A network diagram consisting of various sized circles (nodes) connected by thin lines (edges). The nodes are arranged in a non-uniform, interconnected pattern across the page. The circles are light blue with a white outline, and the lines are white. The background is a solid blue color.

KWR 2023.126 | April 2024

**Introductie en
methode-beschrijving
van de verkenning
Power-to-X aanpak in
de provincie Utrecht**

Introductie en methode-beschrijving van de verkenning Power-to-X aanpak in de provincie Utrecht

KWR 2023.126 | April 2024

Opdrachtnummer

403953

Projectmanager

Daniël Bakker

Opdrachtgever

Provincie Utrecht

Auteur(s)

Daniël Bakker, Diederik van Hasselt†, Murette Zwamborn

Kwaliteitsborger(s)

Ad van Wijk

Verzonden naar

Provincie Utrecht

Dit rapport is niet openbaar. Het rapport wordt in overleg met de opdrachtgever mogelijk openbaar gemaakt op een later moment.

Werkwijzen, rekenmodellen, technieken, ontwerpen van proefinstallaties, prototypen en door KWR gedane voorstellen en ideeën alsmede instrumenten, waaronder software, die in het onderzoeksresultaat zijn opgenomen, zijn en blijven het eigendom van KWR. Ook alle rechten die voortvloeien uit intellectuele- en industriële eigendom, alsmede de auteursrechten, blijven bij KWR berusten en derhalve eigendom van KWR.

Keywords

Power-to-X, gebiedsontwikkeling, systeemintegratie, elektriciteit, waterstof, warmte, netcongestie, energiehub, bedrijventerrein

Jaar van publicatie
2024

Meer informatie
Daniel Bakker
T 030 606 9544
E daniel.bakker@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

April 2024©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

Inhoud

Inhoud	3
1 Inleiding	4
1.1 Integrale aanpak van de energietransitie	4
1.2 Doel en aanpak van het onderzoek	4
1.3 Rapportage van het onderzoek en leeswijzer	5
2 Integrale benadering Power-to-X	6
2.1 Integrale aanpak in de energietransitie	6
2.2 Power-to-X concept	6
2.3 Meerwaarde Power-to-X	7
3 Selectie van drie voorbeeldlocaties	10
3.1 Werkwijze selectie	10
3.2 Selectiecriteria	10
3.3 Selectie van drie voorbeeldlocaties	10
4 Methode uitwerking locaties	11
4.1 Workshops	11
4.2 Uitwerking schetsontwerp: drie varianten	11
4.3 Technisch-economische analyse	12
Literatuur	15
I Uitwerking selectie criteria	16
Uitwerking selectiecriteria	16
II Workshops	20
Opzet workshop	20
Uitkomsten De Isselt, Amersfoort	21
Uitkomsten Utrecht, Lage Weide	23
Uitkomsten Veenendaal, Nijverkamp/het Ambacht	24

1 Inleiding

1.1 Integrale aanpak van de energietransitie

In de energietransitie worden oplossingen gezocht voor duurzame elektriciteit, warmte en vervoer. De transitie naar duurzame energie kent diverse knelpunten. Door elektrificatie en decentrale opwekking van hernieuwbare elektriciteit ontstaat capaciteitstekort op het elektriciteitsnet: in Utrecht worden de knelpunten momenteel al ervaren. Een ander knelpunt is dat de opwek van energie in de (nabije) toekomst steeds meer weer- of seizoenafhankelijk zal zijn, waardoor vraag en aanbod van energie niet altijd matchen [1]. De verduurzaming van mobiliteit, en met name voor zwaar verkeer en transport, vergt andere oplossingen naast elektrificatie, mede dankzij de opkomst van netcongestie.

De aanpak wordt op dit moment nog langs relatief aparte sporen uitgewerkt. Steeds duidelijker wordt dat deze sectorale uitwerking tot knelpunten op systeemniveau leidt. Om vraag en aanbod van energie aan elkaar te koppelen, moeten we nadenken over de rol van opslag en transport in het energiesysteem, en het omzetten van stroom in andere energiedragers zoals warmte en waterstof. Een integrale aanpak biedt meerwaarde en leidt tot lagere maatschappelijke kosten [2]. De Power-to-X (PtX) aanpak is een voorbeeld van een gebiedsgerichte, integrale systeemaanpak. KWR heeft deze PtX-aanpak uitwerkt voor een casus in Nieuwegein (zie Kader 1), die momenteel stap voor stap wordt gerealiseerd [3].

De integrale systeemaanpak heeft grote potentie om ook op andere locaties uitgewerkt te worden. Vanwege het integrale karakter van de aanpak, is voor de initiatie van nieuwe casussen ook een integrale aanpak nodig. In onderling overleg tussen de provincie Utrecht en KWR is een traject ontwikkeld, waarin we voor drie voorbeeldlocaties de potentiële meerwaarde van een integrale PtX-aanpak uitwerken en presenteren. De provincie Utrecht heeft KWR opdracht gegeven om dit traject samen met de provincie uit te voeren in het project 'Power-to-X Provincie Utrecht'.

1.2 Doel en aanpak van het onderzoek

In dit onderzoek is voor drie voorbeeldlocaties de toepassing van een integraal energiesysteem verkend:

- De werkwijze om te komen tot een integrale gebiedsaanpak is door middel van *learning-by-doing* onderzocht, met als achtereenvolgende stappen de selectie van voorbeeldlocaties, het ophalen van informatie over ontwikkelingen in het gebied via workshops, en het opzetten en analyseren van schetsontwerpen.
- De meerwaarde van een integraal energiesysteem is onderzocht door uitwerking van drie voorbeeldlocaties in de provincie Utrecht. Voor elk van de locaties is een schetsontwerp van een lokaal energiesysteem uitgewerkt. Met toepassing van de Power-to-X aanpak is een integraal systeem geschetst, met integrale koppeling van omzetting en opslag van de energiedragers elektriciteit, warmte en waterstof. De vergelijking wordt gemaakt met een referentiesysteem, waarin geen integrale koppelingen aanwezig zijn. Door middel van een technisch-economische doorrekening is onderzocht in hoeverre een integraal PtX-energiesysteem meerwaarde biedt ten opzichte van een referentiesysteem, voor de aspecten energielevering, kosten & duurzaamheid.

1.3 Rapportage van het onderzoek en leeswijzer

Het uitgevoerde onderzoek is gerapporteerd in presentatievorm: “Verkenning Power-to-X aanpak voor drie bedrijventerreinen in de Provincie Utrecht”, zie [rapport KWR 2023.125](#).

Het voorliggende rapport geeft een uitgeschreven introductie op de Power-to-X aanpak (hoofdstuk 2), en de gevolgde methode binnen het onderzoeksproject rond de selectie van drie voorbeeldlocaties (hoofdstuk 3) en de methode van uitwerking van de locaties met workshops, uitwerking van een schetsontwerp en de techno-economische analyses (hoofdstuk 4). De onderzoeksresultaten, conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in de rapportage in presentatievorm.

2 Integrale benadering Power-to-X

2.1 Integrale aanpak in de energietransitie

Het energiesysteem van Nederland moet schoon en toekomstbestendig worden, maar ook betrouwbaar en betaalbaar blijven. Lokale productie van duurzame zonne- of wind energie zal daar een belangrijk onderdeel in zijn. Dat blijkt ook uit de doelstelling van 35 TWh hernieuwbare energie op land in 2030 in het Klimaatplan [4]. Voor de mobiliteitssector is er de ambitie dat in 2030 alle nieuwe auto's emissieloos zijn, en ook de logistiek zal op grote schaal worden verduurzaamd.

Het inrichten van een gebalanceerd energiesysteem waar energie beschikbaar is op de juiste plek en tijd en in de juiste vorm, vraagt om een integrale aanpak. Belangrijke knelpunten zijn capaciteitsproblemen in het elektriciteitsnet, balanceringsvraagstukken en de verduurzaming van de mobiliteit. Om de energietransitie te versnellen is het belangrijk om lokaal na te denken over effectiever gebruik en opslag van beschikbare energie, en zo te zorgen voor minder energietransport en seizoens-overbrugging. In de huidige visies voor de energietransitie, zoals regionaal beschreven in de Regionale Energie Strategieën (RES) [5], voor gemeentes in de Transitievisie Warmte [6] en bedrijfsspecifiek vaak in een bedrijfsmilieuplan, zijn de aanpak voor elektriciteit en warmte nog relatief van elkaar gescheiden. Hierbinnen wordt de mobiliteitssector ook weer apart beschouwd (Regionale Mobiliteitsprogramma's [7]). Het Power-to-X concept brengt hier verandering in, door elektriciteit, waterstof, warmte en water binnen één integraal systeem, waarin alle sectoren worden gekoppeld, te bekijken.

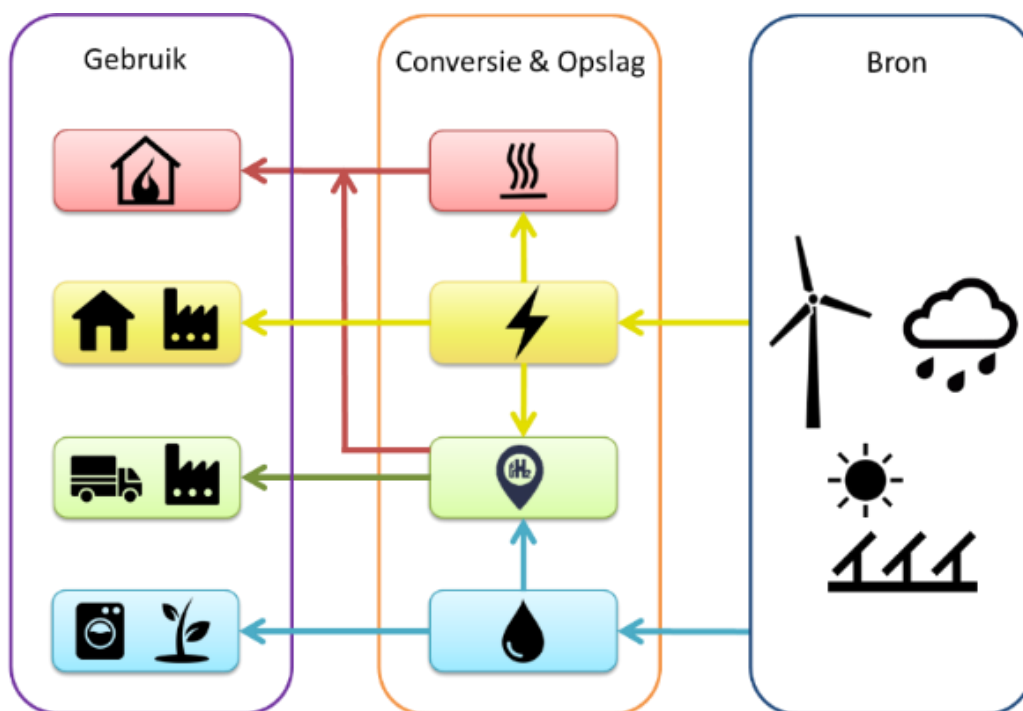
2.2 Power-to-X concept

Het Power-to-X concept is een uitwerking van een gebiedsgerichte integrale systeembenadering, met als basisgedachte 'lokale opwekking, benutting en opslag'. Het Power-to-X-concept kan een oplossing bieden voor de knelpunten van de energietransitie. Het verbindt sectoren en er wordt gewerkt met verschillende energiedragers.

Onderdelen van de Power-to-X aanpak kunnen zijn:

- Opwekking van duurzame elektriciteit
- Omzetting van overschotten van elektriciteit naar waterstof (electrolyser) of warmte (warmtepomp)
- Benutten van restwarmte van de electrolyser
- Opgang van regenwater voor benutting in de electrolyser
- Ondergrondse warmteopslag
- Levering van warmte via een warmtenet aan de gebouwde omgeving
- Levering van waterstof als brandstof in de logistieke sector
- Levering van elektriciteit aan elektrische auto's en benutten van auto's als batterij

In feite is de 'Power-to-X' aanpak een invulling van een "EnergieHub", zoals beschreven in een position paper van TKI Systeemintegratie [8]. Een schematische weergave van de samenhang tussen mogelijke elementen is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1. Schematische weergave van het Power-to-X-concept

2.3 Meerwaarde Power-to-X

De kern van de Power-to-X aanpak is een integrale aanpak, met integratie van verschillende energiedragers, en koppeling van meerdere sectoren. De basisgedachte is: 'lokale opwekking, benutting en opslag'. Een integrale aanpak is alleen zinvol, als er meerwaarde ontstaat voor een schoon, betaalbaar, betrouwbaar en toekomstbestendig energiesysteem. In deze paragraaf wordt de (potentiële) meerwaarde van de Power-to-X aanpak voor deze aspecten beschreven.

Schoon

Zon, wind en regen zijn de duurzame bronnen waarmee elektriciteit, waterstof, warmte en water worden gemaakt. Zo wordt naast een schone elektriciteitsvoorziening, ook een schone voorziening van warmte, water en transport gerealiseerd. Juist de verduurzaming van deze laatste sectoren vergt een grote inspanning, die potentieel versneld kan worden door een integrale aanpak.

Betaalbaar

Door een slimme en betere matching van vraag en aanbod kunnen de verschillende energiesystemen en het watersysteem optimaal worden benut en beter werken. Dit leidt tot minder investeringen en minder operationele kosten in het gehele systeem.

Betrouwbaar

Door elektriciteit om te zetten in waterstof en warmte kan duurzame energie gemakkelijker worden opgeslagen voor gebruik op het moment dat er vraag naar is, of juist in een andere vorm worden gebruikt. Waterstof kan weer worden omgezet in elektriciteit op momenten dat er niet genoeg duurzame elektriciteitsproductie is. Zo kunnen ook vraag en aanbod van duurzame elektriciteit altijd met elkaar in balans worden gebracht. Daarnaast kunnen andere energiedragers ook worden ingezet voor energievraag die niet met elektriciteit kan worden ingevuld, zoals hoge temperatuur warmte in de industrie. Dit zorgt voor een betrouwbare elektriciteits-, warmte- en transportbrandstoffenvoorziening.

Toekomstbestendig

In het Power-to-X systeem worden diverse energiesystemen en het watersysteem aan elkaar gekoppeld. Door energie zo efficiënt mogelijk lokaal op te wekken, te verbruiken en op te slaan in verschillende energiedragers, kan zo veel mogelijk duurzame energie nuttig worden gebruikt. Idem voor (regen)water, dat lokaal kan worden opgevangen en gebruikt. Dit draagt bij aan het creëren van een toekomstbestendig energie- en watersysteem, waarbij minder import van fossiele energiedragers nodig is en verschillende sectoren elkaar voorzien in energie- en watervraag. Door de integrale aanpak kunnen ook nieuwe opkomende technieken later toegevoegd worden aan het gekoppelde Power-to-X systeem.

In een eerder project is de meerwaarde van Power-to-X voor de locatie Nieuwegein al uitgewerkt door middel van een systeemontwerp. In het kader op de volgende bladzijde is dit omschreven.

Kader 1: Toepassing Power-to-X aanpak in Nieuwegein

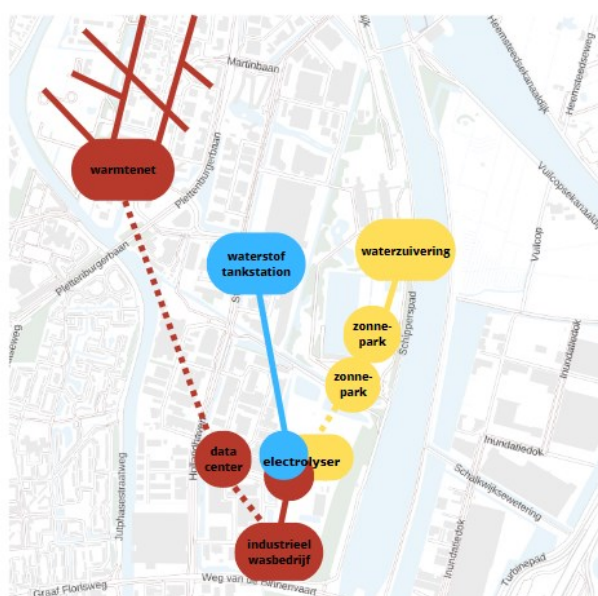
KWR heeft de Power-to-X-aanpak uitwerkt voor een casus in Nieuwegein. Een zon-PV park van 9,3 MW_p zorgt voor opwek van elektriciteit, in de toekomst mogelijk aangevuld met een aantal windturbines (3x3,2 MW). Een deel van de elektriciteit wordt benut op het WRK-terrein voor voorzuivering en transport van water uit het Lekkanaal naar de waterleidingduinen. Het overschot aan elektriciteit – met name in de zomer – kan ingezet worden voor productie van waterstof met een electrolyser. Voor levering van waterstof is een waterstof tankstation voorzien. Het overschot aan elektriciteit kan ook ingezet worden voor de productie van warmte (40-65°C) met een warmtepomp. Daarbij wordt de benodigde omgevingswarmte uit oppervlaktewater onttrokken. Opslag van deze warmte kan in een zogenaamd hoog temperatuur opslagsysteem (HTO) in de ondergrond plaatsvinden. Levering van warmte kan plaatsvinden aan woningen in de nabij gelegen woonwijk Rijnhuizen, of naar lokale bedrijven. Bij de productie van waterstof komt eveneens warmte vrij, deze warmte kan eveneens benut worden in de nabijgelegen woonwijk. Opvang van regenwater op de zonnepanelen wordt voorzien, ten behoeve van demiwater productie bestemd voor de electrolyser. Het energiesysteem is schematisch weergegeven in Figuur K1.

Uit doorrekening van het systeemontwerp Nieuwegein blijkt als meerwaarde:

- schoon: opwekking van duurzame elektriciteit (tot 13 GWh), productie van duurzame warmte en groene waterstof (tot 138 ton per jaar).
- betaalbaar: de investeringen in zon-PV en eventueel windmolens worden sneller terugverdiend door hogere inzet van de productiemiddelen. Bij lokale productie van waterstof kan de restwarmte van de electrolyser worden benut, dit scheelt in de kosten voor waterstof en warmteproductie (10% kostenreductie)
- betrouwbaar: meer lokaal gebruik en lagere afhankelijkheid van externe bronnen voor elektriciteit, warmte en waterstof (tot 55% van de lokaal benodigde waterstof kan lokaal geproduceerd worden)
- toekomstbestendig: minder zware netaansluiting nodig, minder inkoop van elektriciteit, warmte en waterstof nodig, flexibele opbouw van het lokale energiesysteem.

Het systeem wordt momenteel stap voor stap geïmplementeerd: het zon-PV park en een waterstof tankstation zijn gerealiseerd, de electrolyser en warmte-uitkoppeling naar lokale bedrijven zijn in ontwikkeling.

Meer informatie: [Power-to-X project \(kwrwater.nl\)](https://kwrwater.nl); [H-flex project \(kwrwater.nl\)](https://kwrwater.nl); [Opening waterstof tankstation \(hysolar.nl\)](https://hysolar.nl).



Figuur K1: Overzicht de elementen in het lokale energiesysteem ontworpen voor het bedrijventerrein Plettenburg-de Wiers in Nieuwegein. Het systeem wordt stap voor stap gerealiseerd.

3 Selectie van drie voorbeeldlocaties

3.1 Werkwijze selectie

In dit onderzoeksproject is gezocht naar een aantal voorbeeldlocaties, waarvan we inschatten dat een Power-to-X aanpak meerwaarde kan bieden voor het ontwikkelen van het (toekomstige) energiesysteem van een stedelijk gebied. De ontwikkelde werkwijze voor selectie van locaties geeft inzicht, hoe locaties kunnen worden geselecteerd waar een integrale aanpak naar verwachting meerwaarde biedt.

Het selectieproces bestond uit een inventarisatie van locaties binnen de provincie Utrecht (longlist), het opstellen van selectiecriteria, het uitvoeren van een QuickScan op basis van de selectiecriteria, en de keuze van drie voorbeeldlocaties.

Het selectieproces is gezamenlijk doorlopen met de provincie Utrecht en stakeholders. Meerwaarde van het gezamenlijk doorlopen is, dat het selectieproces zelf al gezien kan worden als 'learning-by-doing', omdat tijdens het traject bij de betrokkenen al duidelijker wordt, in welke situaties een integrale aanpak meerwaarde biedt.

3.2 Selectiecriteria

De volgende set van criteria zijn opgesteld.

De eerste drie criteria richten zich op het technische energiesysteem:

1. de aanwezigheid van lokale opwek van duurzame elektriciteit en andere bronnen,
2. de aanwezigheid van lokale energievraag voor elektriciteit, warmte en waterstof,
3. de kansen voor een integrale aanpak met sector-koppelingen en opslag.

Het vierde criterium omvat het organisatorisch perspectief:

4. betrokkenheid van lokale partijen.

Bij de uiteindelijke selectie van de voorbeeldlocaties voor dit onderzoek zijn nog twee aspecten meegenomen:

- de aanwezigheid van een logistieke component,
- variatie tussen locaties.

De uitgewerkte selectiecriteria zijn opgenomen in Bijlage I van deze rapportage.

3.3 Selectie van drie voorbeeldlocaties

Na het doorlopen van het selectieproces, heeft de projectgroep drie voorbeeldlocaties gekozen:

- Bedrijventerrein De Isselt in Amersfoort,
- Bedrijventerrein Lage Weide in Utrecht,
- Bedrijventerrein Nijverkamp/het Ambacht in Veenendaal.

Deze locaties zijn in het verdere onderzoek gebruikt als voorbeeld voor verkenning van de PtX-aanpak.

Over de selectie van de drie voorbeeldlocaties is een aanvullende tussenrapportage geschreven genaamd "Verkenning Power-to-X aanpak in de provincie Utrecht; Tussenrapportage: selectie van drie voorbeeldlocaties" met rapportnummer KWR 2023.131. Indien u toegang wil tot deze tussenrapportage verzoeken wij u om contact op te nemen met KWR Water Research Institute.

4 Methode uitwerking locaties

4.1 Workshops

De uitwerking van de drie voorbeeldlocaties is gestart met het verder verzamelen van gegevens en het verkennen van de contouren van het toekomstig energiesysteem. Voor elk van de locaties is een workshop gehouden, met als doel om zoveel mogelijk informatie te verzamelen over lokale ontwikkelingen en kansen, bezwaren, en potentiële knelpunten te inventariseren, en samen met betrokken organisaties na te denken over de mogelijkheden van een integrale aanpak. De informatie is benut als input voor de schetsontwerpen van het energiesysteem voor elk van de locaties.

Tijdens de workshops werd in groepen nagedacht over de elementen van het energiesysteem, de samenhang en de belangen in het gebied. Op een prikboard met een kaart werkten de deelnemers aan een ruimtelijke schets. Er werd nagedacht over de koppeling van het energiesysteem: hoe kunnen vraag en aanbod aan elkaar worden geknoopt met behulp van conversie, opslag en transport? Aan het einde van de workshop werden de uitkomsten van beide groepen plenair besproken en geëvalueerd.

In bijlage 2 zijn de uitkomsten van de workshops beschreven. Hieruit bleken ook de verschillen in aandachtspunten per locatie.

4.2 Uitwerking schetsontwerp: drie varianten

Op basis van de informatie uit de workshops, heeft KWR een schetsontwerp opgesteld voor het energiesysteem voor elke locatie. Waar nodig is aanvullende informatie gevraagd aan Stedin en betrokken organisaties.

Voor elk van de drie voorbeeldlocaties is een drietal schetsontwerpen van een lokaal energiesysteem uitgewerkt. Een systeemontwerp bestaat uit een combinatie van opwekking, omzetting, transport en opslag van energie, waarmee wordt voorzien in de vraag naar warmte, elektriciteit en waterstof voor ruimteverwarming, bedrijfsprocessen en transport.

De drie energiesystemen die voor elke locatie worden geschetst zijn als volgt omschreven:

- Het klassieke fossiele energiesysteem waarin elektriciteit en warmte voor de panden en processen worden geleverd door het elektriciteitsnet en het aardgasnet respectievelijk. De energie voor transport wordt geleverd door tankstations met diesel als energiedrager. Er is dus geen sprake van lokale opwekking of opslag van duurzame energie.
- Het geëlektrificeerde energiesysteem, een toekomstscenario zonder gebruik van fossiele brandstoffen. In dit scenario wordt een gedeelte van de elektriciteit lokaal duurzaam opgewekt en de rest wordt geïmporteerd. De warmtevoorziening, transport en mobiliteit worden volledig elektrisch ingevuld. Concrete lokale plannen en gangbare ontwikkelingen in de energiesector zijn meegenomen in dit scenario, zoals inzet van batterijen, cable-pooling en curtailment voor de opwekking van elektriciteit, toepassing van warmtepompen en seizoensopslag van warmte met een open bodemenergiesysteem;
- Het PtX-energiesysteem, een toekomstscenario zonder gebruik van fossiele brandstoffen dat voortbouwt op het geëlektrificeerde energiesysteem, maar met een verdergaande slimme combinatie van duurzame warmtebronnen, energieopslag en energieconversie. Op het bedrijventerrein wordt een energiehub ingericht om opwekking, opslag en gebruik van elektriciteit fysiek of administratief op elkaar af te

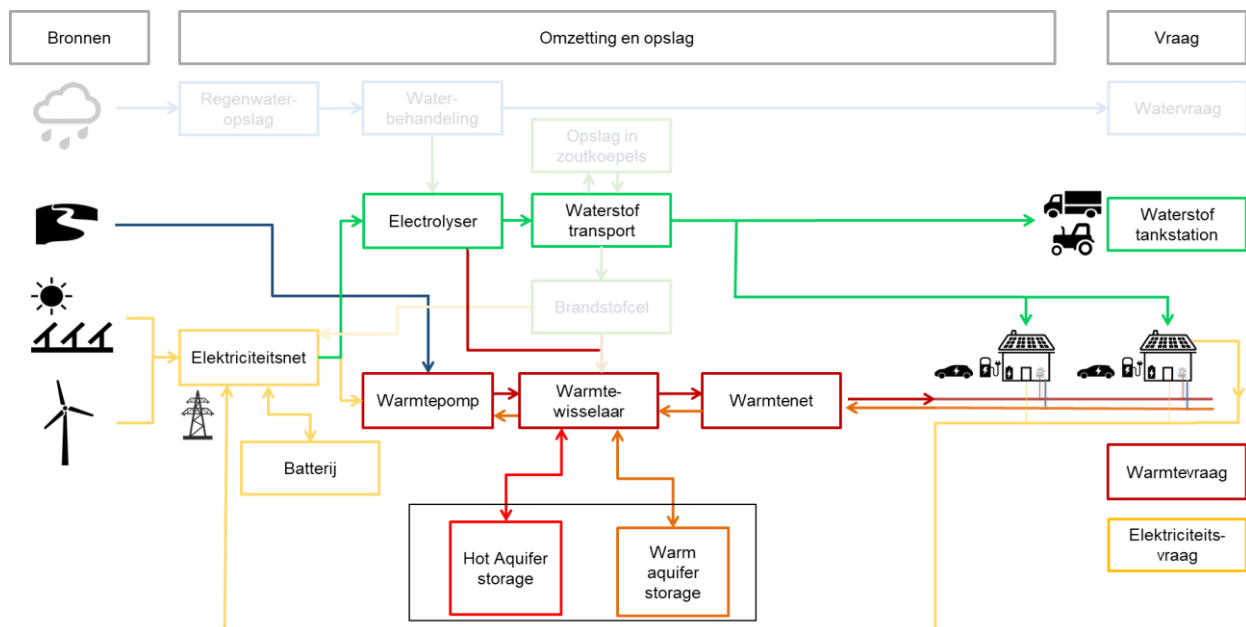
stemmen en met elkaar te verrekenen. Bovendien krijgt seizoensopslag van warmte een grotere rol en is diversificatie van energiedragers verder doorgevoerd, om zo de benodigde import en export van energie, en daarmee de benodigde netcapaciteit, te verkleinen.

Door vergelijking van deze drie scenario's kan worden afgeleid welke opgave (gedeeltelijke) elektrificatie met zich meebrengt en in hoeverre een integraal energiesysteem meerwaarde biedt ten opzichte van het geëlektrificeerde energiesysteem.

4.3 Technisch-economische analyse

De verschillende casussen en scenario's zijn doorgekend met het PtHubs model, ontwikkeld door KWR, waarmee techno-economische analyses worden gedaan. Met dit rekenmodel worden op uur-niveau vraag en aanbod van energie aan elkaar gekoppeld, en daarnaast worden economische berekeningen uitgevoerd. Verschillende vormen van opslag kunnen worden gebruikt om het systeem in balans te brengen, zoals batterijen, warmte dagbuffers, ondergrondse warmteopslag of waterstoftanks. In het Power-to-X Provincie Utrecht project is gerekend met elektriciteit, warmte, aardgas en waterstof en is voor elke casus een representatieve modelversie gemaakt.

Meer informatie over de opbouw en functionaliteit van het PtHubs model is te vinden in verschillende rapporten en publicaties [9][10][11]. De versie van het PtHubs model zoals toegepast voor dit project omvat scenario analyses (ontwerpevaluaties) op basis van door de gebruiker ingestelde parameters, met een schetsontwerp voor de aansturing van de assets, oftewel de onderdelen van het energiesysteem (zoals de electrolyser, warmtepompen en buffers). Deze aansturing is geschetst met het doel om de benodigde aansluitcapaciteit te verlagen door lokale benutting, opslag en curtailment van duurzaam opgewekte elektriciteit.



Figuur 4.2 Overzicht van en samenhang tussen de belangrijkste onderdelen die zijn opgenomen in het PtHubs model, waarbij de gebruikte onderdelen in Power-to-X provincie Utrecht zijn uitgelicht

Aannames

Om de technisch-economische analyses uit te voeren zijn veel aannames nodig, bijvoorbeeld over de prestaties en aansturing van assets, over de financiële bedrijfsvoering, inkoop, maar ook over de eigenschappen van het

overkoepelende energiesysteem en het weer. Het is uitdagend om een evenwichtige set parameters samen te stellen die leidt tot een representatieve dataset. Zo zijn toekomstige energieprijzen beschikbaar, maar geen toekomstige weerprofielen. Derhalve hebben wij ervoor gekozen om een representatief jaar samen te stellen uit zoveel mogelijk recente data of korte termijn voorspellingen. De weerprofielen voor buitentemperatuur, zoninstraling en windsnelheid zijn gebaseerd op metingen verricht in de provincie Utrecht gepubliceerd door het KNMI voor het jaar 2022. De energieprijzen zijn gebaseerd op ICE Endex groothandelsmarktprijzen voor het jaar 2026, de energiebelastingtarieven zijn gebaseerd op de tarieven voor 2026 uit het belastingplan [12]. De netwerkkosten zijn gebaseerd op tarieven voor grootverbruikers gepubliceerd door Enexis voor 2023. De belangrijkste aannames die ten grondslag liggen aan de berekeningen hebben wij opgenomen in het overzicht hieronder.

Gezien de grote hoeveelheid aannames hebben wij ervoor gekozen om deze niet allemaal op te nemen in deze rapportage. Indien u toegang wil tot specifieke aannames die zijn gebruikt in de techno-economische analyses verzoeken wij u om contact op te nemen met KWR Water Research Institute.

Emissies en Business-case

CO ₂ emissiefactoren (tank-to-wheel) [17][18]		
Netstroom	0,12	ton/MWh
Aardgas	0,18	ton/MWh
Diesel	0,23	ton/MWh
Biomassa	0,001	ton/MWh
Biogas	-	ton/MWh
Stroom teruglevering	-0.29	ton/MWh

Kosten energie-inkoop, emissies en kapitaal		
Elektriciteitsprijs	131,99	euro/MWh
Terugleververgoeding elektriciteit	105,59	euro/MWh
gasprijs	42,94	euro/MWh
Biomassaprijs (pellets)	125,00	euro/ton
Biogasprijs (eigen productie)	60,20	euro/MWh
Emissiekosten [13]	95,00	euro/ton CO ₂
Weighted average cost of capital (WACC)	6%	

Netwerkkosten		
Transportkosten	14,50	euro/MWh
Gecontracteerd vermogen	18,62	euro/kW/jaar
Maximaal maandelijks vermogen	2,21	euro/kW/maand

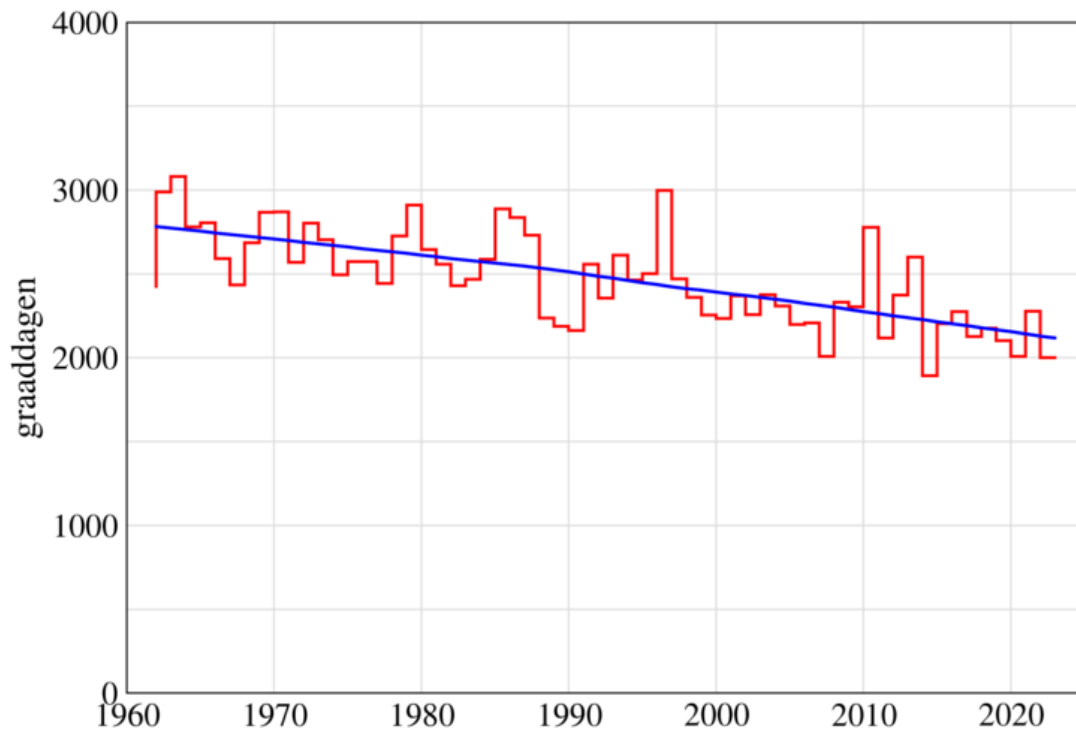
Het weerjaar 2022

De weergelateerde inputgegevens voor deze studie, te weten zoninstraling, windsnelheden en buitentemperaturen, zijn gebaseerd op het weerjaar 2022. De verwarmingsbehoefte in een jaar wordt typisch uitgedrukt in graaddagen, een maat voor het aantal dagen per jaar dat er gestookt moet worden en voor de hoeveelheid graden die overbrugd moet worden op die dagen. In Figuur 4.2 is het aantal graaddagen te zien in de afgelopen decennia en zien we dat het jaar 2022 een relatief mild jaar was met ongeveer 2000 graaddagen [14]. Daarmee is het een jaar dat model kan staan voor een toekomstig jaar, waarvoor we verwachten dat de gemiddelde buitentemperatuur verder toe zal nemen als gevolg van klimaatverandering. Bovendien zien we dat

2022 een bijzonder zonnig jaar was, met 1195 volle zonuren [15]. Voor de productie van elektriciteit door middel van windturbines zijn er in 2022 in de provincie Utrecht 2.267 vollasturen bereikt [16]. Dit is niet exceptioneel laag of hoog.

Resultaten, conclusies en aanbevelingen

De uitkomsten van de technisch-economische analyses, de vergelijking van varianten en de conclusies en aanbevelingen zijn gerapporteerd in “Verkenning Power-to-X aanpak voor drie bedrijventerreinen in de Provincie Utrecht” met rapportnummer KWR 2023.125 ([link](#)).



Figuur 4.3. Aantal graaddagen in De Bilt voor de periode van 1961 tot 2022. Hier is te zien dat het jaar 2022 een relatief mild jaar was. Hiermee staat het jaar model voor toekomstige jaren, waarvoor de verwachting is dat omgevingstemperaturen verder zullen toenemen naar aanleiding van klimaatverandering. Bron:

Literatuur

- [1] Wijk, A. van, Roest, E. van der & Boere, J. (2023). Groene energie voor iedereen. KWR Water Research Institute, Hysolar, Hydrogen Europe en Dii Desert Energy.
- [2] Roest, E. van der (2023). Energy and Water system integration in the urban environment. Proefschrift Technische Universiteit Delft.
- [3] Roest, E. van der (2020). Solar Power to the People: Systeemontwerp Power-to-X. KWR, Nieuwegein.
- [4] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat; Klimaatplan 2021-2030; april 2020; [link](#)
- [5] Nationaal Programma Regionale Energiestrategie; RES en Voortgangsrapportage per regio; [link](#)
- [6] Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG); Transitievisie warmte; [link](#)
- [7] Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG); Regionale mobiliteitsprogramma's; [link](#)
- [8] Topsector Energie – Systeemintegratie; Energy Hubs: Vitale knooppunten in een energiesysteem; november 2021; [link](#)
- [9] E. van der Roest, L. Snip, M. Bloemendal, and A. van Wijk, "Power-to-X," Nieuwegein, KWR 2018.032, 2018 [Online]. Available: [link](#)
- [10] E. van der Roest, L. Snip, T. Fens, and A. van Wijk, "Introducing Power-to-H3: Combining renewable electricity with heat, water and hydrogen production and storage in a neighbourhood," Appl. Energy, vol. 257, Jan. 2020.
- [11] E. van der Roest, T. Fens, M. Bloemendal, S. Beernink, J. P. van der Hoek, and A. J. M. van Wijk, "The Impact of System Integration on System Costs of a Neighborhood Energy and Water System," Energies, vol. 14, no. 9, p. 2616, May 2021.
- [12] Ministerie van Financiën; Belastingplan 2023; 4.22 Samenhangende wijzigingen Wet belastingen op milieugrondslag en Wet opslag duurzame energie- en klimaattransitie; [link](#).
- [13] Nederlandse Emissieautoriteit; Actuele tarieven CO₂-heffing industrie; [link](#).
- [14] KNMI; Het weer in Nederland in 2022 – gemiddelden en trends; KNMI specials 02; 13 maart 2023; [link](#).
- [15] KNMI; Maandsommen zonneshijnduur, normalen, anomalieën; [link](#).
- [16] CBS; Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie; 14-11-2023; [link](#).
- [17] Lijst emissiefactoren; CO₂ emissiefactoren; [link](#).
- [18] A. Hoekstra, M. Steinbuch; "Comparing the lifetime greenhouse gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel"; TU Eindhoven; 2020; [link](#).

I Uitwerking selectie criteria

Uitwerking selectiecriteria

1. Aanwezigheid van lokale opwek van duurzame elektriciteit en andere bronnen

Om het Power-to-X concept goed te laten werken is het van belang of op de locatie duurzame elektriciteitsopwekking aanwezig is, zoals zonnepanelen of windenergie. Een tijdelijk overschot aan elektriciteit kan in de PtX-aanpak benut worden voor omzetting naar andere energiedragers zoals warm water of waterstof.

De Power-to-X aanpak heeft daarnaast meer kans van slagen op een locatie bij aanwezigheid van lokale duurzame warmte bronnen (bijvoorbeeld geothermie of restwarmte), of lokale productie van biogas of waterstof (gericht op toepassing in transport).

Voor de beoordeling is gekeken naar aanwezigheid, of het stadium van de planvorming voor de duurzame opwek. De uitwerking van de beoordelingscriteria is als volgt:

1. Aanwezigheid van lokale opwek van duurzame elektriciteit en andere bronnen

- Duurzame opwek elektriciteit: wat is het stadium van de planvorming?
 - Geen planvorming: 0 punten
 - Planvorming (nog geen realisatie voor 2025): 2 punt
 - Concreet plan (plan voor 2025): 4 punten
 - Gerealiseerd: 6 punten
- Andere duurzame bronnen: wat is het stadium van de planvorming?
 - Geen planvorming: 0 punten
 - Planvorming (nog geen realisatie voor 2025): 1 punt
 - Concreet plan (plan voor 2025): 2 punten
 - Gerealiseerd: 3 punten

2. Aanwezigheid van lokale energievraag voor elektriciteit, warmte en waterstof

De aanwezigheid van lokale energievraag voor elektriciteit, warmte én transport is van belang, omdat bij de PtX-aanpak specifiek gekeken wordt naar de meerwaarde van omzetting naar andere energiedragers.

Elektriciteit

Aangezien elektriciteitsvraag altijd aanwezig is, wordt dit in dit onderzoek niet als onderscheidend criterium gezien.

Warmte

Bij de PtX-aanpak wordt een koppeling gemaakt aan de lokale warmtevraag, hetzij van woningen, hetzij van een bedrijventerrein. Voor de beoordeling van de warmtevraag van een woonwijk hanteren we andere criteria dan voor warmtevraag van een bedrijventerrein. Bij een woonwijk is randvoorwaarde dat de warmtevraag collectief kan worden ingevuld: van belang is of een warmtenet mogelijk is, of al aanwezig is. De warmtetransitie visies voor 2030 geven hier inzicht in. De mogelijkheden voor koppeling tussen elektriciteit en warmte is het meest kansrijk bij lage temperatuur warmtenetten (<70°). Bij bedrijventerreinen zijn de mogelijkheden voor warmtekoppelingen op basis van *expert judgement* ingeschat, met als onderscheid 'complex inpasbaar' of 'simpel inpasbaar'.

Waterstof

Als er binnen de projectgroep één of meerdere marktpartijen bekend zijn die initiatieven ontplooiën voor een waterstof tankstation, dan wordt dit als kansrijk beoordeeld voor de PtX-aanpak.

De uitwerking van de beoordeling voor dit criterium ziet er als volgt uit:

2. Aanwezigheid van lokale energievraag voor elektriciteit, warmte en waterstof

- Elektriciteitsvraag
 - Aangezien de elektriciteitsvraag altijd aanwezig is, is dit geen onderscheidende factor. Om die reden worden er geen punten toegekend voor dit criterium.
- Warmtevraag in een woonwijk:
 - Geen potentiële collectieve warmtevraag/niet mogelijk: 0 punten
 - Potentiële collectieve warmtevraag (> 70°C) : 1 punt
 - Potentiële collectieve warmtevraag (< 70°C): 2 punten
 - Collectief warmtenet aanwezig (> 70°C) : 3 punten
 - Collectief warmtenet aanwezig (< 70°C): 4 punten
- Warmtevraag op een bedrijventerrein:
 - Niet aanwezig/niet mogelijk: 0
 - Potentieel mogelijk, *expert judgement* 'complex inpasbaar': 1 punt
 - Potentieel mogelijk, *expert judgement* 'simpel inpasbaar' (bijv. één op één uitwisseling): 2 punten
 - Warmtenet al aanwezig: 4 punten

De hoogste score voor de warmtevraag van woonwijk of bedrijventerrein wordt aangehouden.
- Waterstofvraag
 - Geen potentiële waterstofvraag: 0 punten
 - Potentiële waterstofvraag bij één marktpartij: 2 punten
 - Potentiële waterstofvraag bij meerdere partijen (of één substantiële): 4 punten

3. Kansen voor integrale aanpak

Dit criterium is essentieel voor de meerwaarde van een Power-to-X aanpak. Om integrale kansen te beoordelen zijn de onderstaande aspecten meegenomen.

Capaciteit uitwisseling: potentie tot energie uitwisseling van elektriciteit naar warmte/waterstof

De PtX-aanpak biedt meerwaarde op locaties waar de vraag naar waterstof en/of warmte kan worden ingevuld met lokale elektriciteit opwekking. Hoe groter het aandeel van waterstof en/of warmte waarin naar schatting kan worden voorzien, hoe effectiever de Power-to-X aanpak. Bij de beoordeling is in deze *quick scan* gekeken naar de omvang van de planvorming voor duurzame opwek en aanwezige of potentiële vraag, op basis van bekende informatie over (grote) opwekkers en afnemers in het gebied. Het gaat om een inschatting.

Buffering: potentie tot energie uitwisseling in de tijd

Het achterliggende idee van deze score is dat de Power-to-X aanpak meer kan bijdragen bij langdurige overbrugging van energievraag en aanbod (het meest indien seizoensopslag mogelijk is). Bij kortdurende mismatches zijn er ook andere oplossingen mogelijk en is een integrale aanpak met combinatie van energiedragers minder voor de hand liggend. Ook hier is de beoordeling op basis van bekende informatie uitgevoerd. Met name bij warmtevraag in woningen is seizoensopslag van belang.

Afstand: de afstand tussen opwek en de vraag van warmte en waterstof

Bij korte afstand tussen vraag en aanbod zijn hogere kansen aanwezig voor uitwisseling. De Power-to-X aanpak kan dan veel meerwaarde bieden. Hoe groter de afstand, des te hoger de investeringskosten voor infrastructuur. Hierdoor ligt de Power-to-X aanpak minder voor de hand.

Netcongestie: de mate van problematiek rondom netcongestie

De meerwaarde van een integrale PtX-aanpak zal naar verwachting groter zijn op locaties met (vooraankondiging voor) structurele netcongestie. Dit aspect is beoordeeld op basis van de Capaciteitskaart van Netbeheer Nederland (geraadpleegd november 2022).

3. Kansen voor integrale aanpak

- Capaciteit: potentie tot energie-uitwisseling van elektriciteit naar warmte/waterstof
 - Waterstof/warmtevraag kan naar schatting voor < 20% worden ingevuld: 0 punten
 - Waterstof/warmtevraag kan naar schatting voor 20-70% worden ingevuld: 1 punt
 - Waterstof/warmtevraag kan naar schatting voor >70% worden ingevuld: 3 punten
- Noodzaak buffering: potentie tot energie-uitwisseling in de tijd
Benodigde opvang van mismatch tussen vraag en aanbod:
 - Geen buffering nodig, vraag en aanbod vrijwel gelijktijdig: 0 punten
 - Buffering nodig op dag- tot weekbasis: 1 punt
 - Buffering nodig op seizoensbasis: 2 punten
- Afstand: potentie tot warmte-uitwisseling
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van warmte >3km - 0 punten
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van warmte 1-3 km - 1 punt
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van warmte <1km - 3 punten
- Afstand: potentie tot waterstof-uitwisseling
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van waterstof >3km - 0 punten
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van waterstof 1-3 km - 1 punt
 - Afstand tussen potentiële bron en gebruiker van waterstof <1km - 2 punten
- Netcongestie
NL kaart netcongestie, vanaf categorie oranje: [kaart netbeheer NL](#)
 - Er is geen sprake van netcongestie: 0 punten
 - Er is sprake van netcongestie voor of invoeding, of terugvoeding: 1 punten
 - Er is sprake van netcongestie voor invoeding en terugvoeding: 2 punten

4. Betrokkenheid lokale partijen

Om een integrale aanpak te initiëren, is betrokkenheid van lokale partijen essentieel: lokale, betrokken en innovatieve partijen vanuit alle sectoren en over de hele breedte van de keten. Deze partijen moeten bereid zijn om mee te denken en (samen) te werken aan de realisatie van een integraal energiesysteem, vanuit een gedeeld draagvlak voor een integrale oplossing. Het is goed om te beseffen dat een integrale PtX-aanpak nog in pilot-stadium is, en daarmee het meest geschikt voor samenwerking tussen vooruitstrevende partners met toekomstvisie en doorzettingsvermogen.

Voor de invulling van dit criterium in de betrokkenheid van de verschillende ketenpartners beschouwd: zijn er meerdere ketenpartners betrokken bij het initiatief? Zijn er tegengeluiden bekend, werken marktpartijen los van elkaar, of zijn er al stappen voor samenwerking gezet?

In de *quick scan* is de beoordeling uitgevoerd op basis van bekende informatie bij de projectgroep en geraadpleegde externe partijen.

De uitwerking van de beoordelingscriteria voor het vierde criterium ziet er als volgt uit:

4. Betrokkenheid lokale partijen

- Betrokkenheid van verschillende ketenpartners:
Per onderdeel van de keten 1 punt:
 - Productie en distributie: marktpartijen
 - Afnemers: ondernemers of woonwijk
 - Overheid: gemeente

- Draagvlak
 - Zijn er tegengeluiden bekend: -2 punten
 - Individuele initiatieven, (nog) geen samenwerking: 0 punten
 - Enkele partijen met interesse voor samenwerking, (nog) geen regie: 2 punten
 - Brede betrokkenheid, al stappen gezet voor samenwerking op energiegebied: 3 punten

Aanvullend criterium: logistieke component

De verduurzaming van de logistieke sector is een complexe opgave. De Provincie Utrecht ziet in de Power-to-X aanpak specifieke kansen en heeft het onderzoek 'Power-to-X Provincie Utrecht' geïnitieerd vanuit het Programma Goederenvervoer. Locaties waarbij goederenvervoer (mobiliteit) een substantieel onderdeel van de casus vormt, hebben de voorkeur.

De uitwerking van het aanvullende criterium ziet er als volgt uit:

Logistiek

- Logistiek aanwezig op de locatie?
 - Nee
 - Ja

II Workshops

Opzet workshop

Voor elk van de onderzoekslocaties is een workshop georganiseerd met belanghebbenden van de casus. De workshops hadden tot doel om zoveel mogelijk informatie te verzamelen die van belang was om het schetsontwerp te maken voor de desbetreffende casus. Het ging hierbij voornamelijk om lokale ontwikkelingen rondom het energiesysteem en om kansen, bezwaren en potentiële knelpunten te identificeren. Samen met de belanghebbenden is tijdens de startbijeenkomsten deze informatie (ruimtelijk) in kaart gebracht. KWR heeft naar aanleiding van de verkregen informatie voor elk van de casussen een integraal energie-schetsontwerp gemaakt.

Nadat het project en het doel van de workshop was geïntroduceerd aan de deelnemers, stelde iedereen zich kort voor waarbij iedereen werd gevraagd ook eerste ideeën (belangen, bezwaren, kansen etc.) te benoemen. Zo lag er zo veel mogelijk informatie op tafel aan het begin van de workshop. Vervolgens werd de groep van deelnemers in tweeën gesplitst, waarbij beide groepen gingen nadenken over de ruimtelijk invulling van het lokale energiesysteem van de desbetreffende casus. De twee groepen kregen beide een prikboard met een kaart van de casus tot hun beschikking waarop zij elementen konden prikken om zo het energiesysteem te schetsen.

Beide groepen plaatsten de informatie die zij over de casus wisten en de ideeën die zij hadden per thema (opwek & vraag) op de kaart. Vervolgens werd met behulp van de neergelegde elementen nagedacht over de koppeling van het energiesysteem: hoe kunnen vraag en aanbod aan elkaar worden geknoopt met behulp van conversie, opslag en transport? Aan het einde van de workshop werden de uitkomsten van beide groepen plenair besproken en geëvalueerd



Figuur B2.1. Sfeerimpressie van de workshop over het bedrijventerrein Lage Weide in de stad Utrecht, met vertegenwoordiging van de provincie Utrecht, de gemeente Utrecht en het Energiecollectief Utrechtse Bedrijven (ECUB).

Uitkomsten De Isselt, Amersfoort

Bij de workshop over bedrijventerrein de Isselt in Amersfoort op 2 februari 2023 waren 11 deelnemers aanwezig, inclusief 2 onderzoekers van KWR. De deelnemers waren vertegenwoordigers van: de Provincie Utrecht, gemeente Amersfoort, Blueconomy, ZON Transitie Support, warmtebedrijf Amersfoort, Bennex BV. Allen hadden kennis van of affiniteit met vraagstukken rondom het ontwikkelen van de energietransitie in de Isselt. Tijdens de sessie kwam naar voren dat het voor de aanwezigen met name erg van belang was om uit te zoeken hoe lokaal moet worden omgegaan met het probleem van netcongestie. Dit wordt gezien als een grote belemmering voor de verduurzaming van het bedrijventerrein. Graag zouden zij dit onderzoek gebruiken als een gespreksopener of als handvaten om mee te dingen voor het verkrijgen van een van de proeftuin-plekken van Stedin. Voor deze locaties is extra ruimte om te experimenteren met innovatieve netcongestie-oplossingen.

In twee groepen hebben de aanwezigen nagedacht over de invulling van het energiesysteem op Amersfoort de Isselt. De kaarten zijn te zien in figuur B2.2 en B2.3.



Figuur B2.2: Workshop Amersfoort, Isselt, uitkomst 1



Figuur B2.3 Workshop Amersfoort, Isselt, uitkomst 2

Elementen

Uit de workshop kwamen de volgende elementen van het (toekomstig) energiesysteem naar voren:

- Energiehub rondom de rioolwaterzuiveringsinstallatie
 - o Zonneveld
 - o 2 windmolens
 - o Electrolyser met restwarmteproductie
 - o Thermische energie uit afvalwater (TEA) met warmtepomp
 - o Biomassa centrale
 - o Warmte-koude opslag voor seizoensbalancerings
- Veel vergunningen rondom de energiehub zijn al in aanvraag (vrij concreet)
 - o Zonneveld
 - o Windmolens
 - o TEA (kanttekening: te duur?)
- Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) (uit de Eems)
 - o Weinig concreet over bekend, relatief kleinschalige plannen (?) te duur (?)
- Restwarmte uit het ziekenhuis
- Zonnepark ten noorden van de Isselt
 - o Eventueel met batterijen
- Geothermie met warmtepomp
- Busremise, voertuigen op:
 - o Waterstof, ofwel
 - o elektrische voertuigen
- Tankstation De Wieken (Amersfoort Oost) als waterstofvrager
- Waterstofbunkering provincieboot in de haven
- Elektrische laadpleinen
 - o Noot personenvervoer
 - o PicNic/Albert Heijn
- Zon op dak

Tijdspad en contouren

Het jaartal waarover werd nagedacht was hierbij niet gespecificeerd, evenals de mate van concreetheid van de plannen. Er werd dus vrijuit gefilosofeerd over de opties vanuit de perspectieven van de personen die aan tafel zaten. De informatie die werd opgehaald uit de bijeenkomst kwam grotendeels overeen met de informatie die KWR van tevoren al had verzameld voor de *quickscans*: veel kennis werd met deze sessie daarmee bevestigd. Daarnaast werd van een aantal aspecten, door het invullen van de kaart, de ruimtelijke invulling wat specifiek en was de energiehub op beide kaarten duidelijk zichtbaar.

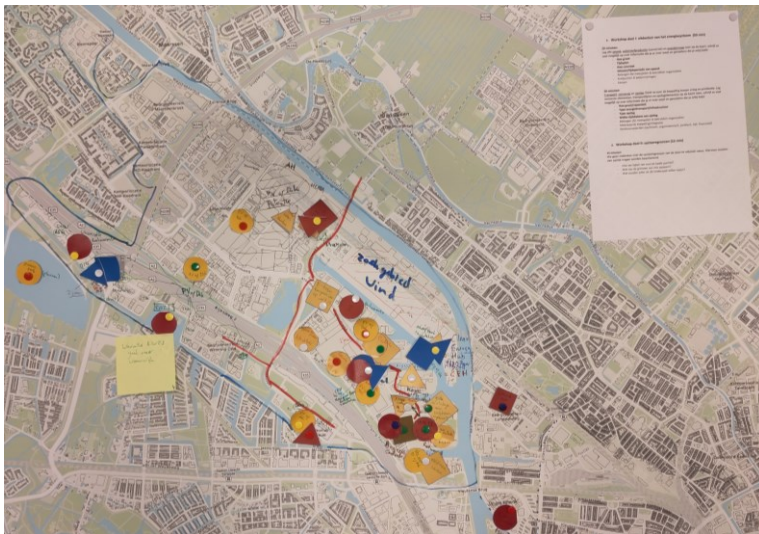
Belangen

Als laatste was het van groot nut de discussies rondom de kaarten in beide groepen mee te krijgen die de belangen en gevoelens van de aanwezigen naar boven brachten. Zo kwam in de groep van kaart 1 naar voren dat zij met name interesse hadden in het realiseren van een energie-hub met als einddoel om netcongestie lokaal te kunnen verminderen. Zij hadden hierbij in mindere mate interesse in het uitwerken van het energiesysteem voor het hele gebied. Netcongestie voorkomen was de gemene deler en van het grootste belang voor de deelnemers van deze kaart. In de tweede groep, van kaart 2, was er veel nadruk op warmteproductie, opslag en distributie door de betrokkenheid van een medewerker van het Warmtebedrijf Amersfoort. Hierdoor kwam onder andere ter tafel dat het Warmtebedrijf in gesprek is met de netbeheerder rondom de plaatsing van een E-boiler.

Uitkomsten Utrecht, Lage Weide

Bij de workshop over bedrijventerrein Lage Weide in Utrecht waren 8 deelnemers aanwezig, inclusief twee onderzoekers van KWR. De deelnemers waren vertegenwoordigers van de Provincie Utrecht, de gemeente Utrecht en het Energiecollectie Utrechtse Bedrijven (ECUB). Een van de deelnemers was online aanwezig en heeft daarom samen met een onderzoeker van KWR onderling informatie over Lage Weide uitgewisseld. Alle deelnemers waren ofwel betrokken bij het proces van het project, of hadden kennis van de initiatieven die er spelen rondom de energietransitie op Lage Weide. De deelnemers waren in het algemeen geïnteresseerd in de uitwerking en de symbiose van alle losse plannen en elementen die er zijn voor Lage Weide, voor de korte termijn (2 tot 5 jaar vooruit). Een doorrekening van een concreet integraal energiesysteem biedt voor hen hopelijk handvaten om vervolgstappen te kunnen zetten richting realisatie op Lage Weide. Ook hopen de deelnemers dat de uitwerking van het energiesysteem van Lage Weide een leertraject kan zijn voor andere bedrijventerreinen, waardoor de energietransitie op andere locaties kan worden versneld. Er was interesse in de voordelen van een integraal systeem op het gebied van energie, kosten, emissies (CO₂ en NO_x) en netcongestie.

Gezien het aantal deelnemers werd er tijdens deze startbijeenkomst één kaart (in plaats van twee) ingevuld. De tijdens de workshop ingevulde kaart met de aanwezige elementen van het energiesysteem van Utrecht, Lage Weide is te zien in figuur B2.4. Een detailfoto waarin is ingezoomd op het meest gevulde gedeelte van de kaart is te zien in figuur B2.5.



Figuur B2.4: Uitkomsten van de workshop over bedrijventerrein Lage Weide in Utrecht.



Figuur B2.5: Workshop Utrecht, Lage Weide ingezoomd, onder andere op 'veld 19'.

Elementen

Uit de workshop kwamen de volgende elementen van het (toekomstig) energiesysteem naar voren:

- PV op dak
 - o Veel (ongebruikte) potentie, netcongestie een probleem
 - o Behoorlijk wat panelen reeds aanwezig
- Drijvend zonnepark op een meer ten westen Lage Weide
- Wind zoekgebied bovenkant Lage Weide
 - o Niet voor de nabije toekomst, verzet vanuit bewoners aan de overkant van het kanaal
- Electrolyser
 - o Gepland in midden Lage Weide. Benutting restwarmte en buffer
- Waterstoftankstations gepland
 - o Noordoosten: scheepvaartbunkering ~2 jaar planning
 - o Westen: voertuigentankstation ~2 jaar planning
- Warmtebronnen
 - o Douwe Egberts
 - o Wasserette
 - o Restwarmte van geplande elektrolyzers
 - o Restwarmte RWZI: is al beloofd aan een woonwijk
 - o Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)
- Open bodemenergiesysteem (oftewel ondergrondse warmte of warmte en koude-opslag) aanwezig
 - o Ziekenhuis ten zuiden Lage Weide
 - o Museum Depot bovenkant Lage Weide
- Elektrische batterijen
 - o 1 MW bovenkant Lage Weide
 - o 7 MW mid-oosten Lage Weide
- Laadplein Picnic
- Lage Weide is een mobiliteitshub met enorm veel zwaar vervoersbewegingen
 - o Kansen waterstof, schaalgrootte nog onbekend
- Koelhuis aan de oostzijde van Lage Weide kan dienen als stroombuffer
- Eneco electriciteitscentrale
- Eneco biomassacentrale (warmte)
 - o Levert warmte aan warmtenet, warmteleiding loopt onder Lage Weide door
- Grote elektriciteitsaansluitingen oostkant Lage Weide
 - o Voor walstroom schepen
 - o Ongebruikt
- Elektrisch varen in de haven van Lage Weide

Elektriciteitsdeelnets

Een andere belangrijke ontwikkeling op het bedrijventerrein Lage Weide, is dat er in samenwerking met Stedin wordt nagedacht over het creëren van een energiecollectief voor de bedrijven die aangesloten zijn op veld 19, een lus in het elektriciteitsdeelnets. Het idee is dat als deze bedrijven samen hun energievraag en aanbod coördineren, zij beter gebruik kunnen maken van het deelnets en daarmee netcongestie kunnen omzeilen. Veld 19 is centraal gelegen in Lage Weide.

Uitkomsten Veenendaal, Nijverkamp/het Ambacht

In Veenendaal vond de workshop voor het ophalen van lokale input voor het schetsontwerp van het energiesysteem plaats op 15 juni 2023, op locatie bij Prince Petfoods. De workshop in Veenendaal werd gekenmerkt door een sterke vertegenwoordiging van lokale ondernemers en ondernemersverenigingen actief op

het Ambacht en Nijverkamp. Behalve een tweetal onderzoekerzoekers van KWR waren er vertegenwoordigers van de provincie Utrecht, gemeente Veenendaal, Bedrijvenkring Veenendaal, het parkmanagement, commissie duurzaam ondernemen van de bedrijvenvereniging ondernemend Veenendaal en verschillende bedrijven waaronder Prince Petfoods, Heuvelman staal en de Beer group. Met deze groep zijn we aan de hand van een plenaire sessie en de workshop met twee kaarten aan de slag gegaan om de details van het energiesysteem van Veenendaal op de kaart te zetten. Een van de grootste bedrijven actief op het bedrijventerrein, Jan Zandbergen, was helaas afwezig.

De kennis die door de groep werd gedeeld spitste zich ook vooral toe op de energievraag, opwekking en planvorming van individuele bedrijven. Een overkoepelend beeld van het energiesysteem op het bedrijventerrein ontbrak enigszins, hoewel er wel enkele omliggende ontwikkelingen in kaart zijn gebracht die interessante koppelkansen kunnen worden. De resultaten zijn weergegeven in figuren B2.6 en B2.7.



Figuur B2.6: Resultaten van de workshop over het energiesysteem van het Ambacht en Nijverkamp in Veenendaal.



Figuur B2.7: Resultaten van de workshop over het energiesysteem van het Ambacht en Nijverkamp in Veenendaal.

Elementen en ontwikkelingen

Uit de workshop kwamen de volgende ontwikkelingen en elementen voor het (toekomstige) energiesysteem naar voren:

- Geen concrete windturbines gepland in de omgeving. De wenselijkheid van windturbines werd door verschillende van de aanwezige ondernemers in twijfel getrokken.
- Warmtenet DEVO, waarbij de mogelijkheid werd genoemd om dat warmtenet ook uit te breiden naar het Ambacht en Nijverkamp om comfort verwarming of laagwaardige proceswarmte te leveren aan bedrijven.
- Waterstof tankstation als een afnemer van eventuele waterstof die op het bedrijventerrein geproduceerd wordt, alsmede een manier om rijden op waterstof mogelijk te maken. Voor waterstofproductie zou de gemeentewerf eventueel in aanmerking komen voor de ruimtelijke inpassing.
- Omliggende agrarische bedrijven als eventuele energieleveranciers door middel van mestvergisting of aanleg van zonnevelden.
 - o Momenteel al verschillende grote zonnevelden ingetekend ten zuiden van het bedrijventerrein, een veld van 2 MWp en eentje van 1,5 MWp.
- PVT panelen met (ondergrondse) warmetopslag.
- Een aantal transportbedrijven met grote vloot en veel transportbewegingen.
- Restwarmte van enkele grote industriële bedrijven, zoals Jan Zandbergen.
- Een gedeelte van het Ambacht zal worden herbestemd met een woningbouw bestemming.
- Het onderstation staat aan de noord-oost-zijde van het bedrijventerrein
- Batterijen bij ondernemers met een grote elektriciteitsaansluiting of direct bij het onderstation.

Tijdspad en contouren

Voor wat betreft de scope van het onderzoek en het tijdsframe van de ontwikkelingen die daarin worden meegenomen is er geen input opgehaald tijdens de workshop. Zodoende zullen wij zelf keuzes maken over de scope en het tijdsframe van de verkenning, waarin we de lokale ontwikkelingen en de meer brede ontwikkelingen in de energietransitie combineren.

Belangen

Gezien de grote vertegenwoordiging van ondernemers was er veel interesse in de mogelijkheden die ondernemers hebben in de komende jaren om verder te kunnen verduurzamen, zonder daarbij gehinderd te worden door netcongestie. Er was een grote informatiebehoefte onder de aanwezigen over de verschillende mogelijkheden die samenwerking hen kan bieden om in de energietransitie mee te bewegen. Er waren concrete voorbeelden van ondernemers op het bedrijventerrein, die door toedoen van netcongestie hun opwekking niet meer mochten uitbreiden, ondanks een reeds toegekende exploitatiesubsidie.