

HyMatters

Energievisie Landgoed Vollenhof

Dit project is mede mogelijk gemaakt door

INTERREG
Deutschland
Nederland



Europäische Union
Europese Unie

Opdrachtgever: Landgoed Vollenhof B.V.

Opdrachtnemer: HyMatters Research & Consultancy B.V.

Contact: Info@HyMatters.com

Datum: 28 september 2021

Onderzoek energievisie Landgoed Vollenhof

In hoeverre kan **groene** waterstof worden ingezet om een landgoed te verduurzamen in zijn warmtebehoefte?

Haalbaarheid getoetst op:

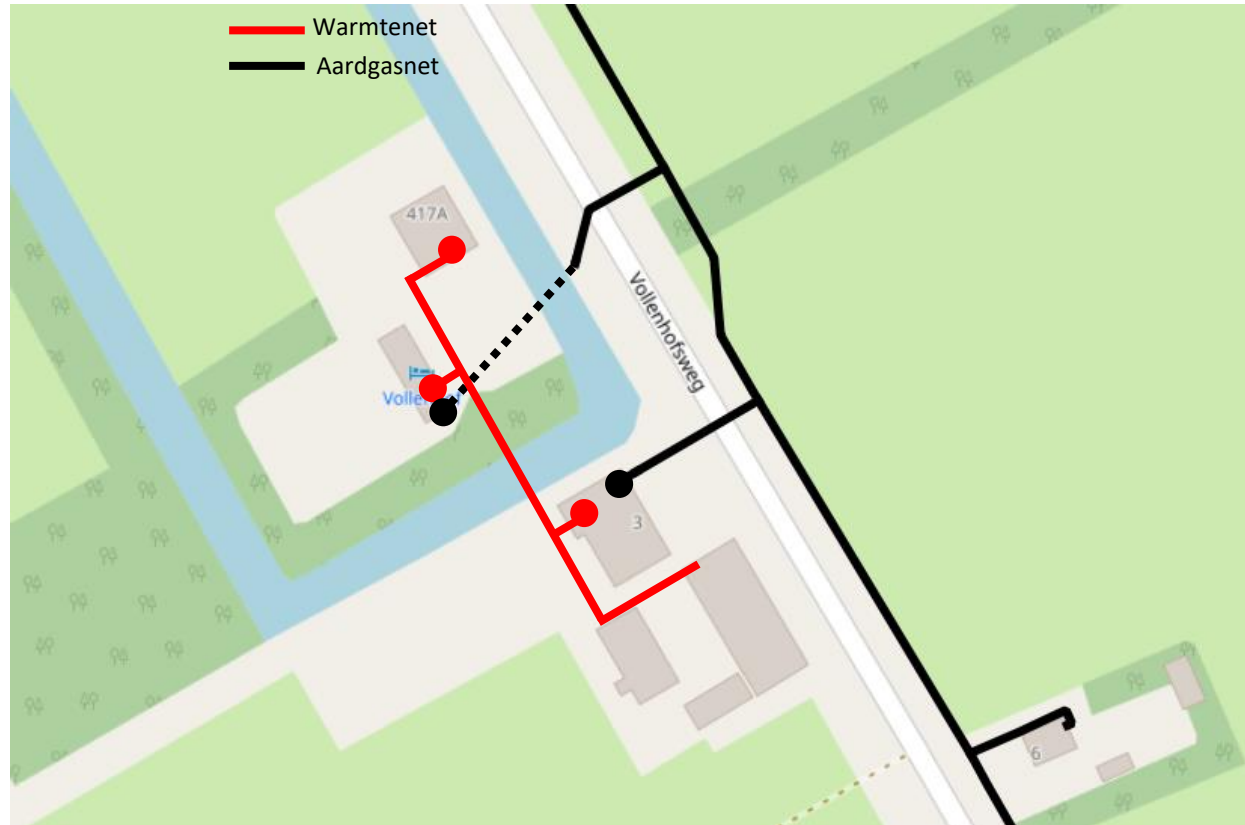
- Technisch concept
- Financiële indicatie
- Status regelgeving



Huidige situatie



Infra en gebouwen

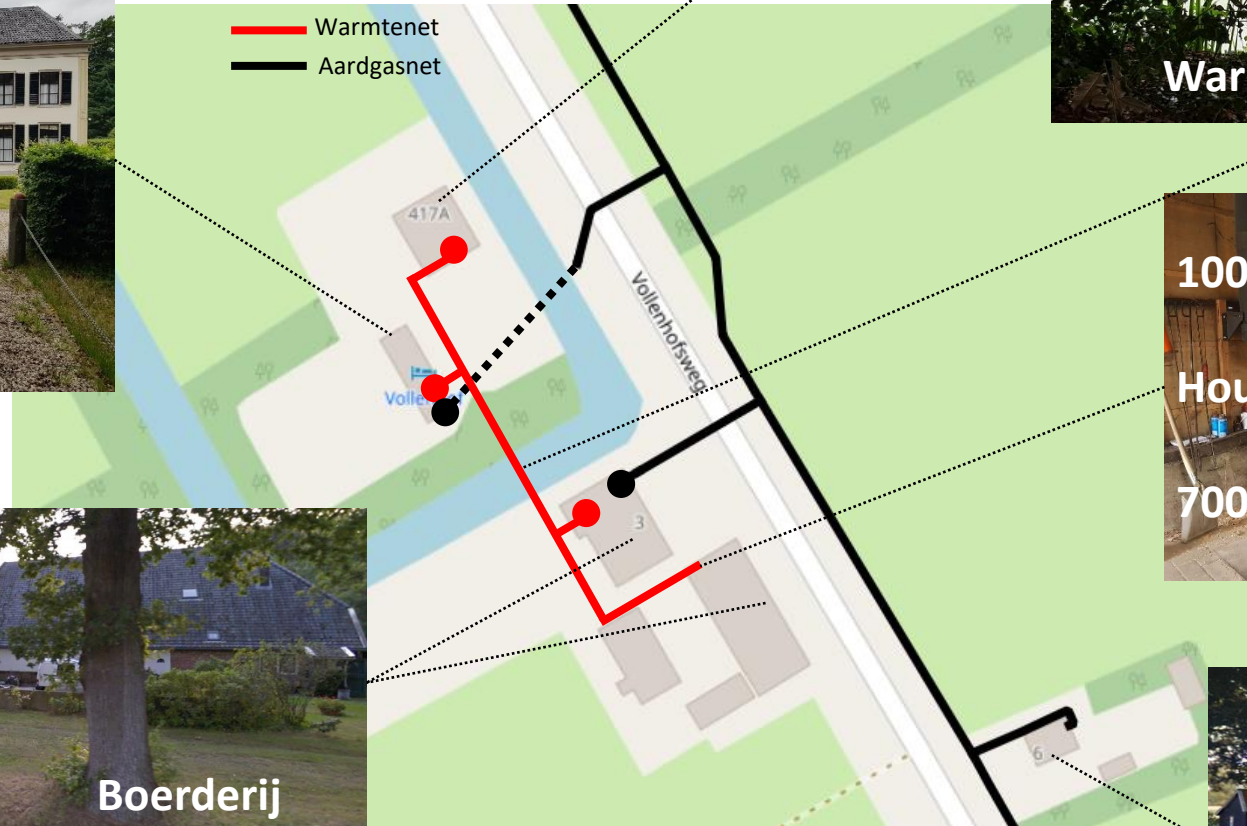


Geografische visualisatie: QGIS

Data infrastructuur: <https://www.liander.nl/partners/datadiensten/open-data/data>

Foto's gemaakt tijdens bezoek zomer 2021

Infra en gebouwen



Energiebehoefte

In 2020 werd circa 1/3 van warmtevraag geleverd door warmtenet

	Benodigde warmte in gebouw uit aardgas + warmtenet [kWh _{th} /jaar]	Aardgas equivalent [m ³ /jaar]	Benodigde elektra [kWh/jaar]
1. Hoofdgebouw	41.900	4.800	6.500
2. Koetshuis	10.100	1.200	2.800
3. Boerderij	39.600	4.500	5.000
4. Lattenschuur	7.300	800	200
5. Woning	17.600	2.000	2.500
Totaal	116.500	13.300	17.000

Op basis van gemiddeld energieverbruik 2020 gemeten in de gebouwen

Gemiddeld gasverbruik Nederlands huishouden vrijstaande woning is 2.500 m³/jaar

Gemeten hoeveelheid energie ontvangen via Rentmeesters kantoor Van Lynden

- Aanname: elektra lattenschuur en woning zijn geschat
- Aanname: warmte woning is geschat

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/>

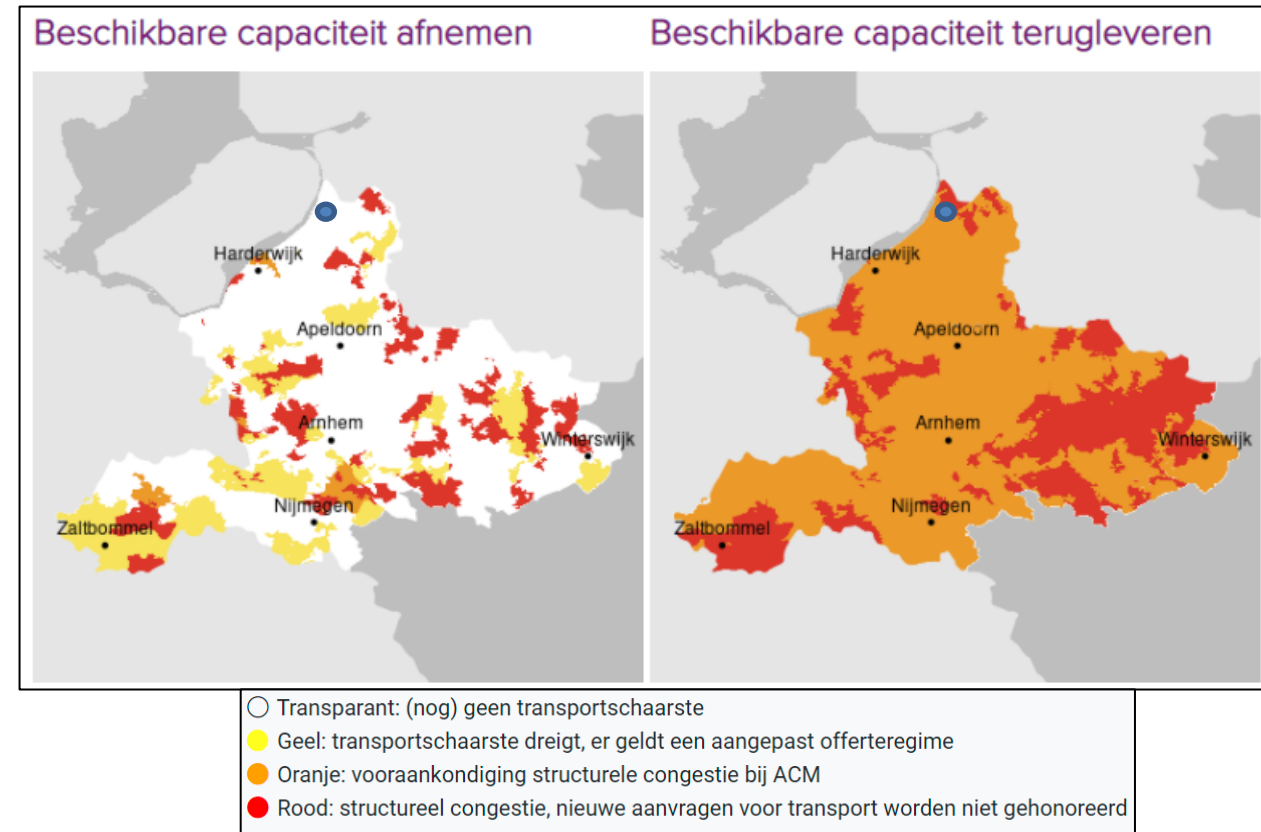
Landgoed Vollenhof zit in een gebied met netcongestie

Status in Wezep postcode 8091PH

- Terugleveren: niet mogelijk voor grootzakelijke aansluitingen. Wel mogelijk voor consumentenaansluitingen maar niet vanzelfsprekend.
- Afnemen: vooralsnog wel mogelijk voor grootzakelijk en consument
- **Verwachte einddatum: 1e kwartaal 2024**

Definities

- Grootzakelijke aansluiting: > 3x80A ofwel 55kW
- Consumentenaansluiting: tot en met 3x80A ofwel 55kW



Overzicht kenmerken energie-infrastructuur

Infrastructuur

- Warmtenet + aardgasnet
- Geen gasaansluiting koetshuis: volledig afhankelijk van warmtenet
- Hogetemperatuur warmtenet: 90°C graden aanvoer met weinig afnemers zorgt voor een zeer groot energieverlies
- Terugleveren grotzakenlijk niet mogelijk

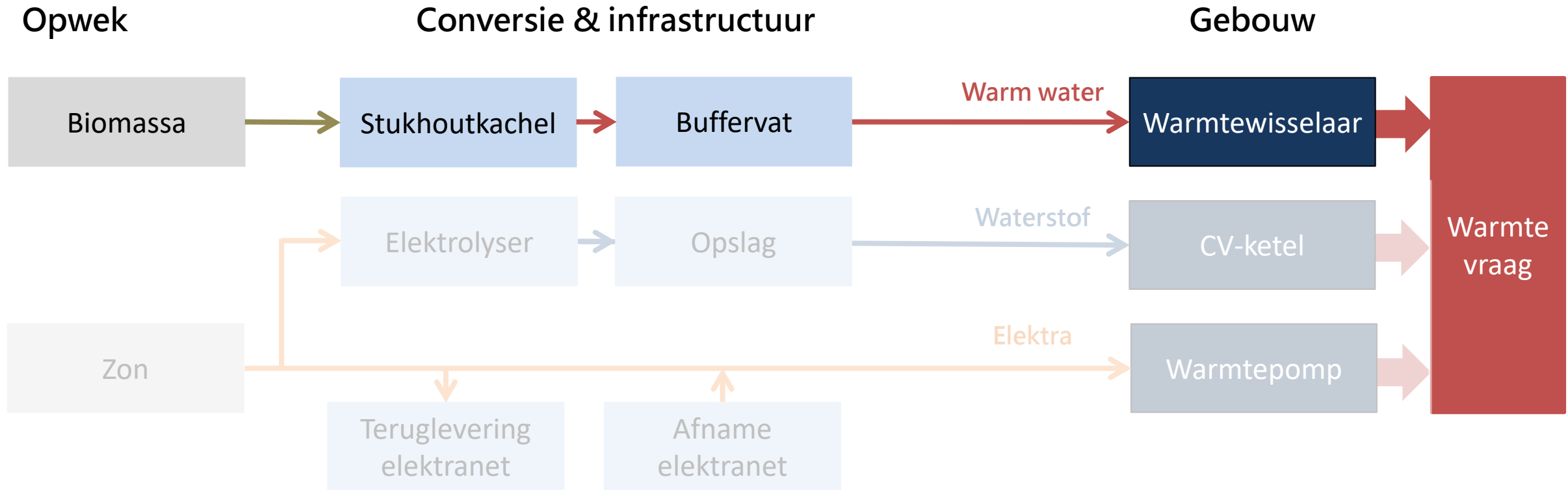
Inpandig

- Boerderij en hoofdgebouw: keuze uit verwarmen via aardgas of warmtenet
- Elektrische boiler voor tapwater
- Warmtevraag afhankelijk van gebruik en aanwezigheid huurders
- Isolatie beperkt toepasbaar vanwege oude en monumentale gebouwen

Verwarmingsopties



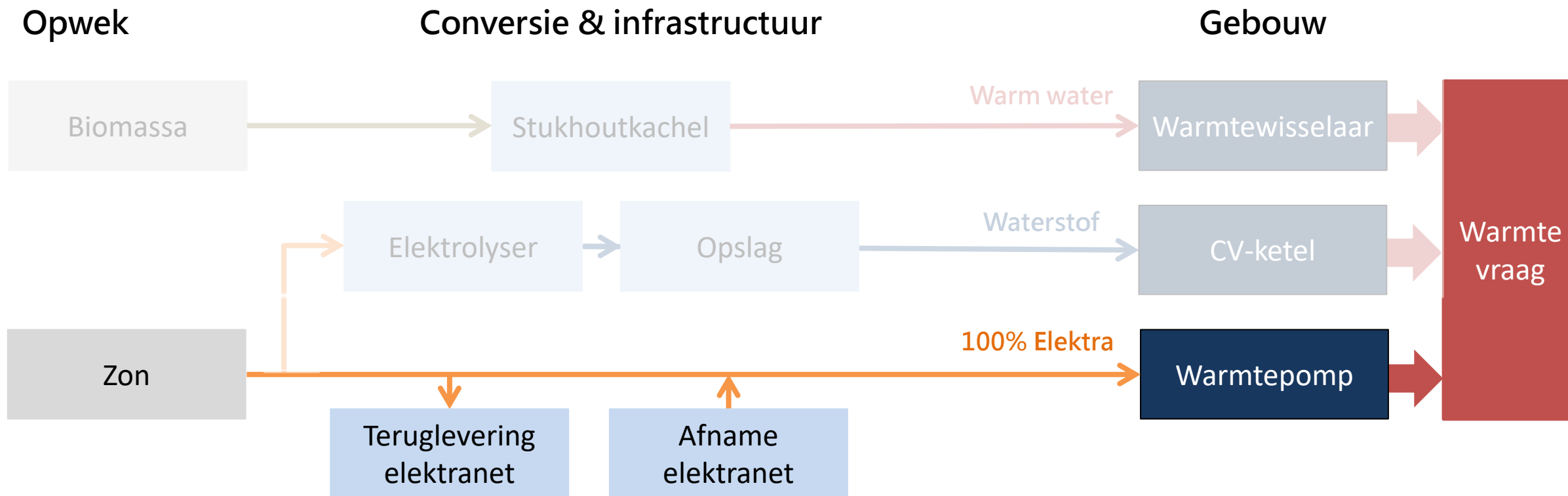
Verwarmingsoptie 1: Warmtenet



Overwegingen

- Hergebruik bestaand warmtenet
- Veel transportverlies
- Warmtenet voor slechts enkele afnemers is zeer inefficiënt in kosten en energie
- Afhankelijk van biomassa en centraal te besturen systeem. Kachel handmatig vullen met hout -> automatiseren met snipperketel.

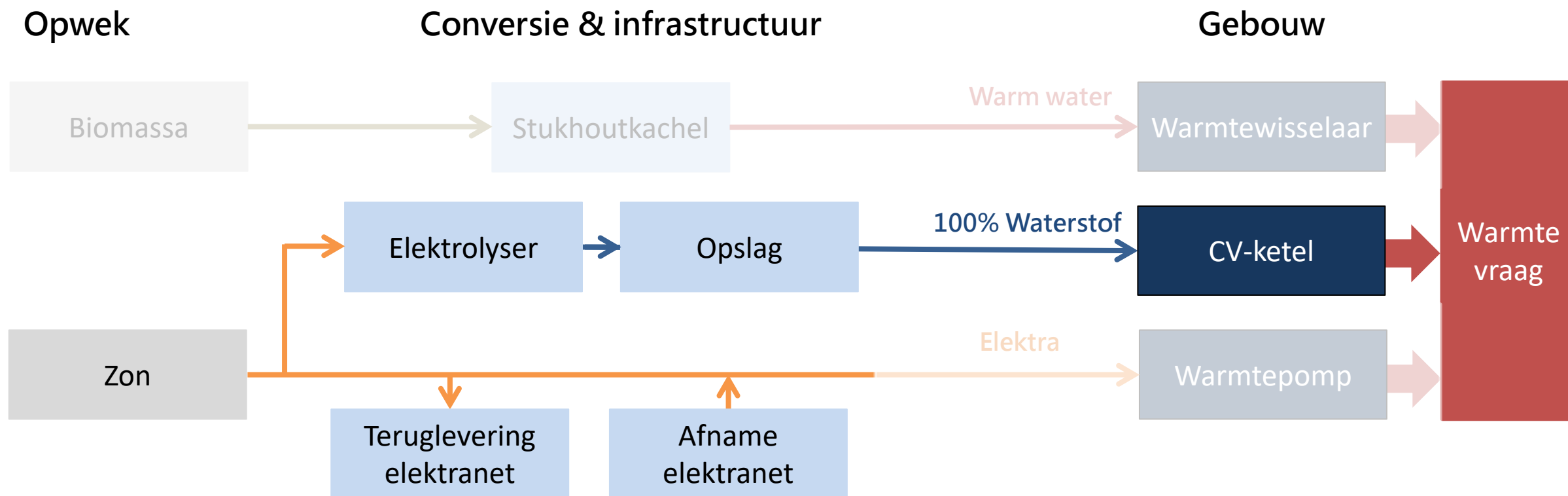
Verwarmingsoptie 2: All-electric



Overwegingen

- Energie-efficiënt
- Grotere aansluiting elektra nodig
- Twijfelachtig en kostbaar om isolatiegraad te halen. Normaliter huizen gebouwd vanaf 2010 zijn geschikt voor warmtepomp.
- Alles moet vloerverwarming zijn/worden

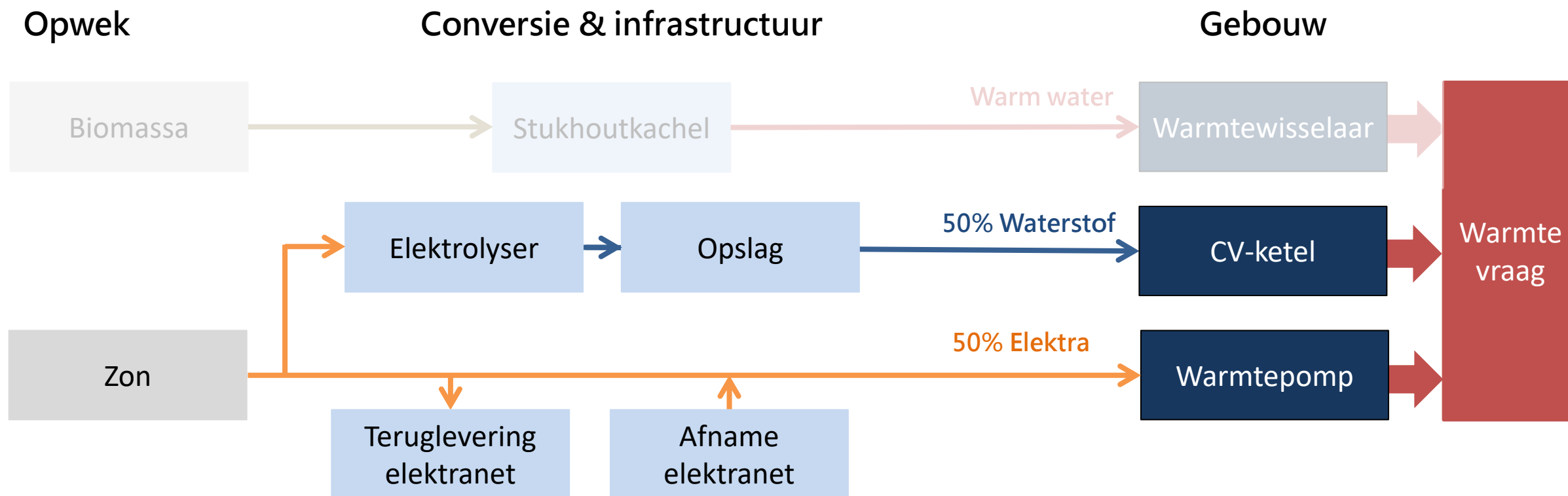
Verwarmingsoptie 3: 100% waterstof



Overwegingen

- Extra isoleren niet vereist (maar wel wenselijk!)
- Nieuwe 100% waterstof cv-ketels nodig. Verwachting: vanaf 2022 commercieel verkrijgbaar.
- Beperking netcongestie door middel van seizoensopslag
- Volledige benutting eigen opgewekte zon PV
- Aanleggen lokaal waterstofnet. Bestaande (aard)gasnet Vollenhof lijkt geschikt voor waterstof en kan worden hergebruikt.

Verwarmingsoptie 4: Hybride



Overwegingen

- Isoleren waar mogelijk: vloer, spouw, dak en HR++ glas zijn noodzakelijk
- Optimalisatie tussen basislast (elektrisch) en pieklast (H₂)
- Beperking netcongestie door middel van seizoensopslag
- Aanleggen lokaal waterstofnet

De vier opties op een rij...

1. Warmtenet

Kenmerken

- Biomassa als bron
- Hergebruik warmtenet en in pandige installaties

Overwegingen

- **Hergebruik huidig warmtenet**
- **Veel transportverlies**
- **Afhankelijk van biomassa en centraal te besturen systeem**
- **Handmatig vullen hout. Automatiseren met snipperketel.**

2. All-electric

- Zonopwek als bron
- Ruimteverwarming via warmtepomp per gebouw
- Tapwater via e-boiler
- 100% elektrisch

- **Energie-efficiënt**
- **Grotere aansluiting elektra nodig**
- **Twijfelachtig en kostbaar om isolatiegraad te halen**
- **Alles vloerverwarming in monumentaal gebouw**

3. 100% Waterstof

- Zonopwek als bron
- cv-ketel per gebouw
- 100% H₂
- Tapwater via e-boiler

- **Extra isoleren niet vereist**
- **Beperking netcongestie door middel van seizoensopslag**
- **Aanleggen lokaal waterstofnet**
- **Nieuwe waterstofketel**

4. Hybride

- Zonopwek als bron
- Ruimteverwarming via warmtepomp + cv-ketel per gebouw
- Tapwater via e-boiler
- 50% elektra + 50% H₂

- **Optimalisatie tussen basislast (elektrisch) en pieklast (H₂)**
- **Minimale isolatie: vloer, spouw, dak en HR++ glas**
- **Aanleggen lokaal waterstofnet**
- **Nieuwe waterstofketel + warmtepomp**

100% waterstof en hybride lijken beste opties

1. Warmtenet

2. All-electric

3. 100% waterstof

4. Hybride

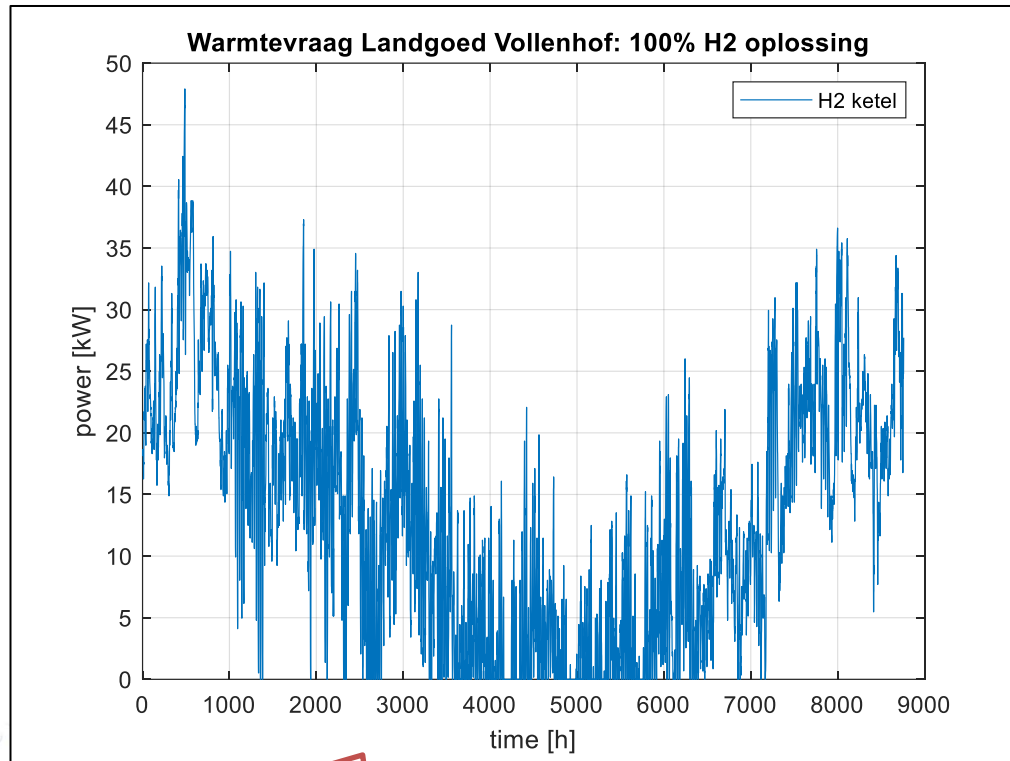
**Geen realistische oplossingen
voor Landgoed Vollenhof**

**Lijken de beste oplossingen
voor Landgoed Vollenhof**

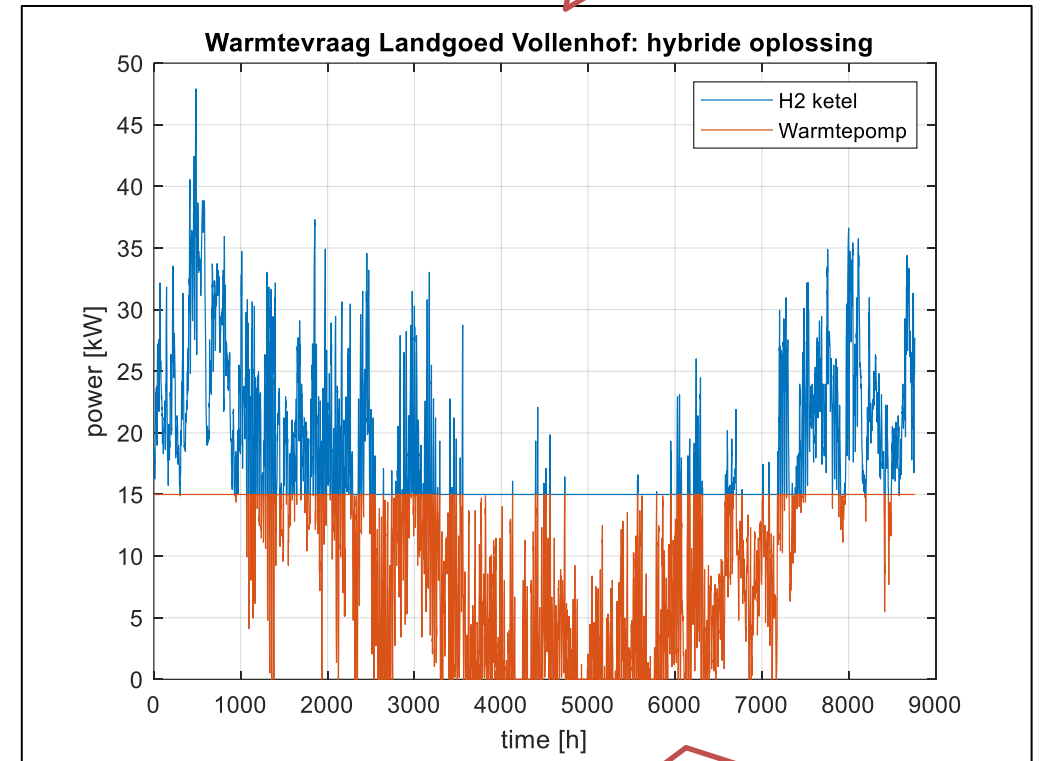


100% waterstof versus hybride

Warmtepomp levert circa 2/3 van benodigde energie. Waterstof levert met 1/3 van de benodigde energie de pieklast.



Per gebouw: 1x waterstof cv-ketel (+/- 30kW)

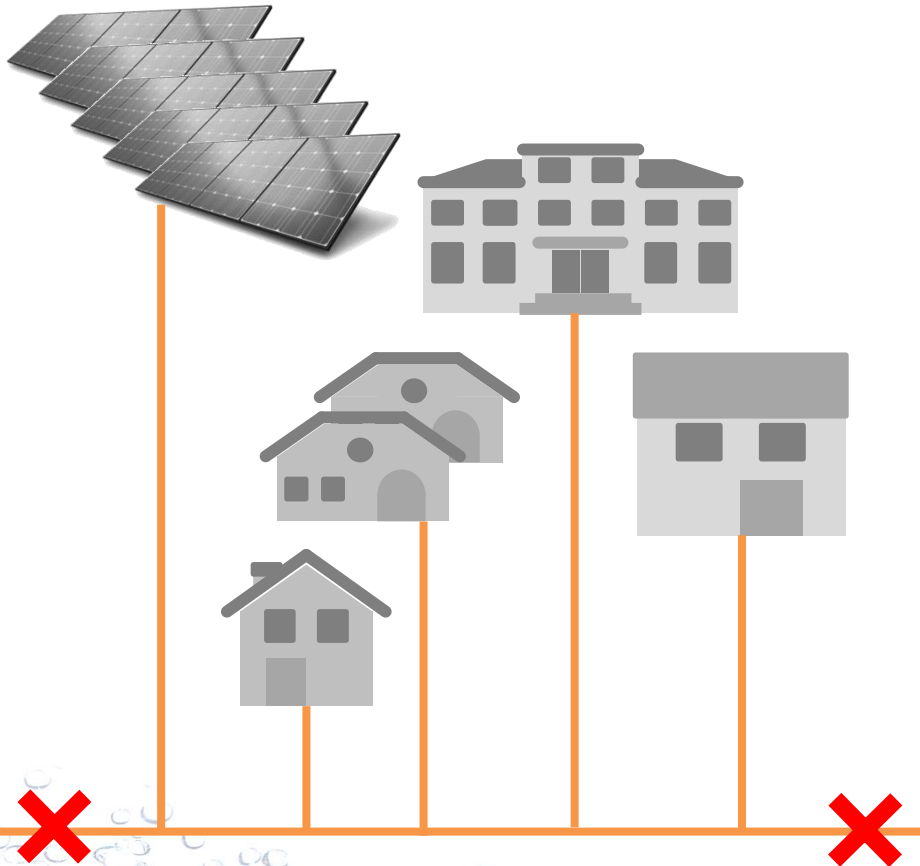


Per gebouw: 1x lucht/water warmtepomp (+/- 4kW) + 1x waterstof cv-ketel (+/- 30kW)

Opmerkingen:

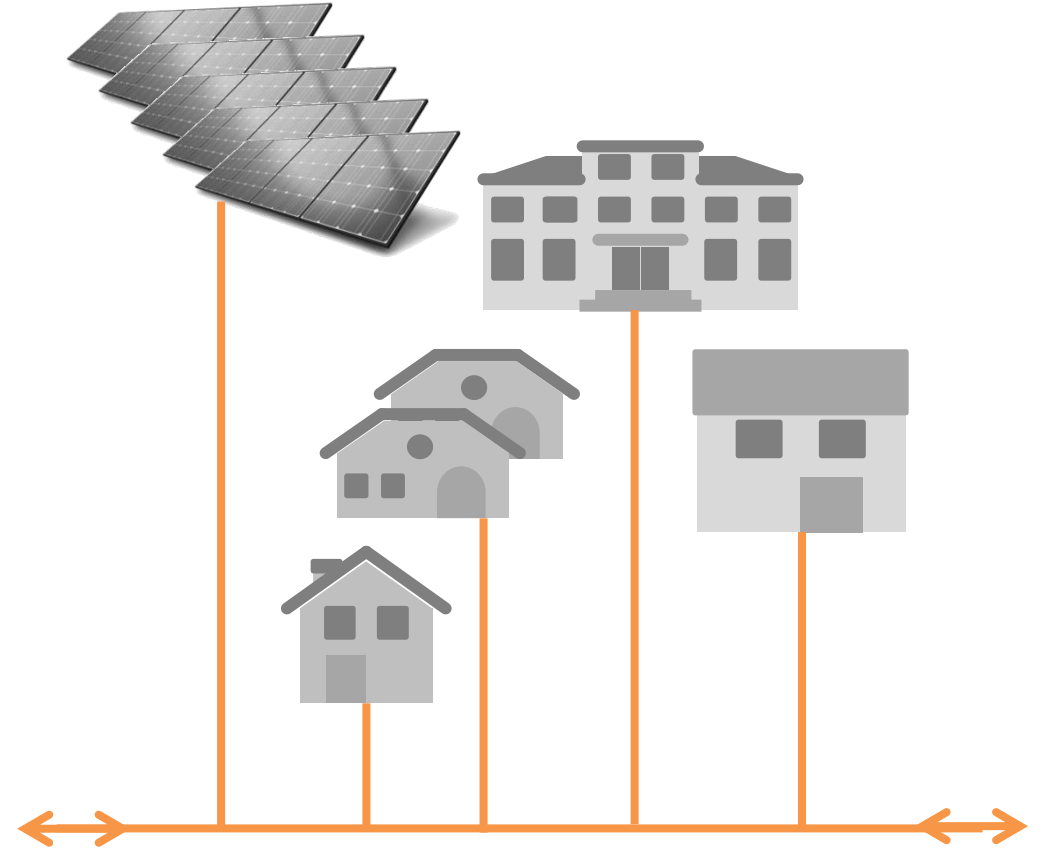
- Jaartotaal warmtebehoefte omgerekend naar uurwaarden via graaduren.
- Bovenstaande figuren laten gehele warmtebehoefte van de gebouwen op landgoed Vollenhof zien.

Autarkisch versus salderend



Autarkisch: geen aansluiting publieke energienetten.
Mismatch vraag en aanbod volledig zelf opvangen.

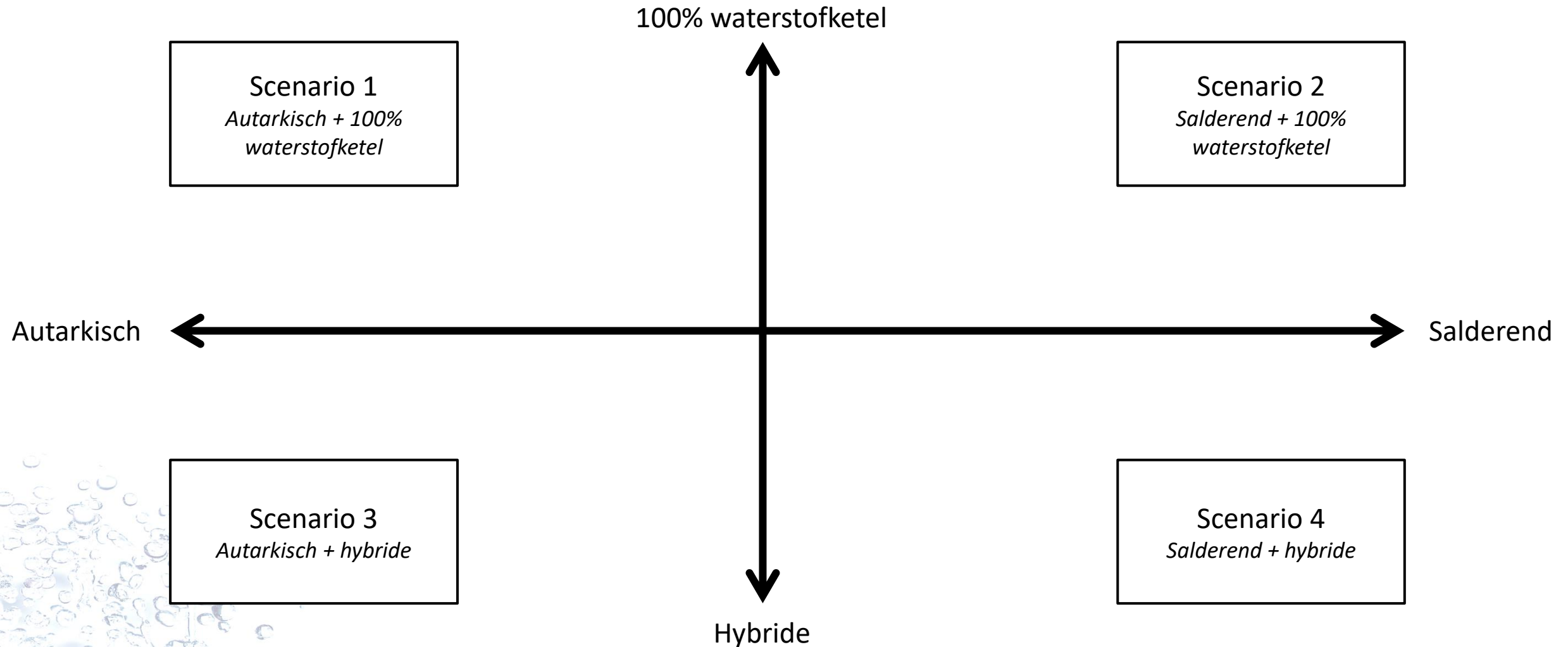
Consequentie: lokale opslag.



Salderend: wel aansluiting publieke energienetten.
Mismatch vraag en aanbod wordt `elders` opgevangen (bijv. nutsbedrijven).

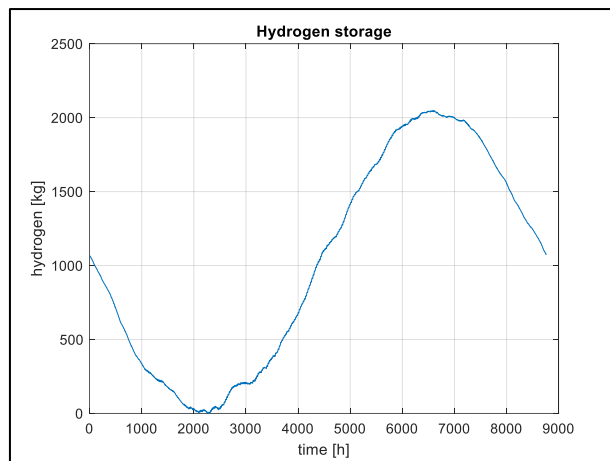
Consequentie: grote netaansluiting nodig en netcongestie.

Scenario's geven de uiterste mogelijkheden



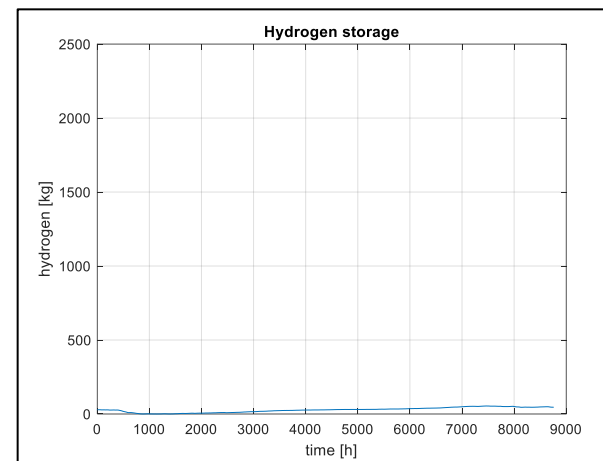
Scenario's geven de uiterste mogelijkheden

Simulaties gaan uit van de totale energiebehoefte warmte + elektra



1. Autarkisch + 100% H₂
Opwek: 1450m² PV-paneel
Electrolyser: 250kW
Opslag: 2000kg
Brandstofcel: 10kW
Extra netaansluiting: n.v.t.

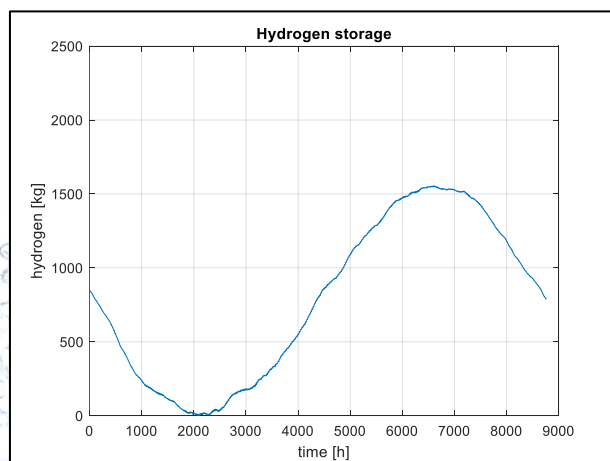
100% waterstofketel



2. Salderend + 100% H₂
Opwek: 1350m² PV-paneel
Electrolyser: 100kW
Opslag: alleen noodbuffer voor 2 koude weken = 50kg
Brandstofcel: n.v.t.
Extra netaansluiting: 200kW

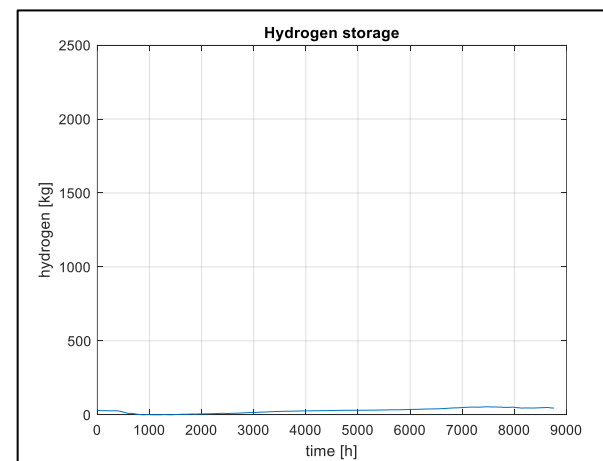
Autarkisch

Salderend



3. Autarkisch + hybride
Opwek: 1100m² PV-paneel
Electrolyser: 150kW
Opslag: 1500kg
Brandstofcel: 20kW
Extra netaansluiting: n.v.t.

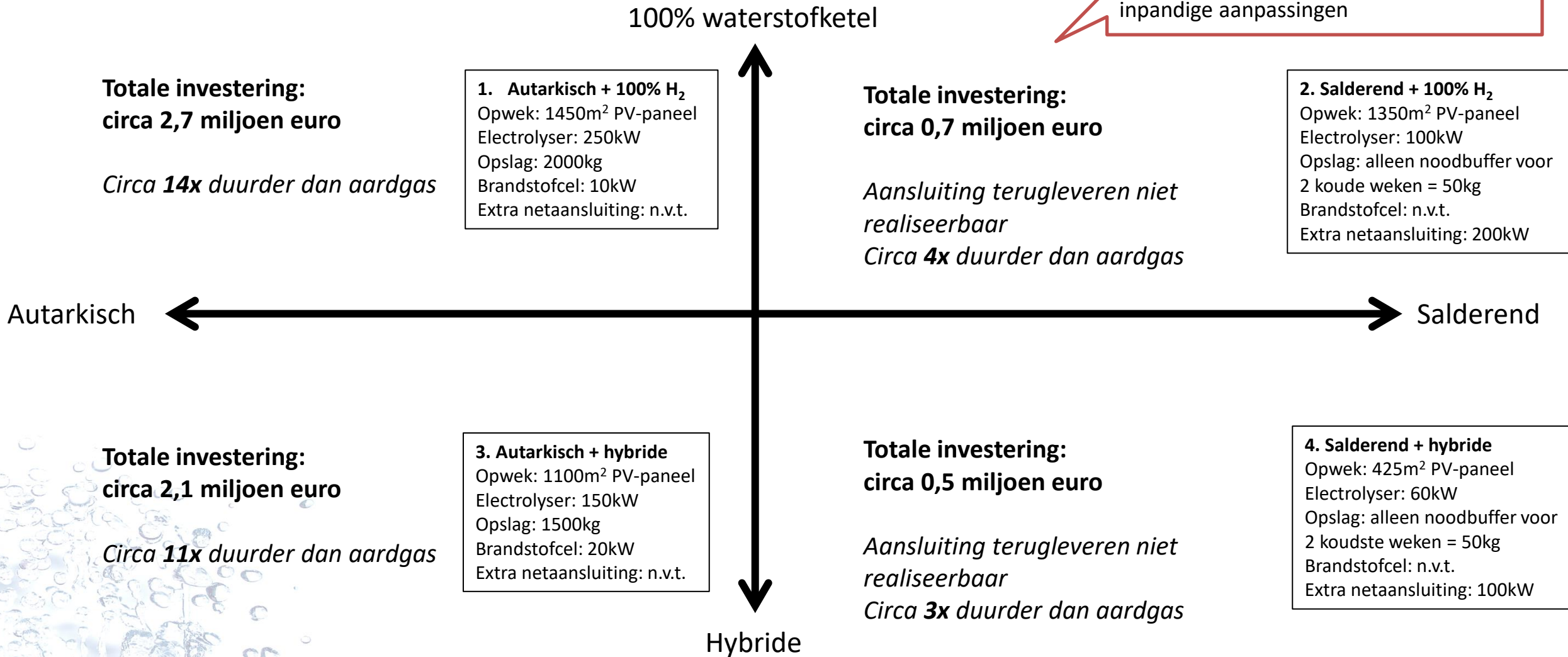
Hybride



4. Salderend + hybride
Opwek: 425m² PV-paneel
Electrolyser: 60kW
Opslag: alleen noodbuffer voor 2 koudste weken = 50kg
Brandstofcel: n.v.t.
Extra netaansluiting: 100kW

Uiterste 4 scenario's technisch of financieel uitdagend

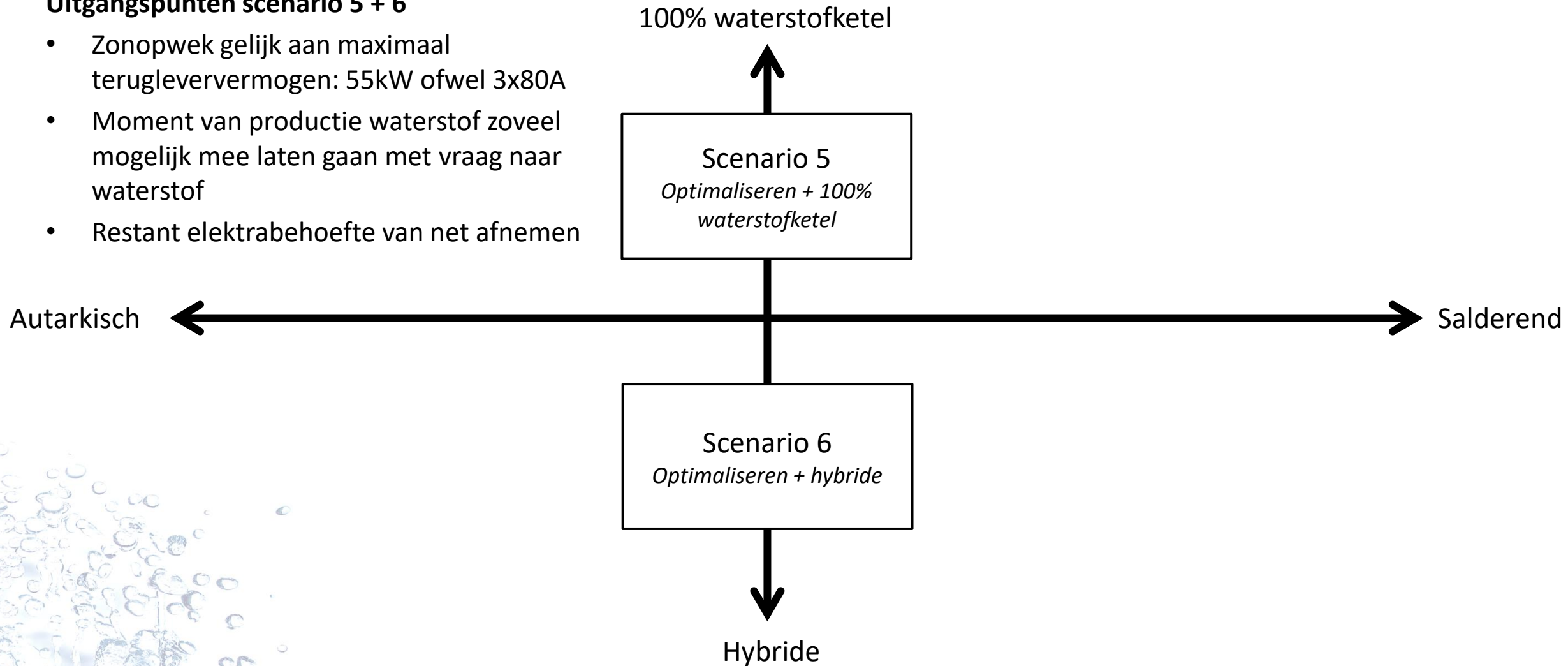
Investeringskosten: waterstofvoorziening, zonopwek, waterstofnet, engineering en in pandige aanpassingen



Optimaliseren op maximaal beschikbare netaansluiting

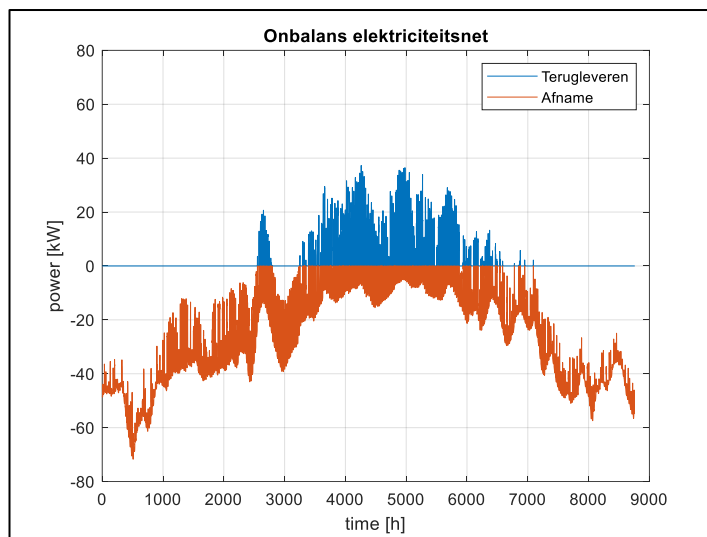
Uitgangspunten scenario 5 + 6

- Zonopwek gelijk aan maximaal terugleververmogen: 55kW ofwel 3x80A
- Moment van productie waterstof zoveel mogelijk mee laten gaan met vraag naar waterstof
- Restant elektrabehoefte van net afnemen



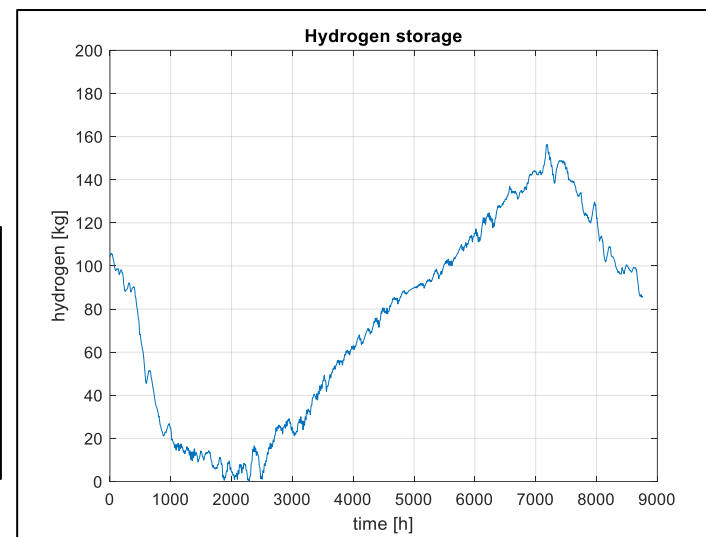
Resultaten: optimaliseren op maximaal beschikbare netaansluiting

Simulaties gaan uit van de totale energiebehoefte warmte + elektra



100% waterstofketel

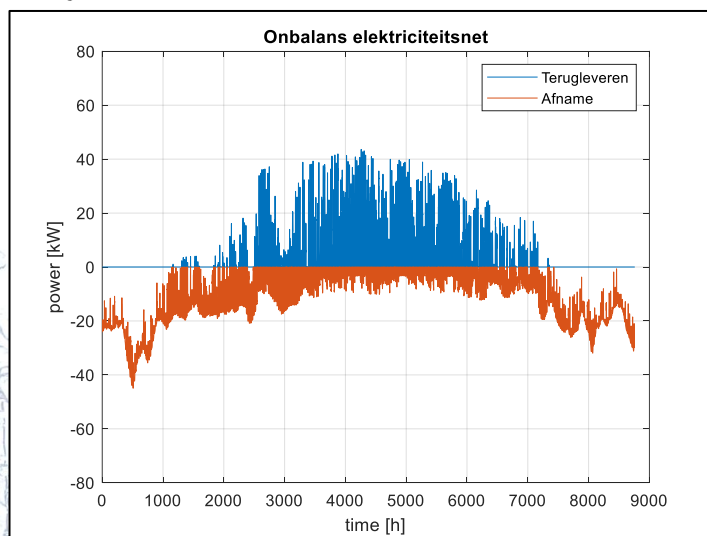
5. Optimaliseren + 100% H₂
Opwek: 300m² zonnepaneel
Electrolyser: 60kW
Opslag: 150kg
Brandstofcel: nvt
Extra netaansluiting: 55kW



Autarkisch

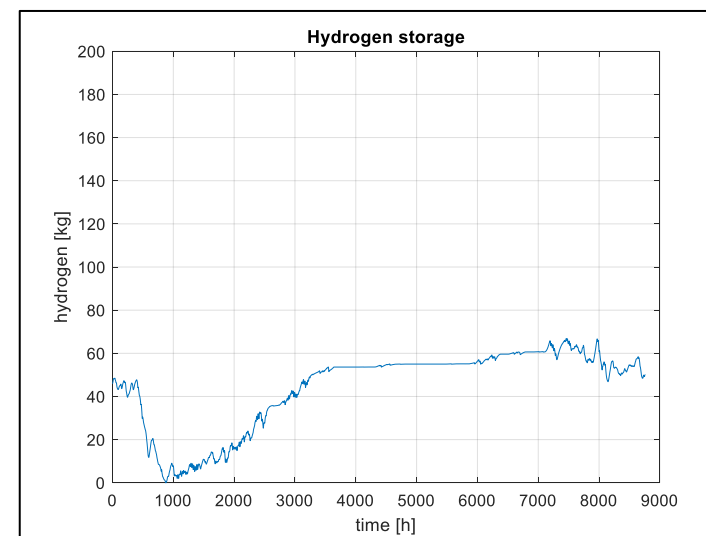


Salderend

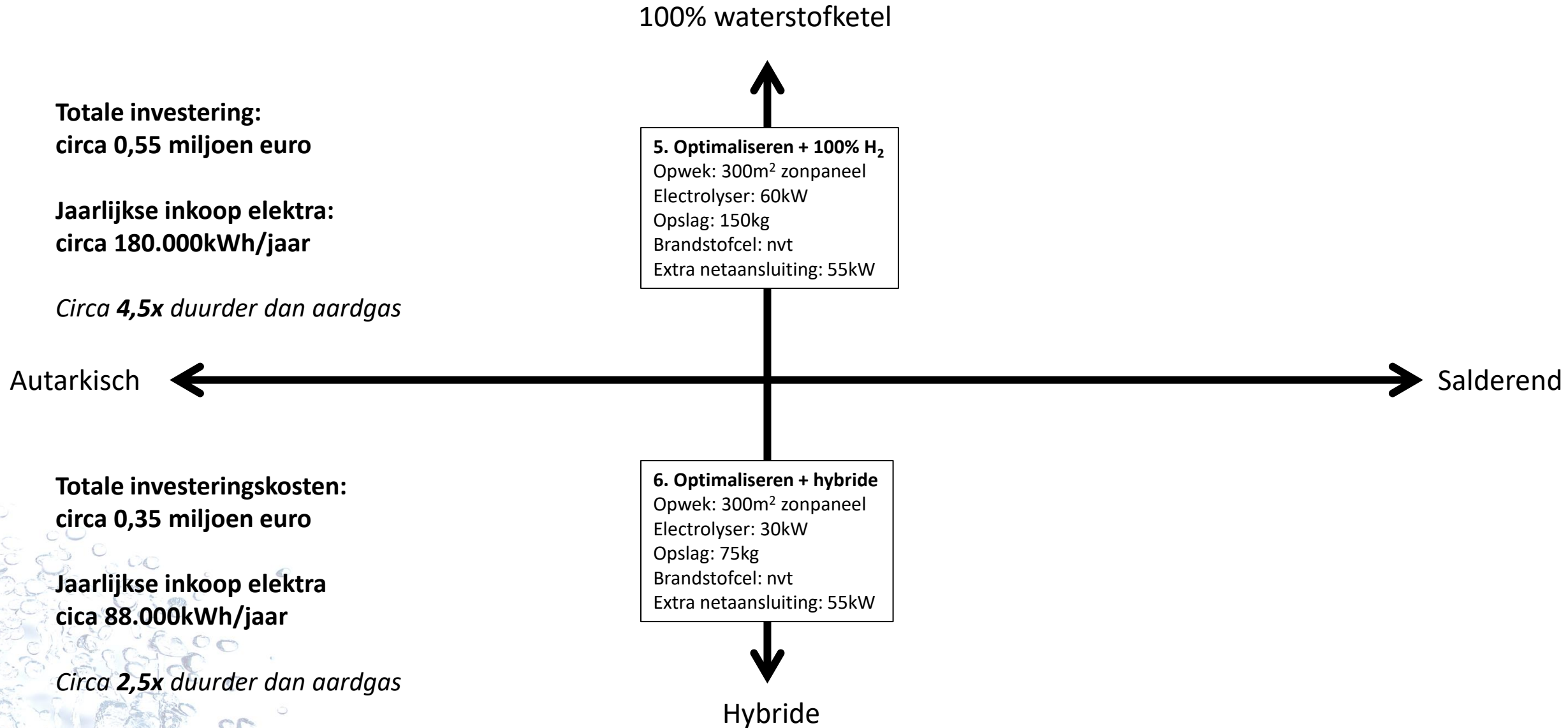


6. Optimaliseren + hybride
Opwek: 300m² zonnepaneel
Electrolyser: 30kW
Opslag: 75kg
Brandstofcel: nvt
Extra netaansluiting: 55kW

Hybride



Optimaliseren op maximaal beschikbare netaansluiting



Hoeveel grondoppervlak is nodig voor zonopwek?

		Autarkisch		Salderend		Optimum netaansluiting	
		100% H2	Hybride	100% H2	Hybride	100% H2	Hybride
Zonopwek	Oppervlakte PV-paneel	1450m ²	1100m ²	1350m ²	625m ²	300m ²	300m ²
	Oppervlakte grond	2200m ²	1650m ²	2000m ²	940m ²	450m ²	450m ²

Uitgaande dat zonnepanelen op het zuiden zijn gericht met circa opbrengst van 190kWh/m²paneel/jaar



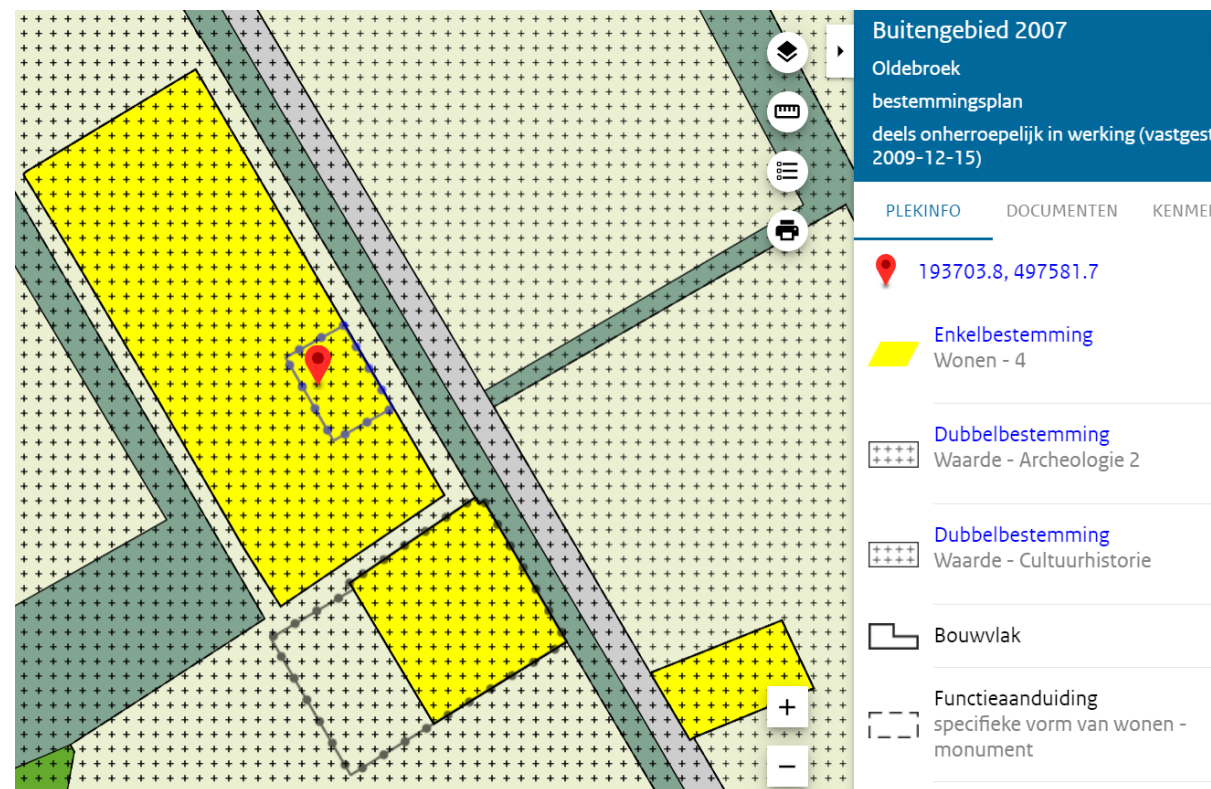
Wet- en regelgeving



Status wet- en regelgeving: productie H₂

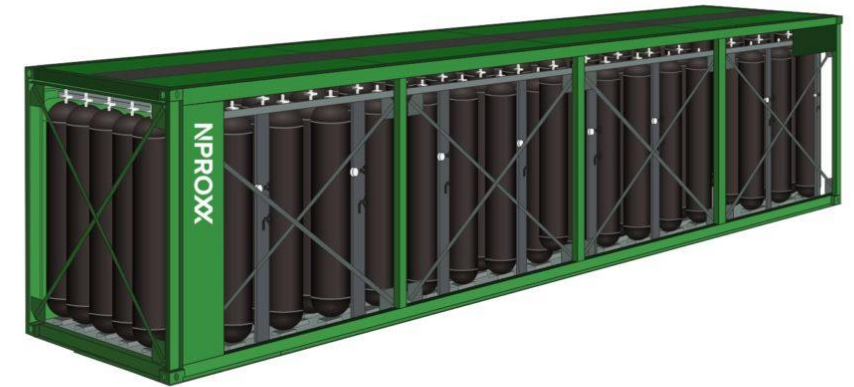
- De activiteit productie van waterstof is gedefinieerd als `vervaardigen van gevaarlijke stoffen` en is vergunningsplichtig
- Activiteit moet passen in bestemmingsplan
- Voor Landgoed Vollenhof: aanvraag wijziging bestemmingsplan en aanvraag wijziging vergunning

Belangrijk: in samenspraak met omgevingsdienst bepalen wat noodzakelijk is in vroeg stadium!



Status wet- en regelgeving: opslag H₂

- De activiteit opslag waterstof is gedefinieerd als `opslaan van gevaarlijke stoffen`
- Voorschriften uit het activiteitenbesluit gelden:
 - Opslagvoorziening moet voldoen aan praktijkrichtlijn PGS15
 - Generieke veiligheidsafstand van 10 meter tot bouwwerken/brandbare objecten zonder brandwerende voorziening
 - Generieke veiligheidsafstand van 0 meter tot bouwwerken/brandbare objecten met brandwerende voorziening



Voorbeeld 40ft opslagvoorziening van fabrikant NPROXX

Omgevingsdienst kan aanvullende eisen stellen + definitieve veiligheidsafstand kan afwijken door uitvoeren van kwantitatieve risico analyse (QRA)

Status wet- en regelgeving: distributie H₂

- Maximaal 0,5% bijmenging waterstof aan aardgas in het distributienet wettelijk toegestaan
- Waterstof wordt niet gezien als gas in de Gaswet.
 - Consequentie: transport en distributie van waterstof niet mogelijk binnen het gereguleerde domein van de netbeheerders
- Experimenteerruimte voor netbeheerders én hogere bijmengpercentages staan op politieke agenda

Mogelijkheid om 100% waterstof te distribueren: opzetten en beheren privaat distributienet

Land	Maximaal toegestaan volumepercentage waterstof in distributiegas
Nederland	0,5%
België	Niet gereguleerd
Tsjechië	0,0%
Denemarken	Niet gereguleerd
Duitsland	0,2 – 10%
Spanje	0,0%
Frankrijk	0,5%
Kroatie	0,0%
Letland	2%
Oostenrijk	4%
Zweden	0%
Finland	0%
Verenigd Koninkrijk	0,1%

Status wet- en regelgeving: inpandige gasketel H₂

- Gasketels 20% bijmengen waterstof zijn CE-gecertificeerd verkrijgbaar
- Gasketels 100% bijmengen waterstof wordt binnenkort CE-gecertificeerd op de markt verwacht
 - Remeha levert 100 waterstofketels in project Hoogeveen in 2022
 - Nefit-Bosch levert 1000 waterstofketels in project in Leeds (United Kingdom)
- Bouwbesluit 2012: conform gelijkwaardigheidsbeginsel aantonen dat inpandige installatie waterstof ten minste zelfde mate van veiligheid heeft als aardgas



Voorbeeld proefproject 100% waterstofketels in appartement Rotterdam

Onbekend hoe monumentaal pand afwijkt van bouwbesluit

Samenvatting resultaten (1/2)

		Autarkisch		Salderend		Optimum netaansluiting	
		100% H2	Hybride	100% H2	Hybride	100% H2	Hybride
Zonopwek	Oppervlakte PV-paneel	1450m ²	1100m ²	1350m ²	625m ²	300m ²	300m ²
	Oppervlakte grond	2200m ²	1650m ²	2000m ²	940m ²	450m ²	450m ²
Waterstof voorziening	Electrolyser	250kW	150kW	100kW	60kW	60kW	30kW
	Opslag H ₂	2500kg	2000kg	50kg	50kg	150kg	75kg
	Brandstofcel	10kW	20kW	nvt	nvt	nvt	nvt
Infrastructuur	Gasnet	aanleg lokaal waterstofnet in combinatie met hergebruik bestaande (aard)gasnet					
	Elektranet	geen extra netaansluiting		200kW	100kW	55kW	55kW
Inpandig per gebouw	Isolatie	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
	Lucht/water warmtepomp	nvt	4kW	nvt	4kW	nvt	4kW
	Ketel H ₂	30kW	30kW	30kW	30kW	30kW	30kW
Energie	Totale benodigde energie om energieneutraal te zijn	279.000kWh	211.000kWh	260.000kWh	120.000kWh	260.000kWh	120.000kWh
	Terugleveren/afname elektranet	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja
Juridisch	Bestemmingsplan	Huidige bestemmingsplan voldoet niet					
	Vergunning	Productie H ₂ is vergunningsplichtig. Opslag H ₂ is meldingsplichtig. Exploitatie lokaal waterstofnet alleen toegestaan door private partij.					

Samenvatting resultaten (2/2)

		Autarkisch		Salderend		Optimum netaansluiting		
		100% H2	Hybride	100% H2	Hybride	100% H2	Hybride	
Financieel aardgas	Investering cv-ketel	4x €2.500						Is gelijk aan warmte afkomstig van aardgas + stookhoutkachel
	Afschrijvingstermijn	15 jaar						
	Jaarlijks equivalent aardgasverbruik	13.300 m ³						
	Inkoop aardgas obv €1,00/m ³	€13.300						
	Onderhoud cv-installatie	-						
	Jaarlijkse kosten inkoop aardgas + afschrijving cv-installatie	€14.000						
Financieel waterstof	Investering waterstofvoorziening, infra, in pandig en zonopwek	2700k€	2100k€	700k€	500k€	550k€	350k€	
	Afschrijvingstermijn	15 jaar						
	Inkoop elektra obv €0,10kWh	-	-	2k€	4k€	20k€	7k€	
	Onderhoud waterstofinstallatie	17k€	14,5k€	8k€	5k€	5k€	2k€	
	Jaarlijkse kosten inkoop kWh + onderhoud afschrijving waterstofinstallatie	197k€	154,5k€	56,5k€	42,5k€	61,5k€	32,5k€	
Vergelijking	Meerkosten waterstof ten opzichte van aardgas	14x	11x	4x	3x	4,5x	2,5x	

Conclusies

Technisch

- Netcongestie elektranet maakt terugleveren zonopwek (voorlopig) alleen mogelijk tot 55kW
- Het verduurzamen van Landgoed Vollenhof met waterstof via 100% waterstofketel of hybride (50% warmtepomp + 50% waterstof) zijn technisch haalbaar
- Een hybride oplossing is efficiënter in energie dan de 100% waterstof oplossing
- Keuze grootte waterstofvoorziening hangt af in welke mate de mismatch tussen vraag en aanbod van energie lokaal wordt opgelost met opslag van waterstof

Financieel

- Systemen voor waterstofproductie en –opslag zijn commercieel verkrijgbaar. Een waterstofketel wordt in 2022 op de markt verwacht
- Een autarkische oplossing is een factor 11 tot 14 duurder dan aardgas
- Een oplossing waarbij de maximale beschikbare netcapaciteit wordt gebruikt is een factor 2,5 tot 4,5 duurder dan aardgas
- Pilotprojecten en subsidies zijn nodig om de kostprijs omlaag te brengen

Regelgeving

- Huidige bestemmingsplan voldoet niet voor waterstofactiviteiten
- Productie waterstof is vergunningsplichtig, opslag waterstof is meldingsplichtig, distributie waterstof alleen toegestaan door private partij

Aanbevelingen

Het volgende stappenplan wordt aanbevolen:

- Isoleer waar mogelijk om energiebehoefte van alle woningen te reduceren
- Onderzoek na voltooiing van isolatie in hoeverre een hybride optie (warmtepomp + cv-ketel op aardgas) mogelijk is. En koop de cv-ketel *waterstof-ready* in. Een mogelijke overstap in de toekomst naar waterstof is dan nog steeds mogelijk
- Onderzoek de mogelijkheden voor een pilotproject met waterstof



Contact

Wilt u weten welke mogelijkheden duurzame waterstof voor uw energiesituatie kan betekenen? Of wilt u een project met waterstof realiseren? Neem dan gerust contact met ons op.

Email: Info@HyMatters.com

© Copyrights HyMatters Research & Consultancy B.V.

De rechten van de foto's, afbeeldingen en illustraties in dit document liggen bij HyMatters Research & Consultancy B.V. tenzij anders aangegeven. Voor hergebruik van deze afbeeldingen en illustraties is toestemming nodig van HyMatters Research & Consultancy B.V. Met een verzoek hiervoor kunt u contact opnemen via Info@HyMatters.com.

HyMatters