

NEN

Definitief Eindrapport

Waterstof en Binnenaspecten
2016-019

Normalisatie: de wereld op één lijn.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Begeleiding	4
1.3	Samenstelling onderzoeksteam	4
1.4	Scope	5
1.5	Vergaderschema	5
1.6	Werkverdeling	5
2	Resultaten WG 1: Stallen waterstof aangedreven	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Gemengd stallen	8
2.3	Gasdetectie	8
2.4	Stallen van grote aantallen waterstofvoertuigen	8
2.5	Opleiding personeel	9
2.6	Personenwagens (particulier gebruik)	9
2.7	Professioneel gebruik van light-duty voertuigen	10
2.8	Elektrische installatie aan boord van voertuigen	10
3	Resultaten WG 2: Repareren waterstof voertuig in een werkplaats	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Bevindingen voor werkplaatsen	11
3.3	Conclusie en prioritering activiteit(en)	12

NEN EnergiePostbus 5059
2600 GB DelftVlinderweg 6
2623 AX DelftContact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406indra.teronde@nen.nlwww.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

4	Resultaten WG 3: Tunnel veiligheid van waterstofvoertuigen	13
4.1	Aanleiding/inleiding	13
4.2	Waterstofvoertuigen	13
4.3	Drie relevante scenario's in tunnels	13
4.4	Nieuw benoemd veiligheidsaspect	13
4.5	Beschikbare kennis	14
4.6	Probleemstelling	14
4.7	Aanpak	14
4.8	Later stadium	15
5	Resultaten WG 4: Indoor refuelling	16
5.1	Inleiding	16
5.2	Aandachtspunten Indoor refuelling	16
5.3	Vervolgactiviteiten	17
6	Conclusies en aanbevelingen	20
6.1	Inleiding	20
6.2	Conclusies	20
6.3	Aanbevelingen en overwegingen:	21
6.4	Vervolg	21
	Bijlage 1 Samenstelling onderzoeksteam Binnenaspecten	22

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

PGS 35 waterstoftankstations en PGS 26¹ stallen en repareren van aardgasvoertuigen zijn momenteel niet bruikbaar voor de toepassing van waterstof en omsloten ruimten (waarbij zogenaamde van toepassing kunnen zijn). Vanuit de Nederlandse overheid, het Ministerie Infrastructuur en Milieu (Ministerie IenM) is aan NEN het verzoek gedaan om te bepalen waar de “gaten” in de regelgeving zitten:

- Doe onderzoek/stel rapportage op.
- Dit (mede) n.a.v. signalen vanuit de markt
- Zoek afstemming met de PGS Programmaraad en neem PGS 35 en PGS 26 mee tijdens het onderzoek.

Deze activiteiten zijn vastgelegd in paragraaf 1.4 (scope).

In overleg met het Ministerie IenM is het onderzoek breder getrokken, en is er een eerste scan gemaakt van allerhande ‘binnenaspecten’ relevant voor waterstof/veiligheid (zie paragraaf 1.6).

1.2 Begeleiding

De voorzitter is Erik BÜthker (Pitpoint) en als projectleider treedt Indra te Ronde op (NEN).

Door NEN is een oproep gedaan om deel te nemen aan het onderzoeksteam, voor samenstelling, zie de volgende paragraaf.

1.3 Samenstelling onderzoeksteam

Het onderzoeksteam bestaat uit vertegenwoordigingen namens het OV-busvervoer, (mogelijk) toekomstige gebruikers van waterstofvoertuigen, vertegenwoordiging van de brandweer, leveranciers van waterstof, leveranciers van detectieapparatuur, kennis- en wetenschap, keuring- en certificeringsinstanties en (waterstof veiligheidsexperts (o.a. PGS 26 en PGS 35).

De deelnemerslijst is opgenomen in bijlage 1.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

¹ PGS 35: ‘Waterstof – Afleverinstallaties van waterstof voor wegvoertuigen’

Is nu niet geschikt voor bijvoorbeeld binnen afleveren van waterstof (aan bussen, special vehicles)

PGS 26: Gecomprimeerd aardgas – ‘Veilig stallen en repareren van motorvoertuigen’

Is nu niet geschikt voor bijvoorbeeld veilig stallen en repareren van waterstofvoertuigen

1.4 Scope

De scope luidt:

Het identificeren wat benodigd is voor waterstof en binnenaspecten/ gebruik van waterstof in een omsloten ruimte, daarbij nagaan wat er al wel is (en wat nog niet), welke (vervolg)activiteiten hiervoor zouden moeten worden ondernomen, en door wie/wanneer.

1.5 Vergaderschema

Het onderzoeksteam heeft 3 keer vergaderd, volgens onderstaand schema.

Vergadering	Datum
Kick-off meeting (no. 1)	24 oktober 2016
Vergadering no. 2	14 november 2016
Slotvergadering no. 3	16 december 2016

1.6 Werkverdeling

Hieronder is een totaal aan de aan dit onderzoek gerelateerde thema's weergegeven. In de rest van deze paragraaf wordt de verdeling van het onderzoekswerk beschreven (verdeeld over 4 werkgroepen onder het onderzoeksteam).

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

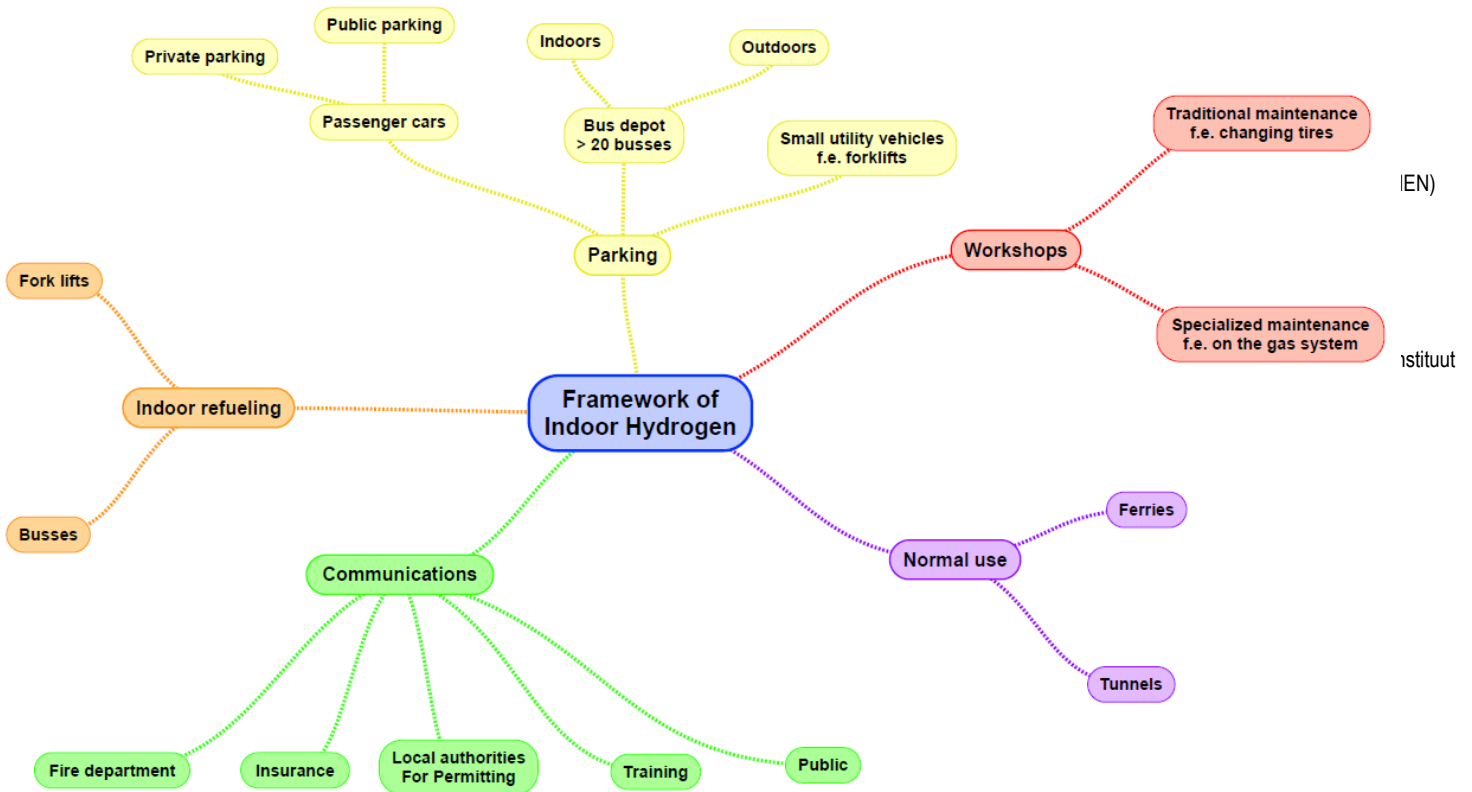
Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut



Er zijn vier verschillende werkgroepen gemaakt elk met haar eigen doel. De eerste persoon in de lijst is verantwoordelijk voor het coördineren van de activiteiten.

1. Werkgroep 1 (coördinatie Hans de Laat, KIWA): Het **stallen van waterstof aangedreven voertuigen in een omsloten ruimte bij normaal gebruik.**

Aspecten die hierbij aan de orde komen²:

- Welk risico levert een lek op;
- Waar treedt een lek op:
 - i. in een garagebox;
 - ii. in een (ondergrondse) parkeer garage;
 - iii. tijdens indoor gebruik zoals bijvoorbeeld met een heftruck.
- Wat is de norm voor een lek, welke mate van lek moet worden gehanteerd;
- Welke lek grootte is nog acceptabel zonder maatregelen;
- Indien meerdere voertuigen naast elkaar staan, wat is de kans op escalatie van een lek;

² Er zijn meerdere scenario's denkbaar, zoals brand door externe factoren (zie risico-inventarisatie PGS 26 team).

- Welke maatregelen moeten worden getroffen om de kans op incidenten te voorkomen.
2. Werkgroep 2 (coördinatie Rob Doorn, Teewissen): Het **repareren van een waterstof voertuig** in een **werkplaats**³
- Belangrijkste verwijzing zal zijn naar de Arbowet-en regelgeving, en is gebaseerd op de scenario's uitgewerkt door werkgroep 1;
 - Er wordt onderscheid gemaakt tussen reguliere werkzaamheden aan het voertuig, of;
 - ...werkzaamheden aan het gassysteem van het voertuig.
3. Werkgroep 3 (coördinatie Hans de Laat, Kiwa, Hans Spobeck, IFV): **Tunnel veiligheid**
- Welke scenario's kunnen zich voordoen;
 - Welke richtlijnen zijn er vanuit de wet en regelgeving beschikbaar (Ministerie I&M?);
 - Welke mitigerende maatregelen dienen te worden getroffen;
 - Communicatie richting hulpverleners en overheid is een belangrijk aspect.
4. Werkgroep 4 (coördinatie Erik Büthker, PitPoint): **Indoor refuelling**
- De technische installatie staat buiten opgesteld, alleen de afleverzuil in in pandig opgesteld.
 - Wet en regelgeving is beschikbaar in de vorm van bouwbesluit en NPR 7910.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

³ Voor meer info, zie risico-inventarisatie PGS 26-team.

2 Resultaten WG 1: Stallen waterstof aangedreven voertuigen in omsloten ruimte bij normaal gebruik

2.1 Inleiding⁴

Er wordt uitgegaan van normaal gebruik van de voertuigen voor zakelijke toepassingen (bussen en dergelijke). Er is alleen gekeken naar het stallen van de voertuigen in een afgesloten ruimte. Aan de hand van de bestaande PGS 26 zijn onderwerpen geïnventariseerd die verder uitgewerkt moeten worden om tot een complete handreiking te komen voor het stallen van waterstofvoertuigen. Bedrijven kunnen dan op basis van de PGS de investeringen in een stalling bepalen. Dat is handig in geval van aanbestedingen.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

2.2 Gemengd stallen

De brandstoffen voor het wegverkeer zijn, naast diesel en benzine, de alternatieve gasvormige brandstoffen LNG, CNG, LPG en H₂. Hoe moet worden omgegaan met het gemengd stallen van deze voertuigen in één ruimte?

2.3 Gasdetectie

Gasdetectie vindt globaal plaats op drie plekken: in het waterstofvoertuig, met draagbare sensoren en met vaste sensoren in de stalling. Er wordt aangenomen dat een waterstofvoertuig een beetje waterstof mag lekken. Grotere lekken komen in de regel niet voor, al moet daar wel bewaking op zijn.

Onderzoeksvragen:

- Welke waterstoflekken zijn aan een voertuig te verwachten en op welke plek treedt het gas uit? Worden de systemen aan boord automatisch gespoeld?
- Hoe reageren de automatische beveiligingen in het voertuig op lekkage?
- Welke gevoeligheden en alarmniveau 's zijn voor de verschillende groepen sensoren aan te bevelen?
- Is er sprake van of risico op kruisgevoeligheid met andere gassen?

2.4 Stallen van grote aantallen waterstofvoertuigen

Er is nu sprake van een groep van 15 waterstofbussen die bij één bedrijf gaan rijden. Een veelvoud ervan kan in een grote remise gestald worden.

Onderzoeksvragen:

- Wat is effect van gecumuleerd lekken?
- Hoe moet de ventilatie van een dergelijke locatie worden ingericht?

⁴ Het stallen van waterstof voertuigen kan op de zelfde wijze gedocumenteerd worden als het voor CNG voertuigen is gedaan. Hierbij kan dezelfde risico inventarisatie gebruikt worden, waarbij de scenario's hetzelfde zijn, maar waarbij de risico's en de beheersmaatregelen opnieuw moeten worden ingeschat. Onderscheid wordt gemaakt tussen publiek stallen van personen voertuigen en zakelijk stallen van bijvoorbeeld bussen. Er wordt vanuit gegaan dat personen voertuigen intrinsiek veilig zijn. Het stallen van meerdere bussen direct naast elkaar kan door de hoeveelheid opgeslagen brandstof externe veiligheids-issues met zich meebrengen.

- Welke blusinstallaties zijn noodzakelijk en mogelijk?
- Wat is de bestrijdbaarheid van een brand met het afblazen van waterstof ("Wassenaar" scenario), indien de brand van het voertuig overslaat naar het ernaast gestalde voertuig?
- Welke veiligheidsafstanden zijn aan te houden tot objecten op naastgelegen percelen?

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

2.5 Opleiding personeel

Het stallen is een combinatie van een nieuw soort voertuigen, gasdetectie, brandgevaar en blusinstallaties.

Onderzoeksvragen:

- Welke kwalificaties zijn vereist voor personeel dat in de stalling werkzaam is? en;
- Zijn de juiste opleidingen beschikbaar?

2.6 Personenwagens (particulier gebruik)

Handhaving is bij particuliere voertuigen anders dan bij voertuigen die professioneel worden gebruikt. De veiligheid van de particuliere voertuigen wordt door de voertuigfabrikant afgedekt.

Een korte scan op internet leverde op dat voor particuliere auto's informatie direct beschikbaar is:

Doelgroep	Voertuig
Gebruiker	Toyota Mirai owners' manual Met aanwijzingen voor de gebruiker als er een waterstofincident is. https://carmanuals2.com/get/toyota-mirai-2016-owner-s-manual-79976
hulpverleners	hyundai ix35 FCEV emergency response guide https://h2tools.org/sites/default/files/ix35%20FCEV%20ERG_Eng.pdf Volgens Hyundai is deze gids hetzelfde als voor eindgebruikers, maar dan uitgebreid met elektrische gevaren.
hulpverleners	Honda Clarity emergency response guide https://techinfo.honda.com/rjanisis/pubs/web/Y0804.pdf

Van Hyundai en Honda zijn er geen documenten voor gebruikers gevonden. Die worden waarschijnlijk geleverd bij het voertuig.

2.7 Professioneel gebruik van light-duty voertuigen

Het professioneel gebruik van light-duty voertuigen, bijvoorbeeld als bestelwagen, lijkt een vroege toepassing van waterstofvoertuigen. Het is niet bekend welke eisen en handavingsmechanismen op deze groep van toepassing is.

2.8 Elektrische installatie aan boord van voertuigen

Gelet op de inhoud van de gevonden handboeken, zou het wel eens kunnen zijn dat de gevaren bij waterstofvoertuigen voor een aanzienlijk deel van de elektrische installatie komen. Hoe gaan we hier mee om?

NEN Energie

Postbus 5059

2600 GB Delft

Vlinderweg 6

2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)

015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Thema, evt. korte beschrijving	Korte beschrijving vervolgcactiviteit	Prioriteit fasering	Door wie	Wanneer/termijn/ Fasering cq. volgordelijkheid
<p>1. Binnen stallen van particuliere voertuigen</p> <p>2. Binnen stallen van professionele voertuigen</p> <p><i>Subthema's:</i> Te verwachten lekhoeveelheden</p> <p>Reactie van automatische voertuigenbeveiligingen</p> <p>Gevoeligheden en alarmniveau's van sensoren</p> <p>Kruisgevoeligheid andere gassen</p> <p>Meerdere voertuigen problematiek</p> <p>Ventilatie</p> <p>Blussen/bestrijdbaarheid</p> <p>Veiligheidsafstanden</p> <p>Kwalificaties/opleidingen</p>	<p>Fase 1:</p> <ul style="list-style-type: none">• Verzamelen en beoordelen van beschikbare kennis. O.a. EU-projecten en publicaties; handleidingen van voertuigfabrikanten• Welke kennis kan min of meer direct gebruikt worden om PGS 26 uit te breiden naar waterstof.• Identificeren van ontbrekende kennis (verwachting: niet veel).• Welke kennis moet worden bewerkt of gegenereerd.• Het betrekken van RIVM (in de rol van 'klankbord') <p>Fase 2:</p> <ul style="list-style-type: none">• Samenvatten/bewerken beschikbare kennis• Opstellen uitgangspunten voor de te berekenen veiligheidsafstand met Safeti-NL• Hoe kan ontbrekende kennis worden aangevuld? <p>Fase 3:</p> <ul style="list-style-type: none">• QRA berekening van de veiligheidsafstand• Aanvullen ontbrekende kennis• (Tekst)voorstel voor uitbreiding PGS 26	<p>Hoog (alle activiteiten); sterke behoefte aan eenduidige richtlijnen voor (snel) stallingen.</p>	<p>Fase 1:</p> <p>QBUZZ / KIWA / Veiligheidsregio's / Delft ES / Leak Control Benelux (RIVM)</p> <p>Fase 2:</p> <p>QBUZZ / KIWA / Veiligheidsregio's / Delft ES / Leak Control Benelux</p> <p>Fase 3:</p> <p>QBUZZ / KIWA / Veiligheidsregio's / Delft ES / Leak Control Benelux</p>	<p>Fase 1:</p> <p>Jan – april 2017</p> <p>Fase 2:</p> <p>April – aug 2017</p> <p>Fase 3</p> <p>Aug – dec 2017</p>

3 Resultaten WG 2: Repareren waterstof voertuig in een werkplaats

3.1 Inleiding

Waar WG 1 vooral keek naar 'binnenaspecten' waarbij de voertuigen worden 'gestald' heeft WG 2 gekeken naar het repareren van waterstofvoertuigen in en werkplaats.

3.2 Bevindingen voor werkplaatsen

Voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden aan een waterstofvoertuig worden er eisen gesteld aan de werkplaats. Het gebruik van de werkplaats moet in overeenstemming zijn met de bouwvoorschriften en geldende regelgeving. Belangrijk is dat er in de werkplaats voldoende natuurlijke of mechanische ventilatie aanwezig is om gassen of dampen af te voeren.

De specifieke risico's van het waterstofvoertuig zijn:

- waterstoftank in voertuig is gevuld met waterstofgas onder hoge druk;
- mogelijke vorming van een explosief atmosfeer na het vrijkomen van waterstof.

Laag risico werkzaamheden aan het waterstofvoertuig:

Laag risico betekent dat er geen werkzaamheden aan het waterstofsysteem worden uitgevoerd. Ook vinden er bij laag risico-werkzaamheden geen heet-werkzaamheden zoals slijpen of lassen in de directe nabijheid van het waterstofsysteem plaats.

Laag risico-werkzaamheden kunnen in beginsel in een voldoende geventileerde werkplaats worden verricht. Hiervoor dienen de volgende organisatorische en technische beheersmaatregelen te worden uitgevoerd:

Organisatorische beheersmaatregelen:

- personeel is aantoonbaar vakbekwaam om te werken aan een waterstofvoertuig;
- er zijn duidelijke veiligheidsvoorschriften opgesteld die bekend zijn bij het personeel;
- werkplekinrichting (duidelijke herkenbaarheid dat hier gewerkt wordt aan waterstofvoertuigen, waarschuwings-/verbodsborden 'heet werken', etc.);
- een actueel noodplan is aanwezig.

Technische maatregelen:

- buiten de werkplaats kan er ingangscntrole op lekkage van het waterstofvoertuig worden uitgevoerd;
- lekkende voertuigen gelden als hoog risico en mogen de werkplaats niet binnen;

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

- voorafgaand aan de werkzaamheden is de waterstoftank dicht gezet met een afsluiter;
- er wordt gedefinieerd wanneer er aan het voertuig gewerkt mag worden (hoog risico onderdelen (gevuld systeem/systeem onder druk) zoals de waterstoftank, accu's of leidingwerk van het voertuig);
- er vinden geen heet-werkzaamheden zoals lassen of slijpen plaats in de directe omgeving van het waterstofsysteem;
- de kans op ontsteking is zo klein mogelijk gehouden.

NEN Energie

Postbus 5059

2600 GB Delft

Vlinderweg 6

2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)

015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Hoog risico werkzaamheden aan het waterstofvoertuig:

Hoog risico-werkzaamheden betekent dat er aan het waterstofsysteem van het voertuig wordt gewerkt, of dat er heet-werkzaamheden in de nabijheid van het waterstofsysteem worden uitgevoerd. Voor hoog-risicowerkzaamheden moeten er aanvullende veiligheidsvoorschriften worden toegepast, waarvoor in veel gevallen het voertuig naar een gespecialiseerd bedrijf moet worden gebracht.

In sommige gevallen kan besloten worden hoog risico-werkzaamheden toch uit te voeren in een bestaande werkplaats. De condities waaronder hoog risico werkzaamheden toch uitgevoerd kunnen worden in de werkplaats moeten worden gedefinieerd. Ook moet worden vastgehouden aan de voorschriften van de leverancier van de brandstofcel. Zo kunnen (eenvoudige) reparaties aan of nabij het waterstofsysteem veilig worden uitgevoerd.

3.3 Conclusie en prioritering activiteit(en)

WG 2 is tot de volgende weergave van (mogelijke) vervolgacties gekomen:

Thema, evt. korte beschrijving	Korte beschrijving vervolgactiviteit	Prioriteit fasering	Door wie	Wanneer/termijn/ Fasering cq. volgorde
De PGS-26 uit te breiden voor waterstofvoertuigen, omdat er waarschijnlijk vergelijkbare eisen aan ventilatie, werkplaats en personeel worden gesteld.	Het opstellen van een risico-analyse voor (het stallen en repareren van) waterstofvoertuigen (in de PGS-nieuwe stijl). Uitgangspunten van PGS 26 kunnen worden gehanteerd, maar moeten opnieuw beoordeeld worden (en nagaan of er nieuwe scenario's van toepassing zijn).	Hoog	Programmaraad moet beslissing nemen deze activiteit uit te voeren. Uitvoering (inclusief risico-analyse) door PGS 26-team (dit is geen actie voor bijv. het NWP Veiligheidsprogramma).	Start vanaf tweede helft 2017, na publicatie PGS 26 (die momenteel wordt ontwikkeld).

4 Resultaten WG 3: Tunnel veiligheid van waterstofvoertuigen

4.1 Aanleiding/inleiding

De risico's van waterstofvoertuigen in tunnels zijn onbekend. Opbouw van kennis over de risico's zal knelpunten voor introductie van deze voertuigen wegnemen. Een aantal vragen staan hierbij centraal:

- Welke scenario's zijn denkbaar?
- Zijn waterstofvoertuigen in tunnels veilig?
- Zijn er mitigerende maatregelen nodig?
- Hoe moeten hulpverleners handelen bij de incidenten?

4.2 Waterstofvoertuigen

Het voertuig met de meeste waterstof als brandstof aan boord is op dit moment een bus. In eerste aanleg is een incident, waar een waterstofbus bij betrokken is, daarom beschouwd als "worst case". Er is geen ervaring met calamiteiten met een waterstofbus, maar in Wassenaar in 2015 heeft een CNG bus zijn brandstof geloosd door brand aan boord. Technisch vertoont de opslag van de brandstof in een CNG-bus grote gelijkenis met een waterstofbus.

4.3 Drie relevante scenario's in tunnels

1. Een bus verliest de tankinhoud in een tunnel. Het waterstofgas wordt niet direct ontstoken, maar pas later, nadat al veel waterstof in de tunnel is uitgestroomd. Een verbranding of explosie is het gevolg.
2. Een bus raakt in een tunnel in brand, de thermische veiligheidsventielen van de tanks openen en de uitstromende waterstof wordt door de aanwezige vlammen ontstoken. De waterstof brandt op de uitstroomopening met een lange vlam. ("Wassenaar"-scenario).
3. Een sensor in een bus detecteert een interne waterstoflekkage en de bus wordt daarop geëvacueerd. De waterstof hoopt zich in de cabine op en wordt ontstoken. Een explosie is het gevolg. Een bus is "worst case" wegens de grote hoeveelheid waterstof dat zich kan ophopen in de cabine.

4.4 Nieuw benoemd veiligheidsaspect

Waterstof is reukloos en onzichtbaar. De vlam kan ook onzichtbaar zijn. Het uitstromen van een aanzienlijke hoeveelheid gas, met hoge snelheid, is echter een zeer duidelijk hoorbaar sissen en doet al gauw pijn aan de oren.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

4.5 Beschikbare kennis

In het kader van EU-projecten, maar ook daarbuiten, zijn calamiteiten met waterstofvoertuigen in de praktijk getest of gesimuleerd. Er is ook veel literatuur beschikbaar.⁵

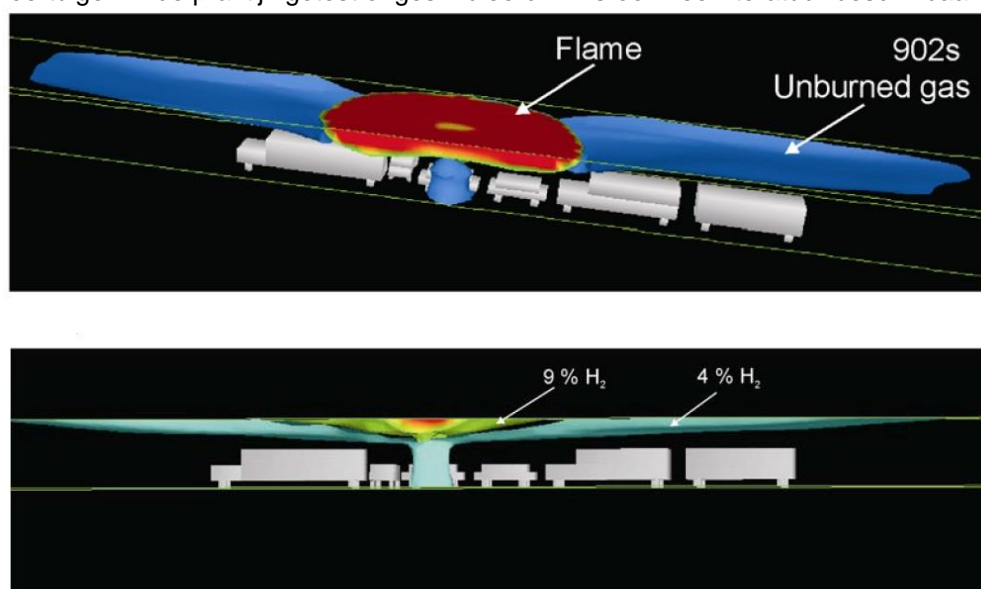


Fig. 1: Computed hydrogen distribution in the tunnel at the end of the H₂-release phase (900 s).

4.6 Probleemstelling

Tunnelscenario's met een waterstofbus zijn niet of slechts gedeeltelijk geëvalueerd. Het "Wassenaar" scenario met een waterstofbus werd wel geïdentificeerd, maar nog niet onderzocht. Het is niet bekend of de Nederlandse aanbevelingen die aan de hand van "Wassenaar" zijn gemaakt, ook daadwerkelijk in waterstofvoertuigen worden toegepast. Een vertaling naar instructies voor hulpverleners is nog niet gemaakt.

4.7 Aanpak

- Verzamelen en beoordelen van beschikbare kennis.
- Identificeren van ontbrekende kennis.
- Voorlopige instructies formuleren voor hulpverleners.
- Nagaan of mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn.

⁵

- Reuther, J.J., et al.; Post-Crash Hydrogen Leakage Limits and Fire Safety Research; U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; Report DOT HS 811 816, October 2013.
- W. Breitung et al.; Numerical Simulation And Safety Evaluation Of Tunnel Accidents With A Hydrogen Powered Vehicle; Institute of Nuclear and Energy Technologies, Research Center Karlsruhe; 13th World Hydrogen Energy Conference, Beijing, China, June 12 – 15, 2000.

4.8 Later stadium

Indien noodzakelijk: ontbrekende kennis ontwikkelen.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Thema, evt. korte beschrijving	Korte beschrijving vervolgactiviteit	Prioriteit/fasering	Door wie	Wanneer/termijn/ Fasering cq. volgorde-lijkheden
<p>Onderscheid in 3 scenario's</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Voertuig verliest tankinhoud (a.g.v. aanrijding o.i.d.) 2. Voertuig raakt in brand 3. Lekkage in de passagiersruimte van de bus <p>Van belang is dat in er 2017 een evaluatie plaatsvindt van de standaarduitrusting van de rijkswegtunnels.</p> <p>(in 2018 is de wet 4 jaar oud).</p> <p>Uitkomsten van voorgestelde acties zouden moeten worden meegenomen bij deze evaluatie.</p>	<p>Fase 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzamelen en beoordelen van beschikbare kennis. O.a. EU-projecten en publicaties • Identificeren van ontbrekende kennis. <p>Fase 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Voorlopige) instructies formuleren voor hulpverleners. <p>Fase 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nagaan of mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. 	<p>Hoog (alle activiteiten)</p>	<p>Fase 1:</p> <p>Per januari 2017 in overleg met Min. IenM en Rijkswaterstaat (specifiek Steunpunt Tunnelveiligheid)</p> <p>Deelnemers in onderzoek:</p> <p>NWP/Veiligheids-programma NEN / KIWA / IFV / TNO / RIVM / Omgevings-diensten (DCMR) / Wetenschap</p> <p>Fase 2:</p> <p>IFV / TNO / RWS / OD's / VR's / KIWA</p> <p>Fase 3:</p> <p>NEN / KIWA / RWS / IFV / OD's / Bedrijfsleven (exploitanten, eigenaars waterstof-systemen)</p>	<p>Fase 1:</p> <p>Jan – april 2017</p> <p>Fase 2:</p> <p>April – aug 2017</p> <p>Fase 3:</p> <p>Aug – dec 2017</p>

5 Resultaten WG 4: Indoor refuelling

5.1 Inleiding

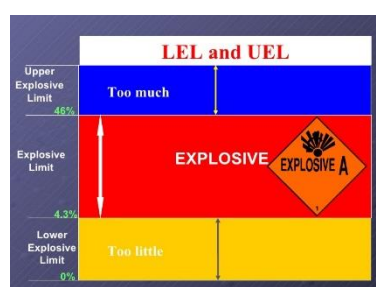
Hieronder worden 5 aandachtspunten behandeld die van belang zijn bij Indoor refuelling. Vervolgens worden de mogelijke vervolgactiviteiten in tabelvorm weergegeven

5.2 Aandachtspunten Indoor refuelling

Belangrijk uitgangspunt is dat bij het binnen afvullen de technische installatie buiten wordt opgesteld. Alleen de afleverzuil is in pandig opgesteld. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat de voertuigen zijn goedgekeurd en toegelaten op de Nederlandse weg (RDW). Echter een uitzondering hierop vormen de speciale voertuigen zoals heftrucks. Hierbij is op dit moment niet bekend of hier een nationaal erkend keuringsregime van toepassing voor is. Daarom dienen voor speciale voertuigen additionele toelatingseisen te worden opgesteld. **AANDACHTSPUNT 1.**

Bij het binnen afvullen van waterstof is het belangrijkste uitgangspunt dat in geval van een calamiteit er geen escalatie kan plaatsvinden. In geval van lekkage van brandstof kan verwezen worden naar de NPR 79-10 welke de ventilatieomstandigheden beschrijft voor ruimtes waar explosieve gasmengsels kunnen voorkomen. Hierbij zijn een aantal oplossingsrichtingen mogelijk: De belangrijkste is dat er voorkomen wordt dat er zich een explosief mengsel kan vormen wat ontstoken kan worden. In de meeste gevallen worden de ventilatie omstandigheden dusdanig aangepast dat eventueel vrijkomend gas voldoende wordt vermengd met ventilatie lucht zodat zich geen explosief mengsel kan vormen. Dit kan zowel lokaal door plaatselijke ventilatie als door de gehele ruimte te ventileren.

Daarnaast kunnen ook de ontstekingsbronnen worden weggenomen door alle elektrische apparatuur explosieveilig uit te voeren. Echter in een publieke omgeving is dit zeer moeilijk te realiseren.



Uit bovenstaande blijkt dat er regelgeving beschikbaar is voor de gevarezone-indeling met betrekking tot gasontploffingsgevaar (NPR79-10). Echter deze regelgeving is niet specifiek geschreven voor de toepassing van waterstof. Daarom dient er een

interpretatie te komen van deze regelgeving voor het indoor afvullen van waterstofvoertuigen. **AANDACHTSPUNT 2.**

Recent is dit ook voor het binnen afvullen van CNG voertuigen gedaan. Analoog daaraan kan ook voor waterstof bekeken worden welke aandachtpunten nader beschouwd dienen te worden.

Voor CNG is een risico inventarisatie gemaakt om de risico's in kaart te brengen van het binnen aftanken van CNG voertuigen. De scenario's die hierbij beoordeeld zijn, kunnen ook van toepassing voor het afvullen van waterstof voertuigen. Echter de effecten zullen opnieuw beoordeeld moeten worden omdat de brandstofeigenschappen en de toegepaste drukken ten opzichte van CNG verschillen. Daarom zijn hieronder de scenario's met betrekking tot het binnen tanken van CNG weergegeven. In de bijlage is de volledige risico inventarisatie opgenomen. Analoog hieraan zullen de scenario's beoordeeld moeten worden, zijn er voor waterstof additionele scenario's te bedenken. **AANDACHTSPUNT 3.**

Daarnaast zullen de effecten opnieuw ingeschat moeten worden. **AANDACHTSPUNT 4.**

Vervolgens kunnen de beheersmaatregelen worden geïdentificeerd. **AANDACHTSPUNT 5.**

Systeem / Activiteit: 2. Afleveren (tanken) van CNG met fast fill installaties, Vragencategorie: 3. Bedieningsfouten en andere menselijke factoren,

- vuildeeltje in vulaansluiting op voertuig met lekkage als gevolg;
- wegrijden zonder loskoppelen afleverslang;
- wegrijden zonder loskoppelen afleverslang, terwijl ook een ander voertuig tankt;
- losschieten van de slang bij het op druk brengen (productiefout of slijtage van de koppeling);
- ter overleg: overvullen van de brandstoftank van de auto door storingen aan de waterstof-afleverinstallatie (meer dan 700bar bij 15°C) (besturing heeft berekeningsprogramma om vuldruk te berekenen op basis van omgevingstemperatuur en warmteontwikkeling van gecomprimeerd gas);
- afleveren aan voertuigen die niet Europees goedgekeurd zijn;
- onjuiste handelingen klant, niet goed terughangen afleverslang, kans op beschadiging vulkoppeling of slang, struikelen over slang.

Systeem / Activiteit: 2. Afleveren (tanken) van CNG met fast fill installaties, Vragencategorie: 8. Falen van integriteit of verlies van inhoud

- lekkage bij afleveren;
- slangbreuk of lekkage van de afleverslang;
- slangbreuk door onbekende oorzaak bij afleveren in gebouw.

5.3 Vervolgactiviteiten

De vervolgactiviteiten staan weergegeven op de volgende pagina.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Thema, evt. korte beschrijving	Korte beschrijving vervolgactiviteit	Prioriteit	Door wie	Wanneer/termijn/ Fasering cq. volgorde
<p>Toelating speciale voertuigen</p> <p>Personenvoertuigen zijn goedgekeurd en toegelaten op de Nederlandse weg (RDW). Echter een uitzondering hierop vormen de niet-gekeerde voertuigen zoals heftrucks. Hierbij is op dit moment niet bekend of hier een nationaal erkend keuringsregime van toepassing voor is. Daarom dienen voor speciale voertuigen additionele toelatingseisen te worden opgesteld.</p>	<p>Onderzoek naar wijze waarop 'toelating niet-gekeerde voertuigen' is georganiseerd.</p>	<p>?</p>	<p>NWP</p> <p>RDW (die toelaat)</p> <p>Partij X (degene die toetst voor regeling GTR)</p>	<p>2017</p>
<p>Gevarenzone indeling inpandig</p> <p>Er zijn op dit moment geen geplande projecten bekend waarbij binnen aftanken noodzakelijk is.</p>	<p>Er moet regelgeving beschikbaar komen voor de gevarenzone-indeling met betrekking tot gasontploffingsgevaar (NPR79-10). Echter deze regelgeving is niet specifiek geschreven voor de toepassing van waterstof. Daarom dient er een interpretatie te komen van deze regelgeving voor het indoor afvullen van waterstofvoertuigen</p>	<p>Laag</p>	<p>Voorleggen aan PGS Programma-raad</p>	<p>N.v.t.</p>
<p>Risico inventarisatie CNG beoordelen scenario's beoordelen / is input voor bovenstaand punt.</p> <p>PGS 35 wordt herzien, echter hierin is binnen aftanken van waterstof voertuigen niet in de scope opgenomen</p>	<p>Voor CNG is een risico inventarisatie gemaakt om de risico's in kaart te brengen van het binnen aftanken van CNG voertuigen. De scenario's die hierbij beoordeeld zijn zijn ook van toepassing voor het afvullen van waterstof voertuigen.</p>	<p>N.v.t.</p>	<p>Voorleggen aan PGS Programma-raad</p>	<p>N.v.t.</p>

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Thema, evt. korte beschrijving	Korte beschrijving vervolgactiviteit	Prioriteit	Door wie	Wanneer/termijn/ Fasering cq. volgordelijkheid
<p>Risico's opnieuw inschatten voor waterstof.</p> <p>Is input voor bovenstaand punt.</p> <p>PGS 35 wordt herzien, echter hierin is binnen aftanken van waterstof voertuigen iet in de scope opgenomen</p>	<p>Echter de effecten zullen opnieuw beoordeeld moeten worden omdat de brandstofeigenschappen en de toegepaste drukken ten opzichte van CNG verschillen.</p>	<p>N.v.t</p>	<p>Voorleggen aan PGS Programma-raad</p>	
<p>Daarna beheersmaatregelen opnieuw inschatten.</p> <p>Is input voor bovenstaand punt.</p> <p>PGS 35 wordt herzien, echter hierin is binnen aftanken van waterstof voertuigen niet in de scope opgenomen</p>	<p>Welke beheersmaatregelen moeten getroffen worden</p>	<p>N.v.t</p>	<p>Voorleggen aan PGS Programma-raad</p>	

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Inleiding

Hieronder zijn de conclusies en aanbevelingen (inclusief overwegingen) beschreven. Tot slot wordt een mogelijk vervolg (van de werkgroep) beschreven.

6.2 Conclusies

Per werkgroep zijn de conclusies als volgt:

WG 1:

- De werkgroep stelt voor dat de vervolgstappen van WG 1, nl. Fase 1 (zie tabel in deze (concept) eindrapportage) in het veiligheidsprogramma van het NWP kan vallen. Zonder 'richtlijnen' is er geen harmonisatie/eenduidigheid in het realiseren/gunnen van stallingen. Deze actie is dus als 'hoog' geprioriteerd. Partijen die in een stalling investeren, als vergunningverleners, en ook veiligheidsregio's, hebben behoefte aan eenduidige richtlijnen.

WG 2:

- De werkgroep stelt voor om de PGS-26 uit te breiden voor waterstofvoertuigen, omdat er waarschijnlijk vergelijkbare eisen aan de stalling, ventilatie, werkplaats en personeel worden gesteld.

WG 3:

- Per januari 2017 in overleg met het Ministerie IenM en Rijkswaterstaat (specifiek Steunpunt Tunnelveiligheid).

WG 4:

- Onderzoek naar wijze waarop 'toelating niet-gekentekende voertuigen' is georganiseerd.
- Binnen aftanken zijn geen concrete projecten voorzien, voor zover bij de leden van het onderzoeksteam bekend, waardoor vervolgacties op dit moment niet de hoogste prioriteit hebben (in toekomst wel van belang, t.b.v. indoor heftruckprojecten).

Algemene conclusies:

- Bovenstaande conclusies worden door het hele onderzoeksteam onderschreven.
- Het onderzoeksteam volgt graag de terugkoppeling van het Ministerie IenM (en ook de Programmaraad en het NWP) over de bovengenoemde conclusies/acties. We leggen in overweging om deze groep volgend jaar een aantal keer bij elkaar te laten komen voor voortgangsbewaking, en ondersteuning aan de diverse betrokken partijen, waar nodig. De relatie met het NWP is daarbij van belang.
- Het onderzoeksteam realiseert zich dat er nog belanghebbenden ontbreken, en stelt voor om het eindrapport aan partijen ter beschikking te stellen zoals, NWBA, lokale waterstofnetwerken, de normcommissie 310 197 'Waterstof en Brandstofcellen', etc.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

6.3 Aanbevelingen en overwegingen:

- Harmonisatie in de breedte: De automotive sector loopt voorop qua veiligheid van waterstof, en een uitrol naar andere toepassingen is gewenst. Het onderzoeksteam adviseert om de adviezen zoveel mogelijk in lijn te brengen voor andere toepassingen (om hier eenheid in te creëren), zoals opslag/ gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving.
- Het 'spoelen' van waterstof uit een voertuig wordt niet als risico beschouwd.
- Veiligheid en waterstof in relatie tot niet-Rijkstunnels (zoals stadstunnels en particuliere tunnels) zijn nog niet meegenomen in de voorgestelde vervolgvactiteiten, maar het is wel van belang dat ook hier aandacht voor is, dit kan een plek krijgen in het Stakeholdersoverleg Tunnelveiligheid.
- Vanuit FCHJU worden (onderzoeks)budgetten ter beschikking gesteld. Uitkomsten uit dit onderzoek, en vervolgvactiteiten, zouden ook daar uit kunnen worden bekostigd/onder kunnen vallen, hier zal het onderzoeksteam naar kunnen kijken/een rol in kunnen spelen.
- Samenwerking met/het oppakken van activiteiten door het veiligheidsprogramma van het NWP.

6.4 Vervolg

Dit onderzoeksrapport wordt aangeboden aan het Ministerie IenM, en kan (met toestemming van het Ministerie) worden besproken door het nationaal Waterstofplatform. Tevens wordt het rapport aangeboden aan de PGS Programmaraad.

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut

Bijlage 1 Samenstelling onderzoeksteam Binnenaspecten

Naam	Functie / bedrijf	WG 1	WG 2	WG 3	WG4
Erik Büthker	Pitpoint		x		x ©
Hans van Vliet	NWP		x		
Ron Blienkendaal	Qbuzz	x			x
Kasper Pols	Leak Control Benelux	x			
Edwin Tazelaar	Alliander				x
Rob Doorn	Teeuwissen		x ©		
Hans de Laat	Kiwa	x ©		x ©	
Shyreen Dahoe	Delft Explosions Solutions	x			
Peter Bout	Air Products				x
Hans Spobeck	Instituut Fysieke Veiligheid			x	
Arief Dahoe	Delft Explosions Solutions	x			
Leendert van Bloois	RET				
Sander Lepelaar	Brandweer NL	x			
Indra te Ronde	NEN	-	-	-	-

x = deelname aan werkgroep

© = coördinatie werkgroep/kartrekker

NEN Energie

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Contact: Indra te Ronde (NEN)
015-2690406

indra.teronde@nen.nl

www.nen.nl

Nederlands Normalisatie-instituut