



TransitionHERO B.V.

Kantooradres

Stationsplein 45, 4de verdieping,
3013 AK Rotterdam
Nederland

KvK nummer: 73926132
BTW nummer: NL859712308B01

Bank: KNAB
BIC-nummer: KNABNHL2H
Bank rekening: NL96 KNAB 0258 4901 79

Tussenrapport: De Groene Walvis Publiek versie

Duurzaam Graft-De Rijk



Datum: 11/01/2021

— Mede mogelijk gemaakt door:



Opstellers	Review door	Status	Datum	Revisie
Stef Clevers, Adam Fontaine en Yannick Hekman [TransitionHERO]	Wim Heine, Lex Baggerman, Roswitha Smit [Energie coöperatie Graft-De Rijp] Cees Groot, Mariska van der Spek, Isabel Straver [Gemeente Alkmaar] Jack van de Nes [H2-connect]	Definitief	11-01-2021	2

Dit document is op basis van recente gegevens samengesteld. De middels dit stuk verstrekte informatie is strikt vertrouwelijk. De ontvanger erkent de vertrouwelijkheid ervan door acceptatie van dit document. Dit memo is uitsluitend bedoeld voor de overheden, financiers, participanten en anderen die naar de mening van de samenstellers betrokken zijn bij de ontwikkeling van waterstof als de vervanger van aardgas voor de gebouwde omgeving. Dit memo mag niet, in zijn geheel of gedeeltelijk, openbaar gemaakt worden, gekopieerd of gereproduceerd worden, of zodanig door middel van computer technologie worden gebruikt, tenzij met toestemming van de samenstellers.



Inhoudsopgave

Mede mogelijk gemaakt door:.....	1
Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting	3
Definities.....	4
1. Introductie.....	5
1.1 Doel van het onderzoeksproject.....	5
1.2 Aanleiding	5
1.3 De energietransitie voor de gebouwde omgeving	5
1.4 Energiecijfers Graft-De Rijk.....	5
1.5 Ondersteunende documenten.....	6
2. Basispad overzicht	7
2.1 Huizen en gebouwen.....	7
2.2 Netwerk in de wijk.....	7
2.3 Waterstofopslag	8
2.4 Waterstofproductie	8
2.5 Groene stroom.....	8
3. Technische achtergrond.....	9
3.1 Waterstof bij huizen, bedrijven en instellingen.....	11
3.2 Waterstof in de wijk.....	12
3.3 Waterstofopslag	13
3.4 Waterstofproductie	14
3.5 Productie groene stroom.....	16
4. Project uitrolplan	17

5. Locatie	18
6. Wettelijk kader	20
6.1 Bestemmingsplan.....	20
6.2 Vergunningen.....	20
6.3 Energiebelasting	20
7. Business Case.....	21
7.1 De benodigde investering.....	21
7.2 Jaarlijkse opbrengsten.....	22
7.3 Jaarlijkse kosten.....	22
7.4 Haalbaarheid.....	22
7.5 Energierekening bewoner	23
8. Detail planning komende 4 maanden.....	24
9. Voorlopige planning tot 2030.....	25



— Samenvatting

Dit document is een tussenrapportage met voorlopige resultaten.

Project de Groene Walvis onderzoekt voor Graft-De Rijk of groene waterstof een goede optie is om aardgasvrij en duurzaam te wonen. Aardgasverbruik in woningen is nu nog goed voor ongeveer 25% van de CO2-voetafdruk van de gemiddelde Nederlander. In Graft-De Rijk stoten 2200 huishoudens en bedrijven samen 17.000 ton CO2 uit per jaar. Dat zijn 6.539 lijnvluchten van Amsterdam naar Rome. Dit haalbaarheidsproject sluit aan bij de klimaatdoelen van de overheid. In 2030 moeten 1.5 miljoen huishoudens van het gas af zijn. En in 2050 moet heel Nederland 100% duurzaam wonen.

Waterstofgas een haalbare optie?

Waterstofgas is zowel economisch als technisch een goede optie voor Graft-De Rijk. Alternatieven zoals warmtepompen, aansluiting op een warmtenet of infraroodpanelen brengen óf te hoge investeringskosten met zich mee óf een te hoge jaarlijkse energierekening. Als de groene omschakeling naar waterstof op een collectieve wijze wordt uitgerold en ondersteund door een pakket energiebesparende maatregelen, zoals isolatie en HR++ cv-ketel op waterstof hoeft niemand méér te betalen.

Waterstof een technisch geschikte oplossing?

Er zijn weinig aanpassingen nodig. In de wijk kan het bestaande gasnetwerk worden gebruikt. En in huis zijn de aanpassingen relatief eenvoudig: nieuwe CV-ketel, nieuwe gasmeter en plaatsing van een inductiekookplaat. Dit kan allemaal snel gebeuren: de CV-ketel (Dual Fuel-ketel voor zowel waterstof als aardgas) kan binnen een dag worden geplaatst. Groot voordeel van waterstofgas is dat je het huis snel op temperatuur krijgt zonder dat er ingrijpende isolerende maatregelen nodig zijn. Even snel als bij aardgasverwarming. En het comfortniveau voor de bewoner kan zelfs toenemen door de collectieve energiebesparende maatregelen.

Waterstof economisch de beste oplossing?

Dit is een collectief project. Een belangrijk uitgangspunt is dat de energierekening van bewoners gelijk moet blijven in vergelijking met aardgas. Door het samen te doen, kan dat ook. Er wordt een investering gedaan door het collectief van €30 miljoen, inclusief aanpassingen in huis. Bewoners betalen hun energierekening, die dus gelijk blijft, niet meer aan de energieleverancier maar aan het nieuwe collectief. De opbrengst wordt nu geschat op €2 miljoen per jaar. De investering is daarmee binnen 15 jaar terugverdiend en bewoners hebben niets extra's hoeven betalen.

Locatie en veiligheid

Waterstof wordt gemaakt in een waterstofsysteem via een proces dat elektrolyse heet. Elektriciteit wordt toegevoegd aan water dat wordt gesplitst in zuurstof en waterstofgas. Hiervoor is een gebouw nodig ter grootte van 3 zeecontainers. Beoogde locatie is nabij het bedrijventerrein De Volger. Het proces is veilig en zal voldoen aan alle eisen en regelgevingen. Om het proces 100% duurzaam te maken is groene stroom nodig. Deze wordt deels opgewekt met zonnepanelen op bedrijfsdaken. Het grootste deel wordt ingekocht van windturbines op de Noordzee. Er zullen GEEN windmolens in het dorp worden geplaatst.

Planning

Het onderzoeksproject wordt afgerond in april, nadat nog dieper is ingegaan op enkele technische aspecten, de businesscase en het draagvlak onder bewoners en bedrijven. Bij groen licht wil de Groene Walvis in 2025 starten met de uitrol van het project. Vanaf 2030 zouden alle bewoners van het aardgas af kunnen zijn.



Definities

Aardgasnet	Het leidingnetwerk dat het aardgas naar de woningen en andere gebouwen transporteert.
Aardgasreducerstation	De installatie waar het aardgas van hoge druk (8 bar) naar lage druk (100 mbar) wordt gereduceerd.
All-electric	Een oplossing voor het verwarmen en koken in gebouwen zonder gasaansluiting door enkel gebruik te maken van elektriciteit.
Business case	Een financieel overzicht waar de kosten tegen de baten worden afgewogen.
Deellast	Een apparaat kan op 100% van zijn capaciteit draaien (vullast). Indien een apparaat niet op 100% van zijn capaciteit draait wordt dit deellastbedrijf genoemd. Een elektrolyser heeft in deellastbedrijf een hoger rendement dan in vullastbedrijf.
Dual Fuel ketel	Een ketel die zowel aardgas als waterstofgas kan verbranden voor de verwarming van water.
Elektriciteitsaansluiting	Een aansluiting aan het middenspanningsnet van de energieleverancier.
Elektrolyser	Het apparaat dat gezuiverd water omzet in waterstofgas en zuurstofgas met behulp van elektriciteit.
(Energie)transitie	De omschakeling van het gebruik van fossiele brandstoffen naar het gebruik van duurzame brandstoffen /energie.
Groene waterstof	Waterstof geproduceerd met enkel duurzame energiebronnen.
Inductiekookplaat	Kookplaat werkend op elektriciteit.
Liander	Netwerkbeheerder rondom Graft – De Rijk.
MER beoordelingsnotitie	Een toets van het bevoegd gezag om te bepalen of er bij een voorgenomen activiteit, die genoemd staat in onderdeel D van het Besluit m.e.r., mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen kunnen optreden.
Rendabele energiebesparende maatregelen	De maatregelen, die op huishoudelijk niveau getroffen kunnen worden om energieconsumptie te reduceren, die een positieve impact maken op de business case.
Terugverdientijd	De periode waarin de investering wordt terugbetaald door de jaarlijkse besparingen ten opzichte van de originele situatie.
Transportnet	Netwerk dat energie in een vorm van producent naar gebruiker vervoert.
Waterelektrolyse	Het proces dat water omzet in zuurstof en waterstof met behulp van elektriciteit.
Waterstof-invoedstation	Een systeem dat het waterstofgas toevoegt aan het bestaande aardgasnet.
Waterstofketel	Een cv-ketel die water verwarmt door waterstofgas te verbranden.
Waterstofleidingnet	Het netwerk van leidingen waarin het waterstofgas wordt getransporteerd.
Waterstofopslag	Een opslagsysteem voor waterstofgas.
Waterstofproductielocatie	De locatie waar het waterstofgas wordt geproduceerd.
Waterzijdig inregelen van de cv-installatie	Warm water correct laten verdelen in de centrale verwarmingsinstallatie.
Zonneveld	Weiland waarin zonnepanelen zijn geplaatst die samen een systeem vormen.



1. Introductie

1.1 Doel van het onderzoeksproject

De doelstelling van het onderzoeksproject De Groene Walvis is om de haalbaarheid van aardgasvrij wonen door energiebesparing en groene waterstof in kaart te brengen. Belangrijke startpunten hiervoor zijn:

- Duurzame energielevering dat betaalbaar is voor alle bewoners van Graft-De Rijk.
- Duurzame energielevering dat betrouwbaar en veilig geleverd kan worden aan de bewoners van Graft-De Rijk.
- Mogelijkheid voor bewoners om niet te participeren in het Groene Walvis Project door te kiezen voor een all-electric oplossing of een andere waterstof leverancier.

Het doel van dit document is om inzicht te geven in het basisplan voor de ontwikkeling van het project De Groene Walvis.

1.2 Aanleiding

Nederland heeft als doelstelling om 100% duurzaam te wonen in 2050. Ongeveer 1,5 miljoen woningen moeten voor 2030 van het aardgas af. Dit is een enorme opgave. De Gemeente Alkmaar gaat ook een bijdrage leveren aan de landelijke doelstellingen. Hiervoor is onder andere het onderzoeksproject De Groene Walvis opgestart.

1.3 De energietransitie voor de gebouwde omgeving

Momenteel worden nog miljoenen huizen in Nederland verwarmd met aardgas en wordt aardgas gebruikt om te koken. Dit aardgasverbruik is goed voor ongeveer 25% van de CO₂-voetafdruk van de gemiddelde Nederlander. Om aardgasvrij te wonen zijn er verschillende opties:

1. Infraroodpanelen (100% elektrisch);
2. Warmtepompen + de noodzakelijke isolatie van gebouwen;
3. Warmtenet;
4. Groene waterstof.

Tabel: Indicatie van benodigde investering en jaarlijkse energiekosten

	Investering per huishouden	Jaarlijkse energiekosten
1. Infraroodpanelen (I)	€ 2.000 – € 5.000	€ 4.000 – € 5.000
2. Warmtepompen (I)	€ 30.000 – 80.000	€ 1.500
3. Warmtenet (C)	€ 30.000 – 50.000	€ 1.800 – € 2.200
4. Groene waterstof (C)	€ 15.000 – 20.000	€ 1.800 – € 2.200

Bevindingen van de individuele all-electric opties zijn:

- Infraroodpanelen leiden tot hoge jaarlijkse energiekosten.
- Warmtepompen leiden tot hoge investeringen en zijn niet goed toepasbaar in historische gebouwen.

Bevindingen van de collectieve opties zijn:

- Warmtenetten hebben een hoge investering nodig voor de uitrol van warmteleidingen in het dorp.
- Groene waterstof kan net als aardgas getransporteerd worden in het bestaande aardgasnet en heeft beperkte aanpassingen nodig in de woningen (ketel, kookplaat en gasmeter). Waterstof wordt gestimuleerd met verschillende subsidies.

1.4 Energiecijfers Graft-De Rijk

- 2.283 aardgas-aansluitingen van woningen, bedrijven en instellingen.
- Het aardgasverbruik in Graft-De Rijk is 9.7 mln. m³ per jaar.
 - Circa 50% hiervan wordt verbruikt door woningen en andere kleinverbruikers en 50% door grootverbruikers (data Liander 2016 - 2020).
- 25 MW aardgas piekverbruik.
- 20 mln kWh per jaar elektriciteitsverbruik.
 - Circa 50% hiervan wordt verbruikt door woningen en andere kleinverbruikers en 50% door grootverbruikers (data Liander).
- Qua energie (GJ) wordt 4x meer aardgas verbruikt dan elektriciteit.
- De CO₂-uitstoot van Graft-De Rijk door het aardgasverbruik is ruim 17.000 ton per jaar.



1.5 Ondersteunende documenten

1.5.1 Communicatie

Resultaten bewonersenquête:

- GrW-1-REE-0001-0 - Resultaten Enquête - Groene Walvis.

Vraag en antwoord:

- GrW-1-V&A-0001-0 – Vraag en Antwoord - Groene Walvis.

Communicatieplan:

- Communicatiestappenplan project De Groene Walvis.

1.5.2 Technische achtergrond

Uitgangspuntenkader:

- GrW-1-UpK-0001-0 Uitgangspuntenkader.

Workshops

- GrW-1-MoM-0001-0 – Kick-off Meeting – Groene Walvis.
- GrW-1-WS-0001-0 - Beren op de weg sessie.
- GrW-1-WS-0001-0 - Uitgangspunten sessie.
- GrW-1-WS-0003-0 - Optie selectie sessie.

1.5.3 Juridisch kader

Vergunning discussiestuk:

- GrW-1-VDS-0001-0 Discussiestuk - vergunningen en bestemmingsplan.

1.5.4 Gesprekken met actoren in het veld

Communicatielijst:

- GrW-1-CCL-0001-0 – Communicatielijst – Groene Walvis.



2. Basispad overzicht

2.1 Huizen en gebouwen

Items	Opties	Basispad keuze	Onderbouwing keuze
Vervangen van de aardgasketels	<ol style="list-style-type: none"> 100% waterstofketel Dual Fuel waterstofketel 	Dual Fuel waterstofketel	Het voordeel van de dual fuel ketel is dat de ombouw veel eenvoudiger is. En het aardgas kan tot 2030 als back-up worden gebruikt.
Vervangen van de gasfornuizen	<ol style="list-style-type: none"> Inductiekookplaat Waterstofgasfornuis 	Inductiekookplaat + aanpassingen in de meterkast	De waterstofgasfornuis is nog niet beschikbaar. De keuze nu is voor zekerheid en dus voor de inductiekookplaat
Energiebesparingen in huizen en gebouwen	<ol style="list-style-type: none"> Hoog rendement waterstofketel Waterzijdig inregelen Gevelisolatie Dakisolatie HR++ glas 	Het plaatsen van een hoogrendement waterstofketel plus alle besparende maatregelen die bijdragen aan de business case van het collectief	De nieuwe gasketel zal gemiddeld 10% energie besparen als alle oude ketels worden vervangen. Besparende maatregelen moeten bijdragen aan de business anders niet haalbaar.

2.2 Netwerk in de wijk

Items	Opties	Basispad keuze	Onderbouwing keuze
Aanpassingen aardgasnet (vervangen leidingen en gasmeter) en aanpassingen elektriciteitsnet in wijk	<ol style="list-style-type: none"> Kosten voor Liander Kosten voor Groene Walvis Project 	Kosten voor Liander	Liander zal alle kosten op zich nemen die nodig zijn om het aardgasnet geschikt te maken om waterstof te transporten en het elektriciteitsnet geschikt te maken voor elektrisch koken
Nieuwe 10 kV elektriciteitsaansluiting	<ol style="list-style-type: none"> Kosten voor Liander Kosten voor Groene Walvis Project 	Kosten Groene Walvis Project	Het realiseren van een nieuwe aansluiting zijn project kosten.
Verbinden elektrolyser met bestaand aardgasnet	<ol style="list-style-type: none"> Lage druk leiding Hoge druk leiding 	Lage druk leiding	Gekozen is voor lage druk leiding. Dit is de meest veilige vorm van transport.
Gebruik van bestaande aardgasnetwerk	<ol style="list-style-type: none"> Gebruik van het bestaand aardgasnet Nieuw waterstofgasnet 	Gebruik van het bestaande aardgasnet	Door gebruik te maken van het bestaande net kunnen veel kosten worden bespaard.



2.3 Waterstofopslag

Items	Opties	Basispad keuze	Onderbouwing keuze
Hoeveelheid kilogram waterstof in de waterstofdruktanks (100 bar)	> 5.000 kg waterstofopslag < 5.000 kg waterstofopslag	< 5.000 kg.	Gekozen is om < 5.000 kg te blijven. Ten eerste vanwege veiligheid en ten tweede omdat boven de 5.000 kg het Groene Walvis project een BRZO bedrijf wordt.
Veiligheidsafstand tot bebouwing	Geen opties	Minimaal de wettelijke veiligheidsafstand te berekenen met Safeti rekenprogramma	Veiligheid conform alle wet en regelgeving.
Bovengronds /ondergronds	1. Bovengronds 2. Maaiveld en in terp 3. Ondergronds	Maaiveld en in terp	Door de waterstofopslag op te bouwen op maaiveld en in te pakken met zand om een terp te creëren kan een net zo veilig systeem gecreëerd worden als ondergrondse opslag echter tegen minderkosten.

2.4 Waterstofproductie

Items	Opties	Basispad keuze	Onderbouwing keuze
Type productie	1. PEM-technologie 2. Alkaline technologie	PEM-technologie	Vanwege een uitstekend deellast rendement
Locatie		Nabij bedrijventerrein De Volger	Ruimte voor veilige opbouw van het systeem.

2.5 Groene stroom

Items	Opties	Basispad keuze	Onderbouwing keuze
Lokale opwekking	1. Wind 2. Zon op dak 3. Zon in veld opstelling	Alleen zon op dak	Geen draagvlak voor wind en zon in veld opstelling
Inkoop groene stroom	Wind op zee Kernenergie (CO2-vrij) Waterkracht energie uit Noorwegen	Alle opties worden opgehouden	Wat best voor business case is en 100% CO2 vrije stroom



— 3. Technische achtergrond

In dit hoofdstuk wordt de technische achtergrond toegelicht.

Het project de Groene Walvis kan in 5 stappen worden toegelicht, namelijk:

1. Waterstof bij huizen, bedrijven en instellingen;
2. Waterstof in de wijk;
3. Waterstofopslag;
4. Waterstofproductie;
5. Productie groene stroom.



De Groene Walvis

1. PRODUCTIE GROENE STROOM

- 8.500 zonnepanelen bij daken van bedrijven (14.000 m²)
- Lokaal elektriciteitsnetwerk om de lokaal opgewekte elektriciteit te leveren aan de elektrolyser
- Aansluiting aan het elektriciteitsnet van Liander om groene stroom van windmolen op zee te ontvangen



Liander

2. WATERSTOFPRODUCTIE

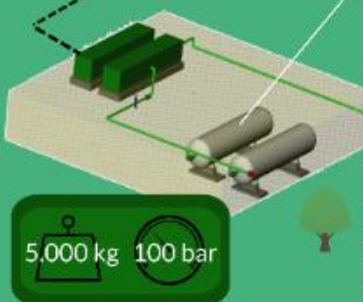
- Elektrolyser bedrijven op deellast om rendement en levensduur te significant vergroten.
- Mogelijk restwarmte benutting van de Elektrolyser en Compressor



3. WATERSTOFOPSLAG

Het doel van waterstof opslag is om de elektrolyser flexibel te opereren en daarmee inspelen op dag en nacht elektriciteitsstarieven.

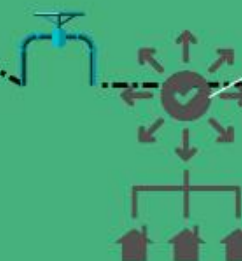
Vanwege veiligheid worden de opslagtanks op het maaiveld opgebouwd en in een terp bedekt met zand. Hiermee wordt de kans op ontsteking van een waterstof lekkage geminimaliseerd en de veiligheid fors verhoogd.



4. WATERSTOF IN DE WIJK

Het huidige aardgasnet is een geschikte infrastructuur om waterstof veilig en betrouwbaar te transporteren.

Mogelijk dat delen van het huidige aardgasnet moeten worden aangepast om waterstof lekkage te voorkomen.

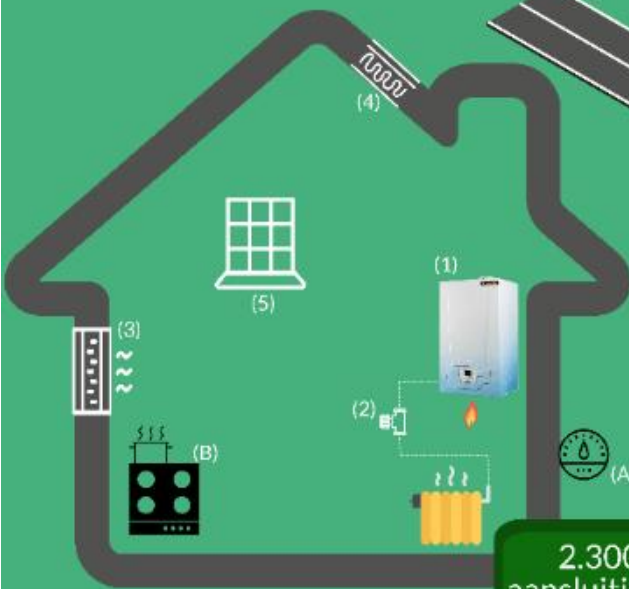


5. WATERSTOF BIJ HUIZEN, BEDRIJVEN EN INSTELLINGEN

Energiebesparende maatregelen:
(1) Nieuwe (waterstof) ketel
(2) Waterzijdig inregelen
(3) Spouwmuur isolatie
(4) Dakisolatie
(5) HR++ glas

Aanpassingen:
(A) Nieuwe gasmeter
(B) Inductie kookplaat

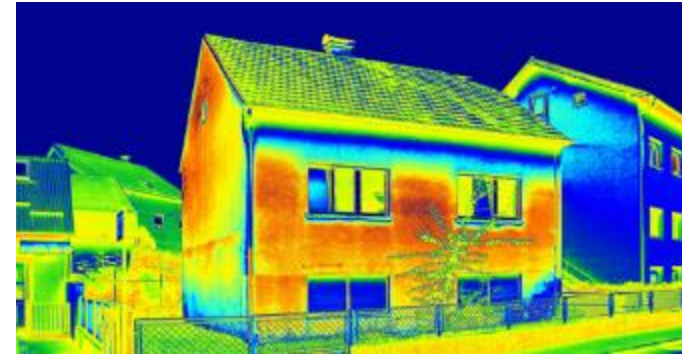
2.300 aansluitingen



3.1 Waterstof bij huizen, bedrijven en instellingen

Om het waterstof te kunnen gebruiken zijn de volgende aanpassingen nodig in de huizen en gebouwen in Graft-De Rijk:

1. Het vervangen van de aardgasketel door een nieuwe waterstofketel.
2. Het vervangen van de gasmeter door een nieuwe meter.
3. Indien nodig het vervangen van de gaskachel door een nieuwe cv-installatie.
4. Indien nodig het vervangen van de huidige gaskookplaat voor een nieuwe elektrische inductiekookplaat.
5. Indien nodig een uitbreiding van de meterkast voor het grote vermogen van de inductiekookplaat.
6. Het realiseren van rendabele energiebesparende maatregelen voor huizen en gebouwen:
 - a. Gevelisolatie;
 - b. Dakisolatie;
 - c. Van enkel glas naar dubbelglas;
 - d. Waterzijdig inregelen cv-installatie.



“Voorbeeld van een woning waar isolatie een positief effect heeft op het energiegebruik”



“Voorbeeld van een waterstofketel (Atag) die zowel aardgas als waterstof kan verbranden”. De ketel lijkt van buiten op een gewone ketel. Van binnen zijn de branders en veiligheidsaangepast.



3.2 Waterstof in de wijk

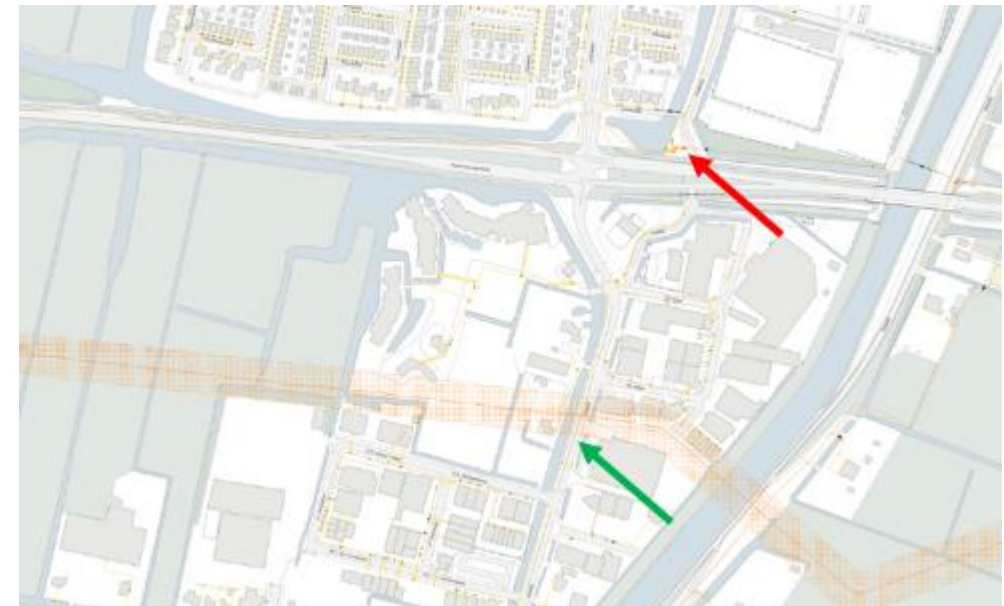
Om groene waterstof bij de bewoners, bedrijven en instellingen te krijgen is een transportnet nodig. Het huidige aardgasnet is een geschikte infrastructuur om waterstof veilig en betrouwbaar te transporteren.

Het huidige aardgasnet in Graft-De Rijk bestaat hoofdzakelijk uit PVC leidingen, met een maximale werkdruk van 100 mbar. PVC is geschikt materiaal om waterstof te transporteren.

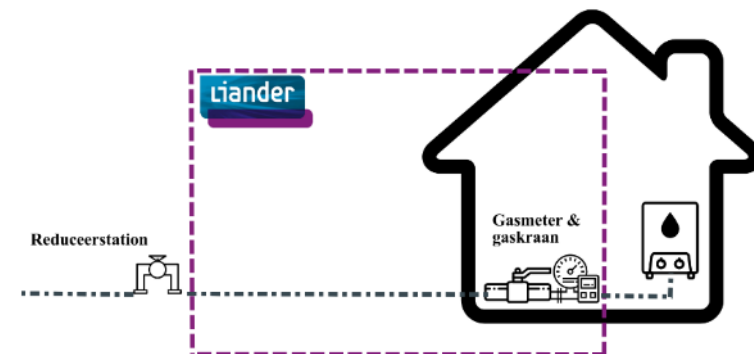
Mogelijk dat delen van het huidige aardgasnet moeten worden aangepast om waterstoflekage te voorkomen. De kosten voor de aanpassingen aan het net en de nieuwe benodigde gasmeters worden door Liander gemaakt en zijn daardoor geen projectkosten voor de Groene Walvis. De scope van Liander omvat gasmeters, gaskranen en het gasnetwerk.

Voor het aansluiten van de nieuwe waterstofproductielocatie aan het bestaande aardgasnet is een lage druk waterstofleiding nodig. Deze leiding moet gaan lopen over het bedrijventerrein De Volger richting het huidige aardgas-reduceerstation nabij de kruising van het fietspad/voetpad Zuideinde met de provinciale weg N244 (zie rode pijl). Uitgezocht wordt of een kortere leiding mogelijk is en ingevoerd kan ter hoogte van de groene pijl.

De waterstof komt binnen in het bestaande (aardgas)net in een waterstof-invoerstation.



“Huidig aardgasleidingnet Graft-De Rijk”



3.3 Waterstofopslag

Het voordeel om waterstof tijdelijk op te slaan is:

- Met waterstofopslag is het mogelijk om met de elektrolyser flexibel te opereren en daarmee in te spelen op dag en nacht elektriciteitsstarieven. Hiermee kan de business case sterk verbeterd worden.
- Om te voorzien in de piekvraag. Hiermee wordt de benodigde elektrolyser kleiner en hoeft er minder geïnvesteerd te worden in elektrolyse-capaciteit.
- Om het systeem onder voldoende druk te houden.

3.3.1 Wijze van opslag

Opslag van waterstof in cilindrische druktanks is het meest economisch. Alternatieven zijn onderzocht zoals waterstofopslag in een vloeistof of vaste stof.

LOHC – Liquid Organic Hydrogen Carrier. Hiermee kan waterstof worden opgeslagen door het fysiek te binden aan een vloeistof zoals Toluëen. Deze techniek wordt ontwikkeld voor industriële schaal. Voor het project de Groene Walvis is dit momenteel economisch (investering en energieverlies (milieubelasting)) niet interessant.

Koelen – Waterstof kan gekoeld worden tot -253 °C om het vloeibaar te maken. Echter de investering en de benodigde hoeveelheid energie voor het koelen van de waterstof maakt “koelen” niet concurrerend met waterstofopslag in druktanks.

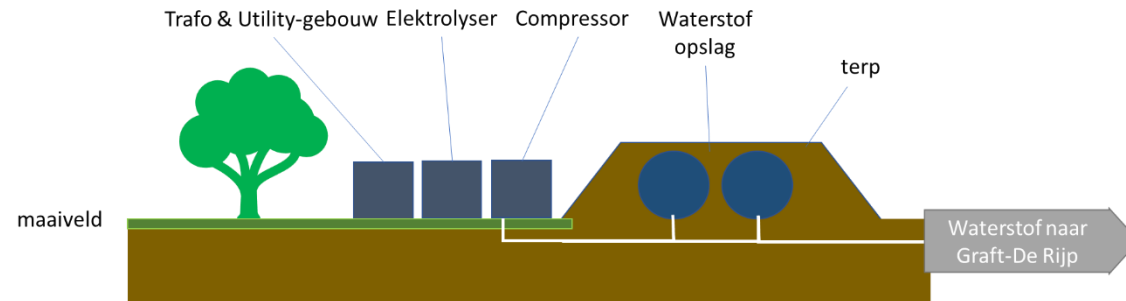
Metaalhydride – Op waterstof kan binden aan een poreus metaal. Deze techniek is volop in ontwikkeling. Veel verschillende onderzoekscentra zijn bezig om deze techniek op te schalen, kosten naar beneden te krijgen en efficiëntie omhoog. We zullen deze techniek in de gaten blijven houden. Momenteel is dit te kostbaar voor het project.

Bij een hoge druk wordt waterstof opgeslagen in zo min mogelijk opslagcilinders. De geselecteerde opslagdruk van waterstof is 100 bar. Opslagcilinders die waterstof op 100 bar opslaan kunnen van standaard

materialen (staal) gemaakt worden. Bij hogere druk zijn speciale constructiemethoden en materialen vereist. Dit heeft een hogere kostprijs. In de volgende fase wordt de definitieve druk bepaald op basis van het meest economische ontwerp.

De opslag hoeveelheid is kleiner dan 5.000 kg, vanwege vergunningseisen. Ook is deze capaciteit ruim voldoende om in de piekvraag te voorzien. In de volgende fase wordt de opslag hoeveelheid bepaald op basis van het meest economische ontwerp.

Er wordt gekozen om waterstof onder druk op te slaan. De opslagtanks worden op het maaiveld opgebouwd en in een terp bedekt met zand. Hiermee wordt de kans op ontsteking van een waterstoflekkage geminimaliseerd en de veiligheid fors verhoogd.



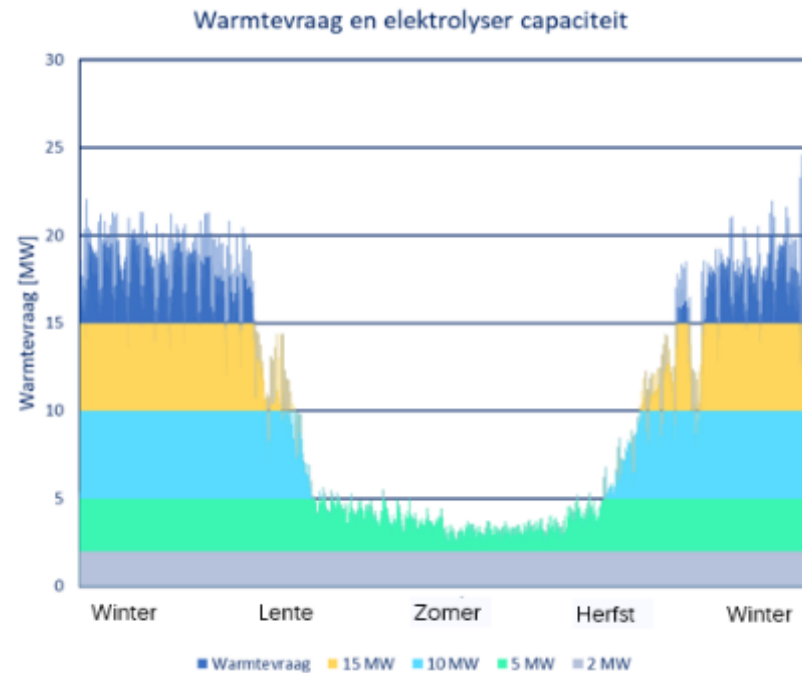
3.4 Waterstofproductie

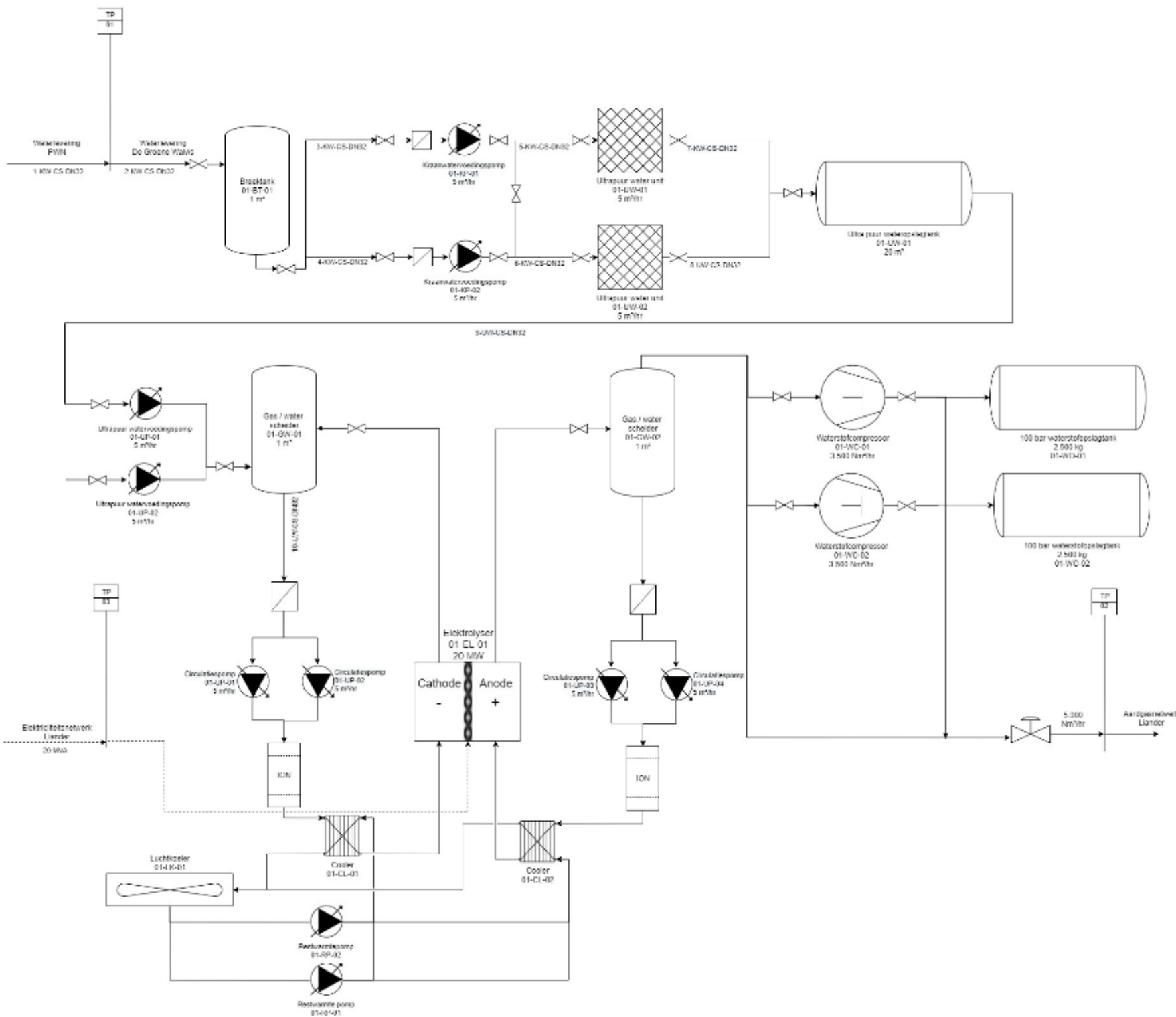
Waterstof wordt gemaakt vanuit ultra-puur kraanwater (water zonder mineralen als kalk en ijzer). Met elektriciteit kan het gezuiverde water worden gesplitst in zuurstofgas en waterstofgas. De techniek is niet nieuw; in 1888 is waterelektrolyse al ontwikkeld. Momenteel zijn er drie elektrolyser technologieën (PEM, Alkaline en SOFC). Voor het gevraagde vermogen zijn PEM en Alkaline de meeste geschikte technologie. Een van de belangrijkste kenmerken van het beoogde systeem is het draaien op deellast. Daardoor kan het systeem veel langer mee en kan het systeem een hoger rendement halen en waarschijnlijk een hogere SDE++ subsidie krijgen. Alkaline elektrolyzers vertonen slechtere prestaties bij deellast. Daarom wordt er vooralsnog uitgegaan van de PEM-technologie.

De uitgangspunten zijn:

- De elektrolyser bedrijven op deellast om rendement en levensduur te vergroten.
- Piekvermogen 20 MVA om zo binnen de gereguleerde markt te blijven ten aanzien van de benodigde elektriciteitsaansluiting (Liander).
- Mogelijk restwarmte benutting van de Elektrolyser en Compressor.
- De componenten van het systeem zijn ontworpen op basis van een standaard verbruiksprofiel zoals hier rechts getoond.

Op de volgende pagina is een processchema gegeven van de waterstofproductie, opslag en levering.





Projectnaam	Uitvoerder	Ontwerper	Goedgekeurd door	TP 01	TP 02
Projectlocatie	Scale	kg	Documentnummer	01-1775-001	

Projectnaam: **Waterstofproductie**

3.5 Productie groene stroom

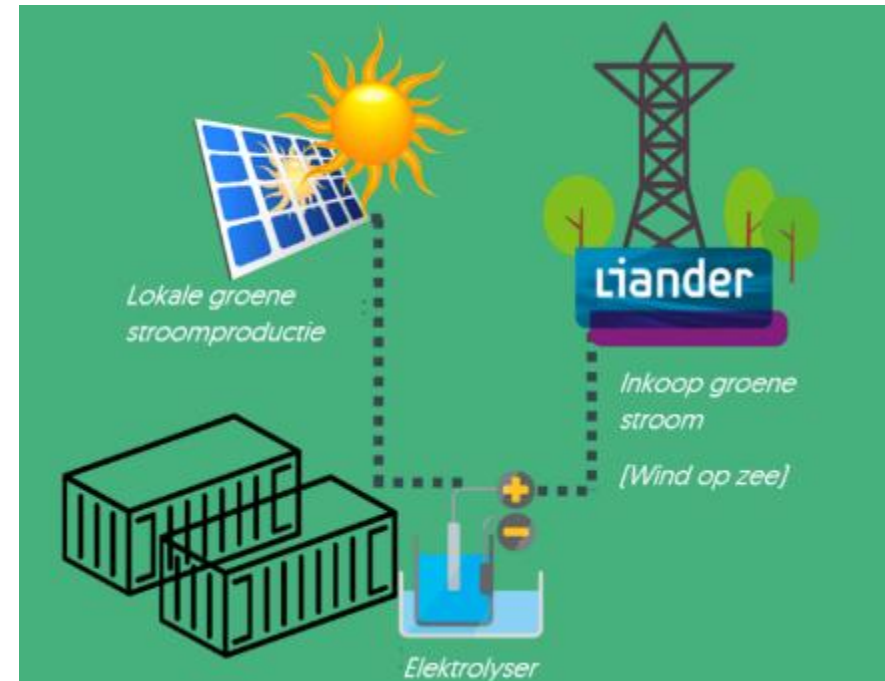
Voor de productie van waterstof is elektriciteit nodig. Om daadwerkelijk een impact te kunnen maken in de uitstoot van CO₂ zal deze elektriciteit op een duurzame wijze moeten worden opgewekt.

Door de opwekking van elektriciteit lokaal te realiseren is er minder inkoop van (groene) stroom nodig. Dit zorgt ten eerste voor lagere kosten dankzij minder inkoop. Ten tweede wordt er subsidie verleend voor het opwekken van duurzame stroom. Dit alles heeft impact op de business case van het project en de betaalbaarheid voor de bewoners.

Met 8.500 zonnepanelen op daken van bedrijven wordt 5% van de totale aardgasbehoefte van Graft – De Rijk opgewekt. De overige 95% van de energievraag wordt geleverd door inkoop van groene stroom bijvoorbeeld; wind op zee.

In het kort:

- 8.500 zonnepanelen op daken van bedrijven op De Volger.
- Een lokaal elektriciteitsnetwerk wordt gerealiseerd om de lokaal opgewekte groene stroom te leveren aan de elektrolyser.
- 20 MVA aansluiting aan het elektriciteitsnet van Liander om groene stroom van windmolens op zee te ontvangen.
- Geen groene stroomproductie van windturbines op land:
 - Geen draagvlak van de bewoners, en
 - Geen bijdrage aan business case (in geval van windtoren)
- Hoe meer lokale opwekking des te beter de business case.



4. Project uitrolplan

Het gedetailleerd uitrolplan is nodig om de minimale overlast van de bewoners en bedrijven te waarborgen.

Het type waterstofketel heeft grote invloed in de complexiteit van de ombouw. Twee type waterstofketels zijn in ontwikkeling bij partijen als Remeha, Atag, Bosch en Nefit:

- Dual Fuel ketel: kan zowel aardgas als waterstof verbranden.
- 100% waterstofketel kan alleen 100% waterstof verbranden.

Het grote voordeel van de Dual Fuel ketel is dat het uitrolplan sterk vereenvoudigd. Hierdoor is geen complexe straat-voor-sstraat-ombouw nodig in het dorp. Als basisplan-keuze wordt ingezet op de Dual Fuel ketel voor het project de Groene Walvis.

De eerste startpunten voor het uitrolplan zijn:

2024 – 2025 – Installeren ketels en inductiekookplaten

- Plaatsen van Dual Fuel waterstofketels bij bewoners.
- Plaatsen van Dual Fuel waterstofketels bij bedrijven en instellingen.
- Plaatsen van inductiekookplaten.

2024 – 2030 – Realiseren van energiebesparende maatregelen

- Het uitvoeren van energiebesparende maatregelen. Zoals het waterzijdig inregelen van de cv-installatie en installeren van isolatie.

2026 – 2027 – Opstarten van de groene waterstofproductie

- Test tot maximaal 50% bijmengen.
- Back-up aardgas.

2027 – 2028 – Groene waterstofproductie

- Test tot maximaal 100% bijmengen.
- Back-up aardgas.

2028 –2029 – Groene waterstofproductie

- 100% waterstoflevering.
- Back-up aardgas.

2030 –2041 – Groene waterstofproductie

- 100% waterstoflevering.
- Losgekoppeld van aardgasnet.

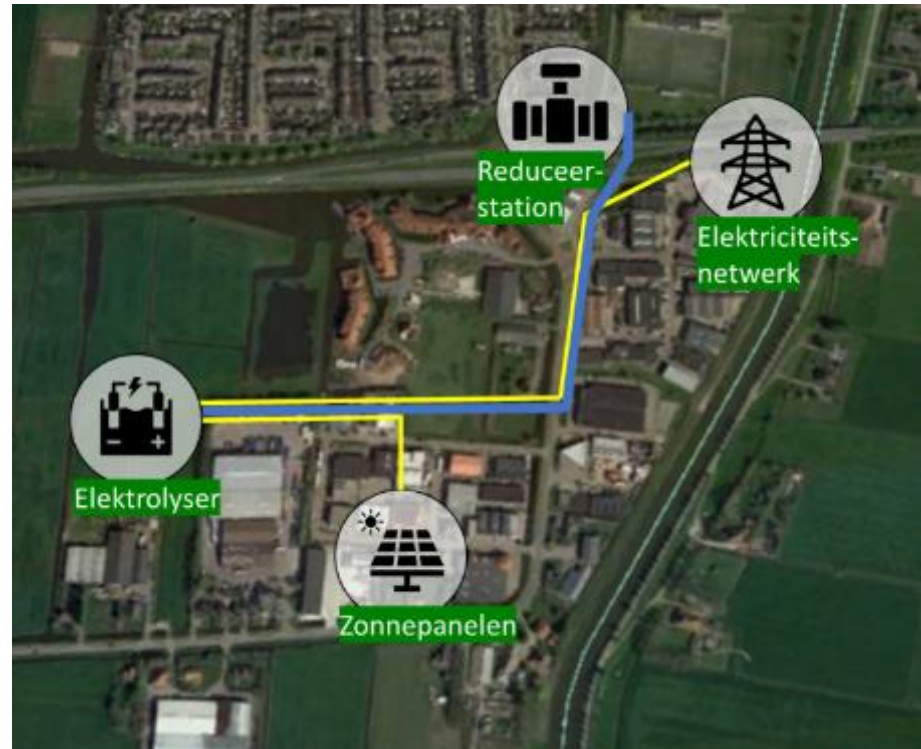


5. Locatie

De voorkeurslocatie voor de productie van waterstof is nabij het bedrijventerrein De Volger.

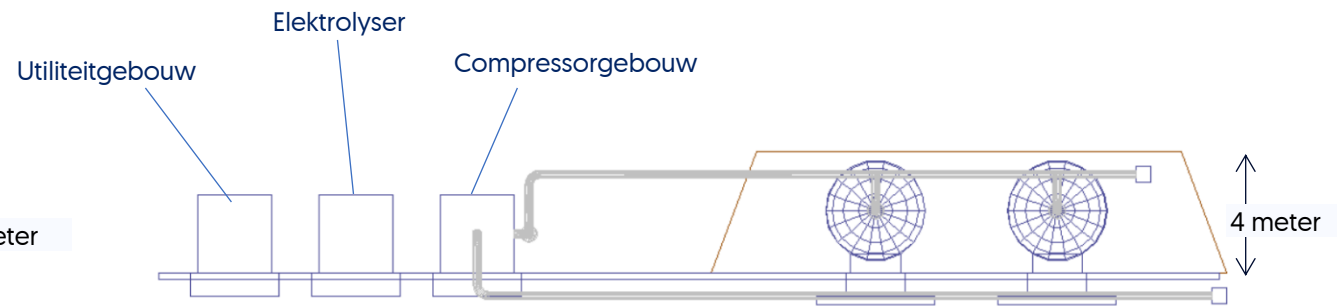
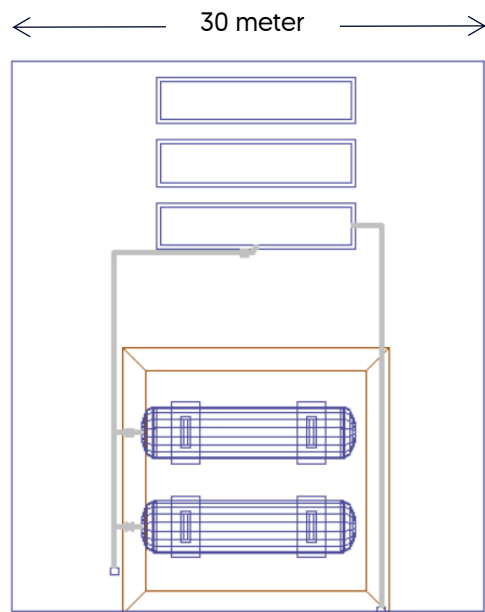
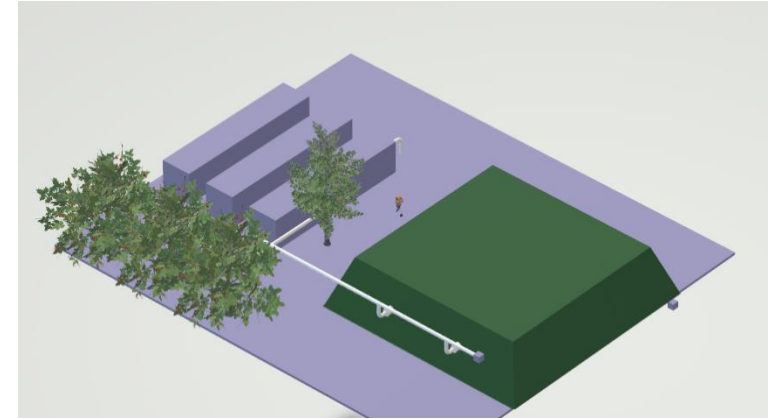
De locatie van de waterstofproductie en waterstofopslag wordt zo gekozen dat de afstand tot bedrijven, woningen en het hotel De Rijper Eilanden zich op veilige afstand bevinden.

Aangenomen is dat grote daken van bedrijven gebruikt kunnen worden voor het plaatsen van zonnepanelen. Met een nieuwe waterstofleiding wordt het geproduceerde waterstofgas naar het waterstof-reduceerstation geleid waar het door het huidige aardgasleidingnet aan bewoners wordt geleverd.



"Elektrisch netwerk en waterstofleiding in kaart gebracht"





6. Wettelijk kader

6.1 Bestemmingsplan

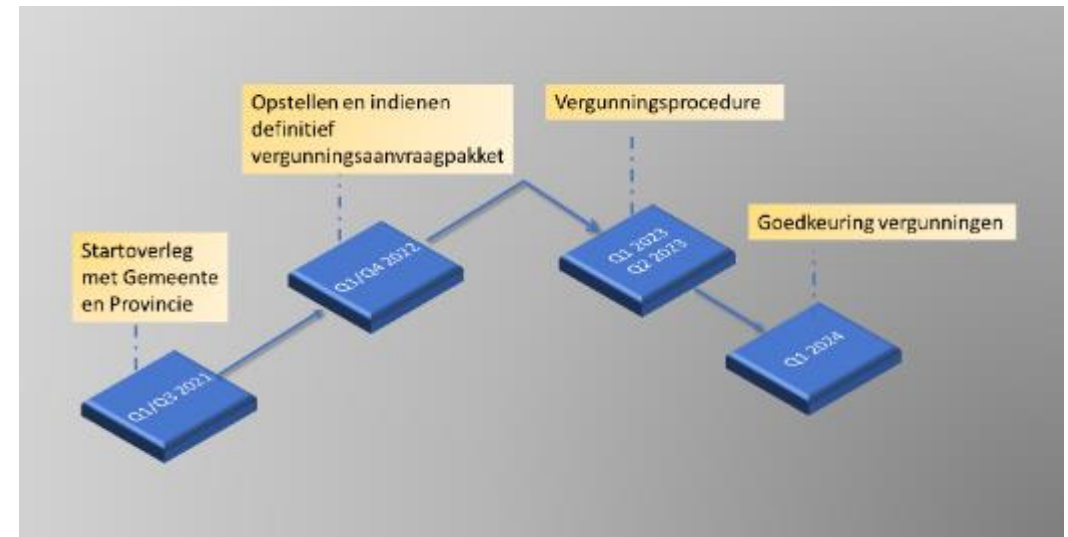
Voor de voorkeurslocatie voor de waterstofproductie en -opslag nabij het bedrijventerrein De Volger is een bestemmingsplanwijziging nodig. Het huidige bestemmingsplan geeft aan dat de voorkeurslocatie een agrarische bestemming heeft. Deze bestemming moet met een wijzigingsprocedure worden veranderd naar een industriële bestemming met bedrijfsactiviteit categorie 4.2.

6.2 Vergunningen

Ten behoeve van de WABO (Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht) is voor het project een milieu- en bouwvergunning nodig. Gezien de omvang van het project lijkt dat een MER beoordelingsnotitie vereist is. Verder zullen overige toetsingsaspecten als Lucht, Geluid, Emissies, Natuur, Archeologie worden meegenomen bij het aanvragen van de milieuvergunning. Voor het plaatsen van de zonnepanelen en waterstofproductie en opslagsysteem is een bouwvergunning nodig. Voor het leggen van de kabel (elektriciteitskabel) en leidingen (waterstofleidingen) is een apart vergunningstraject noodzakelijk.

6.3 Energiebelasting

Voor dit project wordt uitgegaan dat de waterstoflevering voor huishoudens onder hetzelfde belastingregime valt als aardgas. Dit is in lijn met antwoorden van minister Wiebes op Kamervragen (d.d. juni 2020).



"Vergunningstraject"



7. Business Case

De business case bestaat uit de volgende drie hoofditems:

1. Benodigde investering in de opwek, opslag, distributie en gebruik van waterstof.
2. De jaarlijkse besparingen.
3. De jaarlijkse kosten.

7.1 De benodigde investering

De voorlopige totale investering is geraamd op circa € 30 mln.

- **Totale investering:** € 38.5 mln -25%/+40%
- Subsidie Programma Aardgasvrije Wijk € -8.4 mln
- **Totale netto investering:** € 30,0 mln





7.2 Jaarlijkse opbrengsten

De volgende opbrengsten zijn geïdentificeerd:

- Vermeden aardgaskosten door waterstof.
- Vermeden aardgaskosten door energiebesparing.
- Onderhoudscontract waterstofketel + huur.
- Verkoop overschot elektriciteit.
- SDE++ zon.
- SDE++ waterstof.

7.3 Jaarlijkse kosten

De volgende kosten zijn geïdentificeerd:

- Arbeidskosten.
- Onderhoud.
- Elektriciteitsinkoop
- Energiebelasting.
- Netwerkkosten.
- Financieringskosten.

7.4 Haalbaarheid

Het positieve resultaat van de exploitatie stelt het project de Groene Walvis in staat om de investering terug te verdienen. In deze voorlopige business case is de terugverdientijd tussen 12 - 15 jaar.



7.4.1 Kansen

- Er is nu rekening gehouden dat 80% van de bewoners en bedrijven deelneemt. Indien dit % omhoog gaat is dit positief voor de business case.
- Kostprijzdaling elektrolyser gaat sneller dan verwacht.
- Rendement elektrolyser is hoger dan verwacht.
- Aardgasprijs gaat sneller omhoog dan verwacht.
- Energiebelasting op groene waterstof wordt verlaagd.

7.4.2 Risico's

- Bij een te laag draagvlak van de bewoners kan het project mogelijk gestopt worden.
- De ontwikkeling van de Dual Fuel ketels (Atag) duurt langer dan verwacht.
- Vergunningstraject duurt langer dan verwacht.
- De realisatie van de nieuwe 20 MW elektriciteitsaansluiting (Liander) duurt langer dan verwacht.

7.4.3 Kernbevindingen uit het model

Energieverbruik:

- Het totaal aardgasverbruik van de grootverbruikers (5,600,000 Nm³/jaar) is hoger dan alle kleinverbruikers (4,166,700 Nm³/jaar).

Deelname:

- Bij een hoger deelnemingspercentage wordt de business case beter.

Energiebesparingen:

- De verwachting is dat de totale warmtevraag met 20 tot 25% omlaag kan door energiebesparende maatregelen.

Elektrolyser:

- Door de elektrolyser op deellast te laten draaien wordt de efficiëntie verhoogd. Dit versterkt de business case.

- Door de elektrolyser over te dimensioneren kunnen meer subsidiabele vollasturen worden verkregen. Ook dit versterkt de business case.

Opslag:

- Een relatief kleine opslagcapaciteit kan in de piekvraag voorzien. Ook kan met opslag ingespeeld worden op de elektriciteitsprijs.

Duurzame opwekking:

- 'Zon op daken' versterkt de business case. Hoe meer hoe beter. Hier gaat het wel om grote daken van bedrijven.
- 'Zon in veld' versterkt de business case enigszins, maar minder groot dan zon op dak van bedrijven.
- Opwekking 'wind' door een windtoren is slecht voor de business case vanwege de hoge kostprijs.

7.5 Energierekening bewoner

De insteek van de business case is om de maandelijkse energierekening van de bewoners niet meer te laten bedragen dan als ze aardgas zouden gebruiken.

Bewoners of bedrijven die niet over willen naar waterstof kunnen kiezen om zelfstandig over te gaan op een all-electric oplossing.



8. Detail planning komende 4 maanden

	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021
Activiteit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Opstellen ontwerp pakket Process - Opwekking en distributie																		
- 1.1. Finale Massa en Energiebalans opstellen																		
- 1.2. Finale Process Flow Diagram																		
- 1.3. Finale Dimensioneren van het systeem																		
- 1.3. Opstellen van Datasheet hoofdequipment																		
- 1.4. Voorlopige P&ID																		
- 1.5. Procesbeschrijving + filosofie																		
- 1.6. Veiligheidsreview																		
- 1.7. Uitgangspunten Process Basis of Design																		
- 1.8. Inkaart brengen van aanpassingen aardgasleidingnet (Gesprekken met Alliar																		
- 1.9. Leidingroute tussen elektrolyse en invoestation inkaart brengen																		
- 1.10. Benodigde aanpassingen isolatie - 5 typologien																		
- 1.11. Benodigde aanpassingen cv-ketels																		
- 1.12. Benodigde aanpassingen - kooktoestellen																		
Opstellen ontwerp pakket Electrical - Opwekking en distributie																		
- 2.1. Finale Load / Consumerlijst opstellen																		
- 2.2. Routing e-kabels																		
- 2.2. Key one line diagram opstellen																		
- 2.3. Finale Dimensioneren van het e-kabel / trafo's en																		
- 2.4. Opstellen van Datasheet E-equipment																		
- 2.5. Uitgangspunten Electrical Basis of Design																		
Opstellen voorstudie Vergunningen & Veiligheid																		
- 3.1. Gesprekken bevoegd gezag / brandweer																		
- 3.2. Opstellen veiligheidsuitgangspunten																		
- 3.3. Opstellen vergunningsuitgangspunten																		
- 3.4. Plan van aanpak voor aanvragen WABO-bouw vergunning																		
- 3.5. Voorlopige advies fundatie duurzame opwekkers / elektrolyzer / opslag / ir																		
Opstellen Financieringsplan																		
- 4.1. Opstellen definitieve investeringsraming																		
- 4.2. Opstellen definitieve business case																		
- 4.3. Opstellen definitief financieringsplan																		
- 4.4. Opstellen definitief uitrolplan - wijkaanpak																		
- 4.5. Ontheffingen - invoeden																		
Communicatie met bewoners																		
- 5.1. Brief versturen - aankondiging online en fysieke informatievond																		
- 5.2. Bewonersmeetings - buurtvereniging																		
- 5.3. Bewonerswebinar																		
- 5.4. Opstellen video voorkeurslocatie																		
- 5.5. Opstellen van PR materiaal																		
- 5.6. Bewonerswebinar																		



9. Voorlopige planning tot 2030

	2021	2021	2022	2022	2023	2023	2024	2024	2025	2025	2026	2026	2027	2027	2028	2028	2029	2029	2030
Activiteit	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2	Q3/Q4	Q1/Q2
Financiering																			
- 1.1. Aanvraag investeringssubsidie - projectontwikkeling (bijv. TSE)																			
- 1.1. Aanvraag investeringssubsidie - realisatie (bijv. PAW)																			
- 1.3. Project financiering veiligstellen																			
Vergunningen																			
- 2.1. Opstellen van bestemmingsplanwijziging																			
- 2.2. Opstellen van WABO vergunningpakket																			
- 2.2. Beoordeling WABO pakket																			
- 2.3. Bezwaarperiode																			
- 2.4. Goedkeuring vergunning																			
Bewonersparticipatie																			
- 3.1. Werkgroepen opstellen																			
- 3.2. Werkgroepparticipatie																			
- 3.3. Klankbordgroep tijdens operatie																			
Ontwerp & Realisatie																			
- 4.1. Basic Engineering																			
- 4.2. Detail Engineering																			
- 4.3. Aanbesteding waterstofketels																			
- 4.4. Aanbesteding waterstof elektrolyse + opslag																			
- 4.5. Aanbestelling zonnepanelen op daken																			
- 4.6. Aanbestelling leidingnet																			
- 4.7. Aanbestelling energiebesparende maatregelen																			
- 4.8. Constructie waterstofproductie en opslag																			
- 4.9. Realisatie e-connectie Liander																			
- 4.10. Plaatsen waterstofketels																			
- 4.11. Uitvoeren van energiebesparende maatregelen																			
Operatie																			
- 5.1. Bijmengen van 0% tot 50%																			
- 5.2. Bijmengen van 0% tot 50% & 80% en 100%																			
- 5.3. Draaien op 100% + aardgas als back-up																			
- 5.4. Draaien op 100% + aardgas afkoppelen																			

