

Inventarisatie - veilig lossen van trailers met gecomprimeerde waterstof

Veilig lossen van transportmiddelen (trailers)



In opdracht van Waterstof Veiligheid en Innovatieprogramma (WVIP)

November 2023

Inventarisatie - veilig lossen trailers met gecomprimeerde waterstof

Veilig lossen van transportmiddelen (trailers)

November 2023

In opdracht van WWIP
Waterstof Veiligheid Innovatie Programma.

Prepared by Ekinetix
Jaco Reijkerker

✉ info@ekinetix.nl
☎ +31 (0)78 610 34 11
📍 Houtkopersstraat 17
3334 KD Zwijndrecht
@ www.ekinetix.nl

Image cover page: HyBayern (links), Linde AG (rechts)

Inhoudsopgave

Introductie.....	2
Aanleiding	2
Scope en Doel.....	2
Leeswijzer	2
1 Wat wordt verstaan onder lossen van trailers.....	3
1.0 Wat wordt verstaan onder het lossen van trailers met waterstof.....	3
1.1 Hoe is een trailer verbonden met een losplaats	4
2 Waterstof trailers - types.....	5
2.0 De verschillende typen waterstoftanks	5
2.1 De regelgeving voor transport in trailers.....	6
2.2 Veiligheidsrelevante eigenschappen van waterstof	7
3 Nieuwe technologie, nieuwe spelers	8
3.0 Wat is de problematiek	9
3.1 Wat draagt bij aan de problematiek	10
3.2 De rol van de chauffeur als uitvoerder.....	11
4 De losplaats en het rapport Hydrogen Unloading Safety Guidelines (1998).....	12
5 Conclusies en aanbevelingen	13
Appendix.....	15

Introductie

Aanleiding

Dit document vormt onderdeel van het WVIP (Waterstof Veiligheid en Innovatieprogramma) en heeft betrekking op het onderwerp veilig lossen van transportmiddelen (trailers) met gecompriemde gasvormige waterstof (UN1049). De behoefte om trailers te vullen en lossen met gecompriemde waterstof neemt toe, de technische innovaties en varianten nemen toe en er zijn nieuwe toetreders op de markt. Er hebben ten tijde nog geen ernstige incidenten plaatsgevonden, maar er zijn wel zorgelijke geluiden uit de markt. De vraag naar kennis en standaardisering is latent aanwezig om een acceptabel veiligheidsniveau te bewaren en de kans op incidenten in de toekomst te verkleinen. De kennishiaten moeten worden geïdentificeerd en beschrijving van status quo en problematiek zullen worden opgeleverd binnen deze inventarisatie stap. Deze inventarisatie is bedoeld als input voor het opstellen van een handreiking (of technical report) en uiteindelijk een richtlijn of standaard (buiten huidige scope).

Deze beschouwing richt zich op het gebruik van waterstof als energiedrager, of brandstof buiten het werkgebied van de chemische industrie. Tot voor kort was de productie en handling van gecompriemde waterstof uitsluitend het domein van de chemische industrie en industriële gassenbedrijven. Het gebruik van trailers met gecompriemde waterstof is onderdeel van de zich snel ontwikkelende waterstof industrie. Lokale productie of voorziening vanuit een centraal leidingennet is in ontwikkeling, maar wordt voorafgegaan en geflankeerd door waterstof transport over de weg. De vroege ontwikkeling maakt gebruik van bestaand materieel en infrastructuur van industriële gassenbedrijven. Door technische innovaties en demonstratieprojecten op het gebied van materialen is het nu mogelijk geworden om tubes/cilinders van vezel versterkte composietmaterialen breder toe te passen, waar voorheen staal het enige gangbare materiaal was. De bestaande industriële gassen bedrijven passen doorgaans twee bouwvormen toe: stalen tube trailers of pakketten trailers op 200bar en in sommige gevallen 300bar. Er worden in de zich ontwikkelende sector op het moment meerdere drukniveaus én bouwvormen toegepast tussen de 200 en 500bar. Er is ook sprake van nieuwe toetreders in de sector.

Scope en Doel

Het doel van dit document is inventarisatie. Het dient als opstap naar een technisch inhoudelijke handreiking en wellicht uiteindelijk een richtlijn. De kennishiaten moeten worden geïdentificeerd en beschrijving van status quo en problematiek zullen worden opgeleverd binnen deze inventarisatie stap

We brengen hier de problematiek in kaart en wijzen op de meest relevante en algemene risico's. We beschrijven enkele realistische scenario's uit de praktijk en wijzen naar de meest relevante beschikbare rapportage(s) en de belangrijkste conclusies daarin.

We leveren advies voor de opstelling en afbakening van een handreiking of technisch rapport als vervolg op dit werk op weg naar een richtlijn.

Het geheel blijft leverancier neutraal, er worden geen ontwerpen voorgeschreven of in detail gedeeld.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 beschrijft wat we verstaan onder het lossen van trailers met gecompriemde gasvormige waterstof. Hoofdstuk 2 gaat in op de verschillende bouwvormen van trailers en de recente innovaties op dat gebied. Het beschrijft de regelgeving die van toepassing is en de relevante eigenschappen van het medium waterstof in deze context. In hoofdstuk 3 komt de aanleiding van deze inventarisatie aan de orde, de problematiek wordt hier uiteengezet. Hoofdstuk 4 gaat in op de losplaats, het systeem met belangrijkste aandachtsgebieden, zoals beschreven in de rapportage "Hydrogen Unloading Safety Guidelines" uit 1998. Tot slot worden in hoofdstuk 5 conclusies en aanbevelingen gegeven.

1 Wat wordt verstaan onder lossen van trailers



Figuur 1: Trailerwissel (los)plaats (Lochem) verbonden met lokaal gasnet

1.0 Wat wordt verstaan onder het lossen van trailers met waterstof

Het lossen van een trailer is het laten overstromen van de inhoud via een losplaats naar een gebruiker of een voorraadtank. De trailer is geladen met gecompriëerde gasvormige waterstof onder hoge druk. In tegenstelling tot het vullen wordt bij het lossen geen compressor gebruikt. Waterstof stroomt via een flexibele slang van de trailer (hoge druk zijde) gecontroleerd naar de losplaats (lage druk zijde). De losplaats van de afnemer kan onderdeel uitmaken of verbonden zijn met bijvoorbeeld een stationaire gasbuffer, een fabriek, een lokaal gasnet of een waterstoftankstation. De losplaats is voorzien van diverse aansluitingen, drukreductie, restricties om de flow te beperken, drukindicaties, veiligheids- en eventueel een flowmeter.

Lossen van waterstoftrailers is een risicovolle activiteit: er bestaat risico op een incident met lekkage van waterstof onder hoge druk met als mogelijke gevolgen brand en of explosie met materiele- en eventuele letselschade en of fatale gevolgen.

Er zijn twee primaire methoden voor afleveren van gecompriëerde gasvormige waterstof gas met een trailer:

1. **Trailer als opslag:** In dit geval wordt de trailer met het gas naar de locatie van de klant gebracht en daar achtergelaten. De trailer fungeert als een opslagtank waaruit de klant het gas kan gebruiken wanneer dat nodig is.
2. **Overhevelen naar een opslagtank:** Bij deze methode wordt de trailer met het gas naar de locatie van de klant gebracht, maar in plaats van dat de trailer daar als opslag fungeert, wordt het gas overgeheveld naar een opslagtank op de locatie van de klant.

Het is belangrijk op te merken dat de keuze voor de leveringsmethode afhankelijk is van verschillende factoren, waaronder het gemiddelde verbruik, de variatie in het gebruik op korte en lange termijn, beschikbare ruimte etc. een rol spelen. Beide is sinds tientallen jaren gangbaar in de industrie en goed toepasbaar afhankelijk van de situatie.

Wanneer de trailer als opslag dient (methode 1), dan wisselt de chauffeur een volle tegen een lege trailer. De volle trailer wordt meestal eerst gepositioneerd en aangesloten, waarna de lege van de losplaats wordt afgekoppeld en meegenomen. Zo blijft de gasvoorziening in stand.

Wanneer de trailer is aangesloten en het proces van lossen op een opslagtank is gestart (methode 2), blijft de chauffeur aanwezig en bewaakt het proces. Het lossen zelf duurt ca. 30-120 minuten afhankelijk van de hoeveelheid te lossen product en omstandigheden.

1.1 Hoe is een trailer verbonden met een losplaats

Dit beschrijft niet een procedure maar geeft een overzicht van de situatie op hoofdlijnen (zie ook figuur 1):

- De losplaats in de vrije buitenlucht is verbonden met de trailer door middel van een aanwezige flexibele slang en schroefverbinding;
- De ondergrond is verhard en vlak;
- Losaansluiting, slang en traileraansluiting zijn op elkaar afgestemd qua werkdruk (bijvoorbeeld 300bar);
- Er is aarding (potentiaalvereffening) aangekoppeld;
- De trailer is beveiligd tegen weggrollen;
- De chauffeur checkt lektheid, staat op veilige afstand tijdens het lossen en stuurt het proces;
- Er wordt via de slang vanuit de trailer naar de losplaats gecontroleerd gelost op een veilige en gewenste druk en debiet (flow) niveau;
- Er is een visuele druk indicator aan trailer zijde en losplaats zijde aanwezig;
- Er is eventueel een flowmeter aanwezig;
- Er is een noodstop aanwezig;
- Er is brand detectie aanwezig;
- Er is een aansluiting op een afblaasleiding;
- Er zijn blusmiddelen aanwezig.

2 Waterstof trailers - types

2.0 De verschillende typen waterstoftanks

De verschillen tussen de typen waterstoftanks (Type I, II, III en IV) zijn voornamelijk gebaseerd op het materiaal en de constructie van de tanks. Hier is een overzicht:

- **Type I:** Dit zijn metalen tanks gemaakt van staal of aluminium.
- **Type II:** Dit zijn metalen tanks met wikkelingen van glasvezel, aramide of koolstofvezel rond de metalen cilinder.
- **Type III:** Deze tanks zijn gemaakt van composietmateriaal, zoals fiberglas, aramide of koolstofvezel met een metalen liner (aluminium of staal).
- **Type IV:** Dit zijn composiet tanks zoals koolstofvezel met een polymeer liner (thermoplast).

Bij type I & II wordt het laadgewicht bepaald door het totale toegestane gewicht van de trailer trekker combinatie. Bij type III & IV wordt het laadgewicht bepaald door het maximale volume van de trailer. De drukniveaus zijn divers.

De industriële gasindustrie maakte in de afgelopen jaren vooral gebruik van stalen tube trailers en flessenpakketten van Type 1. Momenteel doen ook de andere typen hun intrede in de logistiek van gecomprimeerde gasvormige waterstof. Niet alleen de type tanks verschillen, maar ook de opbouw, zoals MEGC (multi element gas containers), gemonteerd op een chassis of een vast verbonden uitvoering. Ook de lengte kan variëren tot 40 voet.

Er is jaren begeleidend onderzoek naar praktisch gebruik van de composiet tanks in de gaslogistiek gedaan. Demonstratieprojecten door industriële gasbedrijven toonden de veilige toepasbaarheid tot en met 500bar aan. Houdbaarheid, herkeuringsprocessen en termijnen moesten o.a. worden onderzocht. Kleinschalige productie van de tanks maakt dat de toepassing momenteel nog kostbaar is. De kostentrend is over het algemeen dalend.



Figuur 2: MEGC Composiet Gascilinders (beeld HexagonPurus)

De volledig composiet tanktypes staan hogere drukken en hogere lading (payload) van transportmiddelen toe. Er kunnen meer tanks, meer volume worden getransporteerd binnen het toegestane maximaal toelaatbare gewicht van een vrachtwagen combinatie. De nieuwste trailers kunnen binnen de maximale afmetingen voor een trailer ruim 3 keer zoveel waterstof meenemen in vergelijking tot de oudere typen uitgevoerd in staal (ca. 350kg). Dat biedt dus duidelijke logistieke (kosten)voordelen. Nieuwe toetreders in de markt hebben geen bestaand materieel en zullen eerder uitsluitend met deze nieuwe typen willen werken.

2.1 De regelgeving voor transport in trailers

Het vervoer van gecompriëerde gasvormige waterstof valt onder het ADR. Dat staat voor "Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route", wat een Europees verdrag is over het internationaal vervoeren van gevaarlijke goederen over de weg. Er zijn 39 landen toegetreden tot het verdrag, waaronder Nederland. Het ADR omvat onder andere eisen over criteria voor gevaar indeling van gevaarlijke goederen, vervoersvoorwaarden, eisen aan verpakkingen en tanks, en procedures voor de verzending, inclusief etikettering en documentatie. Het ADR is in toenemende mate een globaal verdrag en komt tot stand onder de paraplu van de Verenigde Naties. Voor waterstof zijn binnen het ADR twee aanduidingen relevant namelijk het:

- Gevaar identificatienummer (ADR) : 23
- UN Stof identificatienummer : UN1049

Het gevaar identificatienummer binnen ADR is 23, maar veel gangbaarder in het zakelijk gebruik is de code UN1049, het stofidentificatienummer dat wordt gebruikt om samengeperste (gecompriëerde) gasvormige waterstof tijdens transport te identificeren. Dit nummer is opgesteld door de Verenigde Naties (United Nations, vandaar het UN-nummer) en is bedoeld om de gevaarlijke stof tijdens het transport te identificeren (figuur 3). Het wordt onder meer gebruikt in de Overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg (ADR). Het UN-nummer wordt internationaal erkend en is in de meeste landen een vereiste voor het transport van gevaarlijke goederen. Op de verpakking moet het UN nummer duidelijk zichtbaar zijn, zodat het van de buitenkant duidelijk is om wat voor soort gevaarlijke stof het gaat. Daarnaast wordt er een gevarenklasse label toegepast om aan te geven dat het in dit geval om een licht ontvlambare gevaarlijke stof gaat.



Figuur 3: ADR Label en gevarenklasse label

De tanks (gashouders) moeten o.a. voldoen aan de TPED. Dat staat voor Transportable Pressure Equipment Directive (2010/35/EU). Het is een Europese richtlijn die van toepassing is op transporteerbare drukapparatuur zoals bijvoorbeeld drukvaten en meervoudige gascontainers (MEGC's). Deze richtlijn is van toepassing binnen de Europese Economische Ruimte (EER) op o.a. fabrikanten, distributeurs, exploitanten en eigenaren van dergelijke transporteerbare drukapparatuur die wordt gebruikt voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg, per spoor en via binnenwateren.

2.2 Veiligheidsrelevante eigenschappen van waterstof

Het laden, maar vooral ook lossen inclusief wisselen van trailers (figuur 4), is een risicovolle activiteit. Hierbij spelen de eigenschappen van waterstof een belangrijke rol, evenals een goed ontwerp van de installatie. Uiteraard is het kennisniveau en het handelen van de operator (in de allermeeeste gevallen de chauffeur) van grote invloed.

Binnen WVIP zijn de eigenschappen en risico's bij gebruik van waterstof ruimschoots aan bod gekomen. Het is belangrijk om deze eigenschappen in gedachten te houden bij de productie, opslag, distributie en gebruik van waterstof. Hier volgen de meest relevante voor dit onderwerp.

1. **Groot ontvlambaarheidsbereik en een lage ontstekingsenergie bij hogere concentraties:** De kans op ontbranding en explosie is bij hogere concentraties groter.
2. **Geurloos en brandt met een onzichtbare vlam:** Hierdoor kan zich ongemerkt een gevaarlijke situatie voordoen.
3. **Waterstofvlam kan dicht genaderd worden:** Dit komt omdat deze minder warmte uitstraalt dan andere koolwaterstoffen.
4. **Waterstof is lichter dan lucht:** Hierdoor stijgt het makkelijk op en verdunt het zich. In een besloten omgeving kan zich een gevaarlijke situatie voordoen als waterstof ophoopt onder het plafond.
5. **Waterstof is een klein molecuul:** Hierdoor gaat het in vergelijking met aardgas sneller door openingen en door materialen heen.
6. **Moeilijke detectie:** Doordat waterstof zich niet ophoopt in de buurt van het uitstroompunt.
7. **Wolkbrand, een fakkel of een explosie bij het ontsteken van waterstof.**

Bronnen:

- Waterstof - Nederlands Instituut Publieke Veiligheid. <https://nipv.nl/waterstof/>.
- Veiligheid van waterstof(dragers) - NEN. https://www.nen.nl/media/wysiwyg/H2_Factsheet_1_-_Waterstof_in_de_energietransitie_1.pdf.



Figuur 4: Bovenaanzicht waterstoftankstation Amersfoort met trailerlosplaats (Fountain Fuel)

3 Nieuwe technologie, nieuwe spelers

De toepassing van waterstof buiten de traditionele toepassingen in chemie, food, pharma en verwerkende industrie is vooral gestoeld op het gebruik van (groene) waterstof als energiedrager en brandstof. Bestaande industriële bedrijven met hun logistieke ketens (zie figuur 9 in appendix) zijn hierin actief, maar ook nieuwe toetreders. Niet alleen de toepassingen zijn nieuw, maar er zijn ook nieuwe technologieën beschikbaar gekomen, zoals het gebruik van vezel versterkte kunststoffen voor drukvaten. De toepassing van dergelijke vaten laat een significante verhoging van de payload toe, waardoor deze technologieën snel hun intrede doen. Met name bij nieuwe spelers die geen bestaande infrastructuur hebben.

De introductie van nieuwe materialen en nieuwe drukniveaus zijn extra variabelen.

De introductie van nieuwe toetreders in de markt die nog geen ervaring hebben met een logistieke keten voor waterstofgas levert ook extra variabelen.

Tot recent was er sprake van een beperkt aantal grote, vaak wereldwijd actieve, industriële gasbedrijven die elk organisatorisch min of meer gesloten ketens beheerden van productie, transport tot en met de afnamepunten bij de klant. Deze bedrijven zijn verantwoordelijk voor (veilig) ontwerp, operations en beheer van alle elementen in deze keten. Aangezien zij niet alleen aan de industrie, maar ook aan voedingsmiddelen fabrikanten, ziekenhuizen en laboratoria leveren is de veiligheid- en kwaliteitsbeheersing in deze ketens van zeer groot belang (figuur 5).

Praktijk in gasen industrie	Nieuwe markt, nieuwe spelers
<ul style="list-style-type: none"> - WATERSTOF Speciaal gas, grondstof, hulpstof - DRUKKEN 200 en 300 bar - MATERIAAL Staal - OPERATORS: Industriële gasen bedrijven 	<ul style="list-style-type: none"> - WATERSTOF Energiedrager en brandstof - DRUKKEN 200, 300, 380, 500 bar - MATERIAAL Staal, glasvezel, koolstofvezel, composieten - OPERATORS: Industriële gasen bedrijven, toetreders uit energie of oliebranche, start-ups, maakindustrie
	

Figuur 5: Praktijk in industriële gasenindustrie en nieuwe situatie

3.0 Wat is de problematiek

Waterstof productie en logistiek van gecoprimeerde waterstof met behulp van trailers is niet nieuw. Sinds tientallen jaren is dit een zeer gangbare levermethode in de industriële gassen industrie. Bedrijven als Air Products, Linde, Air Liquide, Messer of Westfalen doen dit dagelijks voor diverse klanten in de industrie. Het gaat hier altijd over transport van gevaarlijke stoffen door en voor professionals in de industrie die vaak uit ervaring of incidenten tot dit veiligheidsniveau en adequate werkprocessen zijn gekomen.

Praktijk in industriële gassen industrie:

- Industriële klanten zoals food, pharma, chemie, verwerkende, maakindustrie,
- Afstemming veiligheidsvraagstukken in brancheverband EIGA (Europa),
- Eigen ketens - De losplaatsen worden gedurende enkele jaren (contractduur) door 1 partij bezocht,
- Traileraansluitingen zijn mechanisch gedefinieerd en niet verwisselbaar,
- Systeem HAZOP is gedaan,
- Losplaatsen zijn voor eerste levering bezocht en geïnspecteerd als voorwaardelijk voor opstarten logistieke keten,
- Periodieke veiligheidsaudits,
- Het materieel is eigen materieel of nauwkeurig gespecificeerd,
- Men werkt met eigen chauffeurs of gecontracteerde logistieke dienstverleners,
- Afgestemde en identieke losprocedures vastgelegd in een handboek voor de chauffeur,
- Vullocatie is gekend,
- Losprocedure aanwezig op (klant)locatie
- De logistieke keten is gesloten binnen het kwaliteitssysteem.

Dit systeem is sinds tientallen jaren geëvolueerd en goed op elkaar ingespeeld. Professionele multinationals dragen zorg voor veilige, kwalitatief hoogwaardige en efficiënte leverketens voor diverse doeleinden. Daaronder voedingsmiddelen industrie voor vetharding, of medische toepassingen met hoogwaardige kwaliteitssystemen.

Door de energietransitie doet waterstof nu zijn intrede in het publieke domein. Het wordt gebruikt als energiedrager en brandstof. Die toepassing brengt met zich mee dat gebruik wordt gemaakt van innovatieve technieken en gebruikersinstallaties (bijvoorbeeld tankstations), maar ook nieuwe toetreders in de levermarkt.

Dat brengt verschillende uitdagingen met zich mee, die niet eerder aan de orde waren.

De bestaande gassenindustrie reguleerde zichzelf aan de hand van eigen ervaring, wettelijke eisen, diverse klantgroepen en kwaliteitseisen die daaruit voortgekomen zijn. Zij deelt veiligheid relevante informatie in Europees verband in de EIGA (European Industrial Gases Association). EIGA is een veiligheids- en technisch georiënteerde organisatie die de overgrote meerderheid van de Europese en een aantal niet-Europese bedrijven vertegenwoordigt die industriële, medische en voedingsgassen produceren en distribueren. Zij wisselt een breed scala aan informatie uit onder haar leden. Dit omvat o.a.:

- Veiligheidsinformatie: veiligheidspublicaties en -informatie om de veiligheid binnen de industrie te bevorderen.
- Technische informatie: technische bulletins en trainingsmateriaal om de technische kennis en vaardigheden van haar leden te verbeteren.

De minder talrijke vullocaties zijn vaak in handen van industriële bedrijven en/of de bedrijven werken dagelijks met dezelfde operators met deze faciliteit. Nieuwe vullocaties zijn onderhevig aan veiligheidsstudies. De focus ligt vooral op de talrijkere losplaatsen bij de klant waar enkel chauffeurs komen. Chauffeurs zijn geen operators. De chauffeurs kunnen wel ervaren zijn en getraind, maar de situaties per locatie kunnen nogal verschillen.

3.1 Wat draagt bij aan de problematiek

De volgende belangrijkste zaken dragen bij aan de problematiek (geen uitputtende lijst):

- ☒ Er is geen standaard of richtlijn of een voorgeschreven standaard ontwerp voor een vul of losplaats;
- ☒ De diverse (nieuwe) drukkiveaus waarop wordt gewerkt bieden ruimte voor verkeerd aansluiten;
- ☒ Geen eenduidige identieke mechanische aansluiting (koppeling) – diverse uitvoeringen in omloop;
- ☒ Er is GEEN verplichting tot een HAZOP voor losplaatsen;
- ☒ Chauffeurs zijn mogelijk niet bekend met de lokale situatie – geen locatietraining vooraf;
- ☒ Chauffeurs zijn vaak niet aanwezig bij vullen en halen enkel gevulde trailers op;
- ☒ Er zijn mogelijk geen of niet leesbare instructies aanwezig op locatie hoe veilig te lossen;
- ☒ Opdrachtgever voor waterstoflogistiek heeft logistieke dienst uitbesteed en ziet mogelijk onvoldoende op veilige uitvoering daarvan toe;
- ☒ Veiligheidssystemen van trailer en losplaats zijn mogelijk onvoldoende op elkaar afgestemd;
- ☒ Lospunten hebben mogelijk geen (betrouwbare) visuele indicatie voor druk dragende delen;
- ☒ Het gebruik van adapters om uniek passende combinaties (toch) te overbruggen;
- ☒ Geen eenduidige identieke opbouw van de trailers, ook niet per drukkiveau;
- ☒ Bediening niet op veilige afstand.

Een dodelijk ongeval met waterstof op een Zuid-Amerikaanse Unilever vestiging in 1997 heeft het gebrek aan duidelijke en veilige richtlijnen voor het lossen en opslaan van waterstof aan het licht gebracht. De gassenindustrie heeft daaropvolgend de belangrijkste conclusies uit dat document verwerkt in haar materieel, de losplaatsen en de werkprocessen. Dat speelde zich af in de industrie, buiten het publieke domein. Het heeft niet geleid tot een standaard of norm. Die noodzaak was er binnen de relatief beperkte omgeving chemische industrie niet. Nu waterstof een grotere rol speelt in het publieke domein ontstaat die vraag wel. Zeker nu er ook nieuwe bedrijven met waterstof gaan werken wordt het relevanter om wel tot een minimale veiligheid standaard te komen. Op zijn minst moeten de ervaringen binnen de sector worden gedeeld om een acceptabel veiligheidsniveau te borgen.

Hieronder zijn ter illustratie twee fictieve, maar realistische scenario's opgenomen die een deel van de problematiek weergeven. Het ontbreken van een standaard en falend toezicht op de kwaliteitsborging kan tot veel meer onwenselijke scenario's en onveilige situaties leiden.

Scenario 1:

Chauffeur haalt een trailer op en komt op een locatie waar het complete bedieningspaneel inclusief noodstop achterin de trailerbaai is gepositioneerd. Hij kan door de Engelstalige instructies wel lezen wat hij moet doen en kan de aan de manometers aflezen welke delen momenteel onder druk staan en welke niet. Hij moet aansluiten en proces starten terwijl hij achter de trailer staat waar alle aansluitingen zitten. Hij sluit aan en start het proces. De losslang blijkt niet goed af te dichten en er ontstaat lekkage. Hij staat niet op veilige afstand om het proces te stoppen. Er ontstaat een onveilige situatie

Scenario 2:

Een operator van een waterstof tankstation belt omdat zij van leverancier wil wisselen. Van grijze naar groene waterstof. Zij kan 200bar of 300bar waterstof ontvangen. De leverancier, een jonge onderneming en groene waterstof producent, heeft enkel 380bar en 500bar materieel. Ze zijn op zoek naar nieuwe klanten. De chauffeur is op pad gestuurd met een 380bar trailer waarvan gezegd is dat deze tot 300bar is gevuld. Dat kan de chauffeur ook zelf aflezen aan de manometer op de trailer. De locatie om te lossen heeft een 200 bar en een 300bar aansluiting. De chauffeur heeft adapters aan boord gekregen en wil de trailer aansluiten op de 300bar slang aansluiting. De 380bar trailer wordt per abuis aangesloten op de 200bar slang met behulp van een adapter. Er ontstaat een onveilige situatie.

3.2 De rol van de chauffeur als uitvoerder

De chauffeur die de lading van de vullocatie of van een depot naar de afnemer brengt is meestal ook de persoon die de trailerswissel uitvoert (figuur 6). Dat houdt ook aan en afkoppelen van de waterstofaansluitingen in (figuur 7). Dat is de meest risicovolle activiteit. Ten eerste omdat dat mensenwerk is, maar ook omdat een chauffeur in de basis (enkel) is opgeleid voor het rijden met gevaarlijke stoffen. Chauffeurs zijn bevoegd voor transport van gevaarlijke stoffen, maar zijn geen operators.



Figuur 6: Chauffeur voor levering van gassen



Figuur 7: Trailer lost op tankstation (Orange Gas Amsterdam)

Een chauffeur mag gevaarlijke stoffen vervoeren als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

1. **Vakbekwaamheidscertificaat:** De chauffeur moet in het bezit zijn van een vakbekwaamheids-certificaat.
2. **Medische goedkeuring:** De chauffeur moet medisch goedgekeurd zijn.
3. **Schriftelijke instructies:** In de voertuigcabine moeten schriftelijke instructies aanwezig zijn (de gevarenkaart).
4. **Voertuig:** Het voertuig dat gevaarlijke stoffen vervoert heeft een APK-keuringsbewijs nodig en een certificaat van goedkeuring en voertuiguitrusting.
5. **Beschermingsmiddelen:** Chauffeurs is bekend met en gebruikt de juiste Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's).

Daarnaast moeten bedrijven die gevaarlijke stoffen willen vervoeren, zich houden aan regels voor vervoermiddelen (zoals tankwagens, schepen, reservoirwagens), verpakkingen, vervoersdocumenten en etikettering van gevaarlijke stoffen. De regels staan in de Wet vervoer gevaarlijke stoffen (Wvgs). De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) controleert transporteurs van gevaarlijke stoffen.

4 De losplaats en het rapport Hydrogen Unloading Safety Guidelines (1998)

De rapportage “Hydrogen Unloading Safety Guidelines”, juli 1998 (op ons verzoek geplaatst op NEN Documents (voorheen ISolutions) Doc 39 - WP 2 Risicobeheersing en Incidentbestrijding) is geschreven naar aanleiding van een dodelijk ongeval met waterstof op een Zuid-Amerikaanse Unilever vestiging in 1997. Het rapport heeft het gebrek aan duidelijke en veilige richtlijnen voor het lossen en opslaan van waterstof aan het licht gebracht. Binnen de gassenindustrie zijn deze lessen vanuit een werkgroep in brancheverband gedeeld, maar niet daarbuiten. Daar was toen in mindere mate aanleiding toe.

Het voert voor deze inventarisatie te ver alle conclusies en aanbevelingen in detail te delen, maar we willen hier expliciet op het bestaan van die rapportage wijzen. Een ieder die zich met laden en lossen van waterstoftrailers, of het ontwerp van installaties of vergunningen daarvoor, gaat bezighouden zou kennis moeten nemen van dat (Engelstalige) document.

Daarnaast geldt, zoals beschreven, dat er door de actuele ontwikkelingen met nieuwe spelers, meerdere uitvoeringen van trailers (m.n. drukniveaus, aansluitingen) en losplaatsen én de toepassing in het publieke domein, extra factoren bij zijn gekomen, waarmee rekening moet worden gehouden.

We pleiten ervoor de belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit “Hydrogen Unloading Safety Guidelines” over te nemen en aan te vullen binnen de huidige context, in een Nederlandse handreiking, liefst gevolgd door een richtlijn of standaard. De activiteit trailers lossen behoort naar onze mening tot de meest risicovolle activiteiten die in de waterstofketen aan bod komen. Daar behoren maatregelen bij om de risico's beheersbaar te maken en te borgen op een acceptabel niveau.

De belangrijkste aandachtsgebieden uit de rapportage “Hydrogen Unloading Safety Guidelines” zijn:

- Uitvoering en veiligheidsuitrusting van de losplaats;
- Veiligheidsafstanden en brandwering;
- Uitrusting en veiligheidssystemen van de trailer;
- Uitvoering van slangen en leidingwerk;
- Bevestigingstechnieken en materiaalgebruik;
- Uitvoering en eisen aan koppelingen;
- Toepasbare veiligheidssystemen zoals met stikstof/stuurlucht;
- Potentiaalvereffening, bliksembeveiliging, afblaasleiding;
- Elektrische uitrusting en (nood)verlichting;
- ATEX Zonering;
- Blusmiddelen en branddetectie;
- Noodstopcircuits en alarmering;
- Noodplan;
- Markeringen, gedragsregels en toegang;
- Manuele handelingen en gebruik van gereedschap;
- Uitvoering van lekttesten voor gebruik;
- Uitvoering van onderhoud, periodieke checks en veiligheidsaudits;
- Ter beschikking hebben van een losprocedure;
- Bijhouden van wijzigingen (management of change);
- Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen;
- Uitvoeren van een veiligheidsstudie (HAZOP).

Wat in de rapportage uit 1998 niet aan bod is gekomen maar voor de huidige situatie minimaal zou moeten worden aangevuld, zijn bijvoorbeeld voorschriften voor het te gebruiken type (schroef)koppelingen per drukniveau. Dat is nodig in verband met de tegenwoordig gebruikte (verschillende) drukniveaus. Elke uitvoeringsvorm van een laad/lossysteem en de trailers moeten ten minste eenmaal aan een grondige veiligheidsstudie zijn onderworpen. Een HAZOP is een geschikt middel. De leverancier van de waterstof dient zorg te dragen voor een veilige werkomgeving, ook als hij de logistieke dienst heeft uitbesteed. De chauffeurs moeten in staat worden gesteld veilig te kunnen werken. Het gebruik van adapters mag niet worden toestaan in de logistiek van gecompriëerde waterstof, omdat het de fysieke beveiligingen juist overbrugt.

5 Conclusies en aanbevelingen

Het doel is om een minimale standaard voor een veilige bedrijfsvoering voor de risicovolle activiteit trailers lossen te bereiken. Individuele marktpartijen in de keten kunnen dat niet zelfstandig bereiken. Daarvoor is samenwerking en een zekere mate van regie nodig. Om het uiteindelijke doel te bereiken is deze inventarisatie opgesteld, als start van een proces (zie figuur 8). De urgentie is gegeven doordat de markt zich al ontwikkeld en incidenten dienen te worden voorkomen.



Figuur 8: Proces van inventarisatie via handreiking naar richtlijn

De industriële gassen industrie heeft sinds tientallen jaren een sector eigen aanpak en werkt met individuele kwaliteitssystemen. Deze zijn niet gemakkelijk inzichtelijk voor partijen buiten de sector, omdat de werkwijzen niet zijn vastgelegd in (inter)nationale normen.

De invoering van nieuwe trailertypes met diverse drukken, de toetreding van nog onervaren nieuwe marktpelers en nieuwe markten in het publieke domein, zoals tankstations of lokale gasnetten vragen dringend om aandacht.

Op dit moment komen er teveel variabelen in het systeem om enkel door vrije marktwerking tot een acceptabel en beheersbaar risico voor de waterstof logistiek te komen. Deze variabelen liggen zowel bij waterstofleveranciers, als het rijdend materieel, bij de chauffeurs, de instructies/losprocedures als ook bij de uitvoering en inrichting van de losplaatsen.

Het is zeer aan te bevelen om in deze zich snel ontwikkelende markt spoedig tot een handreiking te komen (figuur 8) waarin wordt gewezen op het belang van een eenduidige en gesloten (veiligheids)keten. De handreiking moet ook concrete adviezen bevatten over hoe veilige systemen te krijgen en te borgen.

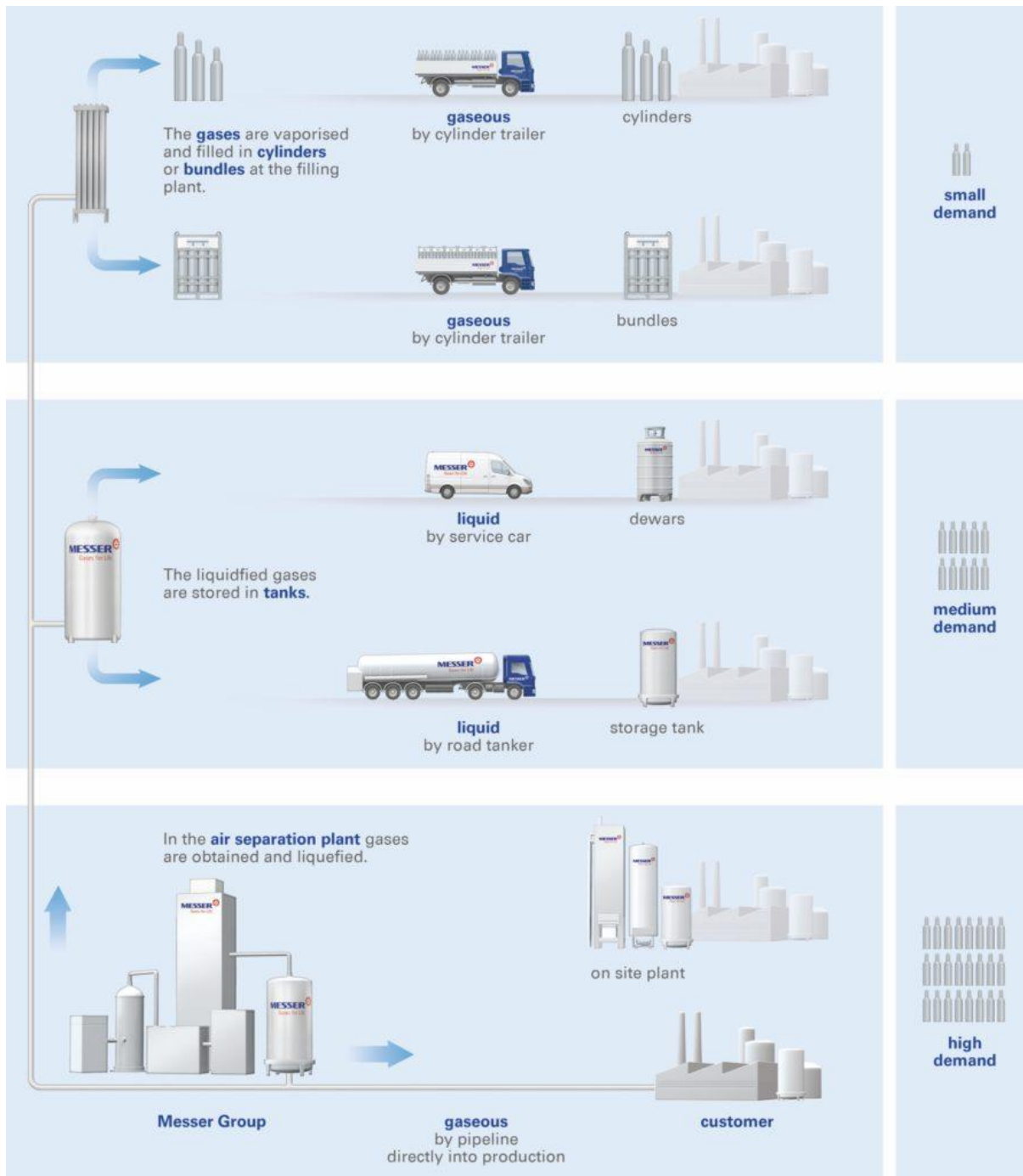
Advies over opstellen en afbakening van een handreiking: Het is nu al van belang best practices met elkaar te delen, zoals gedaan in WWIP verband, maar ook te herhalen via de branchevereniging NLHydrogen en andere kanalen. Informatie zoals de belangrijkste conclusies uit het rapport "Hydrogen Unloading Safety Guidelines" zijn essentieel te kennen voor betreffende partijen. Daarnaast is belangrijk te onderkennen dat de situatie sinds de publicatie van dat rapport in 1998 is veranderd en de huidige extra variabelen mee in acht moeten worden genomen bij het opstellen van een handreiking.

Er zijn prioritaire aandachtsgebieden zoals bijvoorbeeld het verplicht stellen van een HAZOP voor een ontwerp; het verbieden van het gebruik van adapters en het verplicht stellen van op locatie beschikbaar hebben van duidelijke instructies voor chauffeurs in gangbare talen. Dit zijn echter zaken die het beste uitputtend in een handreiking kunnen worden opgenomen.

Er zouden op termijn basis ontwerpeisen moeten volgen voor een veilige standaard, beschreven in een richtlijn. De te gebruiken aansluitkoppelingen per drukniveau moeten daar onderdeel van uit maken, liefst afgestemd met de buurlanden waar waterstof mee wordt uitgewisseld via trailers.

Onze aanbeveling aan WWIP en NLHydrogen is het organiseren van een groep stakeholders die een handreiking gaat opstellen.

Appendix



Figuur 9: De leverketen van industriële gassen, zoals waterstof (Messer)

Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Waterstof Veiligheid en Innovatie Programma (WVIP).

Dit document dient te worden beschouwd als een deskundigenadvies en geeft de visie van Ekinetix weer en niet noodzakelijkerwijs die van WWIP of andere genoemde partijen. Dit document is opgesteld met de grootst mogelijke zorgvuldigheid en is gebaseerd op de beste beschikbare informatie op het moment van publicatie. De auteur en de organisatie aanvaarden echter geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele fouten of weglatingen in dit document, noch voor enige actie die wordt ondernomen of nagelaten op basis van de informatie die hierin wordt verstrekt. Het is altijd raadzaam om professioneel advies in te winnen voordat u actie onderneemt op basis van de inhoud van dit document. Dit inventarisatierapport is alleen bedoeld voor informatieve doeleinden en mag niet worden gebruikt als vervanging van professioneel advies.