

WATERSTOF

Praktische en technische informatie voor verzekeringsprofessionals



Versie mei 2022

	Inleiding	2
Hoofdstuk 1	Wat is waterstof?	3
Hoofdstuk 2	Welke vormen / toepassingen zijn er?	6
Hoofdstuk 3	Welke eisen / normeringen / kaders/ technische informatie / bouwkundige voorschriften zijn er?	7
Hoofdstuk 4	Welke risico's zijn er?	8
Hoofdstuk 5	Welke mogelijkheden zijn er om de risico's te beperken?	10
Hoofdstuk 6	Wat hebben verzekeraars nodig voor de risicobeoordeling- en acceptatie	12
	Bronnen	14

INLEIDING

Om de doelstellingen van het Klimaatakkoord te halen, zet de overheid vol in op het gebruik van duurzame energievormen. Huiseigenaren, bedrijven en overheden worden via wet- en regelgeving, maar ook via stimuleringsmaatregelen aangespoord om over te gaan op duurzame energie. De ontwikkelingen volgen elkaar dan ook snel op. Een van deze ontwikkelingen is waterstof. Denk aan het gebruik van waterstof als brandstof voor auto's. Maar ook als medium voor energieopslag in het kader van de stroomvoorziening biedt waterstof een goed alternatief. Deze mooie, duurzame ontwikkelingen kunnen echter ook nieuwe risico's opleveren. En daarmee nieuwe en vooral andere (brand)veiligheidsvraagstukken.

“Mooie, duurzame ontwikkelingen kunnen ook nieuwe risico's opleveren”

Duurzaam potentieel

Het grootschalig toepassen van waterstof als energievorm voor consumenten en (kleinere) bedrijven staat nog in de kinderschoenen. Zeker in vergelijking met bijvoorbeeld de ontwikkelingen rondom zonne-energie. Maar waterstof biedt als technologie een groot en duurzaam potentieel. Reden voor het Verbond om hier nu al mee aan de slag te gaan. Voor de verzekeringsbranche en alle andere relevante partijen is het immers van belang om in een vroeg stadium zicht te krijgen op de ontwikkelingen, de belangrijkste veiligheidsrisico's en de technische aspecten, uiteraard voor zover deze nu bekend zijn.

Voor en door verzekeraars

Deze brochure is geschreven voor verzekeraars en door (risicodeskundigen werkzaam voor) verzekeraars. Doel is om verzekeraars kennis en inzicht te verschaffen over waterstof en de ontwikkelingen hierop, zodat zij deze in eigen huis kunnen gebruiken bij hun (acceptatie)beleid. Uiteraard staat het ook andere partijen vrij om de informatie te gebruiken. De inhoud is ontleend aan verschillende bronnen en is onder andere gebaseerd op kennis en praktijkervaringen vanuit de verschillende sectoren.

Dynamisch document

De brochure is informatief, gebaseerd op de huidige situatie, niet uitputtend en komt niet in de plaats van geldende normen en wet- en regelgeving. Het betreft een dynamisch document dat steeds wordt geëvalueerd en indien nodig wordt aangepast aan de (technische) ontwikkelingen rondom waterstof en de dan geldende wet- en regelgeving.

“Belangrijk om in een vroeg stadium zicht te krijgen op ontwikkelingen, risico's en technische aspecten”

HOOFDSTUK 1 Wat is waterstof?

Hoe zit het ook al weer?

Waterstof (H_2) is het kleinste en lichtste molecuul. Het komt op aarde vooral voor in verbinding met andere elementen. Bijvoorbeeld met zuurstof (in de vorm van water) of met koolstof (in de vorm van methaan). Waterstof is een brandbaar gas, dat van nature in een geïsoleerde vorm niet voor komt. Dit komt door de reactieve eigenschap ervan. Om over zuivere waterstof te kunnen beschikken, moet het dus worden 'geproduceerd'. Dat kan uit water waarbij de verbinding wordt opgebroken en de waterstof wordt geïsoleerd. Daar zijn verschillende technieken voor, waaronder *Steam Methane Reforming* (SMR) en elektrolyse.

Doffe plof

Waterstof kan vrij eenvoudig worden geproduceerd door elektrolyse van water. We gaan even terug naar het scheikundelokaal op de middelbare school. Als je spanning zet op twee elektroden die in een bakje water met wat afwasmiddel zitten, vormt zich een schuimlaag op het water. Aansteker erbij en een doffe plof is het resultaat. Water wordt namelijk, onder invloed van elektriciteit, ontleed in waterstofgas (H_2) en zuurstof (O_2): een brandbaar mengsel dat bij een enkel vonkje al kan ontbranden.

Energie opslaan

Bij deze scheikundepraktijk wordt elektrische energie omgezet in waterstof, zuurstof en bij de splitsing vrijkomende warmte, waarna het waterstofgas kan worden als brandstof. Elektriciteit die (duurzaam) is opgewekt, maar niet direct wordt gebruikt, kan worden opgeslagen in batterijen.

Waterstof wordt gezien als een belangrijke drager van energie en is een geschikt medium om energie in op te slaan. Door de (duurzaam) geproduceerde elektrische energie om te zetten in waterstof, kun je de energie zelfs voor langere tijd 'opslaan' (in orde van maanden). Hierdoor kan waterstof een alternatief vormen voor energieopslag in batterijen (die beperkt is tot dagen).

Productie, opslag en transport

Productie

De meest gebruikte techniek voor de productie van waterstof is SMR (*Steam Methane Reforming*). Zo'n tachtig procent van de huidige waterstofproductie in Nederland, die in 2020 een totaalvolume had van 9,2 miljard m^3 , gaat via SMR. Bij deze methode wordt stoom toegevoegd, zodat methaan (CH_4) wordt gesplitst in waterstof (H_2) en koolstofdioxide (CO_2). Door het vrijkomen van het broeikasgas CO_2 bij het productieproces, dat alsnog in de atmosfeer terecht komt, spreken we ook wel van *grijze waterstof*. Deze grijze waterstof wordt gewonnen uit aardgas, aardolie of kolen. Als de CO_2 wordt afgevangen en opgeslagen in bijvoorbeeld lege aardgasvelden (via *Carbon Capture and Storage*), dan noemen we dat ook wel *blauwe waterstof*. De productie van blauwe waterstof is beperkt CO_2 -neutraal.

"Groene waterstof is de meest duurzame vorm"

Een techniek die de laatste jaren steeds meer aandacht krijgt, is elektrolyse. Hierbij wordt een watermolecuul (H_2O) met behulp van elektriciteit gesplitst in waterstof en zuurstof. Er is sprake van *groene waterstof* als deze wordt geproduceerd met behulp van duurzaam geproduceerde elektriciteit zoals zonne-energie, waterkracht en windenergie. Groene waterstof is de meest duurzame vorm van waterstof.

Grijs, blauw of groen?

Afhankelijk van de techniek en energiebron spreken we dus van grijze, blauwe of groene waterstof. In de toekomst zullen er zeker nieuwe ontwikkelingen en dus ook nieuwe kleuren bij komen. Het doel voor de langere termijn is om alleen nog maar groene waterstof te produceren en te gebruiken, maar omdat voor grootschalige elektrolyse veel elektriciteit nodig is, is dat op de korte termijn in Nederland niet haalbaar. Het is ook mogelijk om waterstof bij te mengen met andere brandstoffen zoals aardgas, en dan te verbranden in (aangepaste) CV ketels. Deze techniek is in opkomst, maar relatief nieuw en wordt in Nederland (nog) nauwelijks toegepast. In dit document zullen we daar dan ook niet verder op ingaan.

Opslag

Voor waterstof zijn er op dit moment vier opslagmethodes:

- o als gecompriemd gas
- o als cryogene vloeistof
- o in materialen
- o door de waterstof eerst om te zetten in een ander gas en het er daarna weer uit te halen

De eerste twee methodes worden op dit moment het meest toegepast. Hierbij wordt gecompriemd waterstof opgeslagen in hogedruk tanks. Het gecompriemd gas wordt met drukken van 200 tot ruim 700 bar opgeslagen. Compressie is nodig om ruimte in de tanks te besparen. Hoe hoger de druk, hoe minder ruimte er voor opslag nodig is. Omdat gebruik in de transportsector hogere drukken vereist, wordt deze methode vooralsnog vooral gebruikt in die sector.

"Hoe hoger de druk, hoe meer energie er nodig is voor de omzetting naar vloeibare waterstof"

Gekoelde tank

Voor de opslag van vloeibare waterstof is een cryogeen (opslag onder heel koude condities) gekoelde tank nodig. Het verdampingspunt van waterstof ligt op $-252,8^{\circ}\text{C}$ bij atmosferische druk. Ongeveer 800 liter gasvormige waterstof bij normale temperatuur en druk kan worden omgezet naar één liter vloeibare waterstof. Voor deze omzetting is veel energie nodig. Hoe hoger de druk, hoe meer energie er nodig is voor de omzetting, die loopt van een gasvorm naar een vloeibare toestand.

Alternatieven

Voor grootschalige waterstofopslag in gasvorm is het gebruik van hogedruk tanks te prijzig en zijn (ondergrondse) alternatieven noodzakelijk. Dat kunnen onder meer zoutgrotten, uitgeputte olievelden, gasvelden, waterhoudende ondergrondse lagen en zoutwaterreservoirs zijn. Dit soort grootschalige opslag kan worden gebruikt om seizoensgebonden verschillen in de beschikbaarheid van hernieuwbare elektriciteit op te vangen. Een veel gebruikte methode bij het transport van waterstof over water is het gas eerst omzetten in bijvoorbeeld ammoniak, en na vervoer de ammoniak weer om te zetten in waterstofgas.

Veel technieken (waaronder de opslag in materialen) staan nog in de kinderschoenen. Een praktische toepassing is de eerstkomende jaren nog niet in zicht. Vandaar dat bij het (lokale) opslaan van waterstof vooralsnog wordt gekeken naar opslag onder druk in hogedruk tanks.

Transport

Zoals bij de vorige paragraaf beschreven, kan waterstof in verschillende vormen worden opgeslagen. Afhankelijk van de opslagmethode kan ook het transport worden ingedeeld. De twee belangrijkste vormen zijn op dit moment in gasvormige of in vloeibare vorm. Verder zijn er verschillende manieren van transport mogelijk. Dit kan zowel bovengronds als ondergronds plaatsvinden. Bovengronds zijn er mogelijkheden via de weg, het spoor en het water. Ondergronds kunnen bestaande of nieuwe pijpleidingen worden gebruikt.



Gasflessen en cilinders

Op dit moment worden transporten met name via gasflessen, cilinders of gekoppelde cilinderpakketten geregeld. De flessen en cilinders bevatten een relatief beperkte hoeveelheid, waarbij de grootte van de cilinder in combinatie met de druk bepalend is voor de hoeveelheid waterstof (in kilogrammen). Bij de gekoppelde cilinderpakketten zijn (vaak) twaalf cilinders aan elkaar gekoppeld. Het transport vindt plaats via servicewagens met een geventileerde cilinderkast of op een vrachtwagen met een open bak.

"Afhankelijk van de druk kan er tot 3.500 kg waterstof worden vervoerd"

Tubetrailer

Daarnaast zijn er nog grootschaligere wegtransporten mogelijk door middel van een tubetrailer. Dit zijn grotere horizontaal gelegen cilinders (negen of achttien stuks), met een inhoud van circa 1.000 tot 2.000 liter. Afhankelijk van de druk (bijvoorbeeld 200 bar) kan maximaal zo'n 630 kilogram waterstof worden vervoerd. Als dit via gekoeld transport plaatsvindt, kan er tot 3.500 kilogram waterstof worden vervoerd. Verder zijn er ontwikkelingen van transport over de weg met een zogenoemd batterijvoertuig (meerdere composiet-cilinders gemonteerd in een vast raamwerk). Hierbij kan meer waterstof worden vervoerd onder hogere druk (maximaal 1.170 kg onder 500 bar druk).



Trein- en scheepsvervoer

Tot slot zijn er mogelijkheden voor transport van waterstof via het spoor en de schepen. Voordeel is dat trein- en scheepsvervoer relatief goedkoop is. Maar beide manieren zijn weer minder flexibel dan transport via de weg. Tot nu toe zijn er nog weinig transportvoertuigen voor het transport van waterstof via spoor of water.

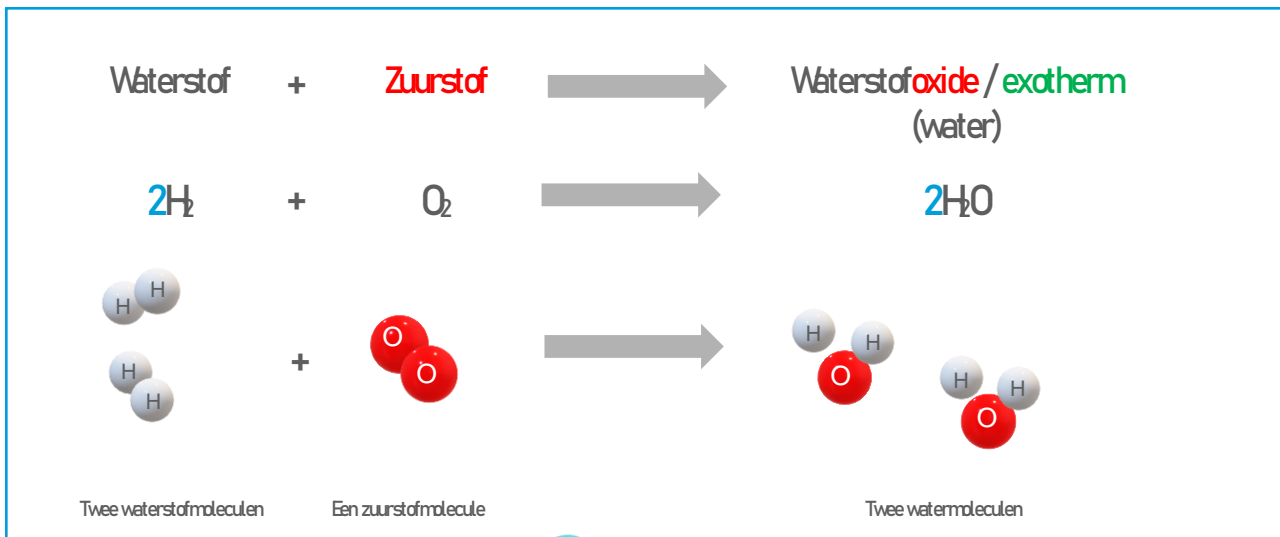
Ondergronds transport

Het ondergrondse transport van aardgas is in Nederland een algemeen geaccepteerde wijze, omdat veel huizen in Nederland via aardgas worden verwarmd. De kans op schade bij het transport is vrij laag, omdat de pijpleiding meestal onder de grond ligt. Op dit moment worden er studies en pilots gedaan naar het gebruiken van het bestaande aardgasnetwerk voor waterstof. Zo doet Netbeheer Nederland onderzoek naar toekomstbestendige gasdistributienetten. Met name de gewijzigde risico's van waterstof ten opzichte van aardgas (onder meer kleiner molecuul en andere explosiegrenzen met een groter explosiebereik) worden onderzocht. Ook het samen transporteren van aardgas en waterstofgas (mengvorm) wordt onderzocht. Diverse onderzoeken wijzen uit dat het mogelijk is om dit op grote schaal te implementeren. Alleen moeten er dan wel aanpassingen worden gedaan aan diverse onderdelen van dit netwerk.

Toepassingen

Kort samengevat kunnen we stellen dat waterstof op drie verschillende manieren kan worden gebruikt:

1. om al dan niet duurzaam opgewekte elektriciteit op te slaan en te transporteren;
2. als vervanging van aardgas voor verwarmingsdoeleinden;
3. als vervanging van brandstof (zoals benzine, diesel en lpg) in voertuigen. Het gas wordt in dat geval gebruikt in een brandstofcel, die de elektriciteit voor een elektromotor – die het voertuig aandrijft – produceert.



Waarom waterstof?

Het belangrijkste argument om waterstof (H_2) te gebruiken, is dat er bij de verbranding alleen water vrijkomt.

Er komt dus geen CO_2 vrij. Daarnaast wordt waterstof gebruikt als voeding voor brandstofcellen, ook CO_2 -vrij. En ten slotte is waterstof zeer geschikt om energie in op te slaan en te transporteren.

HOOFDSTUK 2 Welke vormen / toepassingen zijn er?



Waterstof in gebouwde omgeving

Naast waterstofopslagen, transportleidingen en CV-ketels in huizen, kan waterstof ook op andere plekken in de gebouwde omgeving worden aangetroffen. Zo zijn er auto's en vrachtwagens die op waterstof rijden. Deze kunnen op straat, in de buitenlucht, maar bijvoorbeeld ook in parkeergarages, onder woningen of bij andere gebouwen met een publieke functie worden geparkeerd. Ook de tankstations waar waterstof kan worden getankt, zullen steeds meer in of nabij de gebouwde omgeving te vinden zijn. En tot slot kan de productie van waterstof (elektrolyse) meer en meer in de gebouwde omgeving plaatsvinden.

Waterstof, productie, transport van waterstof en opslag

Duurzaam opgewekte elektriciteit, zoals door zonnepanelen en windturbines, kan door elektrolyse van water worden omgezet in waterstof, dat vervolgens onder druk wordt opgeslagen in tanks. Waterstof kan direct worden ingezet voor verwarmingsdoeleinden, of met behulp van brandstofcellen voor elektriciteitsproductie.

Kenmerkend is dat waterstof geschikt is voor grootschalige distributie via het aardgasleidingnet, maar ook lokaal kan worden opgewekt, opgeslagen en gedistribueerd in gebouwde omgeving op wijkniveau. Voordeel is dat gasopslag goedkoper is dan de opslag van elektriciteit.

Waterstof in de mobiliteitssector

In Nederland rijden inmiddels enkele honderden voertuigen op waterstof en dit aantal stijgt snel. Ook het netwerk van tankstations groeit gestaag en is op weg naar een landelijke dekking. De wereld van waterstof in de mobiliteitssector is met andere woorden volop in ontwikkeling. Op dit moment kan er in ons land op veertien plekken waterstof worden getankt. Naast een aantal gespecialiseerde aanbieders verschijnen ook bij de gerenommeerde tankstations de eerste waterstof vulpunten. Andere zogenoemde waterstofpunten zijn er onder meer bij garages waar aan waterstofauto's wordt gewerkt. En er komen steeds meer plekken waar bussen en touringcars of vuilniswagens die op waterstof rijden, worden gestald.

"Waterstof komt steeds meer in of nabij de gebouwde omgeving"

HOOFDSTUK 3 Welke eisen / normeringen / kaders / technische informatie / bouwkundige voorschriften zijn er?

Algemeen

Het gebruik van waterstof vergt uiteraard de nodige nauwkeurigheid en voorzichtigheid. De ISO (*International Organization for Standardization*) heeft in 2015 de norm ISO/TR 15916 uitgegeven. In ons land wordt deze norm uitgegeven door NEN, onder de naam NPR-ISO/TR 15916:2015.

In de norm zijn richtlijnen te vinden voor het gebruik van waterstof in gasvormige en vloeibare vorm, maar ook de opslag in een van deze of andere vormen (hydriden). De norm legt de fundamentele veiligheidsproblemen, gevaren en risico's, bloot. En daarnaast worden ook de eigenschappen van waterstof beschreven die relevant zijn voor de veiligheid. Voor gedetailleerde veiligheidseisen in verband met specifieke waterstoftoepassingen wordt verwezen naar afzonderlijke (inter)nationale normen.

Waterstof in gebouwde omgeving

Eerder schreven we al dat het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving nog in de kinderschoenen staat, maar de potentie lijkt duidelijk. Er zijn diverse projecten opgestart om van te leren, maar de voorschriften en normen voor het gebruik van waterstof zijn er (nog) niet.

“Waterstof wordt nog niet gezien als een standaard brandstof”

Laten we eerst eens inzoomen op de brandveiligheid van gebouwen. Deze wordt geregeld in het Bouwbesluit 2012. Zo staat in artikel 6.9 beschreven dat gasinstallaties voor nieuwbouw moeten voldoen aan de NEN 1078 voor installaties met een druk lager dan 0,5 bar en de NEN-EN 15001-1 bij een hogere druk. Voor bestaande bouwwerken wordt verwezen naar respectievelijk de NEN 8078 en NEN 2078. En voor de verbrandingsinstallaties moet worden voldaan aan de NEN 3028.

Waterstof wordt dus (nog) niet gezien als een 'standaard' brandstof (in het Activiteitenbesluit) en in de genoemde normen ook niet specifiek beschreven. We verwachten dat deze normen in de komende jaren worden geactualiseerd en daarmee ook voorzien in de uitgangspunten voor de toepassing van waterstof als brandstof in gebouwen.

Specifieke toepassingen

Voor enkele specifieke toepassingen van waterstof (anders dan voor de verwarming) zijn er wel al normen uitgebracht. Zo worden in de NEN-ISO 16110 de uitgangspunten beschreven voor het veilige gebruik van waterstofgeneratoren die ook voor woningen kunnen worden toegepast. En de NEN-ISO 22734 is bedoeld voor het genereren van waterstof door elektrolyse, ook voor toepassing binnen woningen.



HOOFDSTUK 4 Welke risico's zijn er?

Eigenschappen en gevaren

In dit hoofdstuk zoomen we in op de risico's en gevaren van waterstof, maar eerst iets over de eigenschappen. Waterstof heeft geen geur, kleur of smaak en is niet giftig. Het gas is veel lichter dan lucht, waardoor het stijgend vermogen groot is. Waterstofgas ontvlamt in lage concentraties (vanaf 4 volumeprocent) en voor ontsteking is weinig energie nodig. Een waterstofvlam is kleurloos en heeft een geringe warmtestraling door het ontbreken van koolstof, dat (bijvoorbeeld bij aardgas) voor hittestralende roetdeeltjes zorgt. Dit betekent dat je je ernstig kunt verbranden aan een brand door waterstof!

Risico's in gebouwde omgeving

Omdat waterstof steeds meer wordt toegepast in auto's en andere voertuigen levert dat ook een risico op voor de gebouwen waarin of waarbij die voertuigen komen. Denk aan parkeergarages, tankstations en garagebedrijven die werken aan auto's op waterstof, maar ook aan plekken waar touringcars of vrachtwagens worden gestald.



"Zeker als waterstof vrij kan uitstromen, is er een aanzienlijk risico"

Als bestaande of nieuwe gasleidingen worden vervangen door waterstofleidingen ontstaat er bovendien een risico bij de gebouwen waarop deze leidingen worden aangesloten. Deze risico's zijn veelal vergelijkbaar met die van aardgas en kunnen ook op die manier worden vergeleken. Zeker als waterstof vrij kan uitstromen, is er een aanzienlijk risico. Waterstof kan zich op allerlei plaatsen in een gebouw ophopen (tenzij er goed wordt geventileerd). Brand is dan het grootste gevaar, maar ook verdringing van zuurstof is een groot risico. Als waterstof uitsluitend wordt gebruikt in gesloten systemen zoals een cv-ketel is het risico beperkt. Ook dat is weer hetzelfde als bij aardgas.

Productie en opslagrisico's

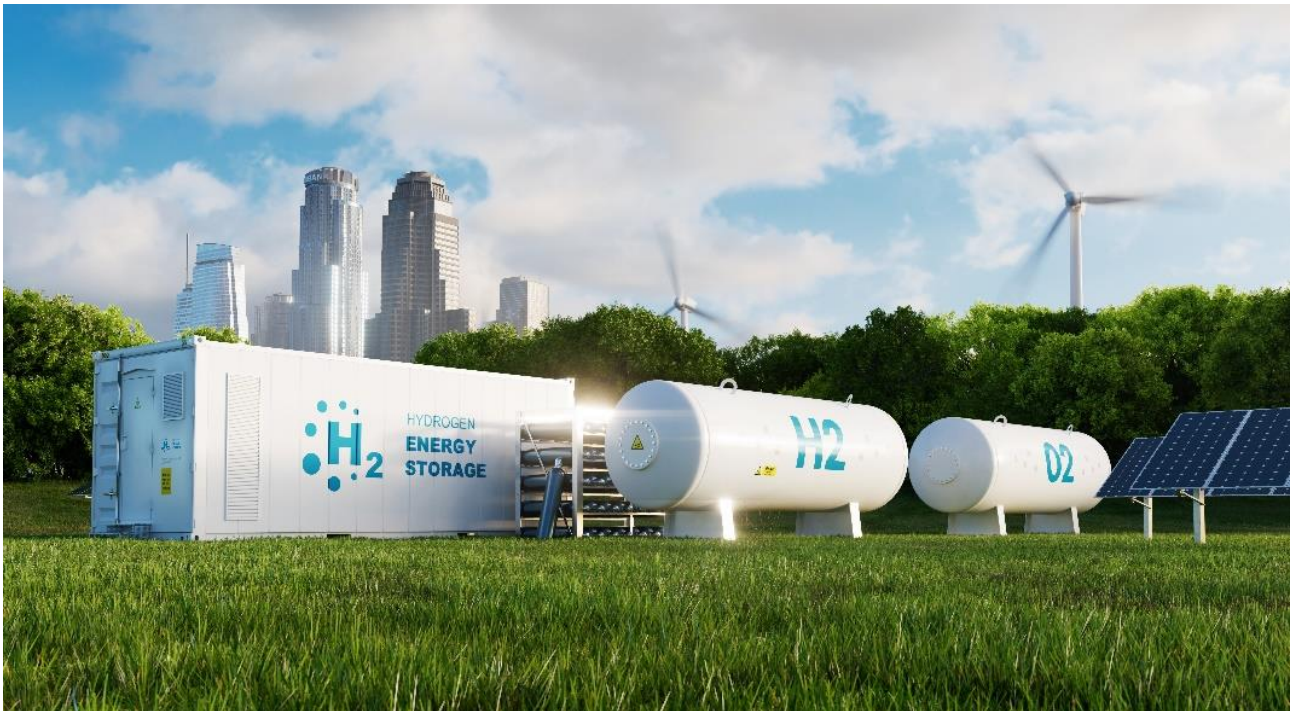
Een van de voordelen van waterstof is dat het lokaal kan worden geproduceerd door onder andere elektrolyzers. Op deze locaties, of dicht in de buurt, zullen opslagtanks voor waterstof komen. Bij die lokale productie, opslag en gebruik van waterstofgas moet rekening worden gehouden met risico's van het afblazen en aanstralen van waterstoftanks, lekkages en branden. Op het moment van productie is waterstof nog reukloos. Dat betekent dat er een geur aan moet worden toegevoegd, weer vergelijkbaar met aardgas, zodat een lekkage kan worden gedetecteerd. Dat maakt het gas overigens wel onbruikbaar voor brandstofcellen.

Transportrisico's via leidingen

Omdat waterstof geschikt is voor distributie via het bestaande aardgasleidingnetwerk moet er ook rekening worden gehouden met transportrisico's. Transport gebeurt altijd onder druk. Deze druk kan variëren in hoofd- en bijleidingen. Het grootste risico bestaat uit lekkages in de leidingen en in koppelingen, maar gelukkig zijn er detectiesystemen die dit risico (voor een deel) kunnen ondervangen.

De eigenschappen op een rijtje:

- o Waterstofgas is zeer brandbaar. Er is weinig ontstekingsenergie nodig;
- o Het ontbrandt in lage concentraties (vier procent ten opzichte van vijf procent voor aardgas);
- o Het gas is erg licht, waardoor het zich makkelijk verspreidt in de omgeving, en dus vervliegt;
- o Er moet drie keer zoveel waterstof worden verbrand om dezelfde energie als aardgas te verkrijgen;
- o Waterstofgas is geurloos en niet zichtbaar;
- o Ook de vlam is bijna niet zichtbaar en heeft slechts een geringe warmtestraling.



Lekkages

Bij de distributie van waterstof via het aardgasleidingnet moet rekening worden gehouden met een toename van deze risico's. Het waterstofmolecuul is kleiner dan dat van aardgas, waardoor er eerder lekkages optreden. Daarnaast ontbrandt waterstof snel en is er weinig energie voor nodig om waterstofgas te ontsteken. De ontstekingsgrens van waterstof zit op vier procent, terwijl dat bij aardgas vijf procent bedraagt.

“Waterstof ontbrandt vrij snel. Er is weinig energie voor nodig”

In Nederland ligt circa 1,7 miljoen kilometer aan kabels en leidingen in de grond. Machinaal graafwerk leidt dan ook regelmatig tot schade, onder meer aan gasleidingen. Jaarlijks worden duizenden storingen aan gasleidingen door graafschade gemeld. Een lek in een gasleiding kan tot een verhoogd explosiegevaar of brand leiden.

Toenemende risico's

Als we niks doen, zullen de risico's van die graafwerkzaamheden alleen maar toenemen. Met name de lage ontstekingsenergie die nodig is om waterstof in lage concentraties te doen ontbranden, maakt dat de kans op brand of een explosie van een gaswolk, bij waterstof groter is dan bij aardgas. Anderzijds vervliegt waterstof veel sneller dan aardgas, waardoor de kans op een grote gaswolk afneemt. Resumerend moeten we rekening houden met een toename van de brand- en explosierisico's bij graafschades.

HOOFDSTUK 5 Welke mogelijkheden zijn er om de risico's te beperken?

Beperking van risico's

Om uitstroom van waterstof te voorkomen en de gevolgen daarvan te beperken, kunnen diverse maatregelen worden genomen. De hieronder genoemde maatregelen kunnen worden toegepast op de productie, opslag en transport van waterstof.

Gebruiksbeperkingen

Allereerst iets over de beperkingen. Als de toepassing van waterstof wordt beperkt tot gesloten verwarmingssystemen, dan wordt het risico van vrije uitstroom bij bijvoorbeeld gasgestookte kooktoestellen weggenomen. Gesloten verwarmingstoestellen hebben immers het voordeel dat schadelijke gassen die vrijkomen als gevolg van slechte verbranding of gebrekkig onderhoud, direct worden afgevoerd naar de buitenlucht. Toepassing van waterstof bij open verwarmingstoestellen en kooktoestellen moet daarom worden voorkomen.



“Toepassing bij open verwarmings- en kooktoestellen moet worden voorkomen”

Bouwkundige maatregelen

Als we vervolgens kijken naar bouwkundige maatregelen, dan zijn er veel mogelijkheden. Zo kunnen er brandwerende scheidingen worden toegepast, veiligheidsafstanden in acht worden genomen en garanties worden bepaald voor voldoende ventilatie in besloten ruimten. Productie-installaties worden bij voorkeur in de open lucht geplaatst, zodat het waterstof dat vrijkomt door lekkages snel verdunt en vervliegt. Inpandige installaties moeten worden geplaatst in goed geventileerde ruimten, zodat ophoping van waterstof in de ruimte wordt voorkomen.

Als we kijken naar de lokale opslag van waterstof, dan heeft opslag in de buitenlucht de voorkeur. Indien mogelijk, liefst in de grond. Deze maatregel is overigens van toepassing op alle al dan niet gasvormige brandstoffen. Hierover zal in de NEN3028 dan ook het nodige worden opgenomen.

Installatietechnische maatregelen

Met betrekking tot aanleg, beheer en onderhoud van installaties moeten normen en richtlijnen worden ontwikkeld, waarbij de kwaliteit door certificering is geborgd. Aanleg conform ATEX, toepassing van gasdetectiesystemen in besloten ruimten, vlamdetectie en drukontlasting bij opslagtanks behoren tot de standaardvoorzieningen.

Ontwikkeling van kwaliteitsnormen

Momenteel zijn er veel normen en richtlijnen die allemaal een stukje van de puzzel in zich dragen. Het is daarom goed om nu na te denken over een overkoepelende norm die geschikt is om te hanteren bij aanleg, beheer en onderhoud van een waterstofnetwerk, productie- en opslaginstallaties. Vervolgens moet worden nagedacht over de periodieke inspectie van dit soort installaties en netwerken, samen met de aangesloten verbruikers.

Op dit moment houden verschillende platforms zich bezig met de ontwikkeling van normen voor een veilig en duurzaam gebruik van waterstof, waaronder de [NEN-normcommissie Waterstof en Brandstofcellen](#).

Toevoegen geur

Aan aardgas wordt een geurstof (THT) toegevoegd, zodat het gas in lage concentraties kan worden waargenomen. Lekkages kunnen daardoor worden gesignaleerd, ruim voordat het feitelijke explosiegevaar zich voordoet. Waterstof is net als aardgas van nature reukloos en zal in de toekomst ook worden geodoriseerd. Volgens de huidige norm moet een concentratie van één volumeprocent gas in lucht worden waargenomen.

“Waterstof is, net als aardgas, reukloos”

Detectie van lekken

Die zogenoemde lekdetectie kan op verschillende manieren worden uitgevoerd, bijvoorbeeld door het meten van de druk in de gasleidingen. Kleine lekkages bij eindgebruikers kunnen op deze wijze worden gesignaleerd. Grote gaslekken waarbij ongecontroleerde uitstroom van gassen plaatsvindt, zoals bij graafschades, kunnen worden voorkomen door automatische afsluiters in de hoofdleidingen te plaatsen.

Gasdetectie

Het toepassen van gasdetectiesystemen in besloten ruimten zorgt ervoor dat gassen al in een lage concentratie worden gesignaleerd.

Graafschades

Zeker als we kijken naar de bijzondere eigenschappen van waterstof, moet er bij het verrichten van graafwerk extra aandacht uitgaan naar de aanwezigheid van waterstofleidingen. Dat kan door extra aandacht te schenken aan een KLIC-melding, de zogenaamde Eis Voorzorgsmaatregel, maar ook door extra toezicht en/of voorzorgsmaatregelen te eisen van de uitvoerende partij, en door de inzet van technische maatregelen om leidingen op te sporen, zoals bijvoorbeeld de grondradar.



HOOFDSTUK 6 Wat hebben verzekeraars nodig voor de risicobeoordeling- en acceptatie

Algemeen

We hebben het al een paar keer aangestipt. Waterstoftoepassingen worden breder en nemen in aantal toe. Dat heeft invloed op iedereen in de verzekeringsketen. Het kennisniveau voor het herkennen van de risico's van waterstof moet daarom op peil worden gebracht, zodat er een goede inventarisatie van de risico's kan plaatsvinden. Uiteraard moeten verzekeraars en (hun) risicodeskundigen de gevaren van waterstof en de mogelijke ontsteekbronnen kennen.

"Toepassingen worden breder en nemen in aantal toe. Dat heeft invloed op ons allemaal"

Hieronder hebben wij een opsomming gemaakt van de aandachtspunten die belangrijk zijn bij het gebruik van waterstof. De belangrijkste maatregelen zijn:

- Installatietechnische maatregelen, zoals een overdrukventiel, terugslagklep of locatie van de installatie
- Detectie
- Ventilatie
- Vermijden van ontstekingsbronnen
- Afstand houden

Organisatorische maatregelen

Daarnaast zijn organisatorische maatregelen van toepassing op veel locaties waar waterstof aanwezig is. Overigens zijn veel maatregelen niet uniek voor waterstof en moeten altijd in acht worden genomen. Denk aan:

- Het voldoen aan wet- en regelgeving
- Het verkrijgen van een omgevingsvergunning (als er sprake is dan meer dan vijf ton waterstof, dan wordt de provincie bevoegd gezag, en is de inrichting BRZO-plichtig)
- Informeren van omwonenden
- Risicobeheersing met behulp van een managementsysteem
- Vastleggen van afspraken en regels voor belanghebbenden over gebruik en werken met waterstofhoudende installaties
- Voorzien in maatregelen voor toezicht, onderhoud en inspectie
- Beheersplan van veiligheidsvoorschriften voor het vermijden van ontstekingsbronnen
- Laad- en los/vul-procedures of aanlevermethode van waterstof
- Het voldoen aan de ATEX-richtlijnen met zonering en beheersmaatregelen
- Het opstellen van een verkeersplan (voor voertuigen), met aangewezen parkeerplaatsen.

Bouwkundige maatregelen

En uiteraard kunnen er tijdens en voor de bouw ook de nodige maatregelen worden getroffen:

- Bouwen, exploiteren en onderhouden van de installatie
- Gebruik van geschikte bouwmaterialen
- Respecteren van veiligheidsafstanden
- Voldoende ventilatie garanderen bij installaties in een besloten ruimte
- Plaatsen van installaties in een open omgeving
- Afschermen van gevoelige installatie-onderdelen
- Juiste installatie van materialen
- Gebruik van (waarschuwing) pictogrammen

Installatietechnische maatregelen

Datzelfde geldt voor het nemen van installatietechnische maatregelen. We noemen er een aantal, maar uiteraard is deze lijst niet compleet. Let bijvoorbeeld op

- Druk- en temperatuurmetingen op kritische locaties
- Breekkoppelingen in verdeelsslangen
- Gebruik van doorstroombegrenzer, terugslagklep of inblok-systemen op kritische locaties
- Overdrukbeveiligingen op kritische locaties
- Maatregelen in verband met brandveiligheid
- Drukontlasting bij opslagcilinders
- Waterstofgasdetectiesystemen
- Waterstofvlamdetectie op opslagtanks/cilinders
- Noodstopstelsysteem

Repressieve maatregelen

En daarnaast zijn ook repressieve maatregelen belangrijk. We noemen er drie, maar ook hiervoor geldt dat de lijst veel langer zou kunnen zijn. Zorg in ieder geval voor:

- Het hebben van, oefenen en up-to-date houden van noodprocedures
- Brandwerende muren of afdichtingen tussen installatie-onderdelen
- Explosie- of vlamkerende voorzieningen

Acceptatie

Ten slotte is het, om installaties of gebouwen waar waterstof wordt gebruikt, veilig te houden noodzakelijk om op de volgende vragen antwoord te hebben:

- Is het installatiebedrijf gecertificeerd om waterstofinstallaties aan te leggen conform de geldende normen?
- Voor woongebouwen: krijgt iedere woning een eigen installatie of komt er een centrale installatie?
- Staan de installaties binnen of buiten het gebouw?
- Is er opslag van waterstof op de locatie?
- Kan er bij een explosie in de verzekerde locatie sprake zijn van cumulatie? En wat is de impact op de omgeving? Gebruik hiervoor bijvoorbeeld risicokaart.nl.
- Is het plaatsen van voertuigen in, op of onder het gebouw toegestaan?
- Bij opwekking of tanken in de omgeving: welke impact heeft dit bij een calamiteit op de verzekerde locatie?
- Is de locatie afhankelijk van de installatie of zijn er alternatieven?
- Last, but not least: neem bij twijfel en/of vragen altijd contact op met een risicodeskundige. Voorkomen blijft immers nog steeds beter dan genezen!

BRONNEN

<https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20210209-IFV-Waterstofautos-in-parkeergarages.pdf>

<https://www.waterstofnet.eu/nl/home/publicaties>

<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/co2-neutrale-industrie/waterstof-voor-een-duurzame-energievoorziening/15-dingen-die-je-moet-weten-over-waterstof/>

<https://www.ifv.nl/nieuws/Paginas/Kennisbundel-Waterstof-in-de-gebouwde-omgeving.aspx>

<https://stadaardgasvrij.nl/stad-aant-haringvliet/>

<https://www.waterstofnet.eu/nl/waterstof/hoe-verloopt-opslag-en-distributie#default>

<https://www.ecorys.com/sites/default/files/2019-06/Ecorys%20-%20Regulering%20waterstof%20incl%20EN%20samenvatting.pdf>

<http://hydroville.be/waterstof/hoe-transporteer-je-waterstof/>

<http://www.lyzard.eu/nl/waterstof/wat-is-waterstof>

<https://www.omgevingsweb.nl/vragen/wat-is-waterstof/>

https://www.netbeheernederland.nl/_upload/RadFiles/New/Documents/Kiwa%20-Toekomstbestendige%20gasdistributienetten%20-%20GT170272%20-%202018-07-05%20-D...pdf