

Veiligheid van waterstof(dragers)

1/4

Omgaan met technische risico's

De fysische eigenschappen van waterstof en waterstofdragers (verbindingen waaraan waterstof kan worden gebonden en onttrokken) verschillen onderling sterk. Zo kan bij waterstof een explosieve verbranding optreden, maar het vervliegt snel en is niet toxisch. Waterstofdrager ammoniak is sterk bijtend en toxisch, maar heeft een kleiner ontstekingsgevaar. De verschillen in de fysische eigenschappen en in de productie-, transport- en opslagmogelijkheden leiden tot verschillen in de omgevingsrisico's en hoe hiermee kan worden omgegaan. Vlak buiten of in de gebouwde omgeving kunnen waterstofdragers bij ontvangststations of tankstations onder druk worden opgeslagen. Gecomprimeerde waterstof kan via tubetrailers of transport over het spoor door de gebouwde omgeving worden vervoerd. De verwachting is dat later transport en distributie van waterstofgas via het ondergrondse gasnet kan plaatsvinden. Transport van gasvormig ammoniak vindt plaats over de weg, het spoor, het water en door buisleidingen. Deze factsheet gaat in op hoe kan worden omgegaan met de technische risico's en incidentbestrijding.

Waterstofdragers: ervaringen in de gebouwde omgeving

De inzet van waterstof(dragers) moet veilig gebeuren en daarom moet er een helder beeld zijn van wat de eventuele risico's zijn bij het transport, de opslag en het gebruik van waterstof(dragers) in en om de gebouwde omgeving. Om hierachter te komen is er één sleutelwoord: testen. Er zijn in Nederland al meerdere initiatieven waar waterstoftoepassingen worden getest in kleinschalige en gecontroleerde omstandigheden. Ervaringen uit enkele van deze projecten zijn verwerkt in deze factsheet. De kaart toont deze concrete initiatieven.



Waterstofinitiatieven: voor deze factsheet geconsulteerd.



Waterstofinitiatieven: niet voor deze factsheet geconsulteerd.

The Green Village in Delft is een fieldlab voor duurzame innovatie in de gebouwde omgeving. Er ligt een waterstofnet (oud aardgasnet) en wordt gewerkt aan het 24/7 Energy Lab: een energiebuffer waar met zonne-energie in de zomer waterstof wordt gemaakt en opgeslagen in cilinders. In de winter kan deze waterstof gebruikt worden om woningen mee te verwarmen. Informatie over dit project is te vinden op: <https://thegreenvillage.org/>

Waterstofwijk Hoogeveen bestaat uit een demonstratie nieuwbouwproject bestaande uit 100 woningen en 427 bestaande woningen die voor verwarming volledig op waterstof gaan functioneren. Er worden nieuwe distributieleidingen voor waterstof gelegd voor de nieuwbouw en bij bestaande woningen wordt het bestaande aardgasnetwerk ingezet voor H₂. De huizen krijgen cv-ketels op waterstof. Informatie over dit project is te vinden op:

<https://www.waterstofhoogeveen.nl/>

GROHW Deventer omvat de ambitie van een groep lokale bedrijven om een decentraal waterstofecosysteem te ontwikkelen om netcongestie te verlagen en lokaal te verduurzamen. Een blueprint is beschikbaar om succesvolle herhaling in vergelijkbare gebieden mogelijk te maken. Informatie over dit project is te vinden op: <https://grohw.nl/>

Hylife Innovations ontwikkelt de InnovaHub: een slimme energiehub die huizen voorziet van elektriciteit, warmte en koeling. Dat doet InnovaHub door energie te produceren, op te slaan en terug te winnen. Energie wordt onder andere opgeslagen in batterijen en groene waterstof. Hierbij speelt veiligheid uiteraard een grote rol. Informatie over dit project is te vinden op: <https://hylifeinnovations.nl/en/innovations/innovahub/>

Stad aan 't Haringvliet heeft subsidie ontvangen vanuit het Programma Aardgasvrije Wijken om bewoners te helpen aardgasvrij te worden. Indien voldoende bewoners het willen, kan gebruik worden gemaakt van een nieuwe collectieve energievoorziening op basis van groene waterstof via het bestaande aardgasnet. Informatie over dit project is te vinden op: <https://stadaardgasvrij.nl/>

Waterstofdragers: ervaringen met transport

Naast het gebruik van waterstof zal in de toekomst meer sprake zijn van vervoer van waterstof in zowel gecomprimeerde als in gekoeld vloeibaar gemaakte vorm. Ammoniaktransport vindt met enige regelmaat plaats, omdat ammoniak als grondstof in de industrie wordt gebruikt. Bij het transport en de opslag worden eisen gesteld aan de voertuigen en de tanks. Waterstof(drager)transporten over de weg of het spoor worden nog weinig uitgevoerd, maar dit is aan het veranderen. Dat komt door de groeiende vraag, het feit dat er vooralsnog geen buisleidingen beschikbaar zijn en doordat er relatief meer transporten nodig zijn (meer tonnage moet worden verplaatst, ook voor drukcilinders e.d.) voor eenzelfde hoeveelheid energie dan bij fossiele dragers.

Waterstofdragers: enkele mogelijke risico's en maatregelen (1/2)

Opslag van waterstofdragers



Waterstofopslagtanks zijn nodig bij tankstations en andere decentrale toepassingen. Deze opslagtanks voor gasvormige waterstof onder druk zullen in de komende decennia veelvuldig worden toegepast. Dat brengt risico's op nieuwe plaatsen, maar met de technologie is veel ervaring, waardoor de risico's klein kunnen worden gehouden.

Risico: er komt zuurstof in de waterstoftank via de compressor, waardoor er ontstekingsgevaar ontstaat in de tank.

Maatregelen: Voor de compressor gelden constructieve eisen om zuurstofinfiltratie te voorkomen. De installaties moeten periodiek door gecertificeerde installatietechnici worden geïnspecteerd. Tevens worden sensoren in de tanks geplaatst die continu de samenstelling in de tank monitoren en alarmeren bij afwijkingen.

Risico: door de grote druk ontstaan scheurtjes in de tank met lekkage tot gevolg. Er komen zo gevaarlijke concentraties waterstofgas in de lucht, wat kan resulteren in ontstekingsgevaar.

Maatregelen: Ook voor de opslagtank gelden constructieve eisen, zoals voor de dikte van de tankwand. Die eisen worden strenger bij hogere drukken. Regelmatige inspecties zorgen ervoor dat risico's door slijtage en verbrossing worden ondervangen. Daarnaast zijn er veiligheidscontouren voor de tanks en geniet een systeem met meer tanks en lagere drukken altijd de voorkeur.

Risico: verkeerde installatie of onderhoud die ervoor zorgen dat bovengenoemde risico's zich toch voor doen.

Maatregelen: er komt een standaard waar installatiebedrijven aan moeten voldoen voor het ontwerpen, installeren en onderhouden van waterstofsyste-

Bovengronds transport



Het is waarschijnlijk dat **transporten van waterstofdragers** de komende jaren zullen intensiveren. Dat mede omdat er nog weinig buisleidingen beschikbaar zijn en omdat er meer transporten nodig zijn (meer volume) om eenzelfde hoeveelheid energie te verplaatsen dan bij het transport van fossiele energiedragers.

Risico: door een botsing of ongeval lekken er giftige stoffen uit een trein of tubetrailer.

Maatregelen: Dit risico is vooral voor ammoniaktransporten van belang. De belangrijkste maatregelen zijn scherpe normen voor constructieve veiligheid, het beperken van spoor- en wegtransport en het vastleggen van transportroutes voor gevaarlijke stoffen waar dat mogelijk is. De oplosbaarheid van ammoniak in water maakt dat incidenten relatief goed te bestrijden zijn.

Risico: door een botsing of ongeval van een trein of tubetrailer ontstaat een explosie of in geval van ammoniak een toxische damp.

Maatregelen: Naast algemene eisen aan de constructieve veiligheid gelden specifiek voor transporten van ammoniak aanvullende mitigerende maatregelen. Deze zijn gelijk aan die voor het ontsnappen van giftige stoffen en voorzien onder meer in veiligheidsafstanden en tevens speciale transportroutes (het Basisnet).

Ondergronds transport



Waterstofgas in gecompriëerde vorm kan met aanpassingen in het **huidige gasnet** worden getransporteerd. Transport van ammoniak via buisleidingen door de gebouwde omgeving lijkt in de nabije toekomst nog niet aan de orde, maar is wel een mogelijkheid in de gebouwde omgeving.

Risico: graafschade veroorzaakt lekken en explosiegevaar.

Maatregelen: Bij graafwerkzaamheden moet via een zogenoemde KLIC-melding informatie worden opgevraagd over de ondergrond. Wanneer een KLIC-melding wordt aangevraagd op een locatie waar bekend is dat er waterstofleiding loopt kan het meerwaarde hebben dat een vertegenwoordiger van de netbeheerder aanwezig is bij de graafwerkzaamheden.

Risico: bij het onderhoud van waterstofleiding explodeert restgas uit de leidingen.

Maatregelen: dit risico geldt ook voor aardgasleidingen, maar is groter wanneer waterstoftransport plaatsvindt, door de hogere explosiviteit van waterstof. Het gasnet heeft afblaasunits: kleppen die resterende concentraties waterstof naar boven uitlaten. Resterend gas kan zo gecontroleerd worden afgefakkeld.

Voetnoot over veiligheid

Veiligheid is een randvoorwaarde bij het ontwikkelen van nieuwe technieken. 100% veiligheid of nul-risico bestaat niet, ook niet in het huidige energiesysteem. Door in te zetten op veiligheidsmaatregelen worden de risico's op een aanvaardbaar niveau gebracht.

Waterstofdragers: enkele mogelijke risico's en maatregelen (2/2)

Gebruik in tankstations en voertuigen



Er zijn al **waterstoftankstations** en **multifuel-tankstations** in of nabij de gebouwde omgeving; met een waterstofopslag. Naast deze tankstations zelf en hun opslagtanks vormen de tankwagens die de waterstof aanvoeren en overslaan een additioneel risico.



Risico: door menselijke fouten wordt de waterstofbrandstoftoevoer op de verkeerde manier gekoppeld aan het voertuig. Hierdoor ontstaan brandbare concentraties waterstofgas in de buitenlucht.



Maatregelen: het opleiden van personeel gericht op het vullen van trucks, en het aanbrengen van veiligheidskleppen in de toevoer die automatisch sluiten bij een verkeerde koppeling.

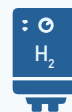


Risico: door een voertuigbotsing ontstaat een scheur in de brandstoftank met risico op explosie.

Maatregelen dit risico is enigszins vergelijkbaar met de huidige situatie met voertuigen die op LPG rijden, met als belangrijk verschil dat waterstof snel opstijgt en daardoor minder snel gevaarlijke concentraties bereikt in de buitenlucht. Testen zijn gedaan met botsingen in parkeergarages, waar waterstof wel zou kunnen ophopen, maar door de lage rijnsnelheden is de kans op het scheuren van de brandstoftank hier nagenoeg nihil.



Gebruik in woningen



Waterstofgas kan als **vervanging van aardgas in de gebouwde omgeving** worden gebruikt voor ruimteverwarming. Waterstofgas stroomt dan op dezelfde manier het gebouw of de woning binnen als aardgas nu, en wordt in een cv-ketel verbrand. Die ketel vertoont veel gelijkenis met de bekende HR-ketels. Een voordeel van waterstofgas is dat er geen koolstofmonoxide kan vrijkomen. Wel wordt NO_x bij de verbranding gevormd, maar met de juiste aanpassingen is dit minder dan bij aardgas.



Risico: waterstofgas ontsnapt in de kruipruimte wat leidt tot ophoping onder de woning.

Maatregelen: Voor waterstofaansluitingen worden zo min mogelijk verbindingstukken gebruikt, veelal nog minder dan bij aardgas het geval is. Dat kan omdat de waterstofleiding alleen naar de cv-ketel loopt. Wanneer er sprake is van een lek sluit een doorstroombeveiliging in de leiding de toevoer af (bij de pilotprojecten). Tevens kunnen er sensoren in de woning geplaatst worden die eventuele concentraties waterstof snel detecteren. Bij goed geventileerde woningen bestaat er geen risico voor de ophoping van waterstof.



Risico: waterstofgas ontsnapt in de woning door een lekkende cv-ketel.

Maatregelen: Een ketel op waterstof is maar op enkele aspecten anders dan de bekende HR-ketel. Vanwege de hogere uitstroomsnelheid van waterstof wordt de instroom naar de brander aangepast om terugslag te voorkomen. Verder is er een andere vlamdetectie omdat de waterstofvlam niet zichtbaar is. De risico's daarvan zijn op zich niet groter dan nu bij aardgas. Vanwege het vluchtige en brandbare karakter van waterstof wordt extra detectie in de ketel voorzien en een (verplichte) periodieke keuring om de veiligheid van waterstofketels te borgen. Ter illustratie: In Nederland zijn er jaarlijks gemiddeld 35 ongevallen met cv-ketels, op 7 miljoen ketels in totaal. De meeste daarvan betreffen koolmonoxidevergiftiging. Juist dat risico vervalt bij waterstof.



Risico: gebruikers gaan zelf klussen aan waterstofinstallaties in de woning en veroorzaken schade.

Maatregelen: Met aardgas is het nu nog toegestaan om als bewoner zelf aan de gasleiding te klussen. Het wordt voor waterstof mogelijk verplicht aanpassingen te laten uitvoeren door gecertificeerde professionals. Verder komen er waarschuwingen op de leidingen en aan de binnenkant van de mantel van de cv-ketel.



NB: Een deel van de genoemde maatregelen kan mogelijk vervallen wanneer ervaring is opgedaan in de eerste projecten en de risico's voldoende klein blijken. De rijksoverheid monitort dit en past de wet- en regelgeving hierop aan.

Meer weten: Risico's waterstofdragers en maatregelen

Deze factsheet geeft een overzicht van mogelijke technische risico's bij de implementatie van waterstofdragers. Voor de beoordeling van deze risico's is het van belang in hoeverre deze zich verhouden tot die in het huidige energiesysteem. Op de website: <https://www.scenarioboek.nl/> is een veelheid aan mogelijke calamiteiten gemodelleerd met ammoniak, waterstof en aardgas. De calamiteiten worden daar ook gevisualiseerd (zoals het voorbeeld links van een explosie bij een waterstof tubetrailer). De effecten van verschillende calamiteiten kunnen worden vergeleken. Deze vergelijkingen kunnen worden gebruikt bij het bepalen van beleid en besluiten om waterstofdragers toe te staan in de gebouwde omgeving.

Twee visualisaties van denkbare ongevalsituaties uit het scenarioboek externe veiligheid. Links: explosie van waterstofgas rond een tube trailer op de snelweg, rechts: lek in een ammoniaktransport over het spoor, waardoor een giftige wolk ontstaat.



Colofon

Deze factsheet maakt deel uit van een set van drie. In de twee andere worden respectievelijk de rol van waterstofdragers in de energietransitie behandeld en de organisatie hiervan in de praktijk, met de rol van verschillende stakeholders.. De focus in de factsheets ligt op de mogelijke toepassing van waterstofdragers in of nabij de gebouwde omgeving.

De factsheets zijn tot stand gekomen in samenwerking tussen het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Witteveen+Bos en naar aanleiding van de Ketenstudie omgevingsveiligheid van duurzame waterstofrijke energiedragers. Bij het opstellen is uiterste zorgvuldigheid betracht, maar door de aard van de energietransitie is de beschikbare kennis voortdurend in ontwikkeling. Mede om deze reden kunnen aan de inhoud van de factsheets geen rechten worden ontleend.

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Auteurs: Laurens Frowijn (Witteveen+Bos), Tijn Nederstigt (Witteveen+Bos) en Jos Benner (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat)

Vormgeving en lay-out: Tijn Nederstigt (Witteveen+Bos)

Jaar van uitgave: 2022

Contactpersoon Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat: Jos Benner, jos.benner@minienw.nl

Contactpersoon Witteveen+Bos: Jan Willem Slaa, jan.willem.slaa@witteveenbos.com



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



Het ministerie van IenW zet in op een veilig, bereikbaar en leefbaar Nederland. Het ministerie beschermt tegen wateroverlast en zorgt voor de kwaliteit van lucht, water en bodem en het realiseren van een circulaire economie. De directie Omgevingsveiligheid en Milieurisico's werkt onder meer aan een veilig vervoer van gevaarlijke stoffen en de veiligheid van de energietransitie.

Witteveen+Bos helpt als advies- en ingenieursbureau wereldwijd onze klanten bij het oplossen van de complexe uitdagingen van deze tijd. Vanuit een netwerk van 23 kantoren in 11 landen werken ruim 1.400 ingenieurs en adviseurs aan een betere leefomgeving voor iedereen, nu en later. Samen met stakeholders draagt Witteveen+Bos zo bij aan sociale, ecologische en economische vooruitgang, waarbij de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties een inspirerende leidraad zijn.