

# Bestrijding brand waterstofauto

## WP4 Veiligheidsaspecten en risico's

Auteurs: Emérence Veldkamp, Jetty Middelkoop, Margreet Spoelstra

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topsector Energie uit de PPS-toeslag onder referentienummer TKI2019 WVIP



## Inhoud

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>3</b>
1.1. Aanleiding.....	3
1.2. Kennisvraag .....	3
1.3. Aanpak.....	3
<b>2. Theoretisch kader .....</b>	<b>4</b>
2.1. Achtergrondinformatie.....	4
<b>3. Praktisch kader mogelijke bestrijding.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Handelingsperspectieven .....</b>	<b>6</b>
4.1. Waterstofauto: algemeen .....	6
4.2. Waterstofauto: geen brand.....	6
4.3. Waterstofauto: brand.....	6
4.4. Elektrisch voertuig – algemeen .....	7
4.5. Elektrische auto: geen brand.....	7
4.6. Elektrisch voertuig: brand.....	7
4.7. Elektrische auto aan de laadpaal .....	7
<b>5. Discussie en conclusies.....</b>	<b>8</b>
5.1. Discussie .....	8
5.2. Conclusies .....	8
5.3. Aanbevelingen.....	8
<b>6. Referenties.....</b>	<b>9</b>

## 1. Inleiding

### 1.1. Aanleiding

WVIP WP 4 werkt aan kennisvragen voor het borgen van waterstofveiligheid en heeft als doelstelling:

1. Het inventariseren van mogelijke veiligheidsrisico's die gepaard gaan met de productie, opslag, transport en gebruik van waterstof.
2. Welke maatregelen zijn noodzakelijk om waterstof als veilige en betrouwbare energiedrager grootschalig te kunnen introduceren en daarmee de publieke acceptatie te vergroten.

Dit document is bedoeld voor alle partijen die bezig waren, momenteel bezig zijn, dan wel in de nabije toekomst betrokken zullen zijn bij de ontwikkeling van de waterstofinfrastructuur en specifiek voor partijen die zich bezig houden met de toepassing van waterstof als brandstof voor mobiliteit over de weg. Dit document geeft handvatten om de vragen en antwoorden die er over dit onderwerp zijn centraal te ontsluiten met het doel de waterstofveiligheid te borgen.

Dit document beantwoordt één van de kennisvragen zoals die zijn geïnventariseerd door de deelnemers van WP4 in 2020.<sup>1</sup>

### 1.2. Kennisvraag

In licht van bovenstaande is de volgende kennisvraag geformuleerd:

*Welke blusstrategie moet worden toegepast als een waterstofauto bij een ladende elektrische auto staat en in de directe nabijheid een brand woedt of dat één van deze alternatief voortgedreven auto's in brand staat?*

### 1.3. Aanpak

De kennisvraag omvat diverse deelvragen. Hierdoor zijn verschillende combinaties mogelijk.

Er is gekozen voor de uitwerking van een brand van een auto met een waterstof brandstofcel in de open lucht. Hierbij wordt gekeken naar mogelijke aandachtspunten vanwege complexe omgevingsfactoren, *in dit geval de aanwezigheid van een elektrische auto.*

De gedachte hierachter is dat inmiddels een document is verschenen waarin de incidentbestrijding van waterstofincidenten wordt beschreven. Tevens is al over de wijze van bestrijding van brand van elektrische auto's geschreven.

Echter door de twee verschillende manieren van brandbestrijding, zou voor een combinatie van voertuigen een andere (gecombineerde) methodiek noodzakelijk kunnen zijn.

Bij de uitwerking van de vraag wordt niet verder ingegaan op incidenten in een besloten omgeving. De incidentbestrijding hiervan brengt nog andere factoren met zich mee. Zo wordt het zicht belemmerd, zijn temperaturen hoger, de worplengte langer en is er kans op explosie met gevolgen voor de constructie. Deze factoren zullen de inzet van de brandweer bemoeilijken.

---

<sup>1</sup> Voor meer informatie over en de totstandkoming van de kennisvragen zie XXXXXXX

## 2. Theoretisch kader

### 2.1. Achtergrondinformatie

Een waterstofauto bevat twee of drie waterstoftanks met een inhoud van maximaal 60 liter en een druk van maximaal 700 bar. Daarnaast bevat een waterstofauto een brandstofcel waarin met behulp van waterstof stroom wordt geproduceerd waarmee de elektromotor wordt gevoed.

De waterstoftanks zijn gemaakt van een vezel versterkt polymeer. Dit omhulsel degradeert onder invloed van warmte, waardoor de vezels hun kracht verliezen en waardoor de tank kan exploderen (5). Om te voorkomen dat dat gebeurt, zijn waterstoftanks voorzien van een beveiliging die bij een temperatuur van 110 °C geactiveerd wordt en de waterstof in de tank laat vrijkomen. Deze beveiliging heet een TRPD.<sup>2</sup>

Een incident met een waterstofauto is te verwachten als (2):

- door opwarming de TRPD geactiveerd wordt. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door een brand in een naburige auto.
- lekkage van waterstof via appendages optreedt als gevolg van lekkende koppelingen of het afbreken van toevoerleidingen.

Dergelijke incidenten kunnen leiden tot:

- het ontsnappen van waterstof uit de tank zonder dat waterstof ontsteekt.
- het ontsnappen van waterstof uit de tank waarna een gaswolk ontstaat die na ontsteking een gaswolkbrand (buiten) of gaswolkexplosie (binnen) geeft.
- het ontstaan van een fakkel vanuit de TRPD of breuk in leiding
- het exploderen van de waterstoftank wat gepaard gaat met een vuurbal en scherfwerking.

Er is een aantal documenten verschenen over incidenten met een waterstofauto in een parkeergarage. In deze documenten wordt de achtergrondinformatie over het ontstaan van de verschillende incidenten meer in detail beschreven. Deze achtergrondinformatie is ook van toepassing op buitensituaties. In de praktijk kan door brand in en om de waterstofauto een fakkel, een vuurbal of een wolkbrand ontstaan.

Bij een fakkel, vuurbal of een wolkbrand ontstaat warmtestraling die kortdurend is. Voor een vuurbal en een wolkbrand gaat het om seconden, terwijl het voor een fakkel om enkele minuten gaat.

---

<sup>2</sup> Thermally activated pressure relief device.

### 3. Praktisch kader mogelijke bestrijding

Afgelopen jaren zijn er verschillende documenten verschenen waarin de aanpak van de bestrijding van incidenten met waterstof wordt beschreven (4, 5, 6, 7, 8). Voor het bestrijden van incidenten wordt gewerkt met standaard protocollen waarmee een incident op verantwoorde wijze kan worden aangepakt. Het bestrijden van brand in en om een waterstofauto valt onder het Protocol Incidentbestrijding Gevaarlijke Stoffen (IBGS).

Aandachtspunten in dit protocol zijn:

- de aanrijroute (bovenwinds).
- de afstand tot de opstellijn (25 m, 100 m en 500 m).

*Voor het bepalen van (situatie buiten) een veilig/onveilig gebied (dus waar de opstellijn ligt), wordt standaard rekening gehouden met mogelijke ontsteking. De afstand van de opstellijn ten opzichte van het lekkende voertuig is de 3 kW/m<sup>2</sup>-contour vanwege fakkelbrand. Die valt binnen 25 meter. Voor de opstellijn wordt daarom 25 meter geadviseerd op grond van het IBGS protocol.*

- herkenning. Informatie wordt verkregen via eigenaar of CRS.<sup>3</sup>
- toe te passen meetapparatuur.

*De warmtebeeldcamera gebruik je om beeld te krijgen van de locatie van de lekkage en van de vrijgekomen waterstofwolk. Bij expansie van waterstof komt warmte vrij in tegenstelling tot expansie bij andere gassen waarbij afkoeling plaatsvindt. De wolk (pluim) stijgt, blijft in binnenruimtes onder plafonds hangen en gaat in buitensituaties met de wind mee (Opgemerkt moet worden dat je naast een waterstoflek kunt staan en toch geen waterstof meet, omdat de vrijgekomen waterstof gestegen is). De explosiegevaarmeter is een waarschuwings- en alarmeringsinstrument dat aangeeft dat je in een onveilige situatie bevindt. Veel CO-meters meten óók waterstof. Bij een inzet moet rekening worden gehouden met de kruisgevoeligheid van deze meters. Afhankelijk van merk en type wordt voor waterstof een verschillende correctiefactor verwacht voor de LEL-cel en de CO-cel (9)*

- mogelijke repressieve maatregelen. Om niet in herhaling te vallen, wordt verwezen naar een aantal documenten waarbij de brandbestrijding van auto's op waterstof is uitgewerkt.

---

<sup>3</sup> Crash Recovery System.

## 4. Handelingsperspectieven

### 4.1. Waterstofauto: algemeen

Bij een gewone brand in de buitenlucht maar wel in de buurt van een waterstofauto, is het handelingsperspectief als volgt:

- blussen brand.
- koelen van naastgelegen voertuig(en).

### 4.2. Waterstofauto: geen brand

#### Analyseer

- Is er vuur nabij de locatie van de waterstoftank(s)?
- Is er vuur nabij accu?
- Bepaal de locatie van de accu en de waterstoftanks inclusief afblaasrichting met behulp van CRS.
- Raakt de accu oververhit door de aanstraling van de omgevingsbrand? Te merken aan sissen, ploppende geluiden, elektrolytdamp (lijkt op rook, zal bij brand in de directe omgeving snel ontbranden).
- Houd rekening met kortstondige overdruk bij ontsteking van de gaswolk vanwege brand in directe omgeving.

#### Inzet

- Gebruik een opstellijn. Houd een veilige afstand van ca. 25 meter aan.
- Gebruik tijdens een inzet zonder brand altijd de explosiegevaarmeter.
- Om te detecteren of waterstof aanwezig is, kan de CO-meter worden gebruikt (9)
- Benader een waterstofauto bij voorkeur niet: blijf op ruimte afstand.
- Gebruik altijd een warmtebeeldcamera (check temperatuur auto / gebied waterstoftank / evt onzichtbare fakkels/accu).
- Denk om gehoorbescherming.
- Gebruik de worplengte van de straal (Lage Druk) om de omgeving te koelen (indien nodig).

De afblaasrichting van een waterstoftank is naar beneden gericht, mogelijk onder een hoek naar achteren. Benader een waterstofauto daarom niet in de afblaasrichting van waterstoftanks (zie blauwe pijlen in CRS). Ook geen opstelling in het bredere gebied rond afblaasrichting (totale breedte: 180 graden rond afblaasrichting). Oftewel: is blaasrichting naar achteren? Dan in hele breedte achterkant auto geen opstelling. Dit in verband met afbuigen van de fakkels door windeffecten.

### 4.3. Waterstofauto: brand

- Als er een fakkels komt vanuit de waterstoftank, is dat kort maar krachtig. De fakkels is niet goed zichtbaar, maar maakt wel een zeer hard geluid. Op het moment van maximale uitstroom kan de lengte van de fakkels in een vrije omgeving gedurende enkele seconden wel 8-10 m zijn (3). De lengte van de fakkels is afhankelijk van de diameter van de TPRD en de uitstroomhoek. Van onder een voertuig is de fakkels mogelijk minder lang door een niet-vrije uitstroom.
- Probeer nooit de fakkels te blussen want dat is niet mogelijk. Laat de fakkels afblazen, maar blus omgevingsbranden wel met lage druk vanaf veilige afstand en koel bedreigde objecten als dat nodig is.
- Wacht met verdere acties tot de fakkels uit is.
- Er is kans op bezwijken van de waterstoftank. Een explosie van een waterstoftank van 350 bar in een waterstofauto geeft brokstukken tot 50 m. Voor waterstoftanks van 700 bar zal die afstand

groter zijn, maar het is niet bekend hoe groot de afstand dan is. Dit betekent dat bij brand of verder moet worden terug getrokken dan 25 m, of onder dekking moet worden ingezet.

#### 4.4. Elektrisch voertuig – algemeen

- Koppel zo mogelijk de emergency plug in het laadpunt van de elektrische auto, zodat de auto blokkeert en het systeem uitschakelt. Bij een auto met een waterstofbrandstofcel is dit soms ook mogelijk. Hiervoor moet CRS worden geraadpleegd.
- Als de emergencyplug niet in het laadpunt gekoppeld kan worden en wel handelingen aan het voertuig moeten worden uitgevoerd waarbij contact met hoogspanningskabels mogelijk is, moeten de hoogspanningskabels gedeactiveerd worden door middel van de serviceplug (zie CRS).
- Aandachtspunt is dat een batterijpakket over één of meer overdrukventielen beschikt. Deze gaan open indien bij brand elektrolytdamp vrijkomt. Deze bepalen de richting van de fakkel(s). Dit staat niet aangegeven in CRS.

#### 4.5. Elektrische auto: geen brand

- Koel de auto om ontsteking te voorkomen. Controleer op onstabiel accupakket. Gebruik altijd de warmtebeeldcamera.
- Als de elektrische auto te bedienen is, dan motor activeren en check melding Batterijmanagementsysteem (BMS).
- Als de elektrische auto niet te bedienen is, check dan de temperatuur van het voertuig met de warmtebeeldcamera met speciale aandacht voor de plaats van de batterypack. Meet ook vanuit de binnenzijde van het voertuig. Let op ploppende, sissende of fluitende geluiden en op het vrijkomen van “rook” uit de omgeving van de batterypack.
- Zet het voertuig apart, zodat bij eventuele ontsteking geen overslag van brand kan plaatsvinden.

#### 4.6. Elektrisch voertuig: brand

##### Accu niet betrokken bij de brand:

- Blus met water conform reguliere auto. Zie verder de aandachtspunten bij paragraaf 4.5.

##### Accu wel betrokken bij de brand:

- Blus met water, zoveel mogelijk bovenwinds in verband met giftige gassen in de rook. Bestel een doppelcontainer (actueel overzicht beschikbare bedrijven: [Elektrische voertuigen getemd | SIMN nieuws \(stichtingimn.nl\)](#)).
- Overweeg het inzetten van de Cobra coldcutter of de hydraulische Rosenbauer pakketplug. Beide zijn methoden om water in te brengen in de batterypack.

Sommige voertuigen beschikken over een Fireman access (Renault Kangoo, Zoe) of een rooster waardoor water in de batterypack kan worden ingebracht. Bij sommige merken en typen (Volkswagen) kan hiervoor soms de plek van de serviceplug worden gebruikt. Zie CRS voor deze voertuigopties.

#### 4.7. Elektrische auto aan de laadpaal

- Ontkoppel de elektrische auto via de pas van de eigenaar of via het telefoonnummer van de paalbeheerder in [www.oplaadpalen.nl](http://www.oplaadpalen.nl).<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Er zijn diverse mogelijkheden. Dit is ook afhankelijk van het merk en type van de laadpaal. Het kan geen kwaad als de elektrische auto aan de lader blijft staan. Als de laadpaal heet wordt, wordt het bovendeeel van de laadpaal automatisch uitgeschakeld. Controleer of de lichten branden van de laadpaal of bij het laadpunt van de auto.

## 5. Discussie en conclusies

### 5.1. Discussie

We hebben de bestrijding van een brand waterstofauto en elektrische auto afzonderlijk toegelicht. De ontwikkeling van het combinatie scenario hangt af van de plaats van het ontstaan van de brand en de snelheid van de brandontwikkeling.

Belangrijk is de afstand en daarmee de hittebelasting van een brandend voertuig dat in de nabijheid van een auto op waterstof dan wel een elektrische auto staat. Voor het in brand raken van een voertuig op waterstof is het type van de ernaast geparkeerde auto minder van invloed.

De kans dat een incident ontstaat en de duur van het incident zal wel afhankelijk kunnen zijn van het type auto die in de nabijheid staat.

Zolang de brand niet in de buurt van de waterstoftank is, kan je nog iets doen. Hierbij komt het aan op een goede verkenning. Overeenkomst bij bestrijding van beide auto's is het gebruik van de warmtebeeldcamera. Te allen tijde moet worden geprobeerd branduitbreiding te voorkomen via het aanleggen van een waterscherm plus het in acht nemen van de opstellijn van 25 meter.

Als de waterstofauto als eerste brandt, is de zijde waar de elektrische auto geparkeerd staat ten opzichte van de waterstofauto van belang in verband met het mogelijk ontstaan van een waterstoffakkkel. Als de elektrische auto als eerste brandt, is naast het aanleggen van een waterscherm het standaard protocol voor incidentbestrijding elektrische auto's te volgen plus het in acht nemen van de opstellijn van 25 meter.

### 5.2. Conclusies

- De ontwikkeling van het incident is afhankelijk van de plaats waar de brand ontstaat.
- De inzetstrategie bij een waterstofauto is anders dan voor een elektrische auto. Bij een incident waar beide voertuigen betrokken zijn, moet dan ook een combinatie van inzet strategieën gebruikt worden.
- Een combinatie van inzetstrategieën valt binnen de bekende protocollen van bestrijding van een brand in een waterstofauto en een elektrische auto.

### 5.3. Aanbevelingen

Bij bestrijding van incidenten waarbij mogelijk een elektrische auto en/of een waterstofauto betrokken is, is het belangrijk om zo snel mogelijk te weten welk type voertuig bij het incident betrokken is. Ter ondersteuning hiervan zijn nog een aantal verbeteringen door te voeren.

- De plaats van overdrukventielen in het batterijpakket van een elektrische auto moet opgenomen worden in CRS.
- Bij ombouw van brandstof naar waterstof van vrachtwagens is niet bekend in welke richting de fakkkel afblaast. Het is gewenst dat meer informatie van nabouwvoertuigen beschikbaar komt in CRS.



## 6. Referenties

1. NIPV (2023) Scenarioboek Energietransitie – [Waterstofauto in parkeergarage](#)
2. NIPV (2021). [Waterstofauto's in parkeergarages](#).
3. NIPV (2023). [Waterstofincidenten in besloten ruimtes](#).
4. WVIP (2022). [Tabel Risicobeheersing en Incidentbestrijding](#).
5. HyResponder (2022). [European Emergency Response Guide](#)
6. Brandweer Nederland (2019). [Aandachtskaart H2 Algemene procedure](#).
7. Brandweer Nederland (2019). [Aandachtskaart Wegtransport H2](#).
8. Brandweer Nederland (2019). [Aandachtskaart Waterstof \(drukhouder, gasvormig\)](#).
9. <https://www.safetydetection.be/kruisgevoeligheden-a-tot-z-nadeel/>