij de brand in Wassenaar). Er is overigens ook geen sprake van structureel overleg tussen enerzijds de RDW en anderzijds de politie en brandweer over potentiële verbeterpunten op voertuigtechnisch gebied.

Deelconclusies:

- Het reglement voor wegvoertuigen op CNG brandstof (VN/ECE-reglement 110) is gericht op het voorkomen van een explosie van de CNG tanks, en heeft hiervoor temperatuurgevoelige overdrukbeveiligingen verplicht gesteld. Het reglement voorziet echter niet in voorschriften ten aanzien van de richting en/of lengte van de steekvlammen die bij het activeren van de temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging kunnen ontstaan.
- In de totstandkoming en het beheer van internationale voertuigvoorschriften is niet geborgd dat relevante informatie uit de praktijk, zoals uit ongevallen, systematisch in de overwegingen wordt betrokken.
- In Nederland is er geen sprake van systematische gegevensuitwisseling over relevante praktijkgevallen tussen de partijen die bij het voorval betrokken zijn (OV-autoriteiten, vervoersbedrijven, brandweer en politie) en de partijen die invloed hebben op de inhoud van de voertuigvoorschriften (ministerie en de RDW).

3.1.2 Invulling verantwoordelijkheid door partijen

De Onderzoeksraad constateert dat busfabrikant MAN bij deze bus de technische voorschriften voor de CNG-installatie heeft nageleefd. Aanvullende veiligheidsmaatregelen, onder meer ter beheersing van de hierboven geschetste gevaren van het verbranden van vrijkomend gas, heeft MAN echter niet overwogen. Hetzelfde geldt voor het vervoersbedrijf; ook dat heeft niet overwogen of aanvullende maatregelen nodig waren, in de eigen bedrijfsvoering noch in de eisen die zij stelden aan de busfabrikant als leverancier van het materieel. Ook de concessieverlener heeft zich er niet van vergewist of en hoe het vervoersbedrijf al het redelijkerwijs mogelijke deed om de risico's in kaart te brengen en te beheersen.

De Onderzoeksraad heeft onderzocht of er technische beheersmaatregelen denkbaar waren geweest om het risico op/van steekvlammen te beheersen en kwam tot een aantal mogelijkheden. De Raad beoogt hiermee te illustreren dat er meer mogelijk was dan waarin partijen hadden voorzien. Ten aanzien van de maatregelen ter beheersing van de CNG-gerelateerde risico's zijn in grote lijnen de volgende twee categorieën te onderscheiden: a) maatregelen om tegen te gaan dat een brand in de motorruimte zich tot een volledige brand ontwikkelt, en b) maatregelen om het gevaar dat vrijkomend gas (in de vorm van steekvlammen of een explosie) voor de omgeving kan opleveren, te beperken. Zo had er voor het tegengaan van de branduitbreiding gekozen kunnen worden om de

bussen uit te rusten met bijvoorbeeld blusgaten¹³ (voor het van buitenaf blussen in de motorruimte) of een automatische blusinstallatie in de motorruimte. Het gevaar van de steekvlammen had beperkt kunnen worden door bijvoorbeeld het afblaassysteem zodanig uit te voeren dat de steekvlammen kleiner van afmeting (korter) en/of anders gericht zouden zijn geweest. Het gevaar dat er bij afblazen in een besloten ruimte een explosief mengsel ontstaat, zou bijvoorbeeld kunnen worden beperkt door het afblaassysteem zodanig uit te voeren dat het vrijkomende gas altijd en gecontroleerd wordt afgefakkeld.

In de vorige paragraaf is aangegeven dat dergelijke maatregelen op grond van de huidige voorschriften niet verplicht zijn. Dat neemt uiteraard niet weg dat de betrokken partijen er desondanks wel voor hadden kunnen kiezen om aanvullende maatregelen te treffen. Voor het onbenut blijven ervan ziet de Raad drie verklaringen.

Taakopvatting

Ten eerste speelt de taakopvatting van de concessieverlener (Stadsgewest Haaglanden) en het vervoersbedrijf (Veolia) een rol. De concessieverlener zag het bewaken van de veiligheid van het vervoer niet als zijn verantwoordelijkheid, maar als een verantwoordelijkheid van de vervoerder.¹⁴ De concessieverlener stuurde de vervoerder hier dan ook niet op. De concessieverlener voerde ook geen risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E) voor het busvervoer in zijn concessiegebieden uit. De concessieverlener tekent hierbij aan, dat de voertuigen die de vervoerder inzet, moeten voldoen aan de eerder besproken voorschriften. De concessieverlener ging er vanuit dat die voorschriften een voldoende waarborg voor veiligheid bieden. De concessieverlener verlangde daarom niet van de vervoerder dat deze een afweging maakte over het treffen van aanvullende maatregelen (als blusgaten of een automatische blusinstallatie). De Raad is van oordeel dat de concessieverlener in zijn rol van opdrachtgever wel de verantwoordelijkheid heeft om er op toe te zien dat de vervoerder het beheersen van de risico's voldoende aandacht geeft. Dat geldt temeer als de concessieverlener zich niet beperkt tot strategische vraagstukken rond het openbaar vervoer, maar ook intensief betrokken is bij de tactische besluitvorming (zoals volgens de besturingsfilosofie van Stadsgewest Haaglanden het geval is).¹⁵

Het vervoersbedrijf zag het waarborgen van de veiligheid van het busvervoer wel als zijn taak, maar veronderstelde dat de veiligheid voldoende gewaarborgd was als het materieel voldeed aan de technische voorschriften. De vervoerder bracht de risico's van zijn bedrijfsproces niet systematisch in kaart, en heeft om die reden ook geen aanvullende maatregelen overwogen.

¹³ Bij de OV-bussen van HTM-Buzz die ingezet worden voor de stadsdienst in Den Haag, gaat het eveneens om CNG-bussen van het type MAN Lion's City. Deze bussen zijn wel voorzien van een blusgat in het motorluik.

¹⁴ De concessieverlener stuurt wel op sociale veiligheid.

¹⁵ Nota *Meer en beter openbaar vervoer*, Stadsgewest Haaglanden, 2003.

Evenmin zag het vervoersbedrijf, bij de introductie van bussen op CNG, aanleiding om de chauffeurs te instrueren over de specifieke risico's van de CNG-installatie.¹⁶ Daardoor wist de chauffeur die bij het ongeval in Wassenaar betrokken was vooraf niet dat de brand tot dergelijke steekvlammen kon leiden.

Zoals in hoofdstuk 1 werd gesteld, is de Onderzoeksraad van mening dat veiligheid een gezamenlijke zorg van betrokken partijen (vervoerder en concessieverlener) moet zijn. Bij voorkeur geven zij aan deze gedeelde verantwoordelijkheid invulling door de risico's systematisch in kaart te brengen, en op grond daarvan passende beheersmaatregelen te nemen. Een wettelijke verplichting kan een belangrijke stimulans zijn om dergelijk veiligheidsbeleid te voeren. In dit verband wordt opgemerkt dat de wetgever daarin niet heeft voorzien. Bij het openbaar vervoer per trein is dat wel wettelijk geregeld: de Spoorwegwet stelt dat spoorbedrijven een veiligheidsmanagementsysteem moeten hebben dat waarborgt dat de risico's zo ver als redelijkerwijs mogelijk worden beheerst.¹⁷ Bij het openbaar vervoer per tram en metro gaat binnenkort een vergelijkbare verplichting gelden op grond van de nieuwe Wet Lokaalspoor.

Effect aanbestedingsregels

Behalve de veronderstelling dat naleving van de voertuigvoorschriften de veiligheid afdoende waarborgt, vormen ook de regels die van toepassing zijn op openbare aanbestedingen door de overheid een verklaring voor de wijze waarop het vervoersbedrijf omgaat met veiligheid.

Zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht, wordt de concessie verleend door middel van een openbare aanbesteding. Met het oog op een eerlijk verloop daarvan stellen die regels dat de concessieverlener vooraf de selectiecriteria bepaalt waarop hij de uitgebrachte offertes beoordeelt. Dit impliceert dat vervoerders zich alleen kunnen onderscheiden door meer aan veiligheid te doen dan het wettelijk minimum, wanneer de concessieverlener dit bij de aanbesteding als selectie criterium hanteert. Stadsgewest Haaglanden heeft dat bij de aanbesteding van deze concessie niet gedaan, en heeft dit ook niet overwogen. Het bestek vereist slechts dat de te gebruiken bussen aan de wettelijke voorschriften voldoen.

De Wp2000 verlangt weliswaar dat voorschriften aan de concessie worden verbonden ten aanzien van "het waarborgen van een verantwoorde mate van veiligheid ten behoeve van zowel de reizigers, als het personeel",¹⁸ maar in dit verband wordt onder "veiligheid" alleen de sociale veiligheid bedoeld. Bij de totstandkoming van de wet heeft de Tweede Kamer er op aangedrongen dat een dergelijk voorschrift ook voor de fysieke veiligheid diende te gelden, maar zij heeft zich uiteindelijk neergelegd bij het standpunt van de minister dat de partijen binnen een zo breed mogelijk kader de ruimte moeten krijgen om onderlinge afspraken te maken.¹⁹

¹⁶ Veolia heeft aangegeven inmiddels bezig te zijn met de implementatie van een integrale RI&E in zijn VMS voor het busvervoer, met specifieke aandacht voor CNG-gerelateerde risico's. Verder heeft Veolia ondertussen zijn buschauffeurs nader geïnstrueerd over de specifieke CNG-risico's bij brand.

¹⁷ De Spoorwegwet spreekt in dit verband over 'spoorwegondernemingen' en 'veiligheidsbeheersystemen'.

¹⁸ Wet Personenvervoer 2000, artikel 32, lid 2, onder h.

¹⁹ Handelingen van de Tweede Kamer, vergaderjaar 1999-2000, 4579.

Marktmechanismen

Zoals hierboven uiteengezet is, heeft de busfabrikant gebruik gemaakt van een CNG-installatie die voldoet aan de voorschriften, maar heeft hij zelf geen verdere inventarisatie gemaakt van de mogelijke risico's en daarbij passende beheermaatregelen. Deze houding laat zich deels verklaren uit het feit dat in de markt voor OV-bussen sterk op basis van prijs wordt geconcurrereerd. Dit vormt een negatieve prikkel voor fabrikanten om zich te onderscheiden op veiligheid; de markt vraagt daar immers niet om. Daarmee wordt het niveau van veiligheid van OV-bussen vrijwel geheel bepaald door de kwaliteit van de eisen die de overheid oplegt, tenzij een individuele klant om aanvullende maatregelen vraagt. De Raad heeft dit mechanisme eerder geconstateerd in de bedrijfswagensector, namelijk bij onderzoeken naar tankautobranden en ongevallen met vrachtauto's op snelwegen.²⁰ Daarbij bleek dat ten aanzien van brandstoftanks en onderrijbeveiligingen van vrachtauto's meer gedaan kan worden ter beheersing van de veiligheidsrisico's, maar dat de fabrikanten die mogelijkheden onbenut laten, omdat de markt er niet om vraagt. In de markt voor personenauto's worden door fabrikanten wel meer veiligheidsmaatregelen genomen dan de wet- en regelgeving voorschrijven. Kennelijk is in die markt veiligheid wel een verkoopargument.

Deelconclusies:

- Bij de invoering van de CNG-bussen hebben de betrokken partijen geen risico-inventarisatie en -evaluatie uitgevoerd ten aanzien van CNG-gerelateerde veiligheidsrisico's. Daardoor vond er geen bewuste afweging plaats ten aanzien van potentiële technische en organisatorische beheersmaatregelen. De concessieverlener zag voor zichzelf geen rol weggelegd, en het vervoersbedrijf meende te kunnen volstaan met de inzet van goedgekeurde bussen.
- De aanbestedingsregels belemmeren dat inschrijvende vervoersbedrijven zich onderscheiden door een goede risicobeheersing, tenzij de concessieverlener dit opneemt in het bestek.
- De busfabrikant heeft zich ten aanzien van de veiligheidsmaatregelen beperkt tot opvolging van de internationale voertuigvoorschriften. Veiligheid is geen verkoopargument voor bussen.

3.1.3 Voorbereiding brandweer

De introductie van voertuigen op CNG maakt het noodzakelijk voor de brandweer om kennis te hebben van het gedrag van CNG-installaties bij brand, teneinde de inzet bij een brand hierop te kunnen aanpassen. De brandweer dient vooral goed op de hoogte te zijn van de omstandigheden waaronder het afblazen van de aardgasvoorraad kan plaatsvinden en de richting, grootte en duur van de steekvlammen die daarbij eventueel kunnen optreden, evenals het explosiegevaar.

²⁰ Zie de rapporten *Tankautobranden met gevaarlijke stoffen* en *Vrachtwagenongevallen op snelwegen*, Onderzoeksraad voor Veiligheid (respectievelijk 2006 en 2012).

De brandweerploeg die betrokken was bij de busbrand in Wassenaar was in algemene zin op de hoogte van het gedrag van de CNG-installatie bij een brand. Ze wisten dat de installatie bij een bepaalde temperatuur het aardgas zou afblazen en dat dit kon leiden tot steekvlammen. Ze wisten echter niet in welke fase van de brand afblazen te verwachten viel, in welke richting dat plaats zou vinden, hoelang de steekvlammen zouden zijn en hoe lang het zou duren.

De brandweerploeg handelde bij het bestrijden van de brand op grond van een Regionale Inzet Procedure (RIP). Die instructie kwam erop neer dat de brandweer, zo mogelijk, de CNG-installatie diende te koelen. Toen de brandweer ter plaatse arriveerde was de brand echter al in een te ver gevorderd stadium. Daarom heeft de brandweer de brand gecontroleerd laten uitbranden.²¹ De Onderzoeksraad merkt hierbij op, dat het brandweerkorps Haaglanden bijzonderheden inzake bussen op CNG pas in de inzetprocedure heeft opgenomen toen deze bussen al geruime tijd in gebruik waren. De brandweer heeft aangegeven niet actief betrokken te zijn geweest bij de keuze van het Stadsgebied Haaglanden om in de concessie het gebruik van CNG verplicht te stellen.²²

De inzetprocedure is tot stand gekomen op initiatief van twee lokale brandweerkorpsen (Delft en Rijswijk).²³ Soortgelijke initiatieven zijn er ook binnen andere brandweerkorpsen ontplooid. Inmiddels zijn er in Nederland meerdere inzetprocedures in omloop die op onderdelen verschillen. Van een gecoördineerde aanpak, uniforme procedures en kwaliteitsborging op landelijk niveau is (nog) geen sprake.

Deelconclusies:

- Bij de totstandkoming van de concessie werd brandweerkorps Haaglanden niet geïnformeerd over, of betrokken bij de introductie van bussen op CNG. Als gevolg daarvan is het korps zich pas op de CNG-problematiek gaan prepareren toen de bussen al in gebruik waren genomen.
- Ten tijde van de brand in Wassenaar had het brandweerkorps alleen globale kennis van het potentiële gedrag van een CNG-installatie bij brand. Stipte navolging van de inzetprocedure voor bussen op CNG zoals die tijdens de brand in Wassenaar van kracht was, had kunnen leiden tot explosiegevaar.
- Er bestaat geen systematische kennisuitwisseling tussen brandweerkorpsen in Nederland over de risico's van niet-conventionele motorbrandstoffen.

²¹ Na de brand in Wassenaar heeft het brandweerkorps Haaglanden geconcludeerd dat een CNG-installatie bij brand niet moet worden gekoeld, omdat dit de werking van de temperatuurgestuurde overdrukbeveiliging kan verstoren en daarmee tot een explosie kan leiden. De RIP is dienovereenkomstig gewijzigd.

²² Het onderwerp is destijds (2006/2008) wel aan de orde geweest in de gemeenteraadsvergaderingen van de betrokken gemeenten.

²³ Deze korpsen zijn nu afdelingen van de regionale brandweer Haaglanden.

3.1.4 Omgevingsrisico's bij gebruik van CNG als brandstof

Naast de in de vorige paragrafen genoemde knelpunten wil de Raad ingaan op de wet- en regelgeving voor de beheersing van omgevingsrisico's van motorbrandstoffen en de regels die de veiligheid moeten borgen in gebouwen voor het stallen van voertuigen op CNG.

Wet- en regelgeving

De steekvlammen die zich bij de busbrand in Wassenaar hebben voorgedaan vormden een bedreiging voor de omgeving, ook wel aangeduid met 'externe veiligheid'. Datzelfde geldt voor het eerdergenoemde risico dat zich bij verhitting van een CNG-bus in een min of meer gesloten ruimte een explosieve gaswolk kan vormen.

Ten aanzien van de externe veiligheid van het wegverkeer is uitgebreide wet- en regelgeving van toepassing voor zover het gaat om het vervoer van gevaarlijke stoffen als lading. Volgens de Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs) zijn op dat vervoer de internationale regels van het ADR van toepassing, evenals enkele nationale regels.²⁴ Het ADR classificeert de gevaarlijke stoffen op basis van hun gevaareigenschappen en geeft voor de verschillende klassen specifieke vervoersvoorwaarden en beperkingen.

De Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Rnvgs) bevat het overheidsbeleid²⁵ voor het beperken/beheersen van de omgevingsrisico's voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Daarin is aangegeven welke afwegingen de betreffende overheden ten aanzien van de externe veiligheid moeten maken bij de besluitvorming over enerzijds het verkeer en anderzijds de bebouwing. De voorschriften stellen grenzen aan de risico's waaraan personen in de omgeving van een weg blootgesteld mogen worden. Daarbij wordt voor de kwantificering van het risico gebruik gemaakt van de begrippen 'plaatsgebonden risico' (kans per jaar dat een onbeschermd persoon komt te overlijden) en 'groepsrisico' (kans per jaar per kilometer weg dat een groep van tien personen of meer in één keer slachtoffer wordt). Hoe deze beide risico's bepaald moeten worden is beschreven in de Handleiding Risicoanalyse Transport (HART). In de Rnvgs zijn voor beide risico's richt- en grenswaarden opgenomen. Daarbij worden ten aanzien van de kwetsbaarheid van de omgeving meerdere categorieën onderscheiden; de strengste eisen gelden voor de categorie waarin gebouwen vallen als woningen, scholen, ziekenhuizen, kantoorgebouwen en winkelcentra.

De hiervoor beschreven regelgeving geldt voor het transport van aardgas en andere brandstoffen (als benzine, diesel, LPG) als lading. De voorschriften gelden echter niet voor zover de vervoerde stof bestemd is om te dienen als motorbrandstof voor het voertuig zelf. Voor vloeibare brandstoffen (als diesel en benzine) is dit gebonden aan een maximale hoeveelheid van 1500 liter, maar voor gasvormige brandstoffen (als CNG) is dit niet het geval. Voor de motorbrandstof gelden, ook wat de beheersing van de omgevingsrisico's betreft, alleen de voertuigvoorschriften. Ten aanzien van dat aspect vertonen de voertuigvoorschriften voor CNG echter, zoals het voorval in Wassenaar laat zien, hiaten.

²⁴ ADR staat voor *Accord Européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par route*, het Europees akkoord inzake het internationaal vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg.

²⁵ De Minister van Infrastructuur en Milieu is verantwoordelijk voor de veiligheid van het vervoer van gevaarlijke stoffen en tevens belast met de interdepartementale coördinatie van het externe veiligheidsbeleid.

Hoewel de Raad daar zelf geen nader onderzoek naar heeft gedaan, acht hij het vermoeden gerechtvaardigd dat bussen op CNG (evenals andere bedrijfsvoertuigen op aardgas) in een tunnel in geval van brand aanzienlijke risico's kunnen opleveren. Bij dergelijke voertuigen kan er immers, zoals eerder toegelicht, in het geval van verhitting een grote hoeveelheid gasvormige brandstof vrijkomen. Voor wegtunnels is specifieke wetgeving (tunnelwet)²⁶ van toepassing. Volgens die regelgeving moet voor tunnels boven een zekere lengte de veiligheid worden beoordeeld door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (de zogenaamde QRA-methodiek). Daarbij worden voor een groot aantal potentieel gevaarlijke gebeurtenissen de kansen en risico's berekend. Bij de voorgeschreven beoordelingsmethodiek wordt echter nog niet gekeken naar de specifieke risico's van CNG of andere niet-conventionele motorbrandstoffen (als waterstof). De minister van Infrastructuur en Milieu is begin 2012 door de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen en de Commissie Tunnelveiligheid op deze problematiek gewezen en laat hieromtrent momenteel nader onderzoek doen.

Deelconclusies:

- De regelgeving voor het beperken/beheersen van de omgevingsrisico's die verbonden zijn aan het vervoer van gevaarlijke stoffen, geldt niet voor de in een voertuig aanwezige motorbrandstof. De motorbrandstof kan echter wel dergelijke risico's opleveren.
- Het is niet duidelijk in hoeverre of de specifieke risico's van CNG en andere niet-conventionele motorbrandstoffen voldoende worden meegewogen in de wettelijk voorgeschreven methodiek voor het beoordelen van de veiligheid van wegtunnels. Hieromtrent laat de minister van Infrastructuur en Milieu momenteel nader onderzoek doen.

Stalling van CNG-bussen

Hoewel het stallen van de CNG-bussen niet direct verband houdt met het voorval in Wassenaar, wil de Raad daar toch ook kort aandacht aan besteden. In de besluitvorming over het stallen van de bussen hebben zich namelijk enkele opmerkelijke ontwikkelingen voorgedaan, waarbij naar het oordeel van de Raad dezelfde onderliggende problematiek zichtbaar wordt als bij het voorval in Wassenaar. De handelwijze van de betrokken gemeente (Zoetermeer) illustreert namelijk dat zij bij de introductie van de CNG-bussen in eerste instantie de veiligheidsrisico's die samenhangen met het stallen van deze bussen niet in beeld had.

Een landelijk uniform beleid of een algemeen gedeelde visie ten aanzien van de veiligheidseisen²⁷ waaraan stallingen en garages voor CNG-bussen moeten voldoen ontbreekt. De wet- en regelgeving lijkt niet goed te zijn afgestemd op voertuigen die op een 'nieuwe' brandstof rijden. Bij de introductie van bussen op CNG (in 2008-2009) heeft

²⁶ Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels.

²⁷ Ten aanzien van gebouwen voor het stallen en repareren van voertuigen op CNG is wat de veiligheid betreft publicatie 26 uit de Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 26) van toepassing.

het brandweerkorps Haaglanden de gemeente Zoetermeer geadviseerd ten aanzien van de vergunningverlening voor de garage die het vervoersbedrijf (Veolia) wilde gebruiken voor de stalling van de bussen. De betreffende garage was voorheen bij een andere vervoerder (Connexxion) in gebruik geweest voor de stalling van OV-bussen, maar dat betrof dieselbussen. Het advies van de brandweer kwam er op neer dat de bussen op CNG wel in de garage mochten worden gestald maar dat daartoe aanpassingen aan de garage noodzakelijk waren. Nadat de gevraagde aanpassingen (die onder meer bestonden uit het aanbrengen van gasdetectiesensoren en automatische ventilatieuiken in de dakconstructie) waren aangebracht, werd de gebruiksvergunning door de gemeente Zoetermeer afgegeven en mocht het vervoersbedrijf de bussen in de garage gaan stallen.

Burgemeente Den Haag besloot omstreeks dezelfde tijd, mede naar aanleiding van een rapport door het Expertisecentrum Regelgeving Bouw (ERB), dat vervoersbedrijf HTM zijn bussen op CNG alleen in de open lucht mocht stallen.²⁸ Het ERB-rapport is eind 2011 voor de gemeente Zoetermeer eveneens aanleiding geweest om het stallen van bussen op CNG in een dichte garage niet langer toe te staan.

Opvallend is verder dat in de regio Arnhem-Nijmegen, waar het OV-busvervoer sinds de start van de huidige concessie (eind 2012) ook volledig met bussen op CNG plaatsvindt, de bussen wel binnen mogen worden gestald.

Deelconclusies:

- De twee gemeenten in Stadsgewest Haaglanden waar stallingslocaties voor bussen op CNG gelegen zijn – Den Haag en Zoetermeer – hebben hun eisen voor deze locaties na de introductie van de CNG-bussen ingrijpend bijgesteld.
- Er bestaat tussen lokale overheden geen consensus over de eisen waaraan de locaties voor stalling van CNG-bussen moeten voldoen.

3.2 Getroffen maatregelen naar aanleiding van de brand in Wassenaar

Een deel van de betrokken partijen heeft aangegeven naar aanleiding van de busbrand in Wassenaar acties te hebben ondernomen.

Het *vervoersbedrijf* (Veolia) heeft samen met de *fabrikant* (MAN) onderzoek naar de oorzaak van busbrand verricht. Het bleek te gaan om een mankement aan een component van het koelsysteem van de motor (zie bijlage B). Op grond van de bevindingen heeft de fabrikant al zijn vrachtauto's en bussen met een soortgelijke component aan een controle onderworpen en zo nodig gerepareerd.

²⁸ Expertisecentrum Regelgeving Bouw (2009). *Advies inzake HTM busremise*. Advies in opdracht van de Gemeente Den Haag.

Veolia heeft zijn chauffeurs nader geïnstrueerd over het mogelijke gedrag van de CNG-installatie bij een brand. Het vervoersbedrijf is bezig een Risico Inventarisatie & Evaluatie te ontwikkelen voor de CNG-gerelateerde veiligheidsrisico's. Verder overweegt het vervoersbedrijf alsnog automatische blusinstallaties in de motorruimte van de bussen op CNG te laten installeren.

De RDW heeft zich over de busbrand in Wassenaar een oordeel gevormd aan de hand van de videobeelden op internet en de berichtgeving in de media. Op grond daarvan heeft RDW het voorval voor nadere bespreking ingebracht in de Europese werkgroep die voorschift VN/ECE reglement 110 beheert. Het is nog niet duidelijk of dit tot aanpassing van het reglement zal leiden.

De *brandweer Haaglanden* heeft de inzetprocedure voor het bestrijden van een brand van een bus op CNG herzien. Daarbij is de instructie om zo mogelijk de CNG-installatie te koelen verwijderd.

3.3 Brede context

Het gebruik van CNG als motorbrandstof is niet alleen bij OV-bussen, maar ook bij personenauto's en bedrijfsauto's in opkomst. Volgens statistieken van de RDW (zie Bijlage D), zijn er inmiddels naast de ruim 600 OV-bussen, ook ongeveer 3100 personenauto's en circa 2400 bedrijfswagens (grotendeels bestelauto's) die op CNG rijden. Omdat bij al deze voertuigen de CNG-tanks met temperatuurgestuurde overdrukventielen zijn uitgerust, kan het gesignaleerde veiligheidsprobleem (vrijkomen van het aardgas bij verhitting van de tanks) zich ook bij deze andere typen CNG voertuigen voordoen. Wel kan in dit verband worden geconstateerd dat het volume van de CNG-tanks bij de OV-bussen aanmerkelijk groter is dan bij de personenauto's en bestelauto's. Inmiddels zijn er echter ook vrachtauto's (bijvoorbeeld vuilniswagens) op CNG in gebruik genomen met vergelijkbare tankinhoud als OV-bussen.

4.1 Toedracht

De busbrand in Wassenaar is veroorzaakt door een mankement aan het koelsysteem (dat zich in de motorruimte bevindt en geen deel uit maakt van de CNG-installatie). Nadat de chauffeur de bus tot stilstand had gebracht en de inzittenden de bus hadden verlaten, heeft de brand zich uitgebreid naar het interieur van de bus en is vervolgens uitgegroeid tot een volledig ontwikkelde brand.

Ongeveer 11 tot 14 minuten nadat de buschauffeur de brand had gemeld aan de verkeerscentrale van het vervoersbedrijf, arriveerde de brandweer ter plaatse. Omdat de brand toen al in een gevorderd stadium verkeerde, heeft de brandweer deze gecontroleerd laten uitbranden. Ongeveer één tot vier minuten na het arriveren van de brandweer werd de temperatuur van de CNG-installatie op het dak van de bus zo hoog, dat de temperatuurgevoelige overdrukbeveiliging van diverse tanks in werking trad. Het vrijkomende aardgas vatte vlam en daardoor ontstonden steekvlammen die horizontaal en opzij waren gericht en een lengte van vijftien tot twintig meter hadden. De steekvlammen hielden ruim vier minuten aan. De CNG-installatie voldeed aan de internationale voertuigvoorschriften en heeft gefunctioneerd zoals deze voorschriften beogen.

4.2 Veiligheidsproblemen

Het onderzoek heeft de volgende veiligheidsproblemen aan het licht gebracht:

- De internationale voorschriften inzake CNG-installaties van wegvoertuigen zijn zodanig, dat ze niet uitsluiten dat er bij brand gevaarlijke steekvlammen kunnen optreden en dat er bij verhitting in een gesloten ruimte een explosieve gaswolk kan ontstaan. In het internationale overleg waarin deze voorschriften tot stand komen en onderhouden worden, is niet geborgd dat relevante praktijkkennis, zoals informatie over incidenten, systematisch bij de opstelling en actualisatie van de regels wordt betrokken. Ook op nationaal niveau ontbreekt een adequate structuur voor het ontsluiten van informatie uit ongevallen die relevant kan zijn voor de ontwikkeling/bijstelling van voertuigvoorschriften. Daardoor is niet zeker dat dergelijke informatie ter kennis komt van de RDW, die namens Nederland betrokken is bij de totstandkoming van de internationale voorschriften.
- Bij deze bussen is een aantal mogelijkheden om de CNG-gerelateerde risico's te beheersen niet toegepast. Er had meer gedaan kunnen worden om te voorkomen dat een motorbrand uitgroeit tot een grote brand die een bedreiging voor de CNG-installatie vormt. Ook had er meer gedaan kunnen worden om de risico's te beheersen die bij afblazen van het aardgas kunnen optreden (optreden steekvlammen of vorming explosieve gaswolk). Ten aanzien van de toepassing van deze beheersmaat-

regelen hebben de direct betrokken partijen (busfabrikant, vervoersbedrijf en concessieverlener) geen bewuste afweging gemaakt.

- De buschauffeur die betrokken was bij het voorval in Wassenaar, was – net als zijn collega's – vooraf niet goed geïnstrueerd over het potentiële gedrag van de CNG-installatie bij een brand. Daardoor waren zij niet op de hoogte van de grootte en richting van eventuele steekvlammen.
- Ook de brandweerlieden die ingezet werden bij het voorval in Wassenaar, waren niet goed op de hoogte van het gedrag van een CNG-installatie bij brand. Hun inzetprocedure voor het bestrijden van een brand bij een bus op CNG bevatte bovendien de potentieel gevaarlijke instructie om de CNG-installatie zo mogelijk te koelen. Het brandweerkorps Haaglanden is niet betrokken geweest bij de verlening van de concessie. Als gevolg daarvan is die organisatie zich pas op de introductie van bussen op CNG gaan prepareren, nadat die al in gebruik waren.
- Bij de beoordeling van de omgevingsrisico's van het wegverkeer wordt alleen gekeken naar gevaarlijke stoffen die als 'lading' worden vervoerd. De risico's die de motorbrandstof kan opleveren blijven, ook in het geval van CNG, buiten beschouwing.
- Bij de beoordeling van de veiligheid van tunnels wordt tot nu toe niet meegewogen dat er inmiddels CNG-voertuigen op de weg zijn, met een relatief grote hoeveelheid gasvormige brandstof aan boord die bij verhitting kan vrijkomen. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu laat hieromtrent nader onderzoek doen.
- Ten aanzien van de eisen voor de gebouwen waarin de bussen op CNG worden gestald, was het beleid van de betrokken gemeenten (Zoetermeer en Den Haag) gebaseerd op een risicobeoordeling door de lokale brandweer. In 2011/2012 (d.w.z. ongeveer 3 jaar na de ingebruikname van de CNG-bussen) is dat beleid op grond van aanvullend onderzoek bijgesteld. In de Regio Haaglanden moeten CNG-bussen nu in de openlucht worden gestald. In de regio Arnhem-Nijmegen, waar het openbare busvervoer sinds eind 2012 ook volledig met CNG-bussen plaatsvindt, worden de bussen wel binnen gestald.

4.3 Achterliggende oorzaken

Het ontstaan van de eerder genoemde veiligheidsproblemen is naar het oordeel van de Raad vooral het gevolg van de volgende zaken.

Onvoldoende prikkels voor veiligheidsmanagement door partijen in openbaar busvervoer
Tot de brand in Wassenaar veronderstelden de betrokken partijen dat naleving van de technische voertuigvoorschriften de veiligheid van het busvervoer voldoende waarborgde. Om de veiligheidsrisico's te beheersen die zich voordoen bij brand in een voertuig op CNG, is echter meer nodig dan alleen de voertuigvoorschriften naleven. In de huidige inrichting van het openbaar busvervoer ontbreken echter prikkels die partijen ertoe aanzetten om hun verantwoordelijkheid voor veiligheid goed in te vullen.

- *Concessieverleners* laten na eisen te stellen op het gebied van veiligheid. Zij zijn daartoe ook niet wettelijk verplicht.
- *Vervoersbedrijven* beperken zich ten aanzien de veiligheid tot hetgeen van hen wordt gevraagd door enerzijds de voorschriften en anderzijds hun opdrachtgever (de concessieverlener). Daarbij speelt mee dat zij zich anders bij de aanbesteding van de

concessie uit de markt prijzen. Zij zijn niet wettelijk verplicht tot het toepassen van systematisch veiligheidsmanagement.

- *Busfabrikanten* beperken zich tot naleving van de wettelijke voorschriften, omdat veiligheid in de busmarkt geen verkoopargument is.

Systematische kennisontwikkeling bij brandweer ontbreekt

De Nederlandse brandweer kent geen uniforme inzetprocedure voor brand waarbij voertuigen op CNG betrokken zijn. Korpsen schrijven hun eigen instructies wanneer zij met deze technologie geconfronteerd worden; van systematische kennisontwikkeling is geen sprake. Bovendien wordt de brandweer niet structureel betrokken bij de introductie van nieuwe voertuigtechnologie.

Omgevingsrisico's niet-conventionele brandstoffen niet onderkend

Ook in Nederland verschijnen steeds meer voertuigen op CNG. De betrokken overheden lijken zich niet bewust van de specifieke veiligheidsrisico's die dergelijke voertuigen voor hun omgeving kunnen vormen. Daardoor houden zij zich niet bezig met de systematische beheersing van die risico's. Omdat de wet- en regelgeving voor het vervoer van gevaarlijke stoffen (Wvgs) alleen van toepassing is op gevaarlijke stoffen die als lading worden vervoerd, zijn voor de externe risico's van de motorbrandstof alleen de voertuigvoorschriften van toepassing. Die voorschriften bevatten echter, zoals hierboven is toegelicht, hiaten. In de wet- en regelgeving over tunnelveiligheid wordt geen rekening gehouden met het feit dat er inmiddels voertuigen met een relatief grote hoeveelheid gasvormige motorbrandstof (als CNG en waterstof) rijden. Ook bestaat er geen duidelijke structuur voor de beoordeling van de risico's die kunnen optreden als dergelijke voertuigen zich in een gebouw of onder een overkapping bevinden.

4.4 Eindconclusie

Het geheel overziende komt de Raad tot de volgende eindconclusie:

Bij de totstandkoming van de concessie heeft het Standsgewest Haaglanden om milieuredenen besloten het openbaar busvervoer niet langer met dieselbussen maar met CNG-bussen te laten uitvoeren. Dat besluit bracht met zich mee dat er ook nieuwe veiligheidsrisico's werden geïntroduceerd, niet alleen bij het rijden met de bussen maar ook bij het onderhouden, stallen en tanken. Die consequenties zijn echter bij de besluitvorming niet meegewogen. Ook bij de uitvoering van het besluit hebben de partijen zich volledig verlaten op de voorschriften, zonder af te wegen in hoeverre aanvullende maatregelen nodig zijn voor verantwoorde inzet van de CNG-bussen. Met het naleven van alleen de voertuigvoorschriften worden echter, althans bij de huidige CNG-voertuigen, de omgevingsrisico's onvoldoende beheerst.

De geconstateerde veiligheidsproblematiek is niet uniek voor de CNG-bussen in de Regio Haaglanden. Het vrijkomen van het aardgas bij verhitting van de CNG tanks kan zich in principe bij *alle* huidige CNG-voertuigen voordoen, waarbij de potentiële consequenties het grootst zijn bij voertuigen met relatief grote CNG-tanks (als bussen en vrachtauto's). Vergelijkbare problemen kunnen zich voordoen bij het gebruik van andere alternatieve motorbrandstoffen (zoals waterstof). In algemene zin geldt dat de betrokken partijen en overheden zich bij dergelijke innovaties niet zondermeer op de voertuigvoorschriften mogen verlaten, maar zelf kritisch dienen te beoordelen onder welke voorwaarden c.q. in welke situaties de nieuwe technologie verantwoord kan worden ingezet.

5 AANBEVELINGEN

De Raad komt tot de volgende aanbevelingen:

1. Inventarisatie en analyse omgevingsrisico's bij huidige CNG-bussen

Aan de OV-autoriteiten en vervoersbedrijven met CNG-bussen:

Breng in kaart welke risico's voor de omgeving verbonden zijn aan gebruik, onderhoud en stalling van de CNG-bussen en tref maatregelen om die risico's te beperken.

2. Opstellen en aanscherpen van voertuigvoorschriften

Aan de minister van Infrastructuur en Milieu:

- a. Bevorder zodanige aanscherping van het internationale voertuigvoorschrift voor CNG-systemen (VN-ECE reglement 110), dat de risico's voor de omgeving die zich bij afblazen van het gas voordoen worden beheerst.
- b. Zorg dat de RDW systematisch relevante informatie over ongevallen verzamelt en die kennis inbrengt bij de totstandkoming of aanpassing van de internationale voertuigvoorschriften.

3. Veiligheidsverplichtingen voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven

Aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:

Neem in de Wet personenvervoer 2000 als eis op:

- dat busvervoersbedrijven de risico's van hun bedrijfsvoering systematisch beheersen door middel van een veiligheidsmanagementsysteem;
- dat concessieverleners voor openbaar busvervoer eisen stellen aan de beheersing van de veiligheidsrisico's door het vervoersbedrijf.

4. Ontwikkeling van inzetprocedure voor de brandweer bij voertuigbranden

Aan het Veiligheidsberaad:

Zorg voor centrale ontwikkeling van de inzetprocedure voor het bestrijden van branden bij voertuigen met niet-conventionele brandstof (zoals CNG en waterstof).

Bestuursorganen aan wie een aanbeveling is gericht dienen een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een half jaar na verschijning van deze rapportage aan de betrokken minister kenbaar te maken. Niet-bestuursorganen of personen aan wie een aanbeveling is gericht dienen hun standpunt ten aanzien van de opvolging van de aanbeveling binnen een jaar kenbaar te maken aan de betrokken minister. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de voorzitter van de Onderzoeksraad voor Veiligheid en de minister van Veiligheid en Justitie verstuurd te worden.

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

Onderzoeksaanpak

Voor de reconstructie van het voorval is onder meer gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- DEKRA-rapport (12175682) over het onderzoek naar de brandoorzaak.
- Verslagen over de inzet van de brandweer.
- Een interview met de buschauffeur.

Voor het verkrijgen van achtergrond informatie hebben interviews plaatsgevonden met medewerkers van de volgende organisaties: Stadsgewest Haaglanden, Veolia, RDW, Ministerie Infrastructuur en Milieu en Kennisplatform Verkeer en Vervoer. Daarnaast zijn schriftelijk vragen voorgelegd aan de fabrikant van de bus (MAN).

Ter beantwoording van de onderzoeksvragen is, als onderdeel van het onderzoek van de Raad, een deelonderzoek uitgevoerd door het Expertisecentrum Regelgeving Bouw (ERB). Dit onderzoek richtte zich op de regelgeving voor het reguleren van de inzet van aardgasbussen. Daarnaast is de concepttekst van het eindrapport op verzoek van de Onderzoeksraad van commentaar voorzien door het Adviesbureau De Oude Mol BV.

Bijlage G geeft een overzicht van de geraadpleegde bronnen.

Inzage

Een conceptversie van dit rapport is, conform de Rijkswet OvV, voorgelegd aan de betrokken organisaties en personen met het verzoek het rapport te controleren op fouten, omissies en onjuistheden en het eventueel te voorzien van commentaar. Het rapport is voorgelegd aan respectievelijk: Stadsgewest Haaglanden, Veolia, MAN Truck en Bus B.V., het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, de Inspectie Leefomgeving en Transport, de RDW en het Kennisplatform Verkeer en Vervoer.

Alle benaderde partijen hebben gereageerd. De reacties zijn te verdelen in de volgende twee categorieën:

- Correcties van feitelijke onjuistheden, aanvullingen op detailniveau en redactioneel commentaar, heeft de Raad (althans voor zover relevant) overgenomen. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.
- De reacties die niet zijn overgenomen, heeft de Raad voorzien van een weerwoord. Deze reacties zijn opgenomen in een tabel die te vinden is op de website van de Raad (www.onderzoeksraad.nl). In de tabel is naast de reacties zelf ook aangegeven: op welke paragraaf de reactie betrekking heeft, van welke partij deze afkomstig is en wat het weerwoord van de Raad op de reactie is. In de tabel zijn de reacties 'naar partij' gerangschikt.

Projectorganisatie

Namens de Raad is voor dit onderzoek mw. prof. dr. P.L. Meurs opgetreden als portefeuillehouder. Het onderzoek is, onder verantwoordelijkheid van onderzoeksmanager mr. H. van Duijn, uitgevoerd door het projectteam, dat als volgt was samengesteld:

drs. H.J.A. Zieverink	projectleider
W. Boutkan	onderzoeker
R.J.H. Damstra	onderzoeker
ir. M.J. Schuurman	onderzoeker
ing. A. Sloetjes	onderzoeker
dr. N. Smit	adviseur onderzoek
ir. A.B.M. van Overbeek	onderzoeker

VOORVAL, BRANDBESTRIJDING EN CNG-INSTALLATIE

De brand heeft zich voorgedaan bij een bus op CNG (nr. 6745) van Veolia, terwijl dat voertuig werd ingezet voor het openbaar busvervoer in de regio Haaglanden (lijn 43 richting Den Haag). Het betrof een CNG-uitvoering van het type MAN Lion's City.



Figuur 1: MAN Lion's City bus op CNG (met op het dak de CNG-installatie)

Toen de bus kort voor elf uur (na zijn vertrek van de halte De Kieviet op de Stoeplaan) in Wassenaar reed, rook de chauffeur ter hoogte van de Groen van Prinsterenlaan een brandlucht. Bij raadpleging van het dashboard zag hij geen waarschuwingssignalen: de motortemperatuur was niet verhoogd en de boordcomputer toonde geen bijzondere meldingen. Ook de vijf passagiers die in de bus aanwezig waren maakten geen melding (aan de chauffeur) van een brandlucht of iets dergelijks. Toen de chauffeur in de linker buitenspiegel keek, zag hij echter grijze rook (nevel) bij de linkerachterhoek van de bus toen hij net de Wittenburgerweg was opgedraaid. De chauffeur besloot de bus zo snel mogelijk op een daartoe geschikte plaats tot stilstand te brengen. Die mogelijkheid deed zich voor bij een ongeveer 600 meter verderop gelegen bushalte (halte Beukenhorstlaan op de Wittenburgerweg) (zie figuur 2).

Na de bus daar tot stilstand te hebben gebracht, is de chauffeur via de achterdeur uitgestapt en naar de achterkant van de bus gelopen. Daar aangekomen zag hij rookontwikkeling rond het motorluik (dat zich aan de achterzijde van de bus bevindt). Vervolgens heeft hij de passagiers gesommeerd de bus te verlaten en een veilig heenkomen te zoeken.

Nadat de passagiers de bus hadden verlaten, heeft de chauffeur via de mobilfoon contact opgenomen met de meldcentrale van Veolia en de brand gemeld. Het was toen ongeveer 10:50 uur. De meldcentrale van Veolia heeft op zijn beurt (omstreeks 10:53 uur) contact opgenomen met de Regionale Alarm Centrale (RAC).

Nadat de chauffeur de brand had gemeld heeft hij een brandblusser uit de bus gepakt en is daarmee naar de achterzijde van de bus gelopen. De rookontwikkeling was ondertussen heviger geworden en donkerder van kleur. Terwijl hij de situatie in ogenschouw nam, hoorde hij uit de motorruimte het geluid van een 'ontploffing' en vervolgens zag hij dat er onder het rechterdeel van de motorruimte vloeistof op het wegdek lekte.²⁹ Hij besloot, met het oog op zijn eigen veiligheid, het motorluik niet meer te openen voor een bluspoging.³⁰ Daarna is de chauffeur naar de voorzijde van de bus gelopen, heeft zijn persoonlijke spullen uit de bus gehaald en heeft zich vervolgens op circa vijftig meter van de voorzijde van de bus opgesteld. Op deze positie had hij geen last van de rook, aangezien de wind vanaf de voorzijde van de bus kwam.



Figuur 2: Route van de bus op CNG (blauwe lijn) in Wassenaar. Positie 1: chauffeur merkt een brandlucht op. Positie 2: grijze rook waarneembaar in de spiegel. Positie 3: bus wordt aan de kant gezet bij de halte Beukenhorstlaan (Wittenburgerweg).

Naar aanleiding van de melding aan de RAC werd een surveillanceauto van de politie naar de ongevallocatie gestuurd. Toen dat voertuig de ongevallocatie naderde, zag de bemanning al hevige rookontwikkeling. Bij aankomst (om 10.53:48 uur) hebben de surveillanten aan de RAC gemeld dat er rook uit de motorruimte van de bus kwam. Direct erna (om 10.53:52 uur) deden zij het verzoek om respectievelijk de brandweer en politieassistentie ter plaatse te laten komen.

²⁹ Achteraf bleek dat een in het rechterdeel van de motorruimte gemonteerd kunststof vloeistofreservoir door de brand gesmolten is. Dat reservoir was gevuld met 20 liter motorolie.

³⁰ In dit verband is relevant dat deze bussen niet zijn uitgerust met een blusgat in het motorluik.

Vervolgens heeft de RAC (om 10.54:18 uur) aan de brandweer opdracht gegeven uit te rukken. In reactie daarop werd vanuit twee kazernes (Wassenaar en Leidschendam-Voorburg) uitgerukt. De tankautospuiter van Leidschendam-Voorburg reed om 10.56:26 de poort uit en die van Wassenaar (vrijwel gelijktijdig) om 10.56:43 uur. Bij de alarmering werd op de alarmontvanger aangegeven dat het ging om een bus die in brand stond op de Teylingerhorstlaan; op de Mobile Data Terminal (MDT) in de brandweervoertuigen werd echter abusievelijk aangegeven dat het om de Beukenhorstlaan ging. De bemanning van de tankautospuiter van Wassenaar kwam tot de conclusie dat het vrijwel zeker om 'de Wittenburgerweg ter hoogte van de Beukenhorstlaan' ging. De RAC gaf tevens door dat het een bus op CNG betrof en die informatie was ook op het MDT zichtbaar. Tussen 11.01:44 en 11.04:46 uur arriveerden de brandweertuigen op locatie.³¹ De bevelvoerder van de tankautospuiter uit Leidschendam-Voorburg (die als eerste ter plaatse kwam) nam de leiding. Na onderling overleg tussen beide bevelvoerders, werd besloten afstand te houden en te volstaan met het creëren van een waterscherm om de omgeving te beschermen. Terwijl de brandweer daarmee bezig was, werd de Wittenburgerweg door de politie voor alle verkeer afgesloten. Door één van de tankautosputters werd een waterscherm gecreëerd.³² Dat kon al na enkele minuten worden beëindigd vanwege de afname van de intensiteit van de steekvlammen.

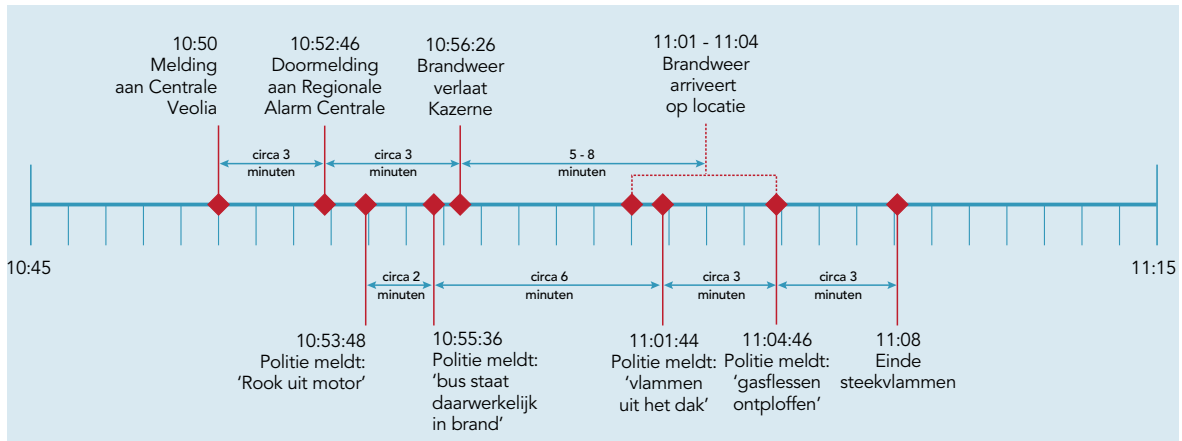
Ten aanzien van de ontwikkeling van de brand kan het volgende worden opgemerkt:

- De ter plaatse aanwezige politiemensen hebben om 10.53:48 uur gemeld dat de bus daadwerkelijk in de brand stond.
- Ongeveer acht minuten later (11.01:44 uur) meldde de politie dat er hevige brandontwikkeling was in de bus en de vlammen tot boven het dak van de bus kwamen.
- Ongeveer drie minuten later (11.04:46 uur) meldde de politie aan de Regionale Alarm Centrale (RAC) dat er gasflessen waren 'ontploft'. Vanaf dat moment kwamen er aan de linkerkant van de bus horizontale steekvlammen uit de aardgasinstallatie op het dak. De lengte daarvan varieerde; de maximale lengte bedroeg 15 tot 20 meter.
- De periode waarin de steekvlammen optraden duurde ongeveer vier minuten.
- De bus brandde volledig uit. Om 11.41:00 uur werd het sein brand meester gegeven.

Voor een chronologisch overzicht van de gebeurtenissen en het brandverloop zie figuur 3 en voor enkele foto's van het brandverloop zie figuur 4.

³¹ Het tijdstip van aankomst is niet precies bekend omdat de bemanning van beide brandweertuigen de aankomst niet heeft vastgelegd (bijvoorbeeld door de 'aankomst toets' op het MDT te activeren).

³² De bemanning van de andere tankautospuiter kwam niet toe aan ondersteuning van het waterscherm, omdat – vanwege een mechanisch defect aan de aanvoerpomp – slangen uitgelegd moesten worden naar een verderop gelegen brandkraan.



Figuur 3: Tijdlijn van het verloop van de brand en de hulpverlening.

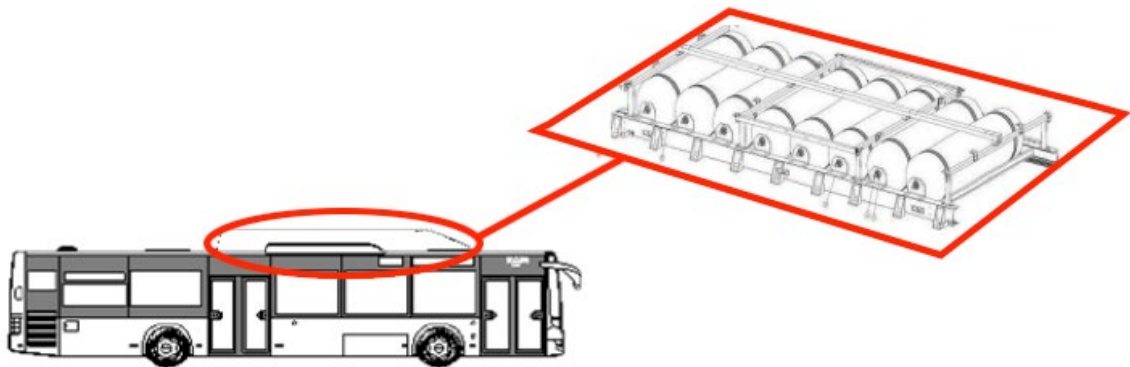
De CNG-installatie

Bij de MAN bussen op CNG van het type Lion's City is op het dak een CNG-installatie geïnstalleerd. Deze installatie, die MAN niet zelf fabriceert maar van een toeleveringsbedrijf (Raufoss) betreft, bestaat in grote lijnen uit een aluminium rek/frame met acht – in dwarsrichting en naast elkaar geplaatste – gastanks (zie figuur 5). In die tanks wordt het aardgas onder een druk van 200 bar opgeslagen. De totale inhoud van de acht tanks bedraagt circa 1700 liter, wat er – in combinatie met de druk van 200 bar – op neerkomt dat de totale hoeveelheid aardgas ongeveer 350 kubieke meter (bij atmosferische druk) kan bedragen.

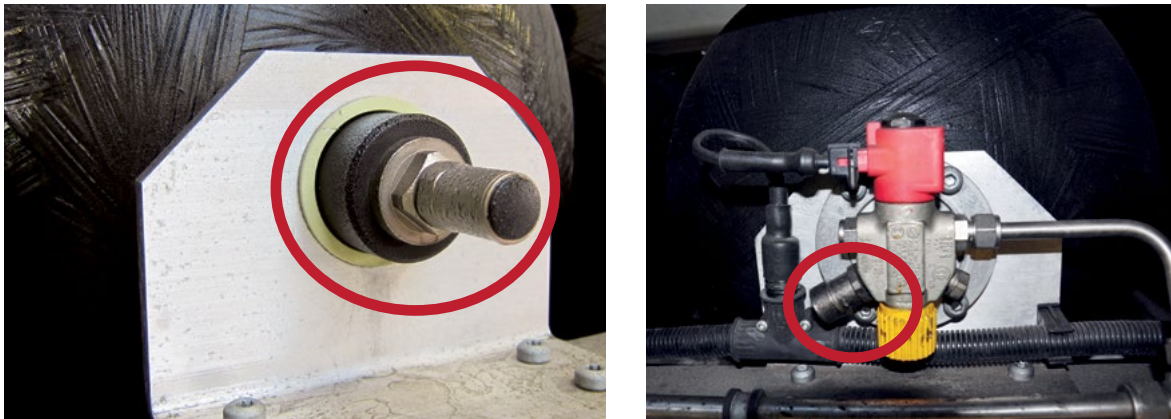
Bij dit bustype zijn de gastanks gemaakt van kunststof met een omwikkeling van koolstofglasfiber. Bij dergelijke tanks (Type 4) geldt, dat de tankwand bij opwarming vanaf een zekere temperatuur zijn sterkte begint te verliezen. Bij verhitting kan tevens (als gevolg van expansie van het aardgas) de druk in de tanks toenemen. Daarom wordt elke afzonderlijke gastank (wettelijk verplicht) aan beide zijden uitgevoerd met een temperatuurgevoelig afblaasventiel (de zgn. Pressure Relief Device of PRD), die tot doel hebben bij verhitting het gas te laten ontsnappen, voordat er explosie kan optreden. De afblaasventielen treden in werking als ze een temperatuur van 110° Celsius (+/- 10° Celsius) bereiken, waarna het aanwezige gas uit de gastank ontsnapt. Het afblaasventiel aan de linkerzijde van de gastanks is in horizontale richting geplaatst (zie figuur 6 links). Het afblaasventiel aan de rechterzijde van de tanks is onderdeel van een unit waarin zich ook een magnetische en een handbediende afsluiter bevinden, alsmede de toe-/afvoerleiding. Bij die units is het afblaasventiel (zie figuur 6 rechts) in een hoek van 45 graden schuin naar beneden (dus naar het dak van de bus) gericht.



Figuur 4: Enkele foto's van het verloop van de brand en de uitgebrande bus. (Bron bovenste drie foto's: Christiaan Dekkers, YouTube.com. Bron onderste foto: Rene Hendriks, Regio15.nl)



Figuur 5: Positie van de aardgastanks op het dak van de MAN Lion's City bus op CNG



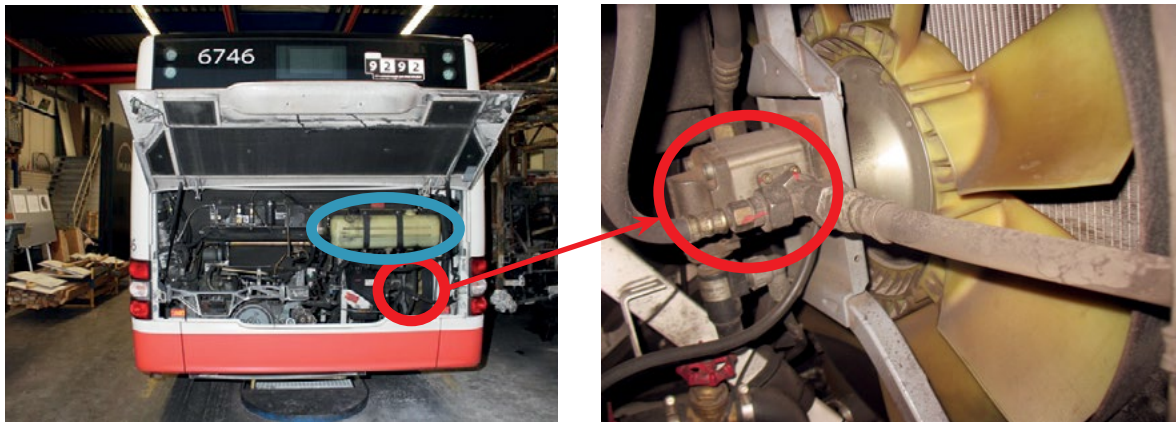
Figuur 6: De linker foto toont (rood omcirkeld) het temperatuurgevoelige afblaasventiel aan de linker zijde van de gastanks (met horizontale afblaasrichting). De rechter foto toont de gecombineerde unit aan de rechterzijde van de tanks, met (rood omkaderd) het afblaasventiel met uitstroomrichting onder een hoek van 45 graden naar beneden.

De oorzaak van de brand

In opdracht van Veolia hebben onderzoekers van Dekra, in samenwerking met medewerkers van de busfabrikant (MAN), een onderzoek ingesteld naar de oorzaak van de busbrand. Daarbij is ook, zij het beperkt, aandacht besteed aan de CNG-installatie op het dak. De conclusies van dat onderzoek kunnen als volgt worden samengevat:

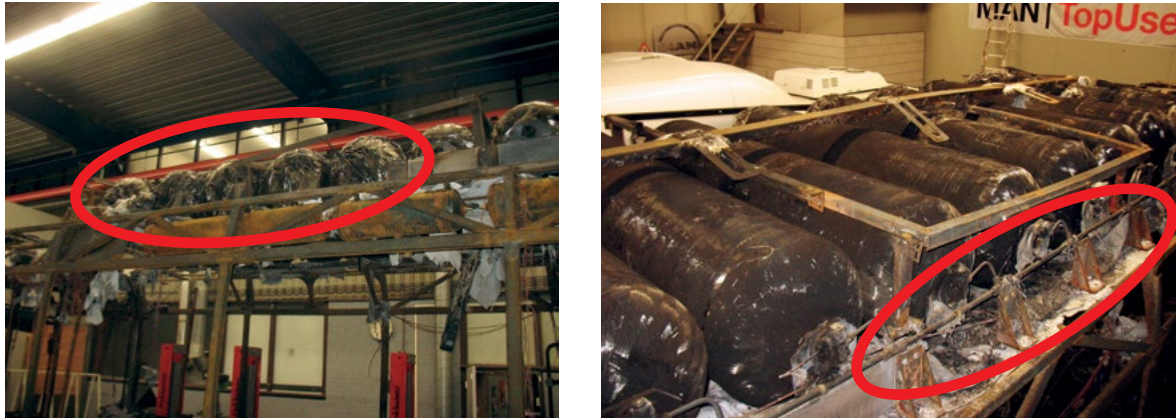
- De brand is vrijwel zeker veroorzaakt door olie lekkage uit het hydraulische aandrijfsysteem van de koelventilator in de motorruimte. Omdat de vrijgekomen olie onder druk stond, kon er een olienevel ontstaan die door warme motoronderdelen tot ontbranding is gekomen.
- In de motorruimte bevindt zich een kunststof tank met motorolie (circa 20 liter) en een kleinere kunststof tank met hydraulische olie. Deze reservoirs zijn door de brand gesmolten en vervolgens heeft de vrijkomende olie uit beide reservoirs de brand gevoed, waardoor deze zich kon uitbreiden en vanuit het motorcompartiment door kon slaan naar het passagiersdeel van de bus.

- Nadat de brand zich had uitgebreid naar het interieur van de bus, werden de gastanks op het dak aangestraald met warmte. Bovendien zijn de ramen van de bus door de hitte gesprongen, waardoor het vuur zich ook buitenom verspreidde.



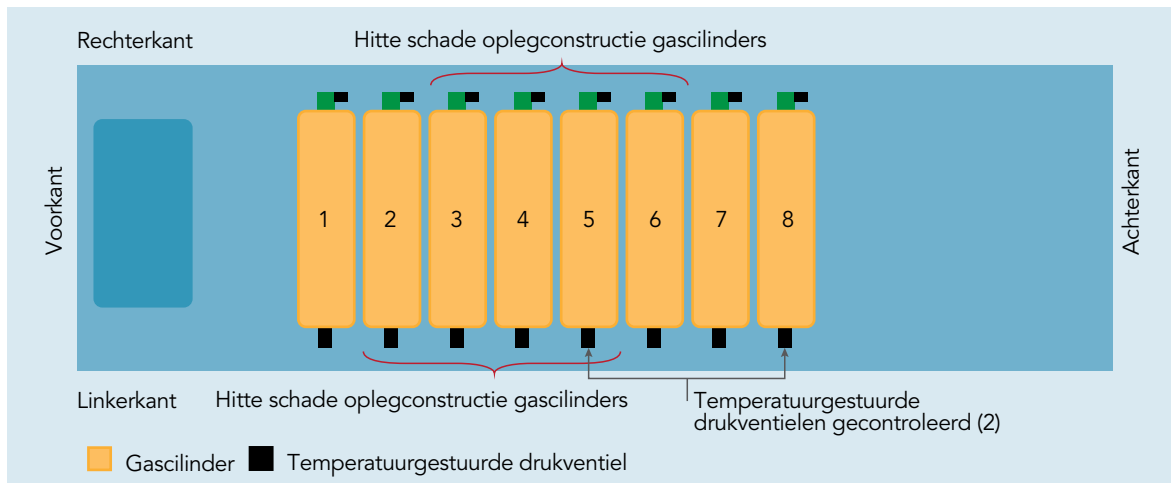
Figuur 7: MAN bus op CNG met geopend motorluik. De positie van de hydraulische aandrijving van de koelventilator is rood omkaderd, het erboven geplaatste kunststof oliereservoir blauw.

In het kader van het onderzoek naar de oorzaak van de brand zijn ook foto's gemaakt van CNG-installatie. Op die foto's is te zien dat geen van de aardgastanks is geëxplodeerd, en dat aan weerszijden van de bus een deel van het aluminium frame (waarmee de brandstoftanks zijn bevestigd) door de brand is weggesmolten (zie figuur 8).



Figuur 8: Deze twee foto's tonen de brandschade aan het metalen frame. De plaatsen waar het aluminium frame is weggesmolten is rood omkaderd.

Bij het onderzoek zijn twee temperatuurgevoelige afblaasventielen voor nadere inspectie gedemonteerd. Het betrof de linker ventielen van respectievelijk de vijfde en de achtste brandstoftank (gerekend vanaf de voorzijde van de bus). Beide ventielen bleken te zijn geactiveerd. Naar de overige ventielen is geen nader onderzoek gedaan. Op grond van het feit dat geen van de aardgastanks is geëxplodeerd, kan worden geconstateerd dat de afblaasventielen hun taak hebben vervuld.

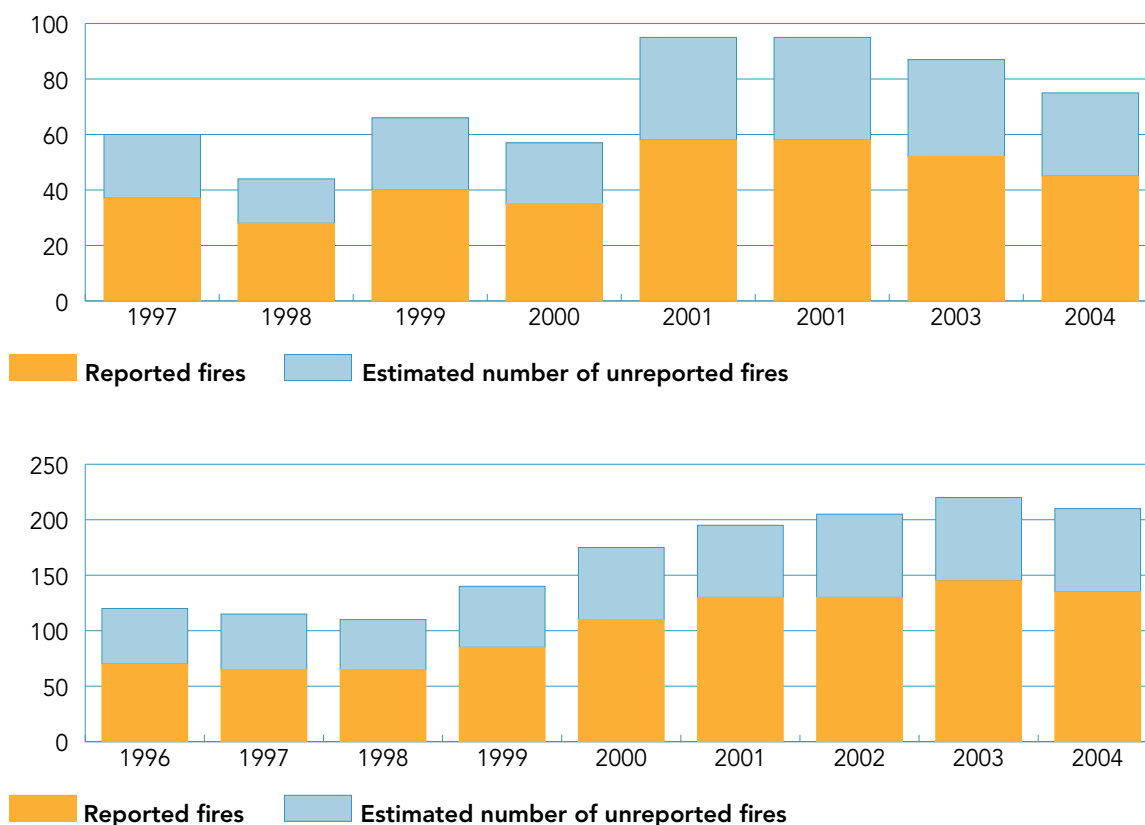


Figuur 9: Overzicht van de hiteschade aan de oplegconstructie.

AANTAL BUSBRANDEN

Het CBS heeft geen specifieke informatie over het aantal branden in bussen in Nederland.

Er is wel informatie beschikbaar over het aantal busbranden dat zich in Noorwegen en Zweden heeft voorgedaan in de periode 1996-2004 (zie onderstaande grafieken). In de betreffende periode reden er in Noorwegen ongeveer 8.500 en in Zweden ongeveer 14.500 bussen (bron: Fire safety in buses, SP, 2006). Op basis van deze gegevens bedroeg in de bewuste periode de kans dat een OV-bus in brand raakte in Noorwegen en Zweden ongeveer 0,6% tot 0,7% per jaar als uitgegaan wordt van de geregistreerde aantallen c.q. 0,9% tot 1,1% per jaar als ook rekening wordt gehouden met de verwachte onderregistratie.



Figuur 1: Aantal busbranden in Noorwegen (boven) en Zweden (onder) in de periode 1996-2004
(bron: Fire safety in buses, SP, 2006)

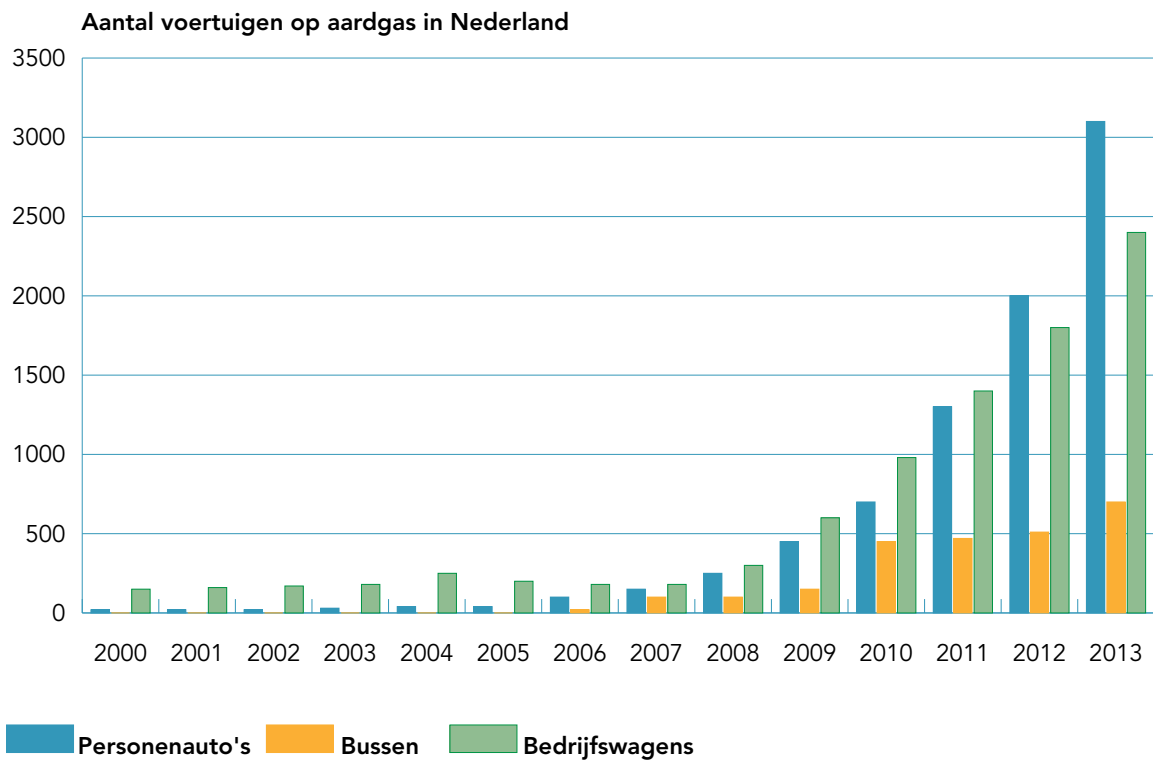
Om inzicht te krijgen in de Nederlandse situatie heeft de Onderzoeksraad aan alle (13) vervoersbedrijven die in ons land actief zijn in de OV-sector gevraagd om voor de periode 2008-2012 op te geven hoeveel bussen ingezet werden en hoe vaak zich bij die bussen een brand heeft voorgedaan. De verkregen informatie is onderstaand samengevat:

- Het totale aantal operationele OV-bussen in Nederland bedroeg in 2012 ruim 5.100 en dat aantal was in de periode 2008-2012 ongeveer constant.
- Van een groot deel van de totale vloot is informatie ontvangen over het aantal busbranden in de periode 2008-2012. De omvang van het bewuste deel, dat zowel uit stads- als streekbussen bestond, bedroeg in de betreffende periode 4473 bussen (wat neerkomt op ruim 87% van de gehele vloot) en het aantal branden bedroeg gemiddeld 16,8 per jaar.
- Een en ander betekent dat er in Nederland jaarlijks bij ongeveer 0,4% van de OV-bussen sprake is van een brand. Dat komt, omgeslagen op de totale vloot, neer op gemiddeld ruim 18 busbranden per jaar. Op grond van een ruwe schatting lijkt het vermoeden gerechtvaardigd dat ongeveer 1/3 van de branden (oftewel ongeveer zes branden per jaar) uitgroeien tot een grote brand.

AANTAL BUSSEN OP CNG

Nederland

De toepassing van aardgas als brandstof voor bussen is de laatste jaren sterk in opmars. In Nederland kwam deze ontwikkeling relatief laat op gang, wat mogelijk te wijten is aan de eerdere toepassing van LPG. In het openbaar vervoer werd in de jaren tachtig en negentig geëxperimenteerd met het gebruik van LPG als brandstof. De ervaringen hiermee waren niet positief, hetgeen deels te wijten was aan het gebruik van aangepaste dieselmotoren die bij langdurig LPG-gebruik problemen gaven. Daarnaast heeft de toepassing van LPG als brandstof voor personenauto's een lange traditie in Nederland, waardoor de interesse in aardgas, en daarmee de kans op een economisch succesvolle toepassing, eveneens beperkt was. Een en ander had ook tot gevolg dat niet of nauwelijks werd geïnvesteerd in de voor het gebruik van aardgas noodzakelijke voorzieningen.³³



Figuur 1: Aantal aardgasvoertuigen in Nederland (Bron: RDW)

³³ Bron: "Lucht voor schone bussen", Kennisplatform Verkeer en Vervoer, november 2009.

Zoals uit bovenstaande grafiek blijkt, is de toepassing van CNG als motorbrandstof (afgezien van enkele pilotprojecten) in ons land omstreeks 2005 op gang gekomen. Verder is te zien dat inmiddels (begin 2013) het aantal CNG-personenauto's ongeveer 3100 bedraagt, het aantal CNG-bedrijfswagens (voornamelijk bestelauto's) ongeveer 2400 bedraagt en het aantal bussen op CNG ruim 600 bedraagt.

Hierbij kan worden aangetekend dat het overgrote deel van de bussen op CNG (ruim 550) van dezelfde busfabrikant (MAN) afkomstig is als de bus die bij het voorval in Wassenaar betrokken was. Verder kan worden opgemerkt dat het huidige aantal bussen op CNG (ruim 600) over acht concessies is verdeeld en dat daarbij zeven concessieverleners en eveneens zeven vervoersbedrijven zijn betrokken.

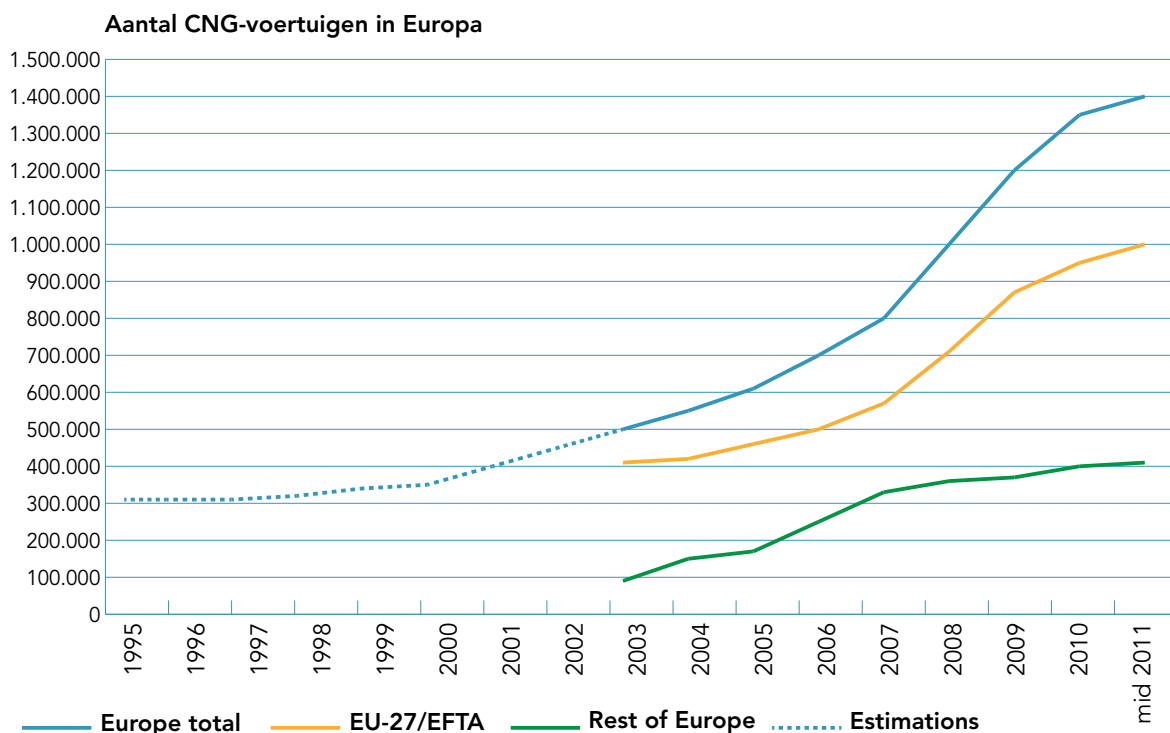
Buitenland algemeen

In een aantal andere landen, zoals Italië, Brazilië, Argentinië en de Verenigde Staten, is de ontwikkeling van aardgasmotoren aanzienlijk verder gevorderd. Zowel grotewegvoertuigen (bussen, vrachtauto's) als personenauto's met een aardgasaandrijving behoren in deze landen tot het normale beeld; ook aardgastankstations zijn daar wijd verbreid. De toepassing van aardgas is juist vanuit deze landen verspreid over Europa. Ook voor bussen zijn inmiddels speciale aardgasmotoren ontwikkeld die gevrijwaard zijn van de negatieve effecten die met het gebruik van LPG in aangepaste dieselmotoren optraden.³⁴

³⁴ Bron: "Lucht voor schone bussen", Kennisplatform Verkeer en Vervoer, november 2009.

Europa

Onderstaande grafiek toont het aantal CNG-voertuigen in Europa.



Figuur 2: Aantal aardgasvoertuigen in Europa (Bron: An overview of global NGV developments, Manuel Lage, NGV Global, januari 2012)

Met betrekking tot het gebruik van CNG als brandstof voor bussen in Europa, valt het volgende te constateren:³⁵

- In Europa rijden in totaal ongeveer 156.800 bussen op CNG.
- Het overgrote deel daarvan rijdt in Oost-Europese landen (als Rusland, Oekraïne, Georgië, Armenië en Turkije).
- In Italië, Frankrijk, Duitsland, Spanje, Zweden, Griekenland, Portugal en Nederland rijden (met name in steden) minimaal 9.000 bussen op CNG.

³⁵ Bron: An overview of global NGV developments, Manuel Lage, NGV Global, januari 2012.

BRANDEN VAN BUSSEN OP CNG

In ons land heeft zich voorafgaande aan de brand in Wassenaar, althans voor zover de Raad heeft kunnen nagaan, niet eerder een brand met een bus op CNG voorgedaan. Wel deed zich tijdens het onderzoek een tweede brand voor en die is onderstaand kort beschreven. Verder is een inventarisatie gemaakt van de buitenlandse branden met bussen op CNG waarover via internet informatie is te achterhalen.

Brand met bus op CNG op 12 april 2013 bij Vlaardingen

Op 12 april 2013 is brand ontstaan in een CNG-bus van Veolia. De bus, die van hetzelfde type was als de bus die in Wassenaar uitbrandde (MAN Lion's City CNG), was met ongeveer 15 passagiers via de snelweg (A20) onderweg van Maasland naar Vlaardingen. Toen de chauffeur, na de snelweg te zijn opgereden, vol gas gaf, klonk een harde knal uit de motorruimte en sloeg de motor af. De chauffeur bracht de bus op de vluchtstrook tot stilstand en maakte daarvan melding aan de verkeersleiding van Veolia.

Vervolgens constateerden passagiers dat er rook kwam uit de luchtinlaat van de motor, die zich linksachter in de dakconstructie van de bus bevindt. De chauffeur heeft daarna de ongeveer 15 passagiers naar buiten geleid, de elektrische installatie van de bus volledig uitgeschakeld en de hoofdkraan van de CNG-installatie dichtgedraaid. Vervolgens informeerde hij de verkeersleiding van Veolia, die op zijn beurt de hulpdiensten alarmeerde. Met het oog op de locatie van de brand (bovenin de linkerachterhoek van de bus) en het voorbijrijdende verkeer, heeft de chauffeur geen poging gedaan om de brand te blussen.

Van de hulpdiensten was de politie als eerste ter plaatse. De chauffeur kon de politie ervan overtuigen dat de snelweg (A20) in beide richtingen diende te worden afgesloten in verband met eventuele steekvlammen. De brandweer, die met eenheden van meerdere korpsen ter plaatse kwam, heeft de brand geblust voordat deze zich tot een volledig ontwikkelde brand kon uitbreiden. Daardoor is de brand beperkt gebleven tot het luchtinlaatsysteem van de motor en het achterste gedeelte van het interieur van de bus.



Figuur 1: Deze foto toont de CNG-bus op de A20 terwijl de brandweer bezig is de brand te blussen. (Bron: Omroepwest.nl)



Figuur 2: De brandschade aan het luchtinlaatsysteem (na verwijdering van het afdekrooster).



Figuur 3: De brandschade in het interieur van de bus.

De brand is waarschijnlijk veroorzaakt door een zogenaamde backfire, waarbij sprake is van een explosie in het luchtinlaatsysteem van de motor. Veolia heeft aangegeven dat dit fenomeen zich al vaker heeft voorgedaan bij de bussen van dit type die bij Veolia in gebruik zijn. Op de dag van het voorval waren er in de loop van de ochtend technische motorproblemen bij de bewuste bus, waardoor deze niet sneller dan 20 km/uur kon rijden. Na reparatiewerkzaamheden door monteurs, uitgevoerd op een halte nabij Zanddijk, kon weer normaal met de bus worden gereden. Later op de dag deden zich echter opnieuw motorproblemen voor en in verband daarmee is de bus uit dienst genomen en overgebracht naar de garage aan de Telexstraat in Den Haag. Nadat de bus daar werd onderzocht, gerepareerd en getest, is het voertuig rond half vijf 's middags weer in dienst genomen. De brand deed zich omstreeks zeven uur 's avonds voor.

Uit het technische onderzoek dat na de brand werd uitgevoerd door medewerkers van het vervoersbedrijf en de busfabrikant bleek, dat de brand is opgetreden in het luchtinlaatsysteem van de motor en waarschijnlijk is veroorzaakt doordat bij een van de cilinders de inlaatklep defect was. Uit het onderzoek kwam verder naar voren dat er bij enkele andere bussen van hetzelfde type eveneens – zij het in mindere mate - sprake was van overmatige slijtage bij de bewuste inlaatklep.

Ten aanzien van deze brand en de overeenkomsten/verschillen met de brand in Wassenaar, valt verder het volgende op te merken:

- Voor beide branden geldt dat ze zijn begonnen in de motorruimte en dat de directe oorzaak gevormd werd door een technisch mankement. De aard van het mankement was echter wel verschillend: in het ene geval (Wassenaar) ging het om een oliekkage aan het koelsysteem, in het andere (A20) om een defecte inlaatklep.

- Bij de brand in Wassenaar was er eerst sprake van 'open vuur' in de motorruimte, dat na enige tijd is doorgeslagen naar het interieur van de bus. Bij de brand op de A20 ging het in eerste instantie om een inwendige brand, die zich via het luchtinlaatsysteem uit de motor naar het luchtfilter (in de dakconstructie) heeft verplaatst. Ook bij de brand op de A20 is de brand op zeker moment doorgeslagen naar het interieur van de bus.

Buitenlandse branden van bussen op CNG

Op internet is informatie gevonden over acht branden met bussen op CNG. Hieronder staan foto's van drie branden waarbij de afblaasventielen zijn geactiveerd.



Figuur 4: Bus op CNG in brand in Jesi in Italië. (Bron: Youreporter.it)



Figuur 5: CNG bus in brand van het bedrijf ATAC in Italië. (Bron: YouTube.com)



Figuur 6: Brand in bus op CNG in de VS (Bron: *Fundamentals and practise of CNG safety, Hien Ly, 2010*)

Ook in Montbéliard, Nancy en Bordeaux in Frankrijk zijn bussen op CNG uitgebrand. Naar aanleiding van de eerste twee voorvallen heeft het Franse Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre een onderzoek uitgevoerd. Bij de branden in Montbéliard en Bordeaux explodeerde een gastank.

Op 3 september 2010 heeft in Rome een brand gewoed op een busremise. Daarbij zijn 24 bussen op CNG van het bedrijf ATAC uitgebrand. In mei 2003 zijn in Saarbrücken (D) twee bussen op CNG die geparkeerd stonden in een busremise uitgebrand. Bij deze brand is een aardgastank geëxplodeerd. Navraag leerde dat naar dit ongeval onderzoek is gedaan door TÜV-Saarland.



Figuur 7: Bussen op CNG in brand in Saarbrücken (Bron: *Fundamentals and practise of CNG safety, Hien Ly, 2010*)

GERAADPLEEGDE BRONNEN

Aanbestedingswet 2012. Wet van 1 november 2012, houdende nieuwe regels omtrent aanbestedingen.

Adviesraad Gevaarlijke stoffen, Commissie Tunnelveiligheid (2012, 16 januari). *Risico's gebruik CNG en waterstof in tunnels en parkeergarages* (Brief aan het kabinet, p/a Ministerie van Infrastructuur en Milieu, drs. M.H. Schultz van Haegen-Maes Geesteranus), Gouda.

Arbeidstijdenbesluit vervoer, Besluit van 14 februari 1998, houdende nadere regels inzake de arbeids- en rusttijden in of op voertuigen, aan boord van vaartuigen en voor loodsen.

Basiswet vervoer van gevaarlijke stoffen (Wetsvoorstel). Ministerie van infrastructuur en milieu.

Besluit aanbestedingsregels voor overheidsopdrachten (BAO). Besluit van 16 juli 2005, houdende regels betreffende de procedures voor het gunnen van overheidsopdrachten voor werken, leveringen en diensten, Ministerie van Economische Zaken.

Bouwbesluit 2012, Besluit van 29 augustus 2011 houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken (Bouwbesluit 2012). Staatsbladpublicatie nr. 416, 2011.

Brandt, J. & Försth, M. (2011). Testing active fire protection systems for engine compartments in *buses and coaches - a pilot study*, SP Technical Research Institute of Sweden, Fire Technology SP Report 2011:22.

Brandweer Amsterdam-Amstelland (2009). *Werkinstructie, Alternatieve aandrijving, 1/012/2009*.

Brandweer Nederland (2013, 2 februari). *Herkenbaarheid gevaar aardgasbussen*, nummer 2.

Chamberlain, S. & Modarres, M. (2005). *Compressed Natural Gas Bus Safety: A Quantitative Risk Assessment*, Risk Analysis Vol. 25, no 2.

Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen. Gecomprimeerd aardgas, veilig stallen en repareren van motorvoertuigen. Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen, nummer 26.

Commission Regulation (eu) No 406/2010 of 26 April 2010 implementing Regulation (EC) No 79/2009 of the European Parliament and of the Council on type-approval of hydrogen-powered motor vehicles.

DEKRA Automotive B.V. (2012, 19 november). *Rapport van expertise, DEKRA Automotive B.V. in opdracht van Veolia, Business Unit ROB & Techniek, Alkmaar.*

DEKRA Automotive B.V. (2013, 20 februari). *Rapport van expertise (aanvullend rapport) in opdracht van Veolia, Business Unit ROB & Techniek, Alkmaar.*

Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council of 5 September 2007 establishing a framework for the approval of motor vehicles and their trailers, and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles (Framework Directive).

Gemeentewet, Wet van 14 februari 1992, houdende nieuwe bepalingen met betrekking tot gemeenten.

Haas, de, R.B. & Janssen W. (2011, 23 februari). *Risico's van het gebruik van alternatieve brandstoffen als aardgas (LNG) en waterstofgas bij stad- en streekbussen in wegtunnels, Versie c0.23.*

Haas, de, R.B. (2011, 23 november). *Risico's gebruik CNG en waterstof in tunnels en parkeergarages* (Brief aan Commissie Tunnelveiligheid), Gemeente Amsterdam, Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer, Amsterdam.

Hammarstrom, R., Axelsson, J. & Reinicke, B. (2006). *Fire Safety in buses WP1 report: Bus and coach fires in Sweden and Norway*, SP Swedish National Testing and Research Institute, Fire Technology, SP Report 2006:26.

Handelingen van de Tweede Kamer, vergaderjaar 1999-2000, 4579.

Kokki, E., Lopenen, T. & Pelastusopisto. (2011). *Bussipalot Suomessa 2010, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafiksäkerhetsverket i Helsingborg, Skåne län, den 14 februari 2012, Helsinki Helsingfors, Slutrapport RO 2013:01.*

Leur, van de, P.H.E. (2011, 11 april). *Rookverspreiding bij brand – HTM remise Telexstraat, DGMR Bouw, Den Haag.* (in opdracht van Expertisecentrum Regelgeving Bouw).

Lönnermark, A. (2010, march 17-19). *New Energy Carriers in Tunnels*, SP Technical Research Institute of Sweden, Sweden Fourth International Symposium on Tunnel Safety and Security, Frankfurt am Main, Germany.

Ly, Hien. (2011). *Enhancing CNG vehicle fire safety* Clean Fuels Services International, Sydney, Australia.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (1 november 2011). *Handleiding Risicoanalyse Transport (HART)*, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012). Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, Staatscourant 2012, 14687.

Ministeries van Verkeer en Waterstaat, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer. (2003, 22 oktober). Beleidsnota tunnelveiligheid, Deel 1 & 2, Den Haag.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2006). *Tankautobranden met gevaarlijke stoffen – Veiligheidsstudie*, Den Haag.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2012). *Vrachtwagenongevallen op snelwegen*, Den Haag.

Pauwels, H.J.M.B. & Büthker E. (2004, september). *Informatiebundel aardgas vulstations, Het kader van wet- en regelgeving, normen en richtlijnen*, NEN, Delft.

Provinciewet, Wet van 10 september 1992, houdende nieuwe bepalingen met betrekking tot provincies.

Regulation No. 110, Revision 1 – Amendment 1, *Agreement concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions.*

Regulation No. 110, Revision 1 – Amendment 2, *Agreement concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions Addendum 109.*

Rijksdienst voor het wegverkeer, *Informatieset voor fabrikanten, overeenstemming van productie (COP), EG (deel-)richtlijnen en ECE reglementen voertuig categorieën L, M, N, O, T en componenten, 110-hdo3 versie 05 0901111.*

Scholten, N.P.M. (2009, 2 november). *Advies inzake HTM busremise*, Expertisecentrum Regelgeving Bouw, Delft. (in opdracht van de Gemeente Den Haag).

Scholten, N.P.M. (2011, 3 maart). *Consequenties plan van aanpak HTM-remise voor het stallen van aardgasgestookte bussen*, Expertisecentrum Regelgeving Bouw, Delft. (in opdracht van de Gemeente Den Haag).

Scholten, N.P.M. (2012, 12 mei). *Eindadvies inzake HTM remise voor het stallen van aardgasgestookte bussen* Expertisecentrum Regelgeving Bouw, Delft. (in opdracht van de Gemeente Den Haag).

Scholten, N.P.M. (2012, 16 augustus). *Eindadvies inzake HTM remise voor het stallen van aardgasgestookte bussen*, Expertisecentrum Regelgeving Bouw, Delft. (in opdracht van de Gemeente Den Haag).

Stadsgewest Haaglanden (2002), Beleidsnota *Meer en beter openbaar vervoer*, Den Haag.

Stadsgewest Haaglanden (2008). *Naar een toekomstbestendige bereikbaarheid*, supplement bij de Regionale Nota Mobiliteit Haaglanden, Den Haag.

Stadsgewest Haaglanden (2012). *Beleidsvisie externe veiligheid Haaglanden*.

Stadsgewest Haaglanden, *Bestek aanbesteding openbaar vervoer Haaglanden-Regio* (2008, 14 maart), Kenmerk SGH039/Ppe/0574.

Statens haverikommission (2013, 13 februari). *Brand med två biogasbussar i stadstrafik i Helsingborg, Skåne län, den 14 februari 2012, Stockholm*.

U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration (2003, July), *Material Investigation of Thermal Triggers Used in Pressure Relief Devices on Transit Buses*, Final Report.

Voertuigreglement (Regeling voertuigen). Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Wegenverkeerswet 1994, Wet van 21 april 1994, houdende vervanging van de Wegenverkeerswet.

Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels, Wet van 2 februari 2006, houdende regels met betrekking tot de veiligheid van voor het wegverkeer toegankelijke tunnels.

Wet personenvervoer 2000, Wet van 6 juli 2000, houdende nieuwe regels omtrent het openbaar vervoer, besloten busvervoer en taxivervoer, Staatsblad 314.

Wet Veiligheidsregio's, Wet van 11 februari 2010, houdende bepalingen over de brandweezorg, de rampenbestrijding, de crisisbeheersing en de geneeskundige hulpverlening.

Wet vervoer van gevaarlijke stoffen, Wet van 12 oktober 1995, houdende regels voor het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Wong, J. (2009,12-10). *CNG & Hydrogen Safety, R&D, and Testing* (Powerpointpresentatie), Powertech Labs Inc., Surrey, British Columbia, Canada.

Websites

<http://www.regio15.nl/actueel/lijst-weergave/20-branden/13972-aardgasbus-in-brand-wittenburgerweg>.

http://www.youreporter.it/video_Incendio_Jesi_quando_il_bus_a_metano_salta_in_aria.

http://www.youtube.com/watch?v=3krSbr_hnuY.

http://www.youtube.com/watch?v=NEh9Oe6ilqs&list=PLG3W_Sqp5_IOvoq_r-hBsg-K50ImVtSHe&index=1.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl