

Kennisbundel
Waterstof in de
gebouwde omgeving



H₂



Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Auteur M.B. Spoelstra
Met medewerking van F. van de Ven

Datum 4 november 2024
Foto cover Shutterstock

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Inhoud

	Inleiding	4
1	Achtergrondinformatie	5
2	Waterstof	7
2.1	Fysische eigenschappen	7
3	Wet- en regelgeving	8
3.1	Inleiding	8
3.2	Besluit activiteiten leefomgeving	8
3.3	Besluit kwaliteit leefomgeving	14
3.4	Bouwen	15
3.5	Natura 2000-activiteit	15
3.6	Lokale regels	15
3.7	Warenwetbesluit drukapparatuur	16
4	Vergunningverlening	17
4.1	Algemeen	17
4.2	Omgevingsplan	17
4.3	Productie van waterstof	18
4.4	Opslaan van waterstof	19
4.5	Tanken van waterstof	20
4.6	Opstellen van voertuigen of installaties met waterstof	20
4.7	Veiligheidsafstanden	21
5	Beperken van gevaren	22
5.1	Gevaren van waterstof	22
5.2	Scenario's	23
5.3	Effecten	23
5.4	Risicobeheersing	24
5.5	Incidentbestrijding	26
6	Overige informatie	28

Inleiding

Een kennisbundel geeft voor een bepaald onderwerp beknopte beschrijvingen op het gebied van wet- en regelgeving, vergunningen, pilots en maatregelen. Om zich de deelonderwerpen eigen te maken, kan de lezer gebruikmaken van de documenten en websites waarnaar verwezen wordt. De lezers zullen vooral werkzaam zijn bij overheidsorganisaties als gemeenten, provincies, ministeries, veiligheidsregio's en omgevingsdiensten.

Het onderwerp van deze kennisbundel is *waterstof in de gebouwde omgeving*. Het document behandelt de productie, opslag en gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving, maar niet het transport van waterstof. Hiervoor is de kennisbundel *Transport van waterstof(dragers)* beschikbaar.

De kennisbundel is een document dat in beheer is bij het NIPV. Dit garandeert dat de inhoud van de kennisbundel (periodiek) geactualiseerd wordt als daar aanleiding toe is. Zo zijn in deze versie van de kennisbundel Waterstof de hoofdstukken over wet- en regelgeving herschreven in verband met de inwerkingtreding van de Omgevingswet.

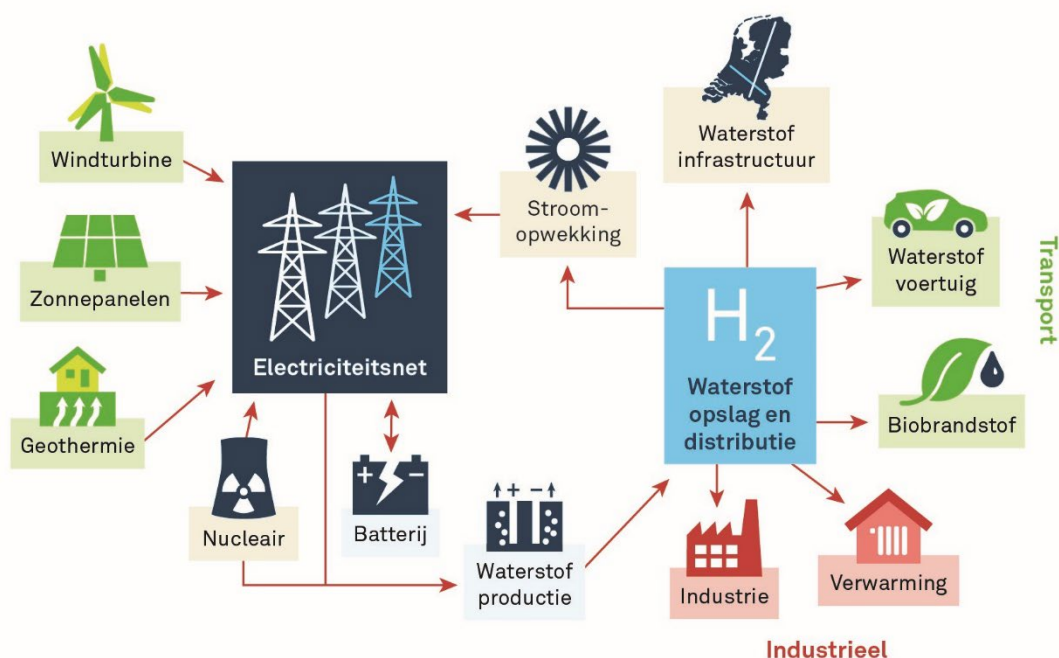
1 Achtergrondinformatie

Aanleiding

Waterstof staat de laatste jaren volop in de belangstelling. Dit heeft alles te maken met de energievoorziening in Nederland en in de rest van de wereld. Voor Nederland geldt:

1. Nederland wil de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met minstens 49 % verminderen ten opzichte van 1990. De vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (CO₂) is nodig, omdat broeikasgassen verantwoordelijk worden gehouden voor de opwarming van de aarde en voor klimaatveranderingen. Wereldwijd wordt daarom gekeken naar duurzame vormen van energie die zorgen voor minder of nul emissie.
2. De aardgasraan in Nederland wordt dichtgedraaid, waardoor Nederlands aardgas niet meer beschikbaar is om energie te genereren. Het kabinet heeft inmiddels besloten de gaswinning uit het Slochterenveld per 1 oktober 2024 geheel te beëindigen.

Aardgas (of andere koolwaterstoffen) wordt verbrand voor de productie van elektriciteit en voor het verwarmen van woningen en gebouwen. Bij dit proces komt CO₂ (kooldioxide) vrij. Om de uitstoot van CO₂ te beperken en omdat de beschikbaarheid van aardgas afneemt, moet Nederland overgaan op duurzame manieren om aan energie (elektriciteit en warmte) te komen. Waterstof (H₂) speelt hierin een belangrijke rol. Enerzijds omdat waterstof gebruikt kan worden om duurzaam opgewekte elektriciteit te transporteren en op te slaan en anderzijds omdat waterstof aardgas kan vervangen voor verwarmingsdoeleinden. De samenhang tussen waterstofproductie, opslag, transport en gebruik is te zien in Figuur 1.1.



Figuur 1.1 De productie en toepassingen van waterstof

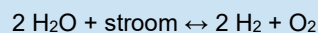
De gebouwde omgeving

Over waterstof valt veel te vertellen en de ontwikkelingen volgen zich in rap tempo op. Dat maakt dat een kennisbundel over waterstof 'in het algemeen' groot en mogelijk onoverzichtelijk wordt, wat ten koste zou gaan van het doel van een kennisbundel, te weten het bundelen en ontsluiten van bestaande informatie. Om die reden is ervoor gekozen één deelonderwerp uit te werken, namelijk gasvormig waterstof in de gebouwde omgeving.

Onder 'gebouwde omgeving' wordt bebouwing in de vorm van woningen en utiliteitsgebouwen verstaan. Met 'waterstof in de gebouwde omgeving' wordt de keten bedoeld waarbij:

- > waterstof lokaal wordt geproduceerd in de gebouwde omgeving door middel van elektrolyse. De stroom die hiervoor nodig is, kan lokaal geproduceerd zijn door middel van (mini-)windturbines of zonnepanelen.
- > waterstof lokaal en bovengronds wordt opgeslagen in de gebouwde omgeving. Dit kan gaan om waterstof dat lokaal geproduceerd is of om waterstof dat aangevoerd wordt om lokaal opgeslagen te worden.
- > waterstof in de gebouwde omgeving wordt gebruikt door:
 - waterstof om te zetten in elektriciteit door middel van brandstofcellen
 - waterstof te verbranden voor het verwarmen van woningen of gebouwen.
 - waterstof te tanken bij waterstoftankstations.

Voor gebruik in de gebouwde omgeving zal waterstof naar verwachting gemaakt worden door middel van elektrolyse. In dat proces wordt water door een electrolyser omgezet in waterstof en zuurstof:



De stroom die hiervoor nodig is, kan in de gebouwde omgeving opgewekt worden door zonnepanelen en windturbines. De geproduceerde waterstof wordt onder druk opgeslagen om op een later tijdstip gebruikt te worden.

Het transport van waterstof binnen de gebouwde omgeving door tubetrailers of distributieleidingen hoort ook bij deze keten, maar wordt vooralsnog niet meegenomen in deze kennisbundel. Mogelijk dat dit deelonderwerp in een actualisatie wel wordt opgenomen. Andere onderwerpen die niet meegenomen worden in deze kennisbundel zijn vloeibaar waterstof, waterstof dat gebonden is aan andere stoffen (onder andere ammoniak en methanol), waterstof dat buiten de bebouwde kom en/of op grote schaal wordt geproduceerd en koken op waterstof.

Documentatie:

- > Eerste Kamer (2024). [Beëindiging](#) gaswinning Groningerveld.
- > Nationaal Waterstof Programma (NWP, z.d.). [Gebouwde omgeving](#).
- > Een aantal van bovengenoemde waterstoftoepassingen komt samen in de [InnovaHub](#), een energiecentrale voor de gebouwde omgeving op wijkniveau.

2 Waterstof

Waterstof wordt als een gevaarlijke stof beschouwd, omdat het een licht ontvlambaar gas is dat mogelijk gevaar oplevert voor de veiligheid van gebruikers, werknemers en omstanders. Om de risico's van waterstof te begrijpen, is kennis van de fysische eigenschappen nodig.

2.1 Fysische eigenschappen

De belangrijkste fysische eigenschappen van gasvormig waterstof staan hieronder weergegeven en in Tabel 2.1:

- > Waterstof is bij standaard temperatuur en druk (20 °C en 1 atmosfeer) gasvormig.
- > Waterstof heeft geen kleur, geen geur, geen smaak en is niet giftig.
- > Waterstof is 14 keer lichter dan lucht (0,083 kg/m³ tegenover 1,205 kg/m³), wat zorgt voor een groot stijgend vermogen.
- > De ontvlambaarheidsgrenzen liggen op 4 vol.% (LFL: lower flammability limit) en 75 vol.% (UFL: upper flammability limit).
- > De minimale ontstekingsenergie van waterstof is 0,019 mJ bij een waterstofconcentratie van ongeveer 30 vol.%. Bij de LFL en de UFL is de ontstekingsenergie een factor 500 hoger (10 mJ) en vergelijkbaar met de ontstekingsenergie van methaan (het hoofdbestanddeel van aardgas).
- > De warmtestraling van een waterstofvlam is laag door de afwezigheid van koolstof (dat voor hittestralende roetdeeltjes kan zorgen).
- > De snelheid waarmee een waterstofvlam brandt, is hoger dan die van koolwaterstofvlammen.

Tabel 2.1 Fysische eigenschappen van waterstof en methaan

Eigenschap	Waterstof	Methaan
Molecuulgewicht (g/mol)	2,01	16,04
Dichtheid (kg/m ³)	0,08345	0,66
Stoichiometrische concentratie (vol.%)	29,6	9,5
LFL (vol.%)	4,0	5,3
UFL (vol.%)	75,0	15
Minimum ontstekingsenergie (mJ)	0,019 bij 30 vol.%	0,28 bij 9 vol.%
Brandsnelheid (m/s)	2,6 – 3,2	0,4

Documentatie:

- > NIPV (2020). [Veiligheidsaspecten van waterstof in een besloten ruimte](#).
- > NIPV (2024). [Toolbox Waterstof](#).

3 Wet- en regelgeving

3.1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2024 staan regels voor bescherming van de fysieke leefomgeving in de Omgevingswet. In de onderliggende besluiten staan regels voor de door het Rijk aangewezen milieubelastende activiteiten. Het gaat dan om de regels in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), Besluit bouwen leefomgeving (Bbl) en het Omgevingsbesluit (Omb). Daarnaast kunnen er ook lokale regels gelden. Er staan ook regels voor milieubelastende activiteiten in het omgevingsplan. Ook kunnen er regels staan in de omgevingsverordening en de waterschapsverordening.

Onder de Omgevingswet wordt geen onderscheid gemaakt tussen activiteiten bij woningen of bedrijven. Het Bal wijst activiteiten aan vanaf een bepaalde omvang. In sommige gevallen is een uitzondering gemaakt voor bijvoorbeeld huishoudens, een bedrijf aan huis of educatieve activiteiten. Uit het toepassingsbereik bij de aanwijzing van de mba volgt of de regels wel of niet gelden bij wonen.

Dit hoofdstuk gaat in op productie, opslag en tanken van waterstof. Voor het transport van waterstof is er een aparte kennisbundel.

Richtsnoeren waterstof

Om veilig om te gaan met waterstof, heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat samen met de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties richtsnoeren gemaakt voor veilig omgaan met waterstof. Het gaat om waterstofprojecten waar nog geen wet- en regelgeving voor is.

Documentatie:

- > Informatiepunt Leefomgeving: [Omgevingswet](#).
- > NIPV (2024). Kennisbundel transport van waterstof(dragers).
- > RvO (2024): [Richtsnoeren waterstof](#).

3.2 Besluit activiteiten leefomgeving

In het Bal zijn milieubelastende activiteiten aangewezen waarvoor rijksregels gelden. Deze regels gelden voor degene die de activiteit verricht. In het Bal staat ook wanneer een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit (mba) nodig is.

3.2.1 Productie van waterstof

Voor de wet- en regelgeving is het belangrijk te weten of een electrolyser waarmee waterstof wordt geproduceerd, een zogenaamde ippc-installatie is. Als het produceren van waterstof een ippc-installatie is, dan is dit een aangewezen mba. Hiervoor is dan een omgevingsvergunning mba nodig. Als het geen ippc-installatie is, is het geen aangewezen mba. De

activiteit kan wel functioneel ondersteunend zijn aan een andere wel in het Bal aangewezen mba. Zie ook het stroomschema in Figuur 3.1.

Bedrijven met ippc-installaties zijn grote industriële bedrijven die vallen onder de Richtlijn industriële emissies (Rie). Een ippc-installatie omvat een of meer activiteiten uit bijlage 1 van de Rie. Voor een ippc-installatie is altijd een omgevingsvergunning mba nodig. Voor een ippc-installatie gelden BBT-conclusies en BREF's. Dit zijn Europese documenten met de beste beschikbare technieken (BBT of 'Best available technique REFerence document' (BREF)).

Een ippc-installatie voor waterstof is aangewezen als mba in paragraaf 3.3.8, artikel 3.72, onder 1, onder b van het Bal: *het exploiteren van een ippc-installatie voor het maken van anorganisch-chemische producten, bedoeld in categorie 4.2 van bijlage I bij de Richtlijn industriële emissies (Rie)*. Het gaat dan alleen om de productie van waterstof op industriële schaal. Wat industriële schaal is, is niet vastgelegd. Dit is ter beoordeling aan het bevoegd gezag. Het bevoegde gezag voor de ippc-installatie is de provincie. Inmiddels is in de herziening van de Rie opgenomen dat het gaat om een ippc-installatie bij een productie van meer dan 50 ton per dag.

Waterstofelektrolyse aangewezen als ippc-installatie

Op 15 juli 2024 is de wijziging van de Richtlijn industriële emissies (Rie) gepubliceerd. Elektrolyse van waterstof is aangewezen als ippc-installatie als het gaat om een productie van meer dan 50 ton per dag. Lidstaten hebben 22 maanden na publicatie om de richtlijn te implementeren in nationale regels.¹

Uit de herziening RIE:

- > Annex 1 onder f: punt 4.2(a) wordt vervangen door: *“a) gassen, zoals ammoniak, chloor of chloorwaterstof, fluor of fluorwaterstof, kooloxiden, zwavelverbindingen, stikstofoxiden, waterstof, behalve indien geproduceerd via elektrolyse, zwaveldioxide, carbonylchloride;”*;
- > Annex 1, onder j: punt 6.6 wordt vervangen door: *“6.6 Elektrolyse voor de productie van waterstof met een productiecapaciteit van meer dan 50 ton per dag.”*

Als het niet gaat om een ippc-installatie, kan het bevoegd gezag eisen stellen met maatwerkvoorschriften op grond van het Bal (als functioneel ondersteunend) of op grond van het omgevingsplan (als niet functioneel ondersteunend). Dit wordt in de volgende alinea's toegelicht.

Geen ippc-installatie, functioneel ondersteunend

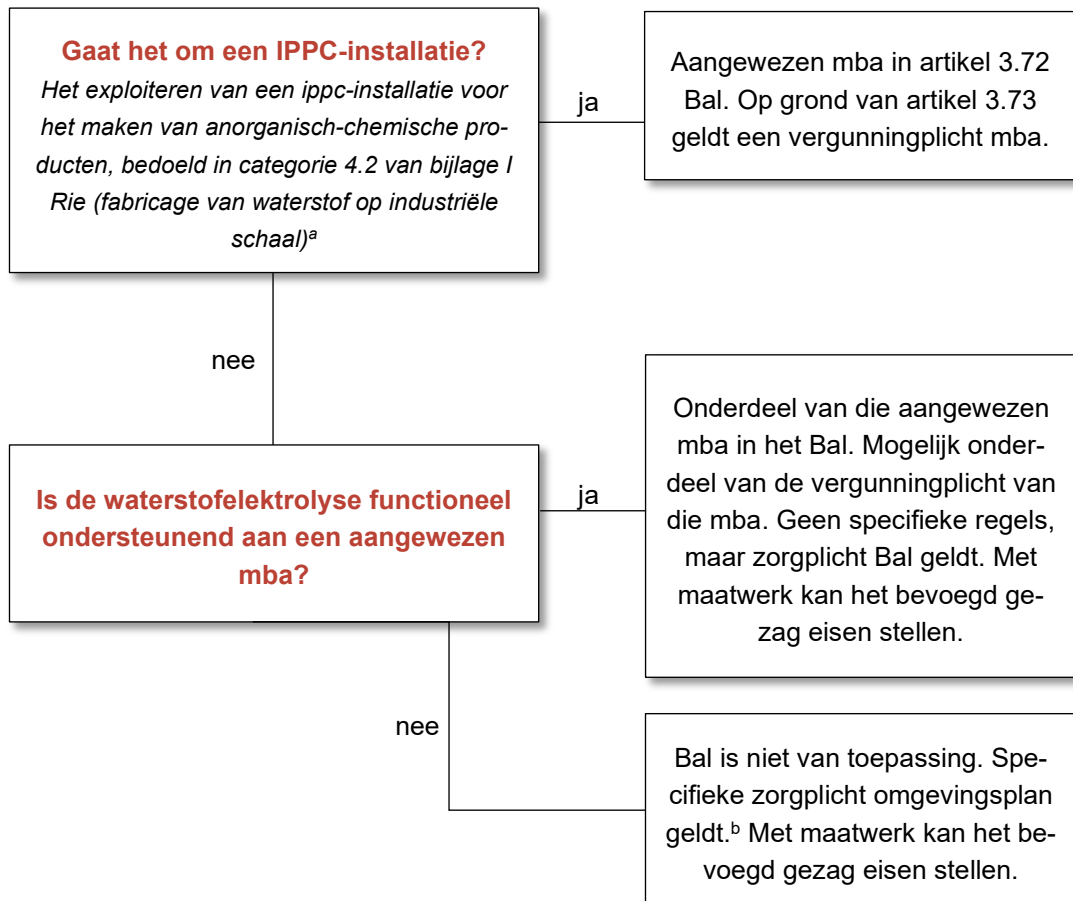
Als waterstof niet geproduceerd wordt in een ippc-installatie, maar wel ondersteunend is aan een aangewezen mba, dan gelden de regels uit het Bal voor de waterstofproductie. Er staan in het Bal echter geen specifieke regels voor elektrolyse van waterstof. Wel geldt de specifieke zorgplicht uit het Bal en kan het bevoegd gezag op grond daarvan maatwerkregels stellen.

Als een bedrijf bijvoorbeeld eigen energie opwekt en de overcapaciteit omzet in waterstof, is dit functioneel ondersteunend aan de activiteiten van het bedrijf. Als die bedrijfsactiviteiten inclusief de functioneel ondersteunende activiteiten dan zijn aangewezen in het Bal, valt ook de productie van waterstof onder de aangewezen mba.

¹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401785

Geen ippc-installatie, niet functioneel ondersteunend

Als waterstof niet geproduceerd wordt in ippc-installatie en niet ondersteunend is aan een aangewezen mba, dan gelden de regels uit het Bal niet. Dan geldt altijd de specifieke zorgplicht uit artikel 22.44² in het tijdelijk omgevingsplan. Op grond daarvan kan het bevoegd gezag met maatwerk regels stellen.



Figuur 3.1 Stroomschema om te bepalen welke wetgeving voor waterstofproductie geldt.

^a Er is geen drempelwaarde hiervoor. Hiermee wordt verschillend omgegaan. Het Landelijk Platform Veiligheid adviseert een drempel van 400 kg per dag. Na wijziging van de RIE valt waterstofelektrolyse in categorie 6.6 met een drempelwaarde van 50 ton per dag.

^b Dit is de specifieke zorgplicht op 1 januari 2024 in artikel 22.44 van afdeling 22.3 in het tijdelijk omgevingsplan. De gemeente kan dit hebben gewijzigd. De gemeente kan ook specifiek regels voor waterstofelektrolyse hebben opgenomen in het omgevingsplan. Afdeling 22.3, waaronder de specifieke zorgplicht, geldt niet voor activiteiten bij wonen.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving (z.d.). Ippc-installatie ([§ 3.3.8 Bal](#)).

3.2.2 Opslaan van waterstof

In Tabel 3.1 staan de activiteiten voor de opslag van waterstof die in het Bal zijn aangewezen als mba. Onder opslaan vallen ook de bijbehorende handelingen, zoals het overslaan en laden en lossen. Gasflessen die aangesloten zijn op systemen die waterstof gebruiken

² Dit is het artikel dat op 1-1-2024 in het tijdelijk omgevingsplan staat. De gemeente kan dit hebben gewijzigd.

(bijvoorbeeld waterstofaggregaten) vallen niet onder opslag. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van werkvoorraad.

Tabel 3.1 De paragrafen in het Bal voor het opslaan van waterstof

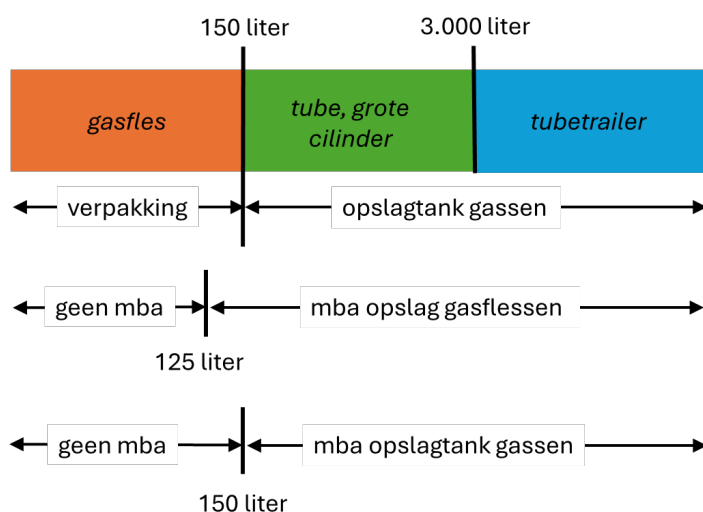
Activiteit	Aangewezen mba	Paragraaf Bal
Opslagtank voor waterstof	Opslagtank voor gassen	§ 3.2.7
Opslag gasflessen met waterstof	Opslag van gevaarlijke stoffen in verpakking	§ 3.2.9

Waterstofreservoirs

- > Een gasfles is een drukhouder met een waterinhoud van maximaal 150 liter (ADR, PGS 15). Een gasfles is een verpakking (zie § 3.2.9 in Bal) en daarom geen opslagtank.
- > Een flessenbatterij (waterstofbundel) is een drukhouder die bestaat uit een verzameling flessen die aan elkaar zijn bevestigd en onderling door een verzamelleiding zijn verbonden en die als ondeelbare eenheid wordt vervoerd. De totale waterinhoud is maximaal 3.000 liter (ADR, PGS 15).
- > Een tube is een drukhouder met een waterinhoud van meer dan 150 liter en maximaal 3.000 liter (ADR).

Het opslaan van waterstof in een *opslagtank* met een inhoud van meer dan 150 liter is een aangewezen mba. Voor het opslaan van waterstof in een opslagtank is altijd een omgevingsvergunning mba nodig. Dit is inclusief het vullen van de opslagtank. Voor het opslaan van waterstof in een opslagtank staan geen inhoudelijke eisen in het Bal. Deze moeten in de omgevingsvergunning mba worden opgenomen.

Het opslaan van waterstof in *gasflessen* is vanaf 125 liter een aangewezen mba, maar hiervoor is geen omgevingsvergunning mba nodig. Onder opslaan vallen ook bijbehorende handelingen, zoals het overslaan en laden en lossen. De inhoudelijke regels voor het opslaan van gasflessen staan in paragraaf 4.98 van het Bal. Hier staan bijvoorbeeld eisen voor de afstand tot gevoelige functies. Er staat ook dat de opslag en het gebruik van gasflessen moeten voldoen aan PGS 15. In PGS 15 staan eisen voor het opslaan van gasflessen.



Figuur 3.2 De totale inhoud van waterstofreservoirs bepaalt of sprake is van opslag en van een milieubelastende activiteit

Tabel 3.2 Overzicht van wanneer het opslaan van waterstof gezien wordt als een mba en of daarvoor een vergunning nodig is

	Aangewezen mba?	Omgevingsvergunning mba nodig?	Aan te houden regels
Losse gasflessen, totale waterinhoud \geq 125 liter	Ja (§ 3.2.9 Bal)	Nee, alleen bij een opslagplaats voor in totaal meer dan 10.000 kg gevaarlijke stoffen (artikel 3.28 onder h Bal). Maar bij opslag van meer dan 5.000 kg waterstof is er sprake van een Seveso-inrichting.	<ul style="list-style-type: none"> • § 4.98 Bal • PGS 15
Losse gasflessen, totale waterinhoud < 125 liter	Wel als ze functioneel ondersteunend zijn aan een andere aangewezen mba.	Alleen als het valt binnen de vergunningplicht van die andere aangewezen mba.	<ul style="list-style-type: none"> • Zorgplicht Bal • Eventueel regels in omgevingsvergunning mba of maatwerkbesluit
	Niet als ze niet functioneel ondersteunend zijn aan een andere aangewezen mba.	Nee	<ul style="list-style-type: none"> • Zorgplicht omgevingsplan • Eventueel maatwerkbesluit omgevingsplan
Flessenbatterij / waterstofbundel	Ja als waterinhoud > 125 liter is (§ 3.2.9 Bal)	Nee, alleen bij een opslagplaats voor in totaal meer dan 10.000 kg gevaarlijke stoffen (artikel 3.28 onder h Bal). Maar bij opslag van meer dan 5.000 kg waterstof is er sprake van een Seveso-inrichting.	<ul style="list-style-type: none"> • § 4.98 Bal • PGS 15
Opslagtank (grote cilinder, tube) tot vloeistof verdicht gas, waterinhoud > 150 liter	Ja (§ 3.2.7 Bal)	Ja (artikel 3.22 lid 1 onder e Bal)	Regels in de omgevingsvergunning mba
Tubetrailer bij tankstation of opslag- en transportbedrijf, groothandel of containerterminal	Ja, onderdeel van de aangewezen mba in § 3.8.6 of § 3.8.10 Bal.	Ja, want het tanken van voertuigen of werktuigen met waterstof is vergunningplichtig en dit is inclusief opslag.	<ul style="list-style-type: none"> • ADR • § 4.38 Bal
Tubetrailer overig	Wel als de tubetrailer functioneel ondersteunend is aan een andere aangewezen mba	Als binnen vergunningplicht van die andere aangewezen mba	<ul style="list-style-type: none"> • Zorgplicht Bal. • Eventueel regels in omgevingsvergunning mba of maatwerkbesluit Bal

Aangewezen mba?	Omgevingsvergunning mba nodig?	Aan te houden regels
Niet als de tubetrailer niet functioneel ondersteunend is aan een andere aangewezen mba.	Nee	<ul style="list-style-type: none"> • Zorgplicht omgevingsplan • Eventueel maatwerkbesluit omgevingsplan

Seveso-inrichting

Als bij een activiteit meer dan 5 ton (5.000 kg) waterstof aanwezig is, is sprake van een Seveso-installatie. Het gaat dan om categorie 15 uit bijlage I, deel 2 van de Richtlijn 2012/18/EU. Bij meer dan 50 ton (50.000 kg) is sprake van een hogedrempelinrichting. De provincie is het bevoegd gezag voor een Seveso-inrichting. Voor deze inrichtingen gelden strengere eisen en veiligheidseisen om risico's voor mens en milieu te minimaliseren. Voor een hogedrempelinrichting moet ook een veiligheidsrapport worden ingediend, waarin onder andere de risico's van de inrichting worden geanalyseerd en beschreven, en ook de genomen veiligheidsmaatregelen. Een Seveso-inrichting is aangewezen als milieubelastende activiteit in paragraaf 3.3.1 van het Bal.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - Opslagtank voor gassen ([§ 3.2.7 Bal](#)).
 - Opslag in verpakking ([§ 3.2.9 Bal](#)).

3.2.3 Tanken van waterstof

In Tabel 3.3 staan de activiteiten voor waterstof die zijn aangewezen als milieubelastende activiteit (mba) in het Bal voor het tanken van waterstof.

Tabel 3.3 De paragrafen in het Bal voor het tanken van waterstof

Activiteit	Aangewezen mba	Paragraaf Bal
Tanken van voertuigen of werktuigen bij bedrijf	Opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal	§ 3.8.6
Tanken van voertuigen of werktuigen bij tankstation	Tankstation	§ 3.8.10

Bij een tankstation is voor het tanken en opslaan van waterstof altijd een omgevingsvergunning mba nodig (art. 3.286 lid f Bal). Bij een opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal is voor het tanken van voertuigen of werktuigen met waterstof ook een omgevingsvergunning mba nodig (art. 3.297 Bal). Naast de eisen in een omgevingsvergunning mba gelden ook de regels in hoofdstuk 4 van het Bal. In paragraaf 4.38 staan de eisen voor het tanken en opslaan van waterstof, onder andere dat moet worden voldaan aan PGS 35. De toetsing van de veiligheidsafstanden gebeurt via de omgevingsvergunning mba.

Voor multi-energie stations is PGS 38 vastgesteld. Deze PGS-richtlijn is (nog) niet aangewezen in het Bal en ook nog niet als informatiedocument. PGS 38 kan echter wel al gebruikt worden bij vergunningverlening.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - Opslag- en transportbedrijven, groothandel en containerterminal ([§ 3.8.6 Bal](#)).
 - Tankstation ([§ 3.8.10 Bal](#)).
- > Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen:
 - [PGS 35](#): Waterstofinstallaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen.
 - [PGS 38](#): Multi-energiestations.

3.2.4 Opstellen van voertuigen met gevaarlijke stoffen

Bij diverse activiteiten kan er sprake zijn van het opstellen van voertuigen, opleggers of aanhangers met gevaarlijke stoffen, waaronder waterstof. Hiervoor staan er regels in paragraaf 4.106 van het Bal. Deze regels gelden alleen bij de volgende activiteiten:

- > brandstoffenhandel en tankopslagbedrijf (§ 3.8.2)
- > opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal (§ 3.8.6)
- > militaire zeehaven (§ 3.11.1)
- > militaire luchthaven (§ 3.11.2).

Het gaat om het tegelijkertijd voor minder dan 24 uur opstellen van niet meer dan drie voertuigen, opleggers of aanhangers die zijn geladen met gevaarlijke stoffen. Als het gaat om een periode langer dan 24 uur is een omgevingsvergunning mba nodig.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving (z.d.). Opstellen van voertuigen, opleggers, of aanhangers met gevaarlijke stoffen ([§ 4.106 Bal](#)).

3.3 Besluit kwaliteit leefomgeving

In hoofdstuk 5 van het Bkl staan instructieregels voor de gemeente bij het wijzigen van het omgevingsplan. In hoofdstuk 8 van het Bkl staan regels voor het bevoegd gezag bij het beoordelen van een aanvraag voor een omgevingsvergunning. Voor activiteiten met waterstof gaat het met name om een beoordelen van externe veiligheid. De norm voor externe veiligheid is het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar (PR 10^{-6}) waarbinnen zich geen (zeer) (beperkt) kwetsbare gebouwen of locaties mogen bevinden. Het groepsrisico en de verantwoording daarvan zijn geregeld via de aandachtsgebieden en voorschriftgebieden.

De veiligheidsafstanden staan in bijlage VII van het Bkl. Er zijn afstanden voor het plaatsgebonden risico. Daarnaast gelden er afstanden voor aandachtsgebieden; deze staan in het Register Externe Veiligheidsrisico's (REV). Aandachtsgebieden zijn gebieden waar mensen binnenshuis, zónder aanvullende maatregelen onvoldoende beschermd zijn tegen de gevaren die in de omgeving kunnen optreden. De gemeente moet binnen aandachtsgebieden rekening houden met de kans dat mensen overlijden als gevolg van het vrijkomen van een gevaarlijke stof. Hieraan kan worden voldaan door in het aandachtsgebied geen bebouwing toe te laten. De gemeente kan (delen van) aandachtsgebieden aanwijzen als voorschriftgebied. In een voorschriftgebied gelden aanvullende bouweisen voor nieuwbouw en voor vervangende nieuwbouw van een bouwwerk. Voorschriftgebieden worden opgenomen in het omgevingsplan.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving (z.d.). [Aandachtsgebieden en voorschriftengebieden](#).
- > RIVM (z.d.). [Register Externe Veiligheidsrisico's](#).
- > Atlas Leefomgeving (z.d.). [Kaarten veilige omgeving](#).

3.4 Bouwen

Een activiteit met waterstof kan gepaard gaan met het bouwen van een bouwwerk. Hiervoor kan een omgevingsvergunning technische bouwactiviteit en/of een omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit bouwwerken nodig zijn. De 'technische bouwactiviteit' omvat het plaatsen, geheel of gedeeltelijk oprichten, vernieuwen, veranderen of vergroten van een bouwwerk. De vergunningplicht staat in de artikelen 2.25 en 2.26 van het Bbl. Met een omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit bouwwerken wordt onder andere een bouwplan getoetst aan de ruimtelijke bouwregels uit het omgevingsplan. Daarnaast vindt er eventueel ook een welstandstoets of een bodemtoets plaats. De regels voor ruimtelijke bouwactiviteiten staan in het omgevingsplan. In het Bbl staat een aantal kleine bouwactiviteiten die altijd uitgevoerd mogen worden, ongeacht de regels in het omgevingsplan.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - [Vergunningvrij bouwen](#).
 - [Omgevingsvergunning technische bouwactiviteit](#).
 - [Omgevingsplanactiviteit bouwwerken](#).
 - [Regels voor ruimtelijk bouwen](#).

3.5 Natura 2000-activiteit

Als de activiteiten met waterstof significant nadelige gevolgen hebben voor een Natura 2000-gebied, dan is voor het starten, uitbreiden of wijzigen een omgevingsvergunning Natura-2000 activiteit nodig.

Documentatie

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - [Natura 2000-activiteit](#).
 - [Omgevingsvergunning Natura 2000-activiteit](#).

3.6 Lokale regels

Naast de rijksregels zijn er ook lokale regels. Deze verschillen per gemeente, waterschap en provincie. In het omgevingsplan van de gemeente staat waar welke activiteiten zijn toegestaan en welke regels er gelden voor geluid, geur, trillingen en externe veiligheid. Regels van provincies staan in een omgevingsverordening en regels van waterschappen in een waterschapsverordening.

Welke regels voor een bepaalde locatie gelden, is te vinden in het Omgevingsloket bij 'Regels op de kaart'. Hierin staan regels uit omgevingsplannen, omgevingsverordeningen en

waterschapsverordeningen. Het gaat dan alleen om de regels die direct werkend zijn voor burgers en bedrijven.

Het tanken van waterstof gebeurt ook in havens. Voor havens kunnen er lokale regels staan in een havenbeheersverordening. De grondslag van de havenbeheersverordening is artikel 149 van de Gemeentewet. Onderdelen uit deze verordening, voor zover ze zien op de fysieke leefomgeving, moeten of mogen in het omgevingsplan worden opgenomen. De door het college aangewezen havenmeester is degene die toeziet op de regels in de havenbeheersverordening.

Documentatie:

- > Omgevingsloket (z.d.). [Regels op de kaart](#).
- > VNG (2023). [Handreiking Havenbeheersverordening en omgevingsplan](#).
- > Informatiepunt Leefomgeving (z.d.). [Wat betekent de Omgevingswet voor de haven?](#)

3.7 Warenwetbesluit drukapparatuur

Het Warenwetbesluit drukapparatuur 2016 (Wbda) geldt voor apparatuur en installaties met een maximaal toelaatbare druk van meer dan 0,5 bar. Het Wbda stelt regels aan het in de handel brengen van drukapparatuur, maar ook aan de ingebruikname en het gebruik van drukapparatuur. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker van de installatie om hieraan te voldoen. De gebruiker moet een installatie laten keuren voordat deze in gebruik wordt genomen, bij wijzigingen of reparaties en verder zo vaak als nodig is. De Inspectie-SZW is toezichthouder op de naleving van de Warenwet (en het Warenwetbesluit drukapparatuur 2016). De Wbda is van toepassing op drukopslag van waterstofinstallaties.

Documentatie:

- > Nederlandse Arbeidsinspectie (z.d.). [Drukapparatuur](#).
- > Wettekst [Warenwetbesluit drukapparatuur 2016](#).

4 Vergunningverlening

4.1 Algemeen

Op grond van de Omgevingswet kan een omgevingsvergunning nodig zijn voor een mba, bouwen, omgevingsplanactiviteit of Natura 2000-activiteit. De indieningsvereisten voor een aanvraag omgevingsvergunning staan in hoofdstuk 7 van de Omgevingsregeling. Daarnaast biedt artikel 4:5 van de Algemene wet bestuursrecht het bevoegd gezag de mogelijkheid om extra gegevens te vragen als er relevante informatie ontbreekt die nodig is om de aanvraag te beoordelen. In hoofdstuk 8 van het Bkl staan de beoordelingsregels voor een aanvraag omgevingsvergunning. De aanvraag kan worden ingediend in het Omgevingsloket.

Participatie

Artikel 7.4 van de Omgevingsregeling bevat aanvraagvereisten voor participatie. Hierbij moet worden aangegeven óf participatie heeft plaatsgevonden, en zo ja hoe en wat het resultaat daarvan is. De gemeenteraad kan gevallen aanwijzen waarbij participatie verplicht moet plaatsvinden. In dat geval dient uit de aanvraag te blijken dat aan participatie is gedaan.

- > Informatiepunt Leefomgeving: [Beoordelingsregels omgevingsvergunning](#).
- > Wettekst: [Hoofdstuk 7 Omgevingsregeling](#).
- > Omgevingsloket: [Indienen aanvraag](#).

4.2 Omgevingsplan

Uit het omgevingsplan volgt of een activiteit met waterstof is toegestaan op een locatie. In het omgevingsloket – via de optie ‘Regels op de kaart’ – kan een initiatiefnemer nagaan of de activiteit op een bepaalde locatie is toegestaan. Als de activiteit niet is toegestaan, is een omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit nodig. Het kan gaan om een binnenplanse omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit (opa) of een buitenplanse omgevingsvergunning omgevingsplan activiteit (bopa). Een activiteit kan ook worden toegelaten door een wijziging van het omgevingsplan.

Voor een bopa gelden de specifieke indieningsvereisten uit artikel 7.207b lid 2 van de Omgevingsregeling. De volgende gegevens zijn onderdeel van de aanvraag:

- > algemene indieningsvereisten (beschrijving activiteit, locatie, begrenzing en dergelijke)
- > informatie over participatie
- > gegevens die nodig zijn om de gevolgen te beoordelen voor een evenwichtige toedeling van functies aan locaties
- > gegevens die nodig zijn om de gevolgen te beoordelen vanwege instructieregels voor omgevingsplannen
- > eventuele extra gegevens op verzoek van de gemeente.

Participatie

Op grond van artikel 7.4 is participatie niet verplicht. Voor een bopa kan de gemeenteraad gevallen aanwijzen waarbij participatie verplicht moet plaatsvinden. In dat geval dient uit de aanvraag te blijken dat aan participatie is gedaan.

De gemeente moet de aanvraag bopa toetsen aan een evenwichtige toedeling van functies aan locaties en aan de instructieregels uit het Bkl. Uit de onderbouwing bij de aanvraag moet blijken dat de activiteit in overeenstemming is met een evenwichtige toedeling van functies aan locaties en dat wordt voldaan aan de instructieregels. In het Bkl staan instructieregels voor omgevingsplannen in hoofdstuk 5. Voor activiteiten met waterstof gaat het dan met name om de veiligheidsafstanden (zie paragraaf 4.7 van deze kennisbundel). De gemeente heeft bestuurlijke afwegingsruimte bij het beoordelen van een aanvraag. Een gemeente kan zelf bepalen wat zij aanvaardbaar en wenselijk vindt.

Documentatie:

- > Omgevingsloket (z.d.). [Regels op de kaart](#).
- > VNG (2022). [Stappenplan Bopa](#).

4.3 Productie van waterstof

De provincie is bevoegd gezag als het gaat om een ippc-installatie of om het gebruik van waterstof bij activiteiten die zijn aangewezen in paragraaf 3.3 van het Bal. Voor de overige activiteiten met waterstof is de gemeente bevoegd gezag.

Voor de productie van waterstof in een ippc-installatie is een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit (mba) nodig. Dit volgt uit artikel 3.73 Bal. De gegevens die bij een aanvraag omgevingsvergunning mba moeten zitten, staan in hoofdstuk 7 van de Omgevingsregeling. Naast de algemene gegevens in paragraaf 7.2 gelden de specifieke gegevens uit artikel 7.27.

Als de productie van waterstof niet als ippc-installatie wordt gezien, maar functioneel ondersteunend is aan een aangewezen mba, dan is mogelijk via die mba een omgevingsvergunning mba nodig.

Als geen omgevingsvergunning mba nodig is, dan is het zinvol om de gemeente van het initiatief op de hoogte te brengen. Dan kan beoordeeld worden aan welke eisen moet worden voldaan. Deze eisen kunnen dan eventueel met maatwerk verplicht worden.

Documentatie:

- > NLHydrogen (2023). [Handreiking vergunningverlening kleinschalige waterstofelektrolyse](#).



Figuur 4.1 Electrolyser voor de productie van waterstof (Bron: ITM Power)

4.4 Opslaan van waterstof

Voor het opslaan van waterstof in gasflessen is geen omgevingsvergunning mba nodig, voor het opslaan van waterstof in een opslagtank wel. Dit laatste volgt uit artikel 3.22 van het Bal. De gegevens die bij een aanvraag omgevingsvergunning mba moeten zitten, staan in hoofdstuk 7 van de Omgevingsregeling. Naast de algemene gegevens in paragraaf 7.2 gelden de specifieke gegevens uit artikel 7.37. Het belangrijkste aspect voor de omgevingsvergunning is een toetsing aan de veiligheidsafstanden (zie paragraaf 4.7 van deze kennisbundel).



Figuur 4.2 Waterstofopslag in een achtertuin (Bron: Nils Rosmuller)

4.5 Tanken van waterstof

Voor het opslaan en tanken van waterstof is altijd een omgevingsvergunning mba nodig. De gegevens die bij een aanvraag omgevingsvergunning mba moeten zitten, staan in hoofdstuk 7 van de Omgevingsregeling. Naast de algemene gegevens in paragraaf 7.2 gelden de specifieke gegevens uit artikel 7.148 (tankstation) en 7.142 (opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal). In deze artikelen wordt ook verwezen naar artikel 7.22a. Voor waterstof zijn er vaste afstanden voor het plaatsgebonden risico en is geen berekening nodig bij de aanvraag. Het belangrijkste aspect voor de omgevingsvergunning is een toetsing aan de veiligheidsafstanden (zie paragraaf 4.7 van deze kennisbundel).

Naast de eisen in een omgevingsvergunning mba gelden ook de regels uit paragraaf 4.38 van het Bal. Deze eisen hoeven niet in de omgevingsvergunning te worden opgenomen. In paragraaf 4.38 staan de eisen voor het tanken en opslaan van waterstof. In deze eisen staat onder andere dat moet worden voldaan aan PGS 35. PGS 35 beschrijft maatregelen die de aanvrager moet nemen voor het kunnen opslaan (en tanken) van waterstof bij een waterstof-tankstation. Voor multi-energie stations is PGS 38 vastgesteld. Deze PGS-richtlijn is (nog) niet aangewezen in het Bal en ook nog niet als informatiedocument. Ze kan wel gebruikt worden bij vergunningverlening.

Documentatie:

- > Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen:
 - [PGS 35](#): Waterstofinstallaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen.
 - [PGS 38](#): Multi-energiestations.

4.6 Opstellen van voertuigen of installaties met waterstof

Als voertuigen, opleggers of aanhangers met waterstof gebruikt worden als mobiele opslag, blijven de voorschriften van het ADR gelden (paragraaf 7.6.2 van PGS 35).

Voor mobiele of kortdurende activiteiten gelden in principe dezelfde regels als voor locatiegebonden langdurige activiteiten. Het maakt dus niet uit hoe lang de activiteit duurt en of de activiteit op een vaste plek plaatsvindt. Als het wel uitmaakt, is dit bij het toepassingsbereik van die activiteit vermeld.

Bij een opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal is voor het opstellen van voertuigen, opleggers of aanhangers met waterstof een omgevingsvergunning mba nodig als het opstellen langer duurt dan 24 uur en/of als er meer dan drie voertuigen, opleggers en/of aanhangers worden opgesteld (artikel 3.286 lid 1 onder b en c Bal).

De gegevens die bij een aanvraag omgevingsvergunning mba moeten zitten, staan in hoofdstuk 7 van de Omgevingsregeling. Naast de algemene gegevens in paragraaf 7.2 gelden de specifieke gegevens uit artikel 7.140 (opslag- en transportbedrijf, groothandel en containerterminal). In deze artikelen wordt ook verwezen naar artikel 7.22a. Het belangrijkste aspect voor de omgevingsvergunning is een toetsing aan de veiligheidsafstanden (zie paragraaf 4.7 van deze kennisbundel).

4.7 Veiligheidsafstanden

Een omgevingsvergunning mba moet getoetst worden aan de veiligheidsafstanden (art. 8.12 Bkl). Dit moet ook bij het wijzigen van het omgevingsplan of bij een aanvraag omgevingsvergunning bopa (§ 5.1.2.2 Bkl). De veiligheidsafstanden staan in bijlage VII van het Bkl. Voor activiteiten met waterstof gaat het om de regels in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Veiligheidsafstanden met betrekking tot waterstof

Activiteit	Onderdeel	Afstand
Opslaan van gasflessen waterstof in de buitenlucht, meer dan 1.000 liter (minder dan 5 ton) ³	A 11 - Opslaan van gevaarlijke stoffen in verpakking	Afstand PR 10 ⁻⁶ in art. 4.1008 Bal (15 m of 20 m)
Parkeren van maximaal drie voertuigen, opleggers of aanhangers met waterstof minder dan 24 uur	A 12 - Opstellen van voertuigen, opleggers of aanhangers met gevaarlijke stoffen	Afstand PR 10 ⁻⁶ in art. 4.1101 Bal (20 m)
Opslagtank voor waterstof	B 2 - Opslagtank voor gassen	Afstand PR 10 ⁻⁶ in tabel B.2 van bijlage VII Bkl (25 m, 30 m, 35 m, 40 m, 45 m en 55 m). Brandaandachtsgebied: 60 m Explosieaandachtsgebied: 160 m
Tanken van waterstof	B 5 - Waterstof: opslag- en transportbedrijf, groothandel en containeroverslag en tankstation	Afstand PR 10 ⁻⁶ (30 m of 35 m) ⁴ Brandaandachtsgebied: 55 m

Bij een multi-energiestation waar ook waterstof kan worden getankt, zijn er veiligheidsafstanden tussen de installatie-onderdelen van verschillende brandstoffen om branduitbreiding (domino-effecten) te voorkomen. Deze afstanden staan in PGS 38. Deze PGS-richtlijn is (nog) niet aangewezen in het Bal en ook niet als informatiedocument. Ze kan wel gebruikt worden bij vergunningverlening.

Documentatie:

- > Besluit kwaliteit leefomgeving: [Bijlage VI kwetsbare gebouwen en locaties](#).
- > Besluit kwaliteit leefomgeving: [Bijlage VII veiligheidsafstanden](#).
- > Informatiepunt Leefomgeving: [veiligheidsvoorschriften tanken en opslaan van waterstof](#).
- > Publicatiereeks gevaarlijke stoffen (2023):
 - [PGS 38: Multi-energiestations](#).
 - [Milieubelastende activiteit: dit verandert er](#).

³ Bij meer dan 5 ton is het een Seveso-installatie.

⁴ Voor het tanken van waterstof is de afstand voor het plaatsgebonden risico 35 meter van het vulpunt als de waterstof wordt aangevoerd met tanks. In andere gevallen is het 30 meter vanaf de tussenopslag.

5 Beperken van gevaren

Om de gevaren van het produceren, opslaan en gebruik van waterstof te kunnen inschatten, wordt gebruikgemaakt van scenario's. Een scenario is een korte beschrijving van een gebeurtenis waarbij door een of meerdere oorzaken waterstof onbedoeld vrijkomt. De (proces)omstandigheden waaronder waterstof vrijkomt en de fysische eigenschappen van waterstof bepalen de gevaren die de scenario's kunnen opleveren voor de omgeving. Dit hoofdstuk gaat kort in op de algemene gevaren van installaties voor de productie, opslag en het gebruik van waterstof, op de intrinsieke risico's van waterstof, op de scenario's en op de maatregelen die getroffen kunnen worden.

Het gelijktrekken van de industriële toepassing van waterstof aan de toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving brengt risico's met zich mee. Zo biedt de ervaring die in de industrie is opgebouwd geen garantie in het publieke domein, omdat de veiligheidsculturen verschillen. Daarnaast kan bij schaalverkleining risico-onderschatting optreden.

5.1 Gevaren van waterstof

De fysische eigenschappen van waterstof brengen de volgende gevaren met zich mee:

- > Waterstof lekt relatief makkelijk.
- > Waterstof wordt niet waargenomen als het vrijkomt.⁵
- > Waterstof ontsteekt relatief makkelijk bij hoge concentraties.
- > Waterstof heeft een breed ontvlambaarheidsgebied (4 - 75 vol.%).
- > Waterstofvlammen zijn visueel nauwelijks waar te nemen.⁶
- > Waterstofvlammen zijn zeer heet, maar stralen relatief weinig warmte uit.
- > Waterstof kan zich in besloten ruimtes of onder plafonds ophopen en daar hoge concentraties bereiken.
- > Ontsteking van een waterstofjet geeft een fakkel.
- > Ontsteking van een waterstofwolk geeft bij concentraties hoger dan 10 vol.% een explosie (deflagratie) en bij concentraties hoger dan 18 vol.% een detonatie. Of en hoe een explosie plaatsvindt, is afhankelijk van de omstandigheden.
- > Waterstof kan leiden tot verbrossing, dat wil zeggen: het brosser worden van metaal doordat waterstof het metaal binnendringt.
- > Hoge concentraties waterstof kunnen in een besloten ruimte leiden tot zuurstoftekort.

De eigenschappen en risico's van waterstof worden vaak vergeleken met die van methaan, het hoofdbestanddeel van aardgas. Methaan en waterstof zijn beide ontvlambare gassen die relatief eenvoudig lekken en door geur niet worden waargenomen (tenzij een geurstof wordt toegevoegd). Door de lagere dichtheid van waterstof stijgt waterstofgas sneller dan methaan. Waterstof heeft een breder ontvlambaarheidsgebied dan methaan. Bij lage concentraties (< 8 vol.%) zijn de ontstekingsenergieën van waterstof en methaan vergelijkbaar. Methaanvlammen zijn zichtbaar en stralen meer warmte uit dan

⁵ Een lek van waterstof dat zich onder hoge druk bevindt, is hoorbaar en daardoor wel waar te nemen.

⁶ Waterstofvlammen zijn wel waar te nemen als er zich veel stof in de lucht bevindt.

waterstofvlammen. Onvolledige verbranding van methaan kan leiden tot koolmonoxidevergiftiging, in tegenstelling tot een onvolledige verbranding van waterstof.

Documentatie:

- > NIPV (2020). [Veiligheidsaspecten van waterstof in een besloten ruimte](#).
- > International Association for Hydrogen Safety ([HySafe](#)).

De productie, opslag en het gebruik van waterstof kunnen gepaard gaan met de aanwezigheid van andere gevaarlijke stoffen (bij electrolyzers), de aanwezigheid van apparatuur onder hoge spanning of hoge stroom, de aanwezigheid van drukapparatuur en de mogelijkheid tot gasophoping (als apparatuur in een container staat).

Documentatie:

- > HyResponder (2022). [European Emergency Response Guide](#).

5.2 Scenario's

De oorzaak van het onbedoeld vrijkomen van waterstof kan divers zijn: een onjuiste installatie, materiaal dat niet goed aansluit, een bedieningsfout, impact van buitenaf, brand, weersomstandigheden et cetera. De diverse oorzaken kunnen bij productie, opslag en gebruik van waterstof uiteindelijk leiden tot de volgende scenario's:

- > Een continue uitstroom van waterstof gedurende een bepaalde tijd:
 - klein waterstoflek
 - groot waterstoflek.
- > Het instantaan falen van het waterstofbevattende systeem.

Wat een klein of groot waterstoflek is, verschilt per situatie: een klein lek in een installatie binnenshuis, is van een andere orde dan een klein lek in een hogedruksysteem.⁷ De factoren die het meest bijdragen aan de hoeveelheid waterstof die vrij kan komen, zijn de grootte van de opening, de waterstofdruk en de inhoud van het waterstofvoerende systeem.

Documentatie:

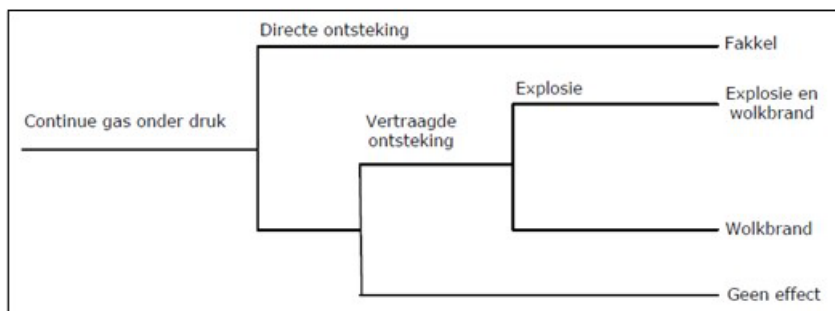
- > RIVM (z.d.). [Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid](#).
- > Incidenten met waterstof staan beschreven in de database [H2 Lessons Learned](#). Een selectie van deze incidenten is te vinden in het rapport [Hydrogen Incident Examples](#).

5.3 Effecten

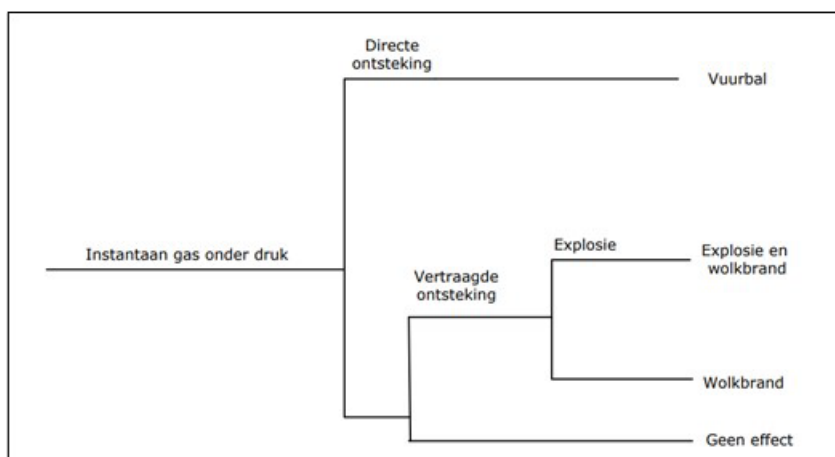
De effecten die kunnen optreden als waterstof vrijkomt, worden vooral bepaald door de manier waarop het gas vrijkomt (continu of instantaan) en de mogelijkheid voor het vrijgekomen waterstof om te ontsteken, zie Figuur 5.1 en Figuur 5.2. Welke effecten uiteindelijk optreden en hoe groot deze zijn, verschilt per situatie. Om überhaupt een effect te kunnen krijgen, is

⁷ Deze paragraaf heeft geen betrekking op kleine lekken die toegestaan zijn. NEN 1078 ('Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen – Nieuwbouw') geeft aan dat geen gevaarlijke situatie zal ontstaan bij een aardgas- of waterstoflek kleiner dan 5 liter per uur.

een ontstekingsbron nodig. Factoren die bijdragen aan de omvang en ernst van de effecten, zijn de inhoud en de druk van het waterstofvoerende systeem, de grootte van de opening en de locatie waar waterstof vrijkomt. Het maakt bijvoorbeeld uit of het vrijkomen van waterstof in de open lucht gebeurt of in een besloten ruimte.



Figuur 5.1 De mogelijke effecten van een continue waterstoflekkage (Bron: RIVM)⁸



Figuur 5.2 De mogelijke effecten van het instantaan vrijkomen van waterstof (Bron: RIVM)⁹

Deze effecten leiden tot hittestraling (fakkel, wolkbrand en explosie) en/of overdruk (explosie) waardoor mensen gewond kunnen raken en gebouwen beschadigd. Naast deze effecten kan het vrijkomen van grote hoeveelheden waterstof in een besloten ruimte leiden tot zuurstofverdringing.⁹

Documentatie:

- > In het [Scenarioboek Energietransitie](#) zijn diverse scenario's beschreven over waterstof in de gebouwde omgeving.
- > NIPV (2024). Toolbox Waterstof – [Gevaren van waterstof](#).

5.4 Risicobeheersing

Om de uitstroom van waterstof te voorkomen of te beperken, kunnen maatregelen van diverse aard getroffen worden. De belangrijkste maatregelen zijn:

⁸ Figuur 5.1 en Figuur 5.2 zijn gebeurtenissenbomen en moeten van links naar rechts gelezen worden. Een gebeurtenissenboom start met het vrijkomen van een gevaarlijke stof en via verschillende mogelijke gebeurtenissen worden verschillende uitkomsten bereikt.

⁹ Opgemerkt wordt dat de mogelijkheid ook bestaat dat er *geen* effecten zijn.

- > installatietechnische maatregelen (bijvoorbeeld een gasstopper, overdrukventiel of terugslagklep)
- > detectie
- > ventilatie
- > ontstekingsbronnen vermijden
- > afstand houden.

Normen en richtlijnen voor de aanleg, het beheer en het onderhoud van waterstofinstallaties borgen de integriteit van de installatie. Ze beschrijven ook de (preventieve) maatregelen zoals hierboven genoemd. Gezien de snelheid waarmee ontwikkelingen gaan, zullen niet voor alle waterstoftoepassingen al normen en richtlijnen opgesteld zijn. Het Normalisatieplatform Waterstof voor de industriële en gebouwde omgeving (NPH2IGO) is hier wel mee bezig. De normen en praktijkrichtlijnen voor waterstof zullen veelal een afgeleide zijn van die voor aardgas. Welke normen en richtlijnen nog ontbreken of in de maak zijn, is onbekend.

Documentatie:

Algemeen

- > Op de website van [Hydrogen/Fuel Cell Codes & Standards](#) zijn ruim 400 normen en richtlijnen te vinden over waterstof en brandstofcellen.
- > Tebodin (2009). [Kennisdokument Industriële procesbeveiligingen](#).

Productie

- > Voor de productie van waterstof door middel van elektrolyse kan gebruikgemaakt worden van [NEN-ISO 22734:2019 en](#): *‘Waterstofgeneratoren gebruikmakend van water elektrolyse - Industriële, commerciële en binnenshuis toepassingen’*.

Opslag

- > Wanneer het lokaal opslaan van waterstof gekoppeld is aan waterstofproductie door middel van elektrolyse en aan een brandstofcel voor het genereren van elektriciteit, kan gebruikgemaakt worden van [NEN-EN-IEC 62282-8-201:2020](#): *‘Brandstofceltechnologieën - Deel 8-201: Energieopslagsystemen met brandstofcelmodules in omgekeerde modus - Testprocedures voor de prestaties van power-to-power systemen’*.
- > Cilinders voor de opslag van waterstof moeten voldoen aan [NEN-EN 17533:2020 en](#): *‘Gaseous hydrogen - Cylinders and tubes for stationary storage’*.
- > Voor de opslag van waterstof worden veiligheidsafstanden gegeven in [NFPA 55](#) en in de [‘Property Loss Prevention Data Sheet’](#) over waterstof.

Gebruik woningen

- > Overzichten van normen en praktijkrichtlijnen voor het verwarmen van woningen zijn te vinden in het [Publieksrapport Waterstofwijk - Plan voor waterstof in Hoogeveen](#) en in het NIPV-rapport [Veiligheidsmaatregelen voor het gebruik van waterstof binnenshuis](#).
- > Voor waterstof dat gebruikt wordt om generatoren te voeden, geldt [NPR 8090:2013 nl](#): *‘Waterstofbrandstofcelaggregaten’*. De richtlijn geldt niet voor huishoudelijk gebruik.
- > Wanneer koolwaterstoffen worden gebruikt om waterstof te genereren voor gebruik in een generator, geldt [NEN-ISO 16110-1:2007 en](#): *Waterstofgeneratoren gebruikmakend van "Fuel Processing Technology - Deel 1: Veiligheidseisen*.

Gebruik tankstations

- > Voor toezicht en handhaving bij waterstoftankstations heeft InfoMil in 2020 een [checklist](#) opgesteld die gebaseerd is op PGS 35.

De literatuur noemt tientallen maatregelen om uitstroom van waterstof te voorkomen en te beperken. Onderstaande maatregelen zijn van toepassing op veel locaties waar waterstof aanwezig is. Opge-merkt wordt dat veel maatregelen niet uniek zijn voor waterstof.

Bouwkundige maatregelen

1. Bouwen, exploiteren en onderhouden van de installatie volgens BBT.
2. Respecteren van interne veiligheidsafstanden.
3. Respecteren van externe veiligheidsafstanden.
4. Vermijden van luchtintrede bij de compressor.
5. Voldoende ventilatie garanderen bij installaties in een besloten ruimte.
6. Plaatsen van installaties in een open omgeving.
7. Afschermen van gevoelige installatie-onderdelen.
8. Gebruik van correcte materialen en geschikte verbindingen.
9. Voorzien van correcte signalering op het terrein.

Installatietechnische maatregelen

10. Voorzien van druk- en temperatuurmetingen op kritische locaties.
11. Voorzien van breekkoppelingen in de verdeelslangen.
12. Gebruik van doorstroombegrenzer, terugslagklep of inbloksystemen op kritische locaties.
13. Voorzien van overdrukbeveiligingen op kritische locaties.
14. Voorzien van maatregelen in verband met brandveiligheid.
15. Voorzien van een drukontlastingssysteem bij opslagcontainers.
16. Voorzien van waterstofgasdetectiesystemen.
17. Voorzien van waterstofvlamdetectie op opslagtanks.
18. Voorzien van een noodstopsysteem (ESD – emergency shut down).

Organisatorische maatregelen

19. Informeren van omwonenden.
20. Risicobeheersing met behulp van een managementsysteem.
21. Vastleggen van afspraken en regels voor belanghebbende over handelingen met waterstofhoudende installaties.
22. Voorzien van maatregelen voor toezicht.
23. Voorzien van vlotte en veilige verkeerscirculatie op het terrein.
24. Een onderbouwde keuze maken over de aanlevermethode en oorsprong van waterstof.
25. Uitvoeren van periodieke lekdichtheidsmetingen.
26. Volgen van algemene veiligheidsvoorschriften voor het vermijden van ontstekingsbronnen.
27. Opmaken van een ATEX-zoneringsplan.

Repressieve maatregelen

28. Voorzien, oefenen en up-to-date houden van noodprocedures.
29. Voorzien in brandwerende muren tussen installatie-onderdelen.

5.5 Incidentbestrijding

Elke inzet van de brandweer kent een aantal vaste stappen die al dan niet tegelijkertijd uitgevoerd worden in samenwerking met de eigenaar. Voor de inzet bij een incident met een gevaarlijke stof moet gedacht worden aan stappen als het verkennen van de situatie, het

eventueel uitvoeren van een redding, stoppen van de toevoer van de gevaarlijke stof, de repressieve inzet zelf en het onder controle krijgen van de situatie.

De inzet van de brandweer is nodig bij een van de volgende situaties die zich kunnen voordoen bij de productie, opslag en het gebruik van waterstof:

- > afblazen waterstoftank
- > aanstralen waterstoftank
- > waterstoflekkage
- > waterstofbrand.

Naast het vrijkomen van waterstof, zijn ook andere scenario's mogelijk waar de inzet van de brandweer nodig kan zijn. Het gaat dan bijvoorbeeld om een brand die een waterstofinstallatie bedreigt.

Documentatie:

- > Brandweer Nederland. (2019). *Aandachtskaarten waterstof*. De aandachtskarten behandelen de volgende onderwerpen:
 - H₂ [Algemene procedure](#).
 - H₂ [Brandstoftanks](#).
 - H₂ [Lokale productie](#).
 - H₂ [Tankstation](#).
 - H₂ [Voertuigbrand](#).
- > HyResponder (2020). [Account of scenarios and operational emergency planning and response strategies and tactics](#).
- > NL Hydrogen (2023). [Lessons learned waterstofincidenten](#).

6 Overige informatie

De opsomming hieronder is een overzicht van rapporten en websites die niet genoemd worden in dit document, maar mogelijk wel interessant zijn voor de lezer.

- > Veel voorschriften staan ook beschreven in [Beste Beschikbare Technieken \(BBT\) voor Waterstoftankstations](#) van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO, 2020).
- > Waterstofnet (2019). [Schakeldag vergunningen en realisatie van waterstoftankstations](#).
- > Op de themapagina [Waterstof](#) van Netbeheer Nederland staan veel rapporten over waterstof in woningen.
- > In de [Toolbox Waterstof](#) van het NIPV is informatie over waterstof op een begrijpelijke en toegankelijke manier samengevat.