

MCEH, verkenning energiehubs met waterstof

Opdrachtgever: Provincie Utrecht

Projectnummer: AW 810071

Auteurs: Ron Bol, Daniel Bakker, Jos Boere

Datum: 3 maart 2026

Status: definitief

SAMENVATTING

MCEH, verkenning energiehubs met waterstof

Netcongestie is voor ondernemers een urgent probleem. Denk aan aansluitcapaciteit voor nieuwe locaties, uitbreiding van de bedrijvigheid of elektrificatie van processen en transport. Er is grote behoefte aan een handelingsperspectief. Hierin is een belangrijke rol weggelegd voor MCEH, Multi-Commodity Energy Hubs. Mede gekoppeld aan de duurzaamheidsopgave dient de vraag zich aan welke rol (groene) waterstof kan spelen in zo'n decentrale energiehubs. We spreken van een *MCEH met waterstof*.

In opdracht van Provincie Utrecht is een verkenning uitgevoerd met als vraagstelling: (1) hoe zo'n MCEH met waterstof eruit ziet, (2) welke doelen een MCEH dient, welke partijen betrokken zijn en (3) wat mogelijke samenwerkings- en koppelkansen in de regio zijn.

In deze verkenning beschrijven we de structuur en de elementen van een MCEH met waterstof. We maken gebruik van de mogelijkheden die een MCEH met waterstof bieden, d.w.z. werken naast netcongestie aan verduurzaming en ontwikkelruimte voor bedrijven. We illustreren dit voor een drietal casussen in de regio.

We concluderen dat MCEH met waterstof een krachtig middel vormen om bedrijventerreinen toekomstbestendig te maken. Voor de komende jaren vormen deze MCEH als aanvulling op het publieke net de enige serieuze oplossingsrichting in het mitigeren van netcongestie en verduurzaming van bedrijventerreinen. Daarmee leveren MCEH met waterstof een goede basis voor ontwikkelruimte van bedrijven.

Om MCEH met waterstof tot een succes te maken volgt een tweetal aanbevelingen: (1) voor bedrijven een open houding ten aanzien van een collectieve aanpak, (2) voor de Provincie het oppakken van een sterke regierol.

Tot slot, in de context van 'commodities' wijzen we op een opkomende kwestie voor bedrijventerreinen in de regio, namelijk schaarste van drinkwater.

Inhoud

MCEH, verkenning energiehubs met waterstof

SAMENVATTING

Bedrijventerreinen in de provincie Utrecht

Mogelijke oplossingen voor netcongestie

Vraagstelling voor de verkenning

Hoe ziet een MCEH met waterstof eruit?

MCEH (deel)oplossingen met groene waterstof

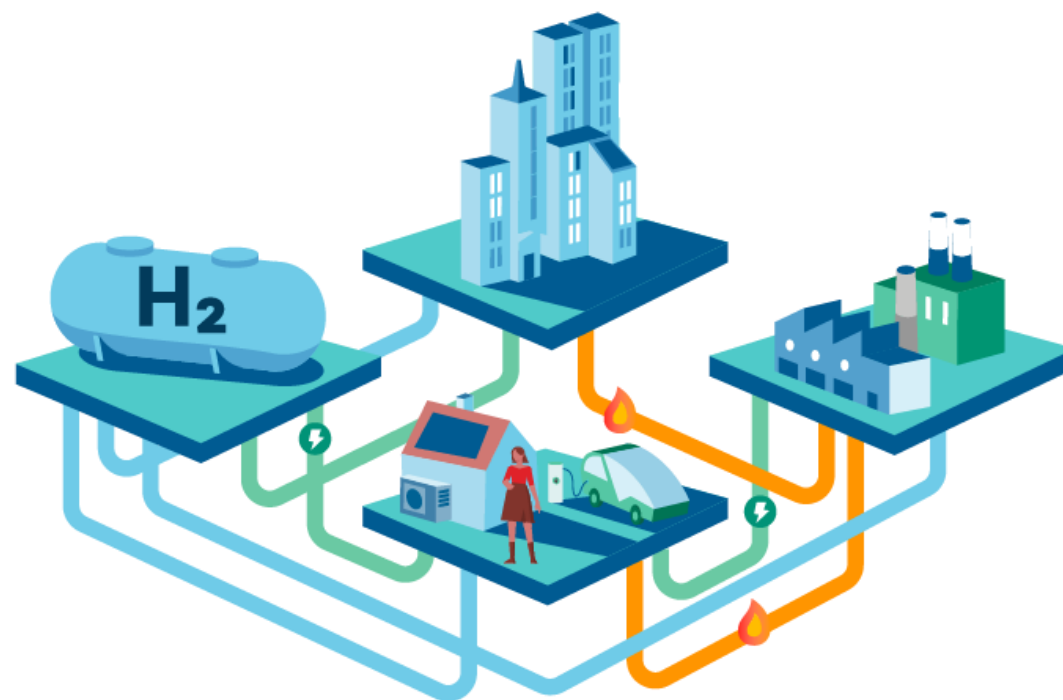
Drie casussen in de regio

De weg naar realisatie

Concluderend

Aanbevelingen

Bijlagen



Bedrijventerreinen in de provincie Utrecht

motor van de regionale economie

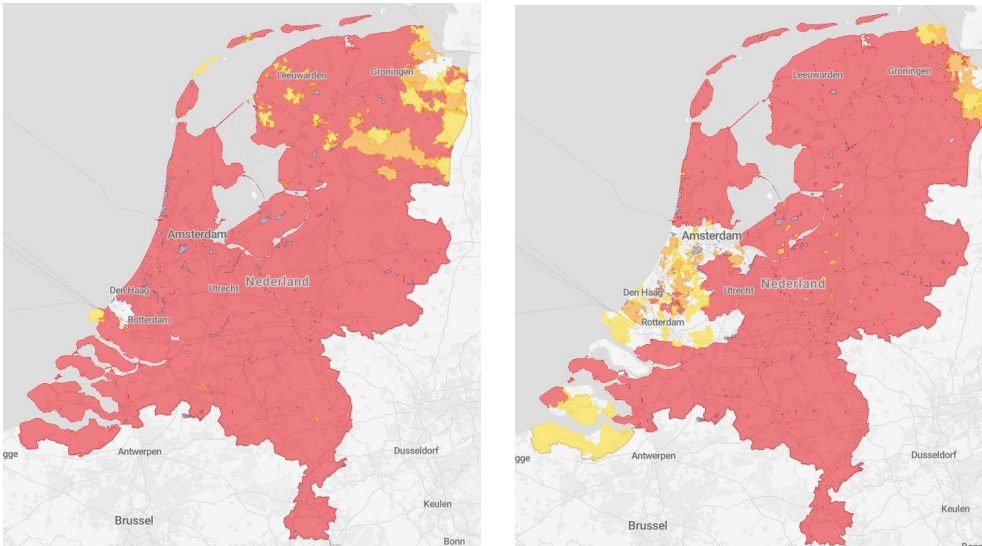
Provincie Utrecht:

- 150 bedrijventerreinen, verdeeld over een drietal regio's (U10, Amersfoort, Food Valley)
- 16.000 bedrijven

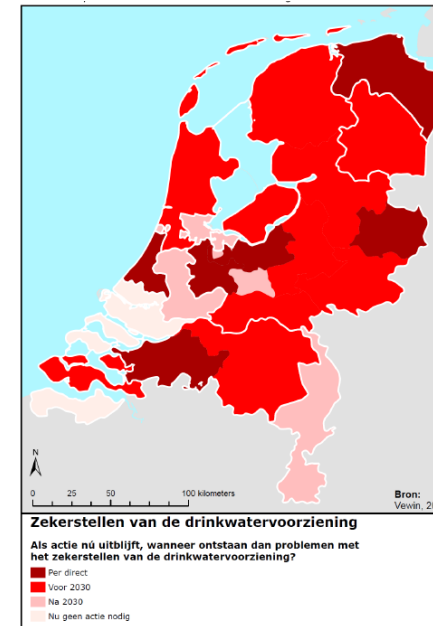
Uitdagingen algemeen:

- Capaciteit van het elektriciteitsnet
- Verduurzaming
- Beschikbaarheid van drinkwater
- Ontwikkelruimte voor bedrijven

Congestie van het elektriciteitsnet
Afname (links) resp. teruglevering (rechts)



Capaciteitskaart elektriciteitsnet



Drinkwaterschaarste
Publicaties - Vewin

Mogelijke oplossingen voor netcongestie

een overzicht

Netcongestie is voor ondernemers een groot probleem wanneer zij behoefte hebben aan aansluitcapaciteit voor nieuwe locaties, uitbreiding van de bedrijvigheid of elektrificatie van processen en transport. Er is behoefte aan handelingsperspectief.

De huidige oplossingen zijn individueel gericht (aangaan van andere contractvormen, aanpassingen achter-de-meter) of collectief (via slimme contractvormen of fysieke oplossingen zoals Multi Commodity Energy Hubs, MCEH).

Kenmerken van contractuele oplossingen

- Niet mogelijk voor kleinverbruikers
- Vereist (onderlinge) afstemming van energieverbruik met mogelijke impact op de bedrijfsvoering
- Kan relatief snel worden toegepast, beperkte investeringen (bijv. energiemanagementsoftware)
- Focus op elektriciteit, geen multi-commodity aanpak

Kenmerken van fysieke oplossingen

- Mogelijk voor klein- en grootverbruikers
- Vereist investeringen in energiecomponenten

- Kan individueel (achter-de-meter zonPV, batterij, aggregaat)
- Kan als collectief, MCEH's: integrale benadering gericht op meerdere energiedragers, vraagt om contractuele afspraken in geval van het leveren van elektriciteit

Tabel 1: Oplossingsvormen voor netcongestie

Variant	Vorm	Type	Energiedragers
GTO*	Collectief	Contractueel	Elektriciteit
Groeps-CBC**	Collectief	Contractueel	Elektriciteit
Variabele contracten zoals CBC*** en CSC****	Individueel	Contractueel	Elektriciteit
Achter de meter	Individueel	Fysiek	Elektriciteit
MCEH	Collectief	Fysiek + contractueel	Elektriciteit, warmte, gas

* Groepstransportovereenkomst (GTO)

** Capaciteitsbeperkingscontract aanvullend op een GTO (Groeps-CBC)

*** Capaciteitsbeperkingscontract (CBC)

**** Capaciteitssturingscontract (CSC)

Vraagstelling voor de verkenning

Oplossingsrichtingen voor netcongestie

De toenemende netcongestie vraagt om nieuwe manieren om het energiesysteem flexibeler en betrouwbaarder te maken. Omdat contractuele oplossingen vaak beperkt zijn, richt dit onderzoek zich specifiek op de potentie van de MCEH.

Energiehub, MCEH

Gegeven de problemen rond netcongestie groeit de aandacht voor decentrale, collectief georganiseerde energiehubbs die het bovenliggend energiesysteem ontlasten. In energiehubbs balanceren we zoveel mogelijk de lokale opwek en de vraag naar energie. Opslag en conversie van energiedragers vormen een cruciaal onderdeel.

Gekoppeld aan de duurzaamheidsopgave dient de vraag zich aan welke rol (groene) waterstof kan spelen in zo'n decentrale energiehub. We spreken van een *MCEH met waterstof*.

Vraagstelling voor de verkenning

- 1) Hoe ziet een MCEH met waterstof eruit?
- 2) Welke doelen dient een MCEH en welke partijen zijn betrokken?
- 3) Wat is een mogelijk samenwerkingsverband voor een vervolgtraject en hoe te koppelen met andere initiatieven in de regio?

Onze aanpak

We schetsen de structuur en componenten van een MCEH met waterstof. Vervolgens passen we e.e.a. toe op een drietal casussen in de regio.

Hoe ziet een MCEH met waterstof eruit? (1)

Het toekomstbeeld van een MCEH met waterstof is een geïntegreerd lokaal energiesysteem dat volledig zonder fossiele brandstoffen functioneert en waarin zero-emissie energiedragers kunnen worden geïmporteerd en geëxporteerd. Volledige zelfvoorziening is daarbij geen doel op zich.

Binnen een MCEH worden de eigenschappen van elke energiedrager (tabel 2) optimaal benut. Elektriciteit wordt zo veel mogelijk lokaal opgewekt uit zon en/of wind, terwijl mobiliteit en industriële processen waar mogelijk worden geëlektrificeerd. (Rest)warmte wordt lokaal gewonnen en opgeslagen in de ondergrond voor seizoensopslag. Waterstof wordt ingezet als piekvoorziening voor warmte of voor de productie van elektriciteit.

Het inrichten van een MCEH dient meerdere doelen: (1) elektriciteitsvoorziening, (2) verduurzaming en (3) creëren van ontwikkelruimte voor bedrijven.

De mogelijkheden en behoeften binnen MCEH's verschillen per locatie en hangen samen met aanwezige partijen, terreinen, bronnen en netwerken.

Tabel 2: Eigenschappen energiedragers

	Elektriciteit		Warmte		Waterstof
Opwekking	- Lokaal duurzaam op te wekken d.m.v. zon en wind - Import via elektriciteitsnet - Let op: lokaal (zeer) beperkte netcapaciteit		- Lokaal te winnen uit omgeving of als rest-product van processen - Import via bestaand warmtenet (indien aanwezig)		- Importeren d.m.v. waterstoftransport-trailer - Lokale productie
Trans port	Kabels		Warmteleidingen		Buisleidingen of waterstoftransporttrailer
Omzetting	- Omzetten in warmte - Omzetten in waterstof				- Omzetten in warmte - Omzetten in elektriciteit
Opslag	Korte termijn opslag in batterijen		Korte termijn opslag in buffers of lange termijn opslag (seizoen) in ondergrond		Middellange termijn opslag in drukvaten
Gebruik	- Gebruik voor processen en voertuigen - Export via elektriciteitsnet - Let op: lokaal (zeer) beperkte netcapaciteit		- Lokaal gebruik voor ruimteverwarming en processen - Export via bestaand warmtenet (indien aanwezig)		- Gebruik voor voertuigen - Export d.m.v. waterstoftransport-trailer of buisleiding

Hoe ziet een MCEH met waterstof eruit? (2)

Om een indruk te geven van de mogelijke synergie die kan worden gevonden tussen energiedragers en componenten binnen de MCEH, is een toekomstscenario voor het bedrijventerrein Plettenburg-de Wiers Noord (zie verder [slide Casussen in de regio](#)) weergegeven in bijgevoegd schema met daarin o.a.:

Lage Temperatuur (LT) warmte

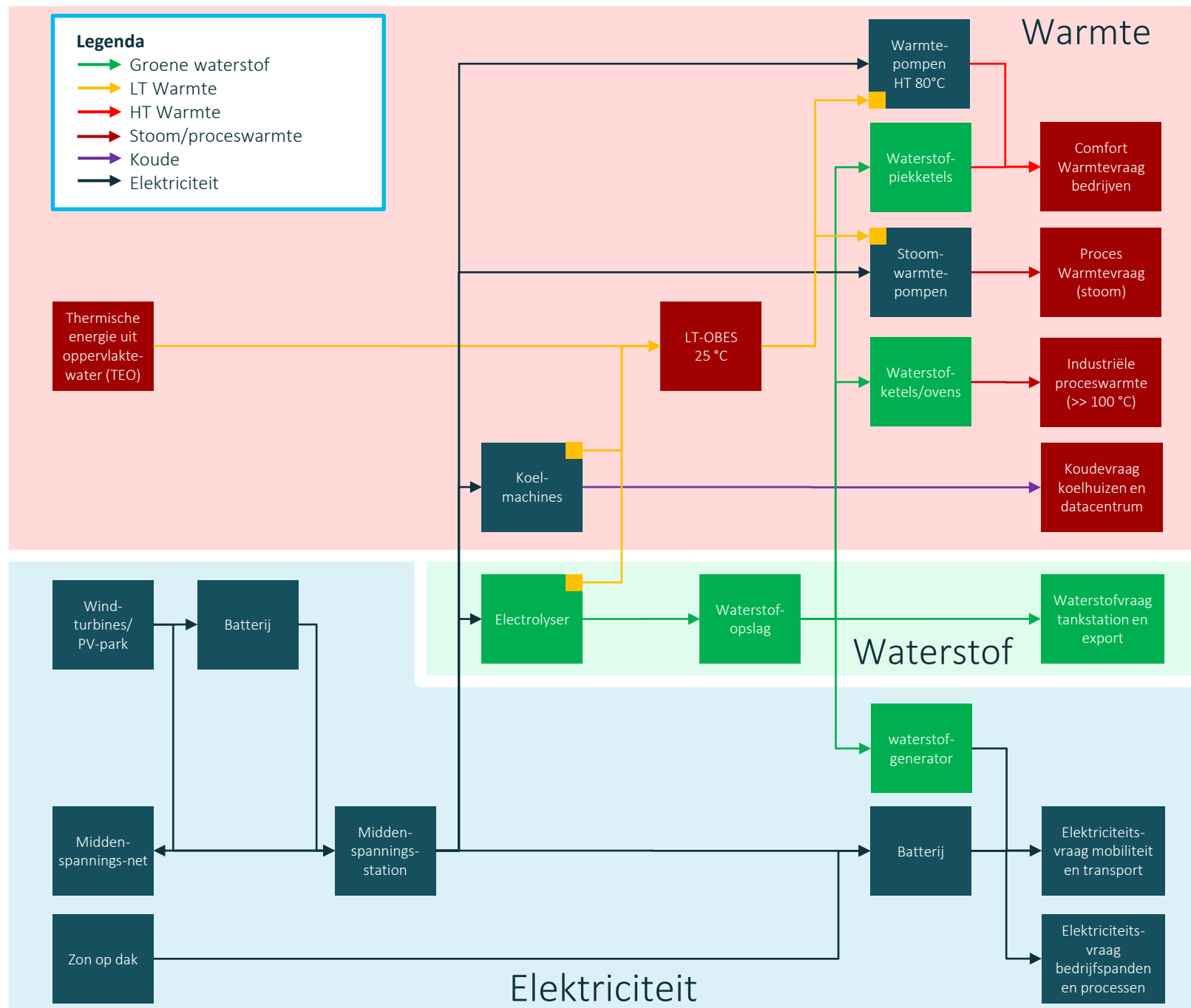
- Het ontsluiten van verschillende LT (rest)warmtebronnen
- Verzamelen van LT warmte in een warmtenet. Ondergrondse opslag in een LT-OBES. Gebruik door individuele bedrijven t.b.v. ruimteverwarming en stoomopwekking

Lokale waterstofproductie d.m.v. elektrolyse en levering

- Waterstof tankstation
- Waterstof export (tube trailers of buisleiding)
- Industriële proceswarmte
- Piekvraag ruimteverwarming
- Piek elektriciteitsvraag

Balancerend van elektriciteitsopwekking- en verbruik

- Ontwikkeling van lokale elektriciteitsproductie- en opslag d.m.v. zon op dak en batterijen achter de meter
- Ontwikkeling collectieve elektriciteitsproductie en opslag middels zonneparken / windturbines met batterijen



MCEH (deel)oplossingen met groene waterstof

Tabel 3: Componenten van een MCEH met waterstof

	MCEH: stroom voor bedrijven <i>Variant 1</i>	MCEH: laadplein <i>Variant 2</i>	MCEH: waterstof-tankstation <i>Variant 3</i>	MCEH: waterstof-tankstation + elektrolyser <i>Variant 4</i>
Onderdelen	Brandstofcel op waterstof + batterij + distributienet elektriciteit	Brandstofcel op waterstof + batterij + laadplein	Waterstoftankstation	Waterstoftankstation + elektrolyser
Voordelen	- Schaalvoordeel; lagere specifieke investeringskosten - O&M niet door individueel bedrijf maar bij één partij - Uitbreidbaar met restwarmte en waterstof - Mogelijk inzetbaar als congestieverzachter	- Elektrificatie van batterij-elektrisch transport via waterstof, geen noodzaak tot verzwaring stroomnet - Businesscase niet enkel afhankelijk van lokale bedrijven, regionale aantrekkingskracht - Mogelijk inzetbaar als congestieverzachter	- Elektrificatie van zwaar transport via waterstof, geen noodzaak tot verzwaring stroomnet - Een volle tank in 5 tot 20 minuten - Businesscase niet enkel afhankelijk van lokale bedrijven, regionale aantrekkingskracht - Toename beschikbaarheid waterstof voertuigen en infrastructuur	- Zie variant 3 - Lokale opwek kan direct worden ingezet, daardoor reductie van netcongestie - Lokale koppelkansen voor restproducten elektrolyser (warmte & zuurstof) - Geproduceerde waterstof kan worden geleverd aan andere MCEH's
Nadelen	- Voldoende schaalgrootte en afnemers nodig - Aanleg additioneel distributienet vereist	- Geen oplossing voor elektrificatie van processen en warmtevraag bij bedrijven	- Geen oplossing voor elektrificatie van processen en warmtevraag bij bedrijven	- Voldoende schaalgrootte nodig - Combinatie van lokale wind en zon vereist

MCEH (deel)oplossingen met groene waterstof

MCEH's kunnen in verschillende vormen worden ingezet. Van een compleet collectief systeem met een lokaal karakter met distributie van elektriciteit en andere energiedragers tot een laadplein of waterstoftankstation voor gebruikers op het lokale bedrijventerrein en daarbuiten. Ook een mix van oplossingen is mogelijk.

Na voorbereiding en ontwikkeling kan een MCEH direct worden ingezet zonder dat er gewacht hoeft te worden op verzwaring van het stroomnet. Via een MCEH is een extra capaciteit van honderden kW's tot enkele MW's realiseerbaar. Daarbij zijn er geen emissies van CO₂, stikstof en fijnstof.

Vier varianten zijn uitgewerkt in tabel 3. In bijlage 2 staan deze varianten in meer detail beschreven.

Casussen in de regio



1) PDWN, Nieuwegein

Typering

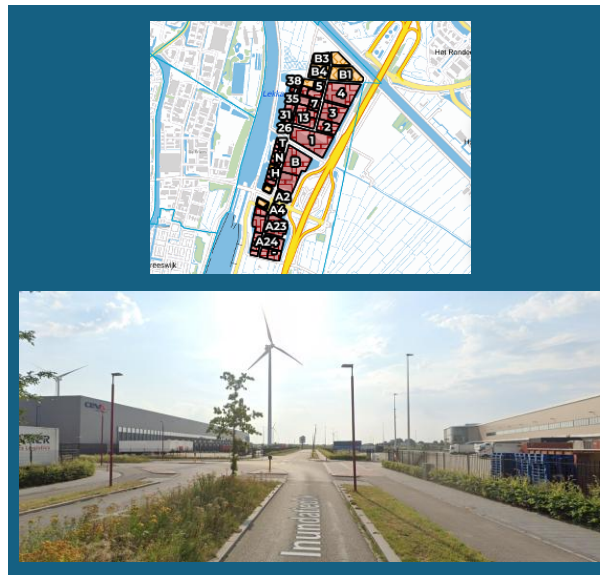
- Uiteenlopende bedrijven en ondernemingen
- Groot- en kleinverbruikers

Probleem

- Geen uitbreiding netcapaciteit mogelijk
- Uitdagingen bij elektrificatie van transport en warmtevraag

Koppelkansen

- Lokale waterstofproductie en waterstoftankstation in gebruik



2) Het Klooster, Nieuwegein

Typering

- Focus op distributiecentra en warenhuizen
- Veel grootverbruikers

Probleem

- Geen mogelijkheid extra netcapaciteit
- Uitdagingen bij elektrificatie van transport en warmtevraag

Koppelkansen

- Lokale duurzame opwek uit windturbines
- Marktvraag naar zero-emissie transport



3) Groot Overeem II, Renswoude

Typering

- Nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein
- Aardgasloos, opwek met zonPV op dak

Probleem

- Alleen kleinverbruikers aansluiting mogelijk
- Uitdagingen in bedrijfsvoering en elektrificatie transport

Koppelkansen

- Uitbreiding MCEH naar bestaand bedrijventerrein

Casussen in de regio

Om de inzet van MCEH's te onderzoeken zijn drie casussen binnen de Provincie Utrecht uitgewerkt; PDWN en Het Klooster in Nieuwegein en Groot Overeem II in Renswoude.

Diverse stappen zijn nodig om een MCEH op dit soort bedrijven terreinen te realiseren. Die stappen staan beschreven op de volgende slide.

De weg naar realisatie (1)

stappenplan

Hoofdpijnen voor het realiseren van een MCEH tot aan het investeringsbesluit

Een MCEH realiseren vereist het doorlopen van verschillende stappen; van het technisch concept en de businesscase tot en met de organisatiestructuur, evt. vergunningsaanvragen en het definitieve investeringsbesluit. Onderstaand is uitgewerkt wat er nodig is voor een MCEH die extra capaciteit kan leveren aan bedrijven:

1. Inventariseer het aantal aangesloten en type bedrijven en aansluitcategorieën, netstructuur en mogelijke wijzigingen in de toekomst
2. Bepaal de energievraag en pieklast (elektriciteit, warmte en waterstof) in verschillende scenario's
3. Dimensioneer de energiecomponenten o.b.v. energievraag, pieklast, aansturingslogica en andere randvoorwaarden
4. Maak een ontwerp en lay-out passend bij wet- en regelgeving om de footprint van de energiehubs vast te stellen; kies voor een modulaire opbouw, passend bij toekomstige vraagontwikkeling
5. Ontwikkel een voorlopige organisatiestructuur met daarin rollen voor onder andere een coöperatie, een ESCo en/of een O&M-partij
6. Maak een businesscase incl. kansen voor subsidies en optimaliseer de dimensionering o.b.v. laagste kostprijs bij een variëteit aan inputvariabelen
7. Positioneer het kostprijsbereik ten opzichte van de geleverde meerwaarde van de energiehubs en toets deze als onderdeel van de besluitvormingsfase, zodat draagvlak en realisatiekansen kunnen worden vastgesteld
8. Werk een financieringsplan uit waarin o.a. garanties van aangesloten partijen zijn opgenomen, evenals mogelijke borgstellingen en alternatieve financieringsmogelijkheden door gemeenten of de provincie
9. Finaliseer uitgangspunten en ontwerp, rond leveranciersselectie af en actualiseer businesscase en planning ter voorbereiding op het investeringsbesluit

De weg naar realisatie (2)

belangrijkste kenmerken

De elektriciteit vanaf het publieke net

- De stroomprijs inclusief netwerkkosten en energielasting ligt voor veel bedrijven in de orde 0,25 €/kWh (range 0,15 – 0,35)
- Door congestieproblemen is de **beschikbaarheid** van netstroom in veel gevallen echter **beperkend**

De stroomprijs vanaf een MCEH

- De meerwaarde van de MCEH moet gezocht worden in permanent **voldoende beschikbaarheid van elektriciteit** in een schoon en toekomstbestendig energiesysteem
- Vooralsnog moet met een kostprijs voor het aandeel van de elektriciteit vanaf de MCEH worden gerekend in de orde 0,75 (0,5 – 1,0) €/kWh, uiteraard sterk afhankelijk van de precieze invulling en mogelijke de inzet van subsidies als tijdelijke hulpmotor

De stroommix per bedrijf

- Per bedrijf ontstaat zo een prijsmix gebaseerd op een combinatie van eigen opwek, afname van het publieke net en MCEH (zie verder)

De doorlooptijd, haalbaar in 1,5 tot 2 jaar

- Ontwerp- en engineeringfase; 3 – 6 maanden
- Vergunningen en ontheffingen; 2 – 4 maanden
- Voorbereidingen tot investeringsbesluit; 2 – 4 maanden
- Levertijd installaties en componenten; 6 – 18 maanden
- Installatie, oplevering en ingebruikname; 2- 3 maanden



De weg naar realisatie (3)

Toepasbaarheid van MCEH's

De toepasbaarheid hangt o.a. af van het type MCEH en diverse factoren, waaronder:

- De mogelijkheid tot het uitleggen van een nieuw distributienet is eenvoudiger en goedkoper op een nieuw bedrijventerrein. Op een bestaand bedrijventerrein zullen bestaande kabel- en leidingtracés kostenverhogend werken en risico's verhogen
- De inzet van waterstof is aan voorwaarden verbonden vanuit wet- en regelgeving. Doorgaans is er door mitigerende maatregelen en slimme oplossingen veel mogelijk. Zo kan de opslag van waterstof via trailers bijvoorbeeld op een perceel aan de rand van het bedrijventerrein plaatsvinden en kan de waterstof via een leiding worden getransporteerd naar de MCEH

Opbouw van de uiteindelijke netto stroomprijs

Bij de combinatie netstroom, eigen zonPV en MCEH met waterstof bestaat de stroomprijs uit meerdere componenten, die elk hun eigen opbouw hebben van vaste kosten (investeringskosten, rente, afschrijftermijn, O&M, aantal vollasturen) en een eigen verhouding vast/variabel hebben. Zo zal de netto stroomprijs verschillen per

casus, en per bedrijf. Tabel 4 geeft een rekenvoorbeeld hoe de stroommix doorwerkt naar de gemiddelde stroomprijs voor een bepaald bedrijf.

Tabel 4: voorbeeldberekening kWh prijs MCEH

	Verbruik (MWh/a)	Aandeel van totaal (%)	Prijs (€/kWh)
Afname netstroom	800	67	0,25
Inzet zonPV op eigen dak	90	8	0,10
Inzet vanuit MCEH	300	25	0,75
Totaal	1190	100	0,36 (gemiddeld)

Concluderend

de kracht van een MCEH met waterstof

MCEH met waterstof zijn een krachtig middel om een bedrijventerrein toekomstbestendig te maken. Dit berust op een viertal pijlers.

Wapen tegen netcongestie

Voor de komende 10-15 jaar is netcongestie een uitermate urgent probleem in de provincie Utrecht. MCEH als aanvulling op het publieke net vormen de enige serieuze oplossingsrichting.

Beperken van emissies

In een MCEH met waterstof vermijden we emissie van CO₂ (klimaat), gebonden stikstof (natuur) en fijnstof (gezondheid).

Verduurzaming

De MCEH met waterstof maakt maximaal gebruik van lokale opwek, dit in een uitgekiend systeem van direct gebruik, opslag en conversie.

Ontwikkelruimte voor bedrijven

Bedrijven en –terreinen kunnen vertrouwen op een betrouwbare, schone en betaalbare energievoorziening, hetgeen een belangrijke randvoorwaarde is voor economische ontwikkeling.

Aanbevelingen

de weg naar een MCEH met waterstof

MCEH met waterstof zijn een krachtig middel om een bedrijventerrein toekomstbestendig te maken. Een MCEH verlangt samenwerking tussen een groot aantal partijen die elk actief in hun rol stappen: van bedrijven tot netbeheerders, gemeentes, provincie, financiers, kennis/adviesorganisaties en subsidieverstrekkers. Voor de initiatierol bij een MCEH met waterstof zetten we een tweetal partijen centraal.

Bedrijven: open houding ten aanzien van een collectieve aanpak

Een MCEH met waterstof levert maximaal resultaat als het hele bedrijventerrein zich committeert aan een collectieve aanpak. Organiseren van een collectiviteit (bijv. een coöperatie) is cruciaal.

Provincie: regierol

Via gerichte programma's en het inzetten van hubregisseurs kiest provincie Utrecht reeds voor een vooruitstrevende aanpak. Wij pleiten voor nog een stap verder, namelijk het oprichten van provinciaal georganiseerde MCEHs met waterstof. Dit zou bijvoorbeeld kunnen in een hybride vorm van een provinciaal energiebedrijf met lokaal georganiseerde collectieven.

Schaarste van drinkwater

Een opkomende kwestie voor bedrijventerreinen is schaarste van drinkwater. Drinkwaterbedrijf Vitens belevert nieuwe industriële afnemers of uitbreidingen van bestaande afname alleen indien drinkwaterkwaliteit strikt nodig is, bijv. in de voedingsmiddelenindustrie. In andere gevallen dienen de betreffende bedrijven zelf een oplossing voor de watervoorziening te zoeken.

Bijlage 1

referenties

Ondersteunende informatie:

- [PVB \(PVB - Programma Verduurzaming Bedrijventerreinen Nederland\)](#)
- [Utrecht \(U10\) - PVB – PVB; Regio Amersfoort - PVB – PVB; Foodvalley - PVB – PVB](#)
- [Nieuwe handreiking: Circulaire economie op bedrijventerreinen | Ruimtelijke ordening Nederland](#)
- [Samenwerken in energiehubs | RVO](#)
- [Waterstof op Bedrijventerreinen | Blueconomy](#)
- [Handreiking Netcongestie | Gelders Energie Akkoord \(GEA\)](#)
- [Families Energy Hubs in Nederland | Royal Haskoning](#)
- [Financieel model voor decentrale elektrolyse – NLHydrogen](#)

Bijlage 2

uitwerking MCEH varianten

Elementen binnen een MCEH

MCEH's worden samengesteld uit meerdere bouwblokken. Het gebruik van waterstof staat daarbij centraal—zowel voor de productie van elektriciteit als voor directe toepassingen, zoals bij een waterstoftankstation.

De volgende slides tonen vier varianten van een MCEH, opgebouwd uit verschillende combinaties van de onderstaande bouwblokken:

- Brandstofcel: hierin reageren waterstof en zuurstof waarbij elektriciteit wordt geproduceerd. Er zijn geen emissies van CO₂, stikstof of fijnstof
- Batterij: noodzakelijk voor het opslaan van lokale opgewekte duurzame stroom en het verlagen van het piekvermogen van de brandstofcel
- Elektrolyser: splitst water m.b.v. elektriciteit in waterstof en zuurstof. In ontwikkeling zijn reversibele brandstofcellen die naast elektriciteitsproductie óók elektriciteit kunnen omzetten in waterstof (elektrolyse functie)

- Distributienet: additioneel elektriciteitsnet om stroom tussen bedrijven uit te wisselen en stroom van- en naar de MCEH te distribueren. Een gelijkstroom (DC) distributienet brengt verschillende voordelen waaronder; minder materiaalgebruik voor bekabeling, minder omvormers, hogere efficiency bij het laden van elektrische voertuigen en mogelijkheid tot het direct koppelen van brandstofcel, elektrolyser en batterijopslag

- Laadplein: Hier worden lichte- en zware bedrijfsvoertuigen via snelladers van stroom worden voorzien. Voor het verlagen van de piek is batterijopslag essentieel, via een DC integratie met de rest van de MCEH wordt het systeem optimaal geïntegreerd

- Waterstoftankstation: Hier worden voornamelijk zware bedrijfsvoertuigen van waterstof voorzien. Pieklevering wordt voorzien vanuit de waterstofbuffers



Bi-directionele AC/DC converter voor een bedrijfspand



Direct gebruik van DC stroom via een DC oplaadpunt

1 – MCEH voor capaciteit

extra aansluitcapaciteit voor bedrijven

Doel

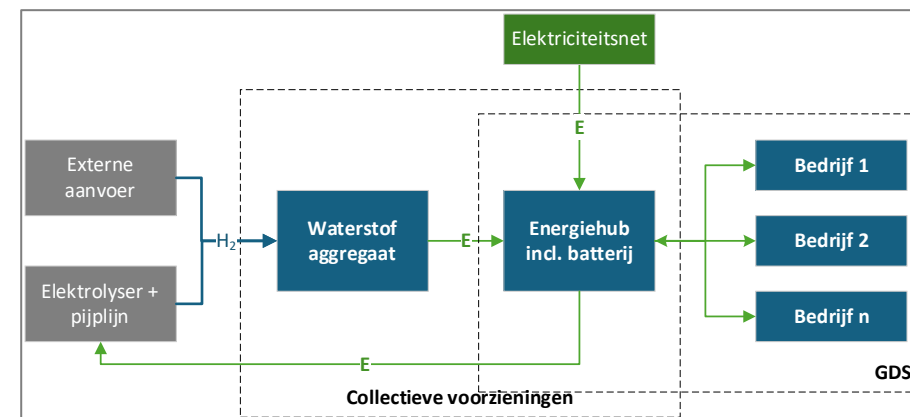
- Extra aansluitcapaciteit voor bedrijven

Oplossing

- Hybride combinatie van e-net, batterij en brandstofcel
- Lokaal elektriciteitsnet levert stroom aan aangeslotenen
- Brandstofcel levert stroom tijdens congestiemomenten

Voordelen

- Verbeterde gelijktijdigheid t.o.v. één bedrijf geeft minder systeemkosten en verbeterde redundancy
- Integratie met elektrolyser mogelijk bij lokale opwek uit wind en zon
- Integratie met andere energiedragers
 - Inzet restwarmte uit waterstofaggregaat + elektrolyser mogelijk
 - Directe levering van waterstof via pijplijn aan bedrijven mogelijk



Modulaire waterstofaggregaten



Modulair batterijsysteem

2 – MCEH voor zero emissie mobiliteit

laadplein ondersteund met waterstof

Doel

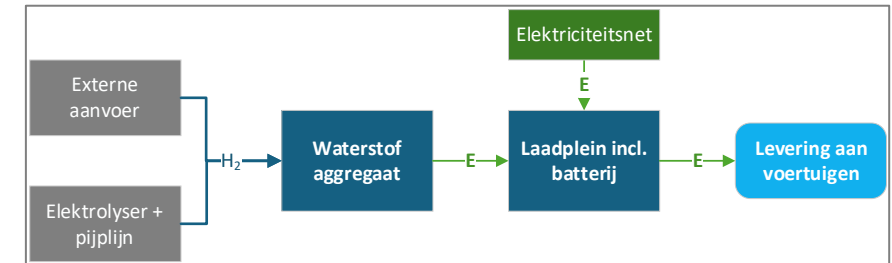
- Extra laadcapaciteit zonder netverzwaring
- Zero emissie stroomvoorziening

Oplossing

- Brandstofcel levert stroom tijdens congestiemomenten aan laadplein
- Hybride combinatie van elektriciteitsnet, batterij en brandstofcel

Voordelen

- Extra laadvermogen zonder uitstoot van CO₂ of NO_x
- Energieopslag in waterstof mogelijk voor meerdere dagen aan laadenergie
- Kan ook – standalone - zonder stroomnet opereren



Waterstof geleverd in flessenbundels



Laadplein gevoed via brandstofcel aggregaat op waterstof

3 – MCEH voor zero emissie mobiliteit

waterstof-tankstation

Doel

- Zero-emissie mobiliteit zonder netverzwaring

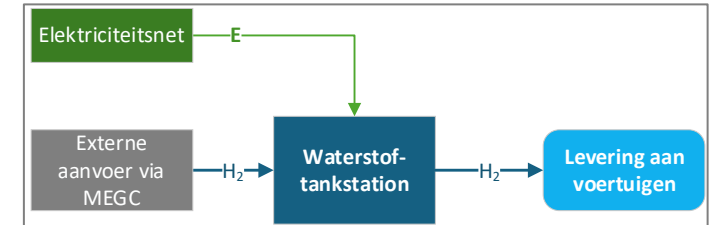
Oplossing

- Waterstof tankstation gevoed via extern aangevoerde waterstof per Multi Element Gas Container (MEGC) en kleine stroomaansluiting

Voordelen

- 100 kW aansluitvermogen levert equivalent 'laadvermogen' tot ca. 2 MW per dispenser*
- Meerdere dispensers mogelijk
- Een volle tank in 5 tot 20 minuten

* (gecorrigeerd voor efficiency waterstof aandrijflijn)



*Vrachtwagen met
verbrandingsmotor
op waterstof*



*Externe aanvoer
via MEGC*



*Bestelbus met brandstofcel op
waterstof*

4 – MCEH voor zero emissie mobiliteit

waterstoftankstation + elektrolyser

Doel

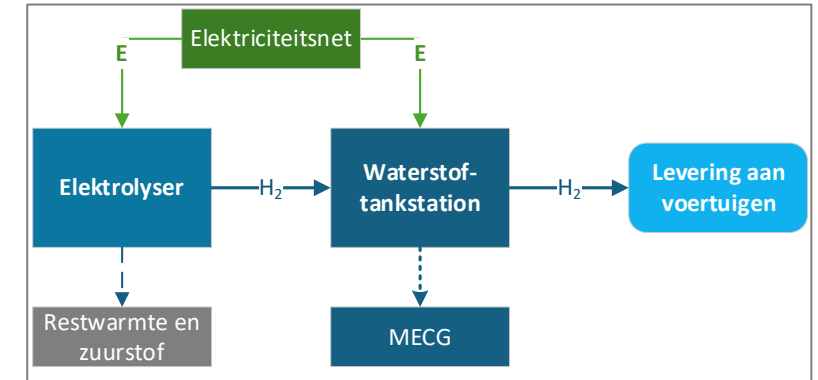
- Zero-emissie mobiliteit zonder netverzwaring
- Reduceren netcongestie door lokale en landelijke opwek

Oplossing

- Waterstof tankstation i.c.m. waterstofproductie

Voordelen

- Elektrolyser gebruikt (lokale) groene stroom en zorgt voor reductie netcongestie
- Kansen voor inzet van LT restwarmte en zuurstof
- Levering van waterstof aan andere bedrijventerreinen via MEGC's
- Voordelen waterstoftankstation, zie oplossing 3



Waterstoftankstation



MEGC voor
levering aan
afnemers



Elektrolyser
installatie