

⇒ **DE WATERSCHAPPEN
ALS SMART
ENERGIEHUBS**

Handleiding visualisatiemodel



STOWA-nummer	2022-53
ISBN	978.94.6479.015.3
Download	Dit rapport is kosteloos beschikbaar als pdf op www.stowa.nl Check Bibliotheek > Publicaties > STOWA 2022-53
Publicatie	STOWA P.O. Box 2180 3800 CD Amersfoort Oktober 2022 © STOWA
Auteurs	Casper Hügel (Witteveen + Bos), Jeroen Jansen (Repowered), Sybren Jansma (Repowered),
Begeleidingscommissie	Bram Oudejans (Gemeente Harderwijk), Ghada Sukkar (Waterschap Vallei en Veluwe, momenteel werkzaam bij de Unie van Waterschappen), Hetzer Gietema (Waterschap Vallei en Veluwe), Michel Masseur (Waterschap Drents Overijsselse Delta), Victor van den Berg (Waterschap Brabantse Delta), Levien van Dixhoorn (Waterschap Brabantse Delta), Cora Uijterlinde (STOWA)
Copyright	De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor hardcopy publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.
Disclaimer	Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

De rwzi als Energie hub heeft potentie

De energie-hub heeft als doel op een duurzame wijze energie op te wekken en deze duurzame energie lokaal te benutten met een minimale uitbreiding van het net. Met een model zijn de mogelijkheden van RWZI's als energiehubs te visualiseren.

De waterschappen hebben zich verbonden aan de doelstelling Energie neutraliteit in 2025. De problemen in de capaciteit van het elektriciteitsnet (netcongestie) zijn een belemmering voor het behalen van dat doel. Ook worden waterschappen daardoor belemmerd in het leveren van hun bijdrage aan de regionale energie strategieën (RES-sen) waar de waterschappen zich aan hebben gecommitteerd. Daarbij zijn de kosten voor de traditionele uitbreiding van het elektriciteitsnet zeer hoog.

Een energie-hub is een knooppunt in een energiesysteem waar verschillende energiedragers samen komen en afstemming tussen vraag en aanbod, opslag en conversie mogelijk is. De RWZI is een relatief grote energieverbruiker met een relatief continu gebruikspatroon en tal van mogelijkheden voor energieconversie en flexibiliteit. Zo kan slib worden omgezet in biogas, biogas als brandstof omgezet worden naar warmte, elektriciteit of groen gas, kunnen additionele conversie en of opslag systemen zoals een electrolyser of batterij geplaatst worden en kan de warmte-kracht-koppeling bij overproductie aan duurzame energie afgeschakeld worden. Met deze maatregelen kan het net ontlast worden en kan de RWZI een gunstige bijdrage leveren aan de vorming van een smart energie-hub.

Het project heeft geleid tot een drietal rapporten en een visualisatiemodel. In het rapport 2022-52 worden de diverse aspecten van een RWZI als energiehubs behandeld. Rapport 2022-53 beschrijft de handleiding van het visualisatiemodel en in rapport 2022-54 is de casus Harderwijk met het aangrenzende bedrijventerreinen (Lorentz) voor de realisatie van een energiehubs uitgewerkt. Deze case dient ter inspiratie en gebruik voor andere RWZI's.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

- Ten geleide
- ① Doel model
- ② Gebruik model
- ③ Interpretatie model
- STOWA in het kort
- Bijlage factsheet

➤ **HOOFDSTUK 1**
DOEL MODEL



“
Het beschrijven van een RWZI-locatie op basis van technisch-energetische parameters die relevant zijn voor het beoordelen van Smart Energy Hub potentie.
”

Wie gebruikt het model?

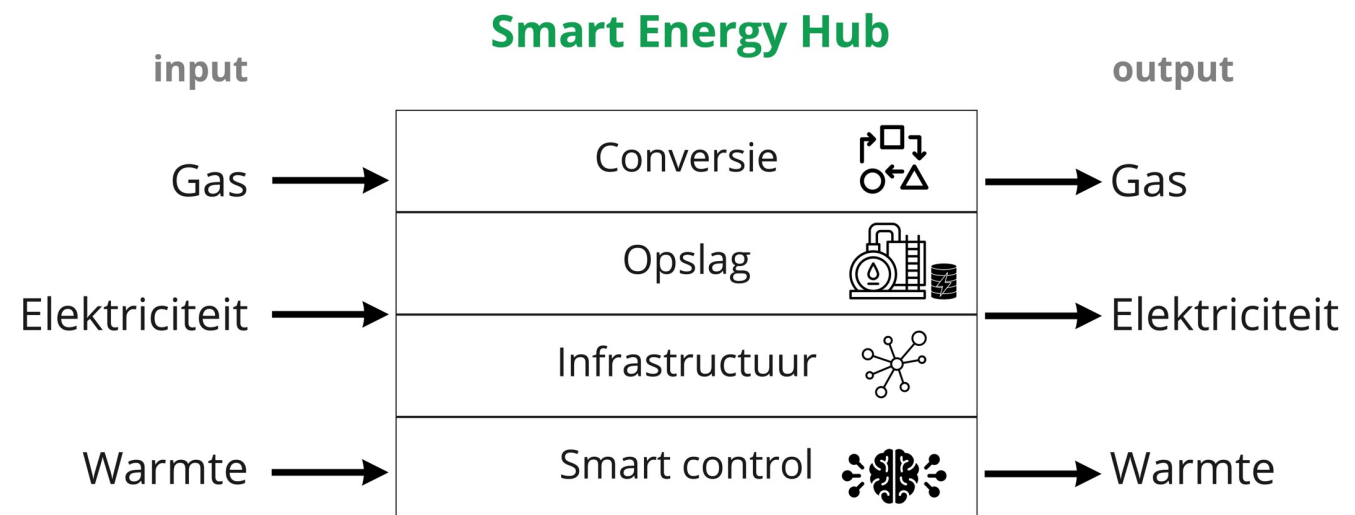
Waterschappen en mogelijke partners van de waterschappen die meewerken aan doorontwikkeling van RWZI-locaties.

Wanneer gebruik je het model?

Bij het in kaart brengen van de situatie op en rondom een RWZI-locatie met betrekking tot het beoordelen van Smart Energy Hub potentie.

Wat is een Smart Energy Hub eigenlijk?

Zie plaatje hiernaast: een locatie waar vraag en aanbod in energie samenkomen en worden gekoppeld door middel van conversie, opslag, infrastructuur en smart control.



⇒ HOOFDSTUK 2 GEBRUIK MODEL



Gebruik model

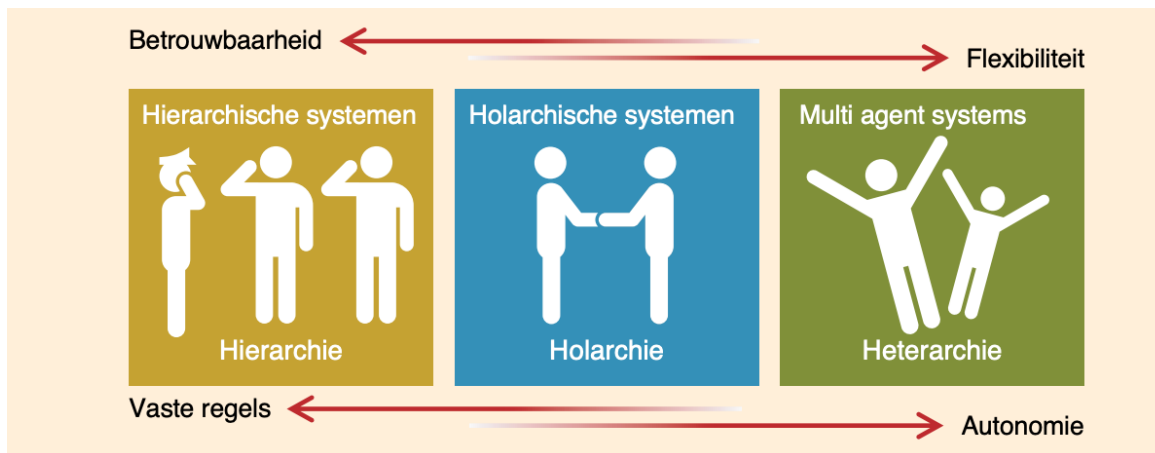
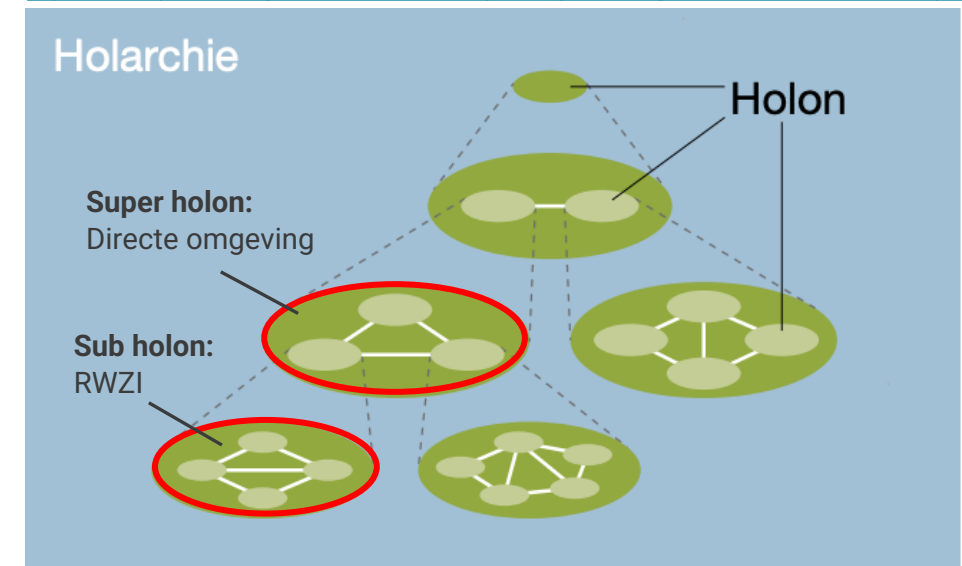
Algemene uitgangspunten:

Om de parameters in het model te categoriseren wordt een **holarchische structuur** aangehouden. Een holarchie is een systeembenadering, bestaande uit verschillende **'holonen'**. Iedere holon is een autonoom systeem, maar ook weer onderdeel van een holon op een niveau hoger. Om de potentie van Smart Energy Hubs op RWZI-locaties te beoordelen zijn 2 holon-niveaus meegenomen (zie afbeelding 1):

1. **Sub holon:** RWZI
2. **Super holon:** Lokaal energiesysteem directe omgeving

Door deze twee niveaus te gebruiken kunnen alle relevante parameters worden meegenomen die invloed hebben op het beoordelen van de potentie van een RWZI voor het realiseren van een Smart Energy Hub.

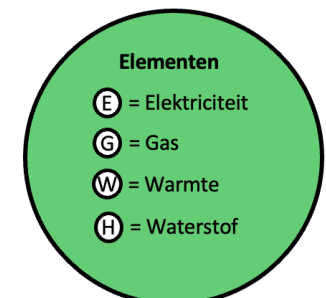
Afbeelding 1: Holon benadering met ingetekend de super en sub holon zoals gehanteerd in dit model. (https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Systeemintegratie/TSE_SI_holarchie_202011.pdf)



Afbeelding 2: Hierarchische, holarchische en heterarchische systemen (https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Systeemintegratie/TSE_SI_holarchie_202011.pdf)

Om beide holon-niveaus systematisch te beoordelen wordt er gebruik gemaakt van 4 basis-elementen die relevant zijn voor Smart Energy Hubs: **Elektriciteit, Gas, Warmte en Waterstof**. Deze elementen omvatten alle technisch-energetische parameters die relevant zijn voor het behartigen van het doel van dit model.

De vier elementen in het model zijn te onderscheiden aan de hand van de volgende letteraanduiding:



Gebruik model

Bovenin tabblad 1 kan de naam in de holonen worden gewijzigd

Opzet model:

Het model bestaat uit twee tabbladen: **Input & Resultaat**.

Tabblad 1: Input

In dit tabblad zijn twee kanten te onderscheiden: de Sub-Holon en de Super-Holon. De linker kant beslaat de parameters die van toepassing zijn op de Sub-Holon, namelijk de RWZI. De rechterkant beslaat de parameters die van toepassing zijn op de Super-Holon, namelijk het lokale energiesysteem in de directe omgeving van de RWZI. De Super-Holon heeft extra gespecificeerde inputparameters, omdat de demarcatie van deze holon moeilijker is.

Aan beide kanten van het input tabblad vult de gebruiker de gegevens in die van toepassing zijn op het betreffende holon-niveau. De groene cellen zijn daarbij de **input cellen**. In deze input cellen wordt een dropdown menu gegeven met de opties om een parameter te beoordelen.

- ❖ Algemeen uitgangspunt voor het invullen van input cellen: **Beschrijf de situatie van de Sub- en Super-Holon binnen nu en 5 jaar.**

Naast de input cellen staan de **element-holons**, waar de resultaten van de inputs worden weergegeven in een gecombineerde pie-diagram / radar-chart.



Sub-Holon: RWZI Echten

Input cellen

Elektriciteit	
Verbruik	2 - 5 GWh
Productie	1 - 2 GWh
Gecontracteerd aansluitvermogen	1 - 2 MVA
Terugleververmogen	630 kW
Piekverbruik	60 - 80% van aansluiting
Fysieke ruimte voor zon-PV	Al gerealiseerd
Fysieke ruimte voor wind	Nee

Element-holon

Huidige situatie Elektriciteit
Sub-Holon: RWZI Echten

Super-Holon: Lokaal energiesysteem Echten

Input cellen

Elektriciteit	
Capaciteitscongestie	Ja
Transportcongestie	Ja, Ontvangen door netbeheerder (ODN)
Directe afnemer stroom (Grootverbruik)	Nee
Duurzame opwek aanwezig < 5 km	Ja, > 10 MW
Vergunningsruimte zon	Ja
Vergunningsruimte wind	Ja

Element-holon

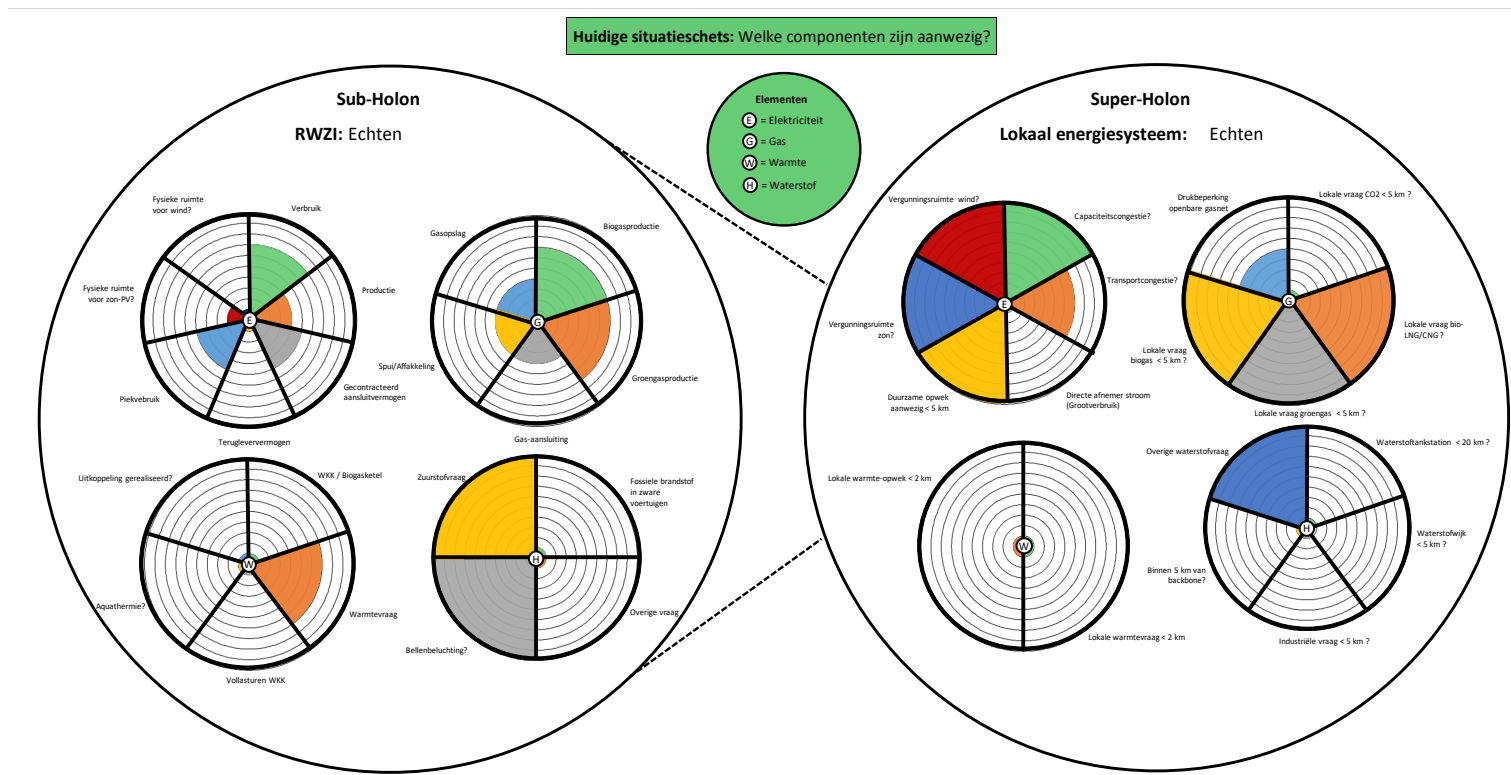
Huidige situatie Elektriciteit
Super-Holon: Lokaal energiesysteem Echten

Opzet model:

Het model bestaat uit twee tabbladen: **Input & Resultaat**.

Tabblad 2: Resultaat

In het resultaat tabblad is een verzameling te zien van alle element-holonen, waardoor in één oogopslag te zien is in hoeverre parameters wel of niet aanwezig zijn. Links zijn de resultaten binnen de RWZI te zien en rechts van het lokale energiesysteem in de directe omgeving. De interpretatie van element-holonen wordt in het volgende hoofdstuk toegelicht.



➤ **HOOFDSTUK 3**
INTERPRETATIE MODEL



Interpretatie model

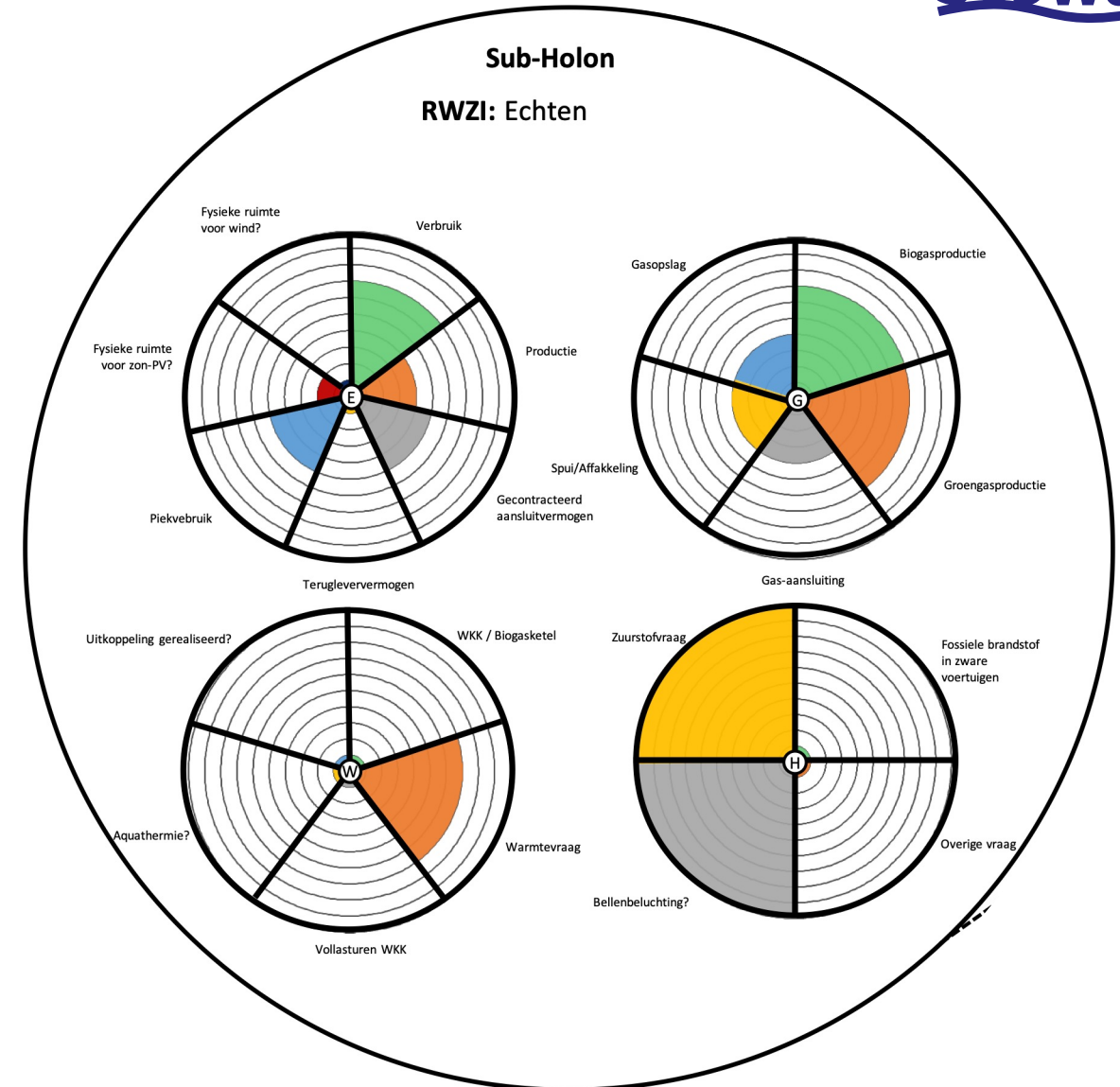
Interpretatie Sub-Holon niveau RWZI:

De resulterende Sub-Holon laat zien in hoeverre de verschillende eigenschappen van de elementen aanwezig zijn. Alle eigenschappen worden relatief beoordeeld aan de grootte van RWZI's.

- Als de punt **vol** is betekent het dat de eigenschap in grote mate aanwezig is;
- Als de punt **halfvol** is betekent het dat de eigenschap in middelgrote mate aanwezig is;
- Bij een **lege** punt is de eigenschap niet of in zeer kleine mate aanwezig.

Uitzonderingen interpretatie:

- **Bellenbeluchting**
 - Halfvolle punt betekent dat er op dit moment geen belenbeluchting is, maar aanpassing van de beluchting mogelijk is.
- **Fysieke ruimte zon/wind**
 - Kleine punt gevuld: Er is al zon/wind gerealiseerd.
 - Hele punt: Er is nog fysieke ruimte voor wind/zon.



Interpretatie model

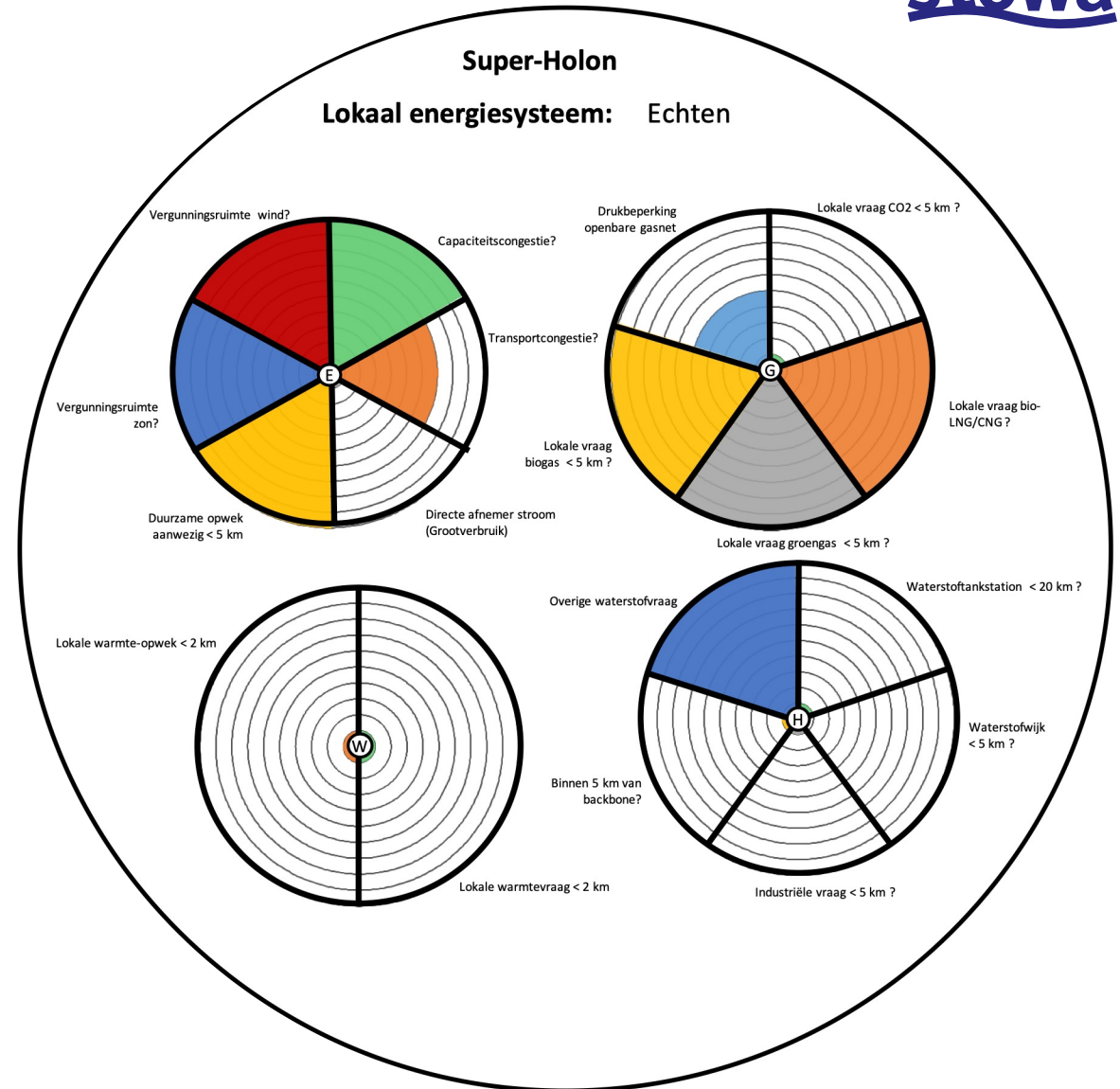
Interpretatie Super-Holon niveau lokaal energiesysteem:

De resulterende Super-Holon laat zien in hoeverre de verschillende eigenschappen van de elementen aanwezig zijn binnen het lokale energiesysteem in de omgeving van de RWZI. De concrete afbakening van deze super-holon vindt plaats door de eigenschappen een afstandseenheid te geven (< X km).

- Als de punt **vol** is betekent het dat de eigenschap in grote mate aanwezig is;
- Als de punt **halfvol** is betekent het dat de eigenschap in middelgrote mate aanwezig is;
- Bij een **lege** punt is de eigenschap niet of in zeer kleine mate aanwezig.

Uitzonderingen interpretatie:

- **Transportcongestie**
 - Kleine punt gevuld: Levering door Netbeheerder (LDN congestie)
 - Halfvolle punt: Ontvangen door Netbeheerder (ODN congestie)
 - Volle punt: ODN & LDN congestie
- **Drukbeperking openbare gasnet**
 - Halverwege gevulde punt: Misschien, oftewel niet zeker of er een drukbeperking is (niet altijd beschikbare informatie).

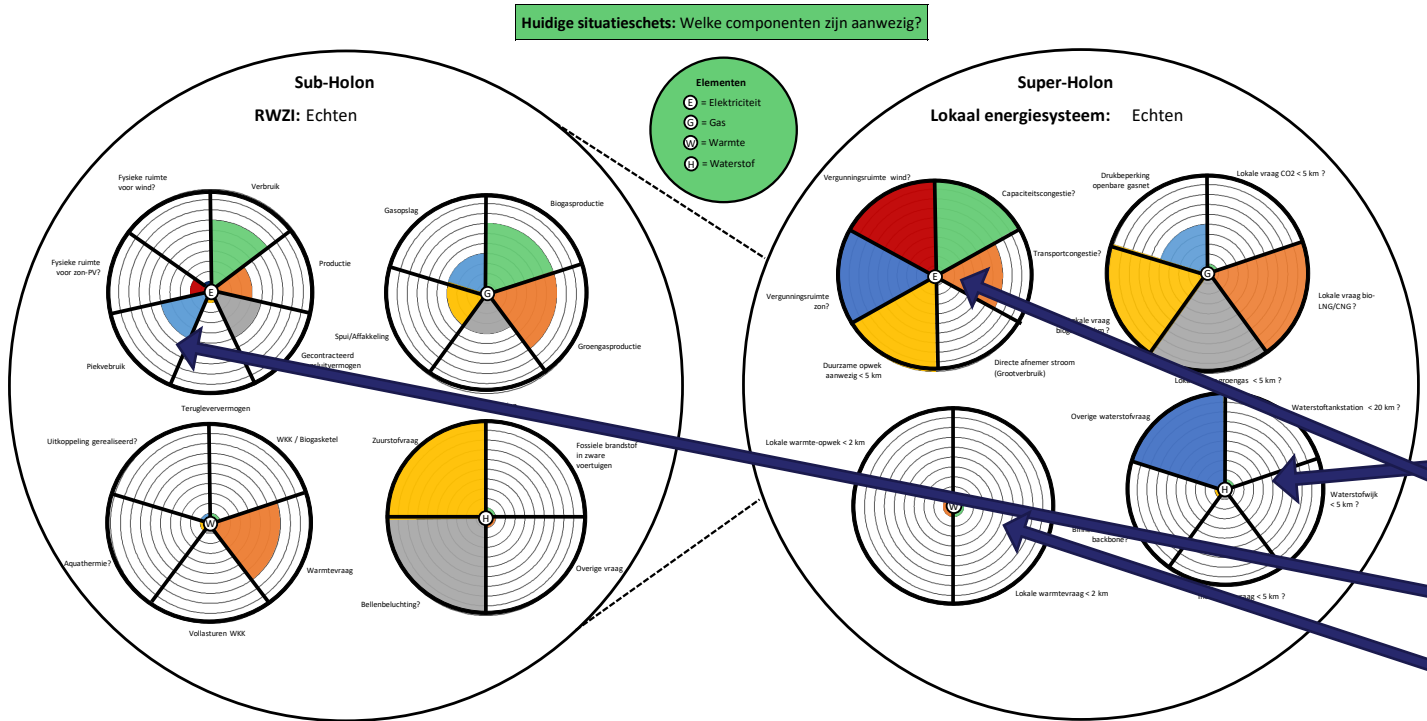


Interpretatie model

Integratie excel model en factsheets

De resulterende holonen kunnen worden gebruikt om relevante eigenschappen van de RWZI in één oogopslag te bekijken, maar ook om direct te koppelen met de uitgewerkte oplossingen in de **4 factsheets van het Visualisatiemodel (2022-53)**.

Onderstaand hoe dat er dan uit zou zien: Het koppelen van de **enablers en belemmeringen** met **de holonen** om erachter te komen of er positieve / negatieve eigenschappen aanwezig zijn voor het ontwikkelen van de oplossing.



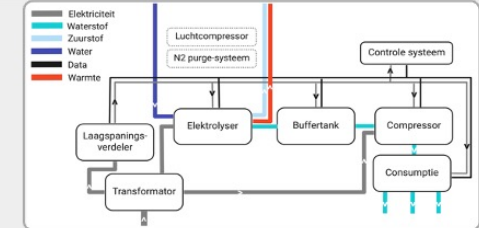
Oplossing 1: Waterstofproductie

Techniek: Waterstofproductie op RWZI-locatie

Een waterstofproductie-installatie heeft een drietal functies die moeten worden vervuld:

- (1) Conversie: Elektriciteit + H₂O > H₂ + O₂
- (2) Behandeling van de geproduceerde H₂
- (3) Aansturing en controle van (1) & (2)

Deze functies worden uitgevoerd door de systeemcomponenten die hiernaast schematisch zijn weergegeven. Het bovenstaande systeem kan worden aangesloten op het inkoopstation van de RWZI-locatie, waardoor lokale duurzame opwek kan worden ontsloten voor conversie naar H₂ & O₂ (zie [Factsheet ontsluiting lokale opwek, 2021](#)).



Het realiseren van deze systemen is **relatief duur**, waardoor er minimaal 3000 - 4000 vollasturen moeten worden gehaald om een rendabele casus te maken. Om dit aantal vollasturen te halen moet er naar verhouding meer duurzame opwek zijn dan **elektrolyser** capaciteit, voor zon is dit zo'n 6:1, voor wind 2:3. Uiteraard zorgt een combinatie van beide bronnen, of de toevoeging van een **exploitatie subsidie**, voor andere haalbare verhoudingen. Omwille van schaalvoordelen geldt de vuistregel dat de **elektrolyser capaciteit minimaal 1 MW** moet bedragen.

Enablers

- Lokale vraag naar waterstof in bijvoorbeeld, industrie, waterstoftankstations, mobiliteit (ook eigen wagenpark!) of verwarming.
- Lokale duurzame opwek, binnen 5 kilometer afstand van de RWZI, wat mogelijk ontsloten kan worden.
- Ruimte over op de aansluiting van de RWZI waar gebruik van kan worden gemaakt zonder verzwarend.
- Vraag naar warmte ofwel in het eigen proces door bijvoorbeeld slibvergisting, ofwel in de omgeving met een warmtenet.

Belemmeringen

- RWZI heeft oppervlakte beluchting (i.p.v. bellen) op de locatie waardoor pure zuurstof met lagere efficiëntie kan worden ingezet.
- Capaciteitscongestie in de regio van de RWZI-locatie, zodat de aansluiting niet zou kunnen worden verzwaard.
- Een RWZI-locatie met een te kleine schaal waardoor er beperkte aansluitingscapaciteit en afzet van zuurstof mogelijk is.
- Een RWZI-locatie met te weinig fysieke ruimte voor opweklocatie, ongeveer 0.1 ha nodig voor 1 MW installatie.

STOWA IN HET KORT



STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

STOWA

Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89, vierde etage
3818 LE Amersfoort

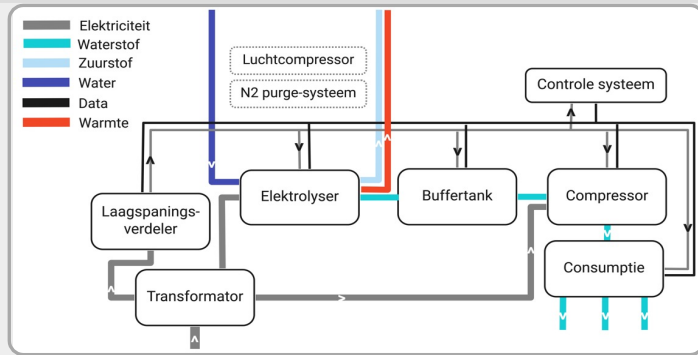
033 460 32 00
stowa@stowa.nl
www.stowa.nl

Techniek: Waterstofproductie op RWZI-locatie

Een waterstofproductie-installatie heeft een drietal functies die moeten worden vervuld:

- (1) **Conversie:** Elektriciteit + H₂O > H₂ + O₂
- (2) **Behandeling** van de geproduceerde H₂
- (3) **Aansturing en controle** van (1) & (2)

Deze functies worden uitgevoerd door de systeemcomponenten die hiernaast schematisch zijn weergegeven. Het bovenstaande systeem kan worden **aangesloten op het inkoopstation** van de RWZI-locatie, waardoor lokale duurzame opwek kan worden ontsloten voor conversie naar H₂ & O₂ (zie **Factsheet ontsluiting lokale opwek, 2021**). H₂ kan worden verkocht aan derden in de omgeving en O₂ kan worden gebruikt voor de eigen beluchting.



Het realiseren van deze systemen is **relatief duur**, waardoor er meer vollasturen moeten worden gehaald dan hernieuwbare energiebronnen om een rendabele casus te maken. Voor een off-grid situatie (zonder netaansluiting) is de optimale verhouding elektrolyser:stroombron voor zon **1:3**, voor wind **2:3**. Uiteraard zorgt een **combinatie van beide bronnen**, of de toevoeging van **subsidies**, voor andere optimale verhoudingen. Omwille van schaalvoordelen geldt de vuistregel dat de elektrolyser capaciteit **minimaal 1 MW** moet bedragen.

Enablers

- Lokale vraag naar waterstof** in bijvoorbeeld, industrie, waterstoftankstations, mobiliteit (ook eigen wagenpark!) of verwarming.
- Lokale duurzame opwek**, binnen 5 kilometer afstand van de RWZI, wat mogelijk ontsloten kan worden.
- Ruimte over op de aansluiting** van de RWZI waar gebruik van kan worden gemaakt zonder verzwarend.
- Vraag naar warmte** ofwel in het eigen proces door bijvoorbeeld slibvergisting, ofwel in de omgeving met een warmtenet.

Belemmeringen

- RWZI heeft **oppervlakte beluchting** (i.p.v. bellen) op de locatie waardoor pure zuurstof met lagere efficiëntie kan worden ingezet.
- Capaciteitscongestie in de regio** van de RWZI-locatie, zodat de aansluiting niet zou kunnen worden verzwamd.
- Een RWZI-locatie met een **te kleine schaal**, waardoor er beperkte aansluitingscapaciteit (<630 kVA) en afzet van zuurstof mogelijk is.
- Weinig fysieke ruimte voor eigen duurzame opwek. Daarnaast is er voor een 1 MW installatie ook nog **ongeveer 0.1 ha** nodig.

Strategische overweging RWZI

Zelfredzaamheid + Mogelijk waterstofproductie voor eigen wagenpark.
 - Veel meer energie inkoop nodig en dus meer afhankelijkheid.

Lastenverlaging ~ Veel afhankelijkheden:
 > Marktprijzen O₂, H₂, elektriciteit & restwarmte
 > Ontwikkeling investeringskosten

Lokale transitie faciliteren + Faciliteren ontsluiting lokale duurzame opwek bij congestie.
 + Mogelijk maken van verduurzaming van fossiele processen.

Verkleinen CO₂ voetafdruk ~ Geen additionele uitstoot op de RWZI locatie.
 - Hogere net-import elektriciteit voor RWZI door consumptie systeem.

Referentieproject

Titel: Sinnewetterstof **Website:** <https://sinnewetterstof.nl/>
Partijen: Alliander & Groenleven **Status:** Operationeel



Beschrijving: Directe groene waterstofproductie uit zonne-energie in Oosterwolde. Mooi voorbeeld voor het ontsluiten van duurzame energie met een waterstof-installatie, zonder dat het net wordt belast. Geschikte referentie voor RWZI-locaties in congestiegebieden waar lokale energie moet worden ontsloten.

Kentallen & Subsidies

- Hoge initiële investering met zo'n **€1.800,-** per kW elektrolyser capaciteit.
- Mogelijke subsidies/fiscale regelingen: **SDE++**, **DEI+**, **TOW & EIA**
- Theoretische beluchttingscapaciteit is ongeveer **4x hoger** met inzet pure O₂ in plaats van lucht.

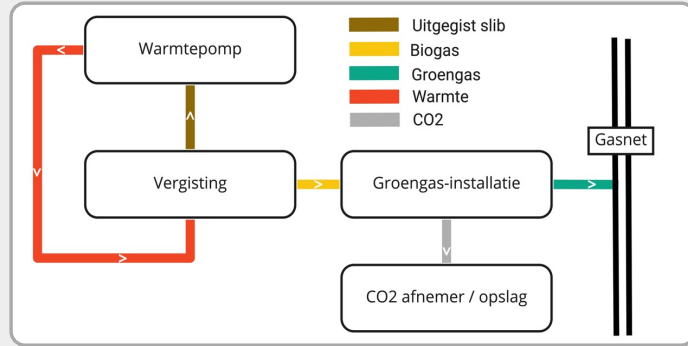
Certificering groene H₂ (na 2027)

- Gelijkzijdigheid op uurbasis bewijzen tussen stroomproductie & waterstofproductie met directe lijn of real time metingen (**temporale correlatie bewijzen**)
- Alleen stroom uit **additionele** hernieuwbare stroombronnen, dat wil zeggen maximaal 3 jaar oud.
- Stroombron mag **niet gesubsidieerd** zijn.

Techniek: Groen gas productie op RWZI-locatie

Op veel RWZI's vindt slibvergisting plaats, bij dit proces wordt biogas gemaakt wat voornamelijk bestaat uit CH_4 en CO_2 . Er zijn verschillende manieren waarop een RWZI-locatie het biogas kan valoriseren met export naar derden of eigen gebruik³:

- (1) Directe verkoop biogas aan derden
- (2) Productie van warmte & elektriciteit met een WKK
- (3) Opwaarderen naar bio-LNG/CNG en exporteren
- (4) Opwaarderen naar groen gas en exporteren



Optie (4) zal worden uitgelicht en worden vergeleken met optie (2), waarbij de geproduceerde warmte en elektriciteit uit de warmtekrachtkoppeling (WKK) of biogasketel, wordt geëxporteerd aan derden.

Het opwaarderen van biogas naar groen gas komt neer op **het scheiden** van het methaan (CH_4) en de CO_2 , wat met behulp van verschillende technieken kan worden gedaan. Het geproduceerde groen gas kan worden ingezet in het **publieke gasnet** of naar een directe afnemer worden vervoerd. De CO_2 die wordt afgevangen kan worden opgeslagen in lokale CCS projecten, verkocht aan lokale afnemers of de lucht in worden geblazen. We gaan in deze factsheet uit van **de afvang van CO_2** , waar zelfs in sommige gevallen een verkoopwaarde aan kan worden gegeven.

Enablers



De schaal van de slibvergister moet groot genoeg zijn om de opwaardering haalbaar te maken: **> 2 M m3 biogas / jaar**.



Lokale vraag naar CO_2 bij bijvoorbeeld glastuinbouw, slachthuizen en bierbrouwerijen (afhankelijk van kwaliteitseisen).



Lokale vraag naar warmte, groengas of LNG/CNG kan bepalen welke route het meest geschikt is.



ODN congestie, ontvangen door netbeheerder niet mogelijk, waardoor WKK's niet kunnen terugleveren aan het net.

Belemmeringen



Lokale gasnet kan invoeding van groen gas niet aan door **drukbeperking**, waardoor niet al het groen gas kan worden gevaloriseerd.

Opwaardering naar bio-CNG & bio-LNG

Bio-CNG (compressed natural gas) is groen gas wat is gecomprimeerd tot 300 bar, waarmee het efficiënt in grote hoeveelheden kan worden **opgeslagen**.

Bio-LNG (liquefied natural gas) is groen gas gebracht op een temperatuur van -162°C , waarop het gas vloeibaar wordt en makkelijk over lange afstanden kan worden **getransporteerd**. Bij hoge gasprijs zeer interessant.

Strategische overweging RWZI

Zelfredzaamheid



+ Zelfredzaamheid zou kunnen worden verhoogd met een WKK.
~ Zonder WKK geen bijdrage aan zelfredzaamheid.

Lastenverlaging



Verskil gas- en stroomprijs²:
- Bij hoge elektriciteitsprijzen
+ Bij hoge gasprijzen (let op extra investering warmtepomp ipv WKK)

Lokale transitie faciliteren



+ Verduurzaming gas-mix in lokale net.
+ Lokale afzet van niet-fossiele CO_2 .
+ Direct gebruik groen gas mogelijk in de regio.

Verkleinen CO_2 voetafdruk



+ Ongeveer 40% minder uitstoot dan WKK als CO_2 wordt afgevangen en afgezet².
~ Zonder opvang van CO_2 8% meer uitstoot dan WKK².

Referentieonderzoeken

¹ **Titel:** Duurzaamheid van productie van biogas op rwzi's
Auteur: Royal HalskoningDHV
Datum: Februari 2021

² **Titel:** Value case biogas opwerking Bath/Dongemond
Auteur: Waterschap Brabantse Delta
Datum: Mei 2022

³ **Titel:** Rapportage update onderzoek biogasinzet
Auteur: Arcadis
Datum: September 2018

⁴ **Titel:** Toepassing van biologische mechanisering RWZI
Auteur: STOWA
Datum: 2021

Superkritische vergassing⁴

Door slib uit een RWZI onder hoge temperatuur en druk te vergassen, wordt **syngas** ($\text{CO} + \text{H}_2$) gemaakt naast biogas ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$). Door kritische vergassing kunnen **meer organische stoffen** worden omgezet en is het resulterende gas **energierijker** dan biogas. Combinatie met biologische methanisering is mogelijk.

Innovaties

Biologische methanisering⁴

Door H_2 en CO_2 te laten reageren met behulp van **Archeabactiën**, kan een hogere groengas output worden gehaald en reduceert de benodigde afvang van CO_2 . Extra invoeding van H_2 (waardoor nog meer CO_2 reageert) verhoogt de potentiële output van groengas met wel **50%** en maakt afvang CO_2 volledig overbodig.

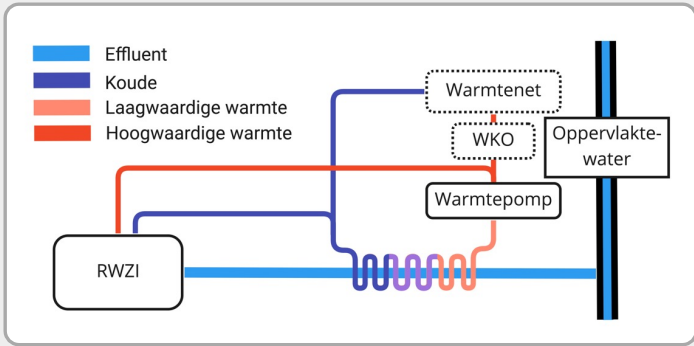
Techniek: Aquathermie op RWZI-locatie

Aquathermie is het proces van is het winnen van thermische energie uit water, zowel voor verwarming als verkoeling. Aquathermie kan plaatsvinden met behulp van verschillende methoden:

- (1) Uit oppervlaktewater (TEO)
- (2) Uit afvalwater (TEA)
- (3) Uit drinkwater (TED)

Voor RWZI's is optie (2) het meest interessant, omdat deze gekoppeld kan worden aan het **effluent**.

Door middel van een warmtewisselaar rondom de effluent leiding kan **laagwaardige warmte** (12 - 20 °C) worden opgevangen. Deze warmte kan vervolgens worden opgewaardeerd naar **hoogwaardige warmte** (40 - 70 °C) met behulp van een **warmtepomp**. De hoogwaardige warmte kan direct worden gebruikt binnen de RWZI voor het slibvergistingsproces, of aan de omgeving worden afgestaan als er een **warmtenet** aanwezig is. Bij aanwezigheid van een warmtenet kan een warmte-koude-opslag (**WKO**) helpen om mismatches tussen vraag en aanbod te compenseren in warmte **én koude**! Als er een koudevraag is, bijvoorbeeld in de gebouwen, dan kan een WKO dus een uitkomst bieden. Zie de **WKO tool** voor meer informatie over de keuze voor wel of geen WKO.



Enablers



Lokale vraag naar warmte, door bijvoorbeeld aanwezigheid van een warmtenet met directe afnemers van warmte.



Slibvergisting aanwezig op de RWZI-locatie waardoor de warmte zelf gebruikt kan worden in het vergistingsproces.



Locatie **geschikt voor WKO** installaties, zodat er opslag van warmte en koude kan plaatsvinden om vraag/aanbod te matchen.



Bij **renovatie** aan leidingen kan het gelijktijdig installeren van aquathermie significant kosten besparen.

Belemmeringen



Energievraag en aanbod is **lager dan 1000 GJ**, ~30 huishoudens, waardoor de business case voor de installatie niet positief uit zal komen.



Warmtevraag is verder dan **2 km** verwijderd van de RWZI, waardoor de te overbruggen afstand niet haalbaar wordt.

Bestaande tools

- **WKO-tool:** <http://www.wkool.nl/>
- **Potentiekaart TEA :** <https://warmingup.geoapps.nl/>
- **Bestaande TEA projecten:** www.stowa.nl/tea
- Naast tools, ook belangrijke literatuur:
Handreiking aquathermie (Stowa, 2018)

Strategische overweging RWZI

Zelfredzaamheid

+ Gebruik maken van de eigen warmte in vergistingsproces verlaagt afhankelijkheid van gas/elektriciteit.



Lokale transitie faciliteren

+ Faciliteren duurzame warmte-input voor lokale warmtenetten en/of industrie.



Lastenverlaging

~ Als aan schaal- en afstandseisen wordt voldaan, extra inkomsten.
+ Minder lasten door inzet eigen warmte.



Verkleinen CO₂ voetafdruk

~ Aquathermie kan CO₂ neutraal opereren als er groene stroom wordt gebruikt.
+ Reductie CO₂ uitstoot door het vervangen van gas met warmte.



Referentieproject

Titel: Warmtepomp RWZI Utrecht
Partijen: Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden & Eneco
Status: Voorbereiding bouw

Website: <https://www.eneco.nl/over-ons/wat-we-doen/duurzame-bronnen/warmtepomp-rwzi-utrecht/>

Beschrijving: Verduurzaming van het bestaande warmtenet in Overvecht. Uit het effluent van RWZI Utrecht wordt warmte opgevangen door middel van TEA. Deze warmte wordt door een warmtepomp van 27 MW (!) opgewaardeerd tot ongeveer 70 graden om een woonwijk van 20.000 huishoudens te voeden.

Mogelijke koppelkansen

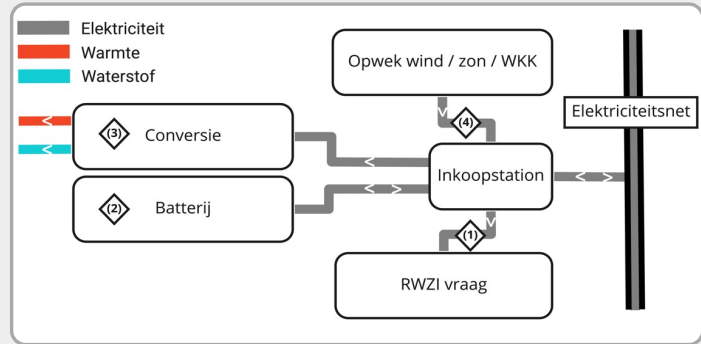
Thermische drukhydrolyse (TDH) is voorverwarming (of naverwarming) van slib onder hoge druk. TDH vormt een bedreiging voor aquathermie omdat de warmte uit aquathermie niet meer efficiënt gebruikt kan worden in dit proces, negatieve koppelkansen dus.

Een potentiële koppelkans voor aquathermie is het **voorverwarming van influent in wintermaanden** voor reductie van broeikasgassen. De meningen zijn verdeeld over dit onderwerp, er zal verder onderzoek moeten worden gedaan naar het effect.

Techniek: Flexibele toepassingen binnen RWZI-locaties

Flexibiliteit omhelst het aanpassen van vraag en aanbod van elektriciteit als reactie op marktprikkels (zoals energieprijzen) of lokale belangen / beperkingen (zoals zelfredzaamheid en netcongestie). Op RWZI locaties zijn verschillende vormen van flexibiliteit mogelijk:

- (1) Vraagsturing zuiveringsproces
- (2) Batterij inzet
- (3) Conversie
- (4) Flexibele opwek met zon/wind/WKK



Optie (1) omhelst het aanpassen van de elektriciteitsvraag in de interne zuiveringsprocessen ¹. Optie (2) het inzetten van een batterij op de aansluiting van de RWZI. Optie (3) het converteren van elektriciteit naar een andere energiedrager, zoals warmte of waterstof. Optie (4) is het op- of afschakelen van de opwek van elektriciteit aan de hand van marktprikkels. Voor alle vier de opties geldt dat de **strategische overweging** van het waterschap significante invloed heeft op de **waarde** en de **operationele modus** van de flexibiliteitsbronnen. De waarde van de bron binnen de strategie wordt beschreven aan de hand van het stoplicht: **Rood** is geen waarde, **oranje** is lichte waarde en **groen** is grote waarde. De operationele modus binnen de strategie wordt beschreven.

(1) Vraagsturing zuiveringsproces

Zelfredzaamheid



Sturing van de vraag naar momenten waarop er eigen opwek plaatsvindt. Dit heeft weinig tot geen impact, erg afhankelijk van grootte en type van de opwek-installatie. Vraagsturing leidt **niet** tot energiebesparing.

Faciliteren lokale transitie



Vraagsturing kan indirect bijdragen aan lokale netstabiliteit door het vraagprofiel te egaliseren (piekreductie), heeft weinig tot geen impact.

Lastenverlaging ¹



Flexibel energiecontract waarbij op- en afschakelen van de beluchting plaatsvindt op basis van marktprikkels. Potentiële lastenverlaging van **20%** op de onbalansmarkt en nog eens **5%** door piekreductie bij hoge APX prijzen.

Verkleinen CO₂ voetafdruk



Beluchting aansturen op overschotten duurzame elektriciteit kan indirect CO₂ reduceren in de Europese of landelijke holon, niet in de RWZI of omgevings-holon.

(2) Batterij inzet

Zelfredzaamheid



Batterij inzet om opgewekte stroom op te slaan en in te zetten in het eigen verbruik. Normaliter weinig impact met **0 - 2%**, in uitzonderlijke situaties kan het oplopen tot **20%** (situatie RWZI Heino in ²).

Faciliteren lokale transitie



Batterij wordt ingezet om lokale netcongestieproblemen op te lossen, waarbij de batterij wordt aangestuurd op basis van het GOPACS platform⁴ (lokale congestiemarkten). Minimale capaciteit voor deelname: **1 MW**.

Lastenverlaging



Batterij wordt ingezet op de flexibiliteitsmarkten (FCR, onbalans, aFRR) om omzet te genereren. Een geoptimaliseerde batterij heeft een terugverdientijd van zo'n **8 - 10 jaar** met een minimale capaciteit van **1 MW**.

Verkleinen CO₂ voetafdruk



Door de groene certificering van alle inkoop van elektriciteit bij de waterschappen is er in de RWZI-holon geen CO₂ reductie mogelijk, in de omgevings-holon wel door het faciliteren van meer groene stroom op het net.

(3) Conversie > Zie andere 3 oplossing-factsheets

(4) Flexibele opwek met zon/wind/WKK

Zelfredzaamheid



Voor zon/wind geen potentiële waarde in zelfredzaamheid. WKK's kunnen worden geschakeld aan de hand van eigen vraag, maar dit gebeurt al voor warmte en vergroot de afhankelijkheid van extern gas.

Faciliteren lokale transitie



Afschakelen van opwekinstallaties kan pieken in het lokale net reduceren en meer netcapaciteit faciliteren (ook via GOPACS-platform), wordt wel groene stroom weggegooid.

Lastenverlaging



Flexibel leveringscontract waarbij op- en afschakelen van de opwek plaatsvindt op basis van marktprikkels. Potentiële extra inkomsten van **5 - 15%** op de onbalansmarkt voor afschakeling van opwekinstallatie.

Verkleinen CO₂ voetafdruk



Net zoals optie (1) en (2) geen impact op RWZI-holon, wel indirect bijdrage in mitigeren van netcongestie en dus reduceren CO₂ in omgevings-holon op basis van GOPACS.

Referentieonderzoeken

¹ Titel: Flexibiliteit en het waterschap

Auteur: CE Delft

Datum: Juli 2019

² Titel: Energetische analyse WDODelta locaties

Auteur: Repowered

Datum: Juli 2022

³ Titel: Flexibel energiemanagement RWZI's

Auteur: STOWA

Datum: September 2018

⁴ Titel: Website met uitleg over GOPACS - platform

Auteur: Stichting GOPACS

Website: www.gopacs.eu



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 01
Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort
POSTBUS 2180 3800 CD Amersfoort

