

WATERSTOF

in de gebouwde omgeving



ZIENSWIJZE

Maart 2024

Zienswijze Thematiek Social Lab Waterstof

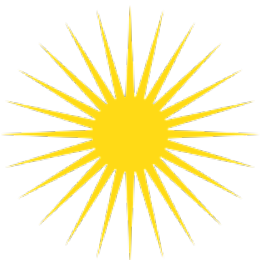
We staan voor de gemeenschappelijke uitdaging om de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving CO₂-neutraal te maken. In de meeste huishoudens is aardgas nu nog een vanzelfsprekende keuze voor verwarmen en koken. Daar komt de komende 30 jaar verandering in. Niet in één keer, maar geleidelijk en gefaseerd. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat gemeenten hierin een regierol krijgen. Iedere gemeente moet eind 2021 een Transitievisie Warmte hebben.

Waterstof kan als klimaatneutraal gas een rol spelen in de gebouwde omgeving, maar er zijn ook nog veel vragen. Het social lab waterstof, gestart in 2020, wil bijdragen aan een eenduidig en genuanceerd beeld van de rol die waterstof kan spelen in de verduurzaming van de energievoorziening in de gebouwde omgeving. We doen dit door het organiseren van de dialoog tussen een breed scala aan belanghebbenden.

Het social lab waterstof wordt inhoudelijk aangedreven door een regiegroep. Deze bestaat uit professionals die op persoonlijke titel deelnemen, maar vanuit hun werk meer dan gemiddeld zicht hebben op het vraagstuk.

Deze zienswijze is het resultaat van uitgebreid onderzoek en discussie in de regiegroep. De eerste versie verscheen in februari 2021. De huidige versie is in maart 2024 geactualiseerd. Dit document geeft weer waar de regiegroep het in grote lijnen over eens is en waar nog grote vraagtekens zijn. Het is nadrukkelijk geen eindconclusie, maar een tussenstand op basis van de huidige inzichten in de groep. Het is bedoeld als voeding voor een bredere dialoog over de positie van waterstof in de gebouwde omgeving.

Maart 2024



1. Social Lab Waterstof

Aanleiding

We staan voor de gemeenschappelijke uitdaging om de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving CO₂-neutraal te maken.¹ In de meeste huishoudens is aardgas nu nog de vanzelfsprekende keuze voor verwarmen en koken. Daar komt de komende 30 jaar verandering in. Niet in één keer, maar geleidelijk en gefaseerd, door middel van een wijkgerichte aanpak. In het Klimaatakkoord staat dat gemeenten hierbij de regierol krijgen. Hoe een gemeente dit gaat oppakken en in welke wijk ze wanneer aan de slag gaat, beschrijft iedere gemeente voor het einde van 2021 in een Transitievisie Warmte (TVW). Het gaat daarbij om aspecten als het tijdpad, het schaalniveau en de doelstelling van isoleren en/of aardgasvrij maken van in totaal 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen.

Er zijn grofweg drie opties voor CO₂-neutrale warmtevoorziening op gebouw- en wijkniveau:

1. Een 'all-electric' systeem met elektrische warmtepompen (EWP);
2. Warmtenetten die restwarmte en warmte van hernieuwbare bronnen leveren, inclusief inzet van klimaatneutraal gas in piekcentrales indien nodig;
3. Vervanging van aardgas door een klimaatneutraal gas - zoals waterstof en groen gas - op woningniveau.

In de transitieperiode zijn daarnaast diverse andere opties denkbaar, zoals een hybride variant op woningniveau. Hierbij wordt gedeeltelijke elektrificatie door een EWP gecombineerd met een gasketel voor het leveren van warmte op momenten van piekvraag.

Waterstof als klimaatneutraal gas speelt in toenemende mate een rol in discussies rond verduurzaming van de gebouwde omgeving. Dit wordt door menigeen als verstorend en vertragend ervaren omdat zij waterstof niet zien als realistische optie. Anderen daarentegen zien waterstof juist als het ei van Columbus.

Het social lab waterstof, gestart in 2020, beoogt door het organiseren van dialoog tussen een breed scala aan betrokkenen en belanghebbenden op zoek te gaan naar een meer eenduidig beeld omtrent de rol die waterstof kan spelen als onderdeel van de oplossing voor een CO₂-neutrale gebouwde omgeving, de huidige stand van zaken rond waterstof, en de termijn waarop een bijdrage verwacht zou kunnen worden.

Waterstof

Waterstof (H₂) is het meest voorkomende element in het universum. Het is een reukloos, kleurloos, zeer licht en niet-giftig gas. Waterstof wordt bijvoorbeeld gemaakt door water (H₂O) met behulp van elektriciteit te splitsen in zuurstof (O₂) en waterstof (H₂). Waterstof is geen energiebron, maar een energiedrager die kan worden omgezet naar elektriciteit. De enige uitstoot is waterdamp.

¹ Op weg daarnaartoe ligt er voor de komende periode al een aanvullende opgave van 3,4 Mton reductie van CO₂-emissies, ten opzichte van lopende ontwikkelingen, om in 2030 uit te komen op maximaal 15,3 Mton in de gebouwde omgeving. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat ongeveer 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd worden en dat de CO₂-uitstoot in de bestaande utiliteitsbouw in 2030 met 1 Mton extra worden teruggebracht.

Doel van de dialoog

De vraag die we met het Social Lab Waterstof willen beantwoorden, is:

“Hoe creëren we helderheid over de rol van waterstof voor verduurzaming van warmte in de gebouwde omgeving?”

Uitgangspunten:

- De toepassing van waterstof voor duurzame warmtevoorziening in de gebouwde omgeving is afgewogen en gepositioneerd ten opzichte van de alternatieven; waterstof als middel, niet als doel.
- Maatschappelijke partijen - overheden, netbeheerders, financiers, etc. - zijn geïnformeerd en betrokken en kunnen realistische keuzes maken. Ondanks onzekerheden ontstaat korte termijn handelingsperspectief.
- Samen leren en experimenteren om tot nieuwe inzichten te komen.

Vertrekpunt

Het social lab waterstof wordt inhoudelijk aangedreven door een regiegroep van professionals die op persoonlijke titel deelnemen, maar vanuit hun werk een meer dan gemiddeld zicht hebben op het vraagstuk. In de regiegroep zijn diverse perspectieven vertegenwoordigd, zoals bewoners, de gebouwde omgeving en de energiesector. Samen vormen ze een afspiegeling van het stakeholderveld rondom de centrale vraag. Organisatie en facilitatie zijn in handen van het processteam.

Om een bredere dialoog met de samenleving van een kader te voorzien en thema's te identificeren die nadere verdieping behoeven heeft de regiegroep het onderwerp het afgelopen jaar voorbeschouwd. Dit document is het resultaat van de voorbeschouwing, en geeft per saldo weer waar de groep het in grote lijnen over eens is, en waar nog grote vraagtekens zitten. Het is nadrukkelijk geen eindconclusie, maar een tussenstand op basis van de huidige inzichten in de groep. Het is bedoeld als start van een bredere dialoog.

Het vervolgproces kan tot verificatie leiden, maar ook tot aanscherping of weerlegging van de bevindingen. Verwacht wordt dat daarbij ook verdere verrijking en uitbreiding van inzichten plaatsvindt met feiten, cijfers en ervaringen.

Hoewel de gebouwde omgeving bestaat uit woningen en utiliteitsbouw is de discussie vooral gevoerd met woningen op het netvlies. Daar is de impact van de warmtetransitie het grootst. Dit is niet alleen omdat de warmtevraag in woningen het grootst is, of dat het aantal woningen veel groter is dan het aantal gebouwen, maar ook en vooral omdat het daar burgers het meest direct treft. De warmtetransitie is immers niet alleen een technisch en organisatorisch vraagstuk, er is ook een grote sociaal-maatschappelijke component. Om optimaal benodigde aanpassingen tijdig of zelfs überhaupt te kunnen realiseren is breed draagvlak onder bewoners nodig. In het vervolg van het document wordt daarom alleen gesproken over woningen.

De regiegroep is zich bewust van alle discussies die spelen rond bijvoorbeeld de efficiency van inzet van hernieuwbare elektriciteit voor productie van waterstof via elektrolyse, het effect van elektrolyse op CO₂-

emissies bij gebruik van elektriciteit uit het net, en de nu nog hoge kosten. De introductie en inzet van waterstof zal echter niet van vandaag op morgen plaatsvinden maar geleidelijk gaan. Het moet dan ook niet worden beoordeeld vanuit de huidige situatie maar tegen de achtergrond van de veranderingen die op gaan treden tijdens de transitie.

De energiemix zal er in 2030 heel anders uit zien dan nu en de transitie zal ook daarna gewoon doorgaan. Indien groene waterstof schaars blijft, zal de discussie over de beste inzet gegeven de aan- of afwezigheid van alternatieven voor de industrie en de (zware) transport een grote rol spelen (zie scenariostudie Martin Schepers, TNO, 2020). De meest ideale situatie hoeft dan ook niet altijd gelijk te worden gerealiseerd.

Er is op dit moment vooral behoefte aan betaalbare, praktisch haalbare en robuuste oplossingen die met voldoende snelheid zijn te realiseren. Wel is van belang dat deze oplossingen het bereiken van een nog idealere situatie niet in de weg staan. Deze overwegingen zijn meegenomen in de bevindingen in dit document. Daarbij is in een aantal voetnoten aanvullende informatie gegeven om waterstof in transitieperspectief te kunnen plaatsen.

Grijs, blauw of groen

De productie van waterstof is niet per se CO₂-vrij.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten:

- **Grijs:** Op dit moment wordt de meeste waterstof gewonnen uit aardgas. Bij de productie komt CO₂ vrij. Dit wordt daarom grijze waterstof genoemd.
- **Blauw:** Ook blauwe waterstof wordt gewonnen uit aardgas of kolen. 60% tot meer dan 90% van de CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen, bijvoorbeeld in lege gasvelden op zee. Er komt dus (veel) minder extra CO₂ in de atmosfeer. Dit gebeurt nog nergens op grote schaal.
- **Groen:** Groene waterstof wordt gemaakt door splitsing (of ontleding) van water met energie uit duurzame bronnen, zoals en zonne- en windenergie. Dit is de meest duurzame vorm.



2. OVEREENSTEMMING

De mogelijkheden voor het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving beginnen zich af te tekenen, hoewel er ook nog veel vragen zijn. Hieronder 11 punten waar de regiegroep het in grote lijnen over eens is.

1. Waterstof in de gebouwde omgeving gaat over bestaande bouw (niet over nieuwbouw)

Voor zeer goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen is verwarming met een hoge temperatuur verwarmingssysteem op basis van aardgas en warmtenetten niet nodig. Op 1 juli 2018 verviel daarom de plicht voor netbeheerders om nieuwe huizen en kleine bedrijfspanden aan te sluiten op het aardgasnet.

Uitzonderingen daargelaten geeft de overheid sinds die datum geen vergunning meer voor nieuwbouwplannen met een (aard)gasaansluiting. De discussie over waterstof in de gebouwde omgeving is daarom alleen van belang voor de bestaande bouw.¹

2. Waterstof gaat een belangrijke rol spelen in de energietransitie

Waterstof is onlosmakelijk verbonden met de behoefte om in de overgang van fossiele naar hernieuwbare energiebronnen steeds meer en op grote schaal gebruik te maken van wind- en zonne-energie. Wind en zon zijn de twee belangrijkste alternatieve energiebronnen voor de energietransitie. Niet alle wind- en zonne-energie kan echter direct als elektriciteit voor energievoorziening worden gebruikt.² Hier zijn diverse oorzaken voor. Er is een disbalans tussen aanbod en vraag als gevolg van het variabele karakter van de bronnen. Niet alle energietoepassingen zijn te elektrificeren (denk aan industrie en zwaar transport). Er zijn grote uitdagingen qua ruimtelijke inpassing en kosten van de benodigde uitbreiding van de elektriciteitsinfrastructuur.

Waterstof - met name de productie door splitsing van water via elektrolyse - kan door het bieden van een gedeeltelijk flexibele elektriciteitsvraag en het vastleggen van de energie in waterstof, de inpassing van hernieuwbare elektriciteit ondersteunen. Tegelijkertijd biedt het een route voor veel grotere benutting van de energiebronnen. Waterstof kan met name bijdragen aan invulling van de behoefte aan duurzame klimaatneutrale grondstoffen voor de chemische industrie.³ Ook kan het een zekere mate van blijvende behoefte invullen aan gasvormige en vloeibare brandstoffen voor toepassingen die (voorlopig) niet met een stekker of batterijen zijn te elektrificeren.⁴

Noten

¹ Een pilot- of demonstratieproject dat is bedoeld om ervaring op te doen onder zo gecontroleerd mogelijke condities kan hier een uitzondering op vormen.

² Uit onderzoek blijkt: dat circa 1/3 zonder enige vorm van opslag direct benut kan worden en circa 2/3 vrijwel 'direct' benut kan worden met behulp van korte termijn opslag van beperkte omvang (circa 10 kWh met bijvoorbeeld Tesla-powerwall-achtige oplossingen).

³ Vervanging van aardgas als bron voor productie van de huidige 'grijze' waterstof die in de industrie voor niet-energetische doeleinden wordt ingezet. Daarnaast is waterstof nodig om samen met duurzame koolstof (circulaire koolstof uit afval en CO₂ uit de lucht) en koolwaterstofbronnen (biomassa) aardolie te vervangen als grondstof voor de chemische industrie.

⁴ O.a. brandstof voor productie van hoge temperatuur warmte in de industrie, brandstof voor brandstofcel-elektrische voertuigen en grondstof voor productie van synthetische vloeibare brandstoffen voor de luchtvaart en de zeescheepvaart.

⁵ CO₂-arme fossiele waterstof is waterstof die wordt geproduceerd met aardgas waarbij de CO₂ die daarbij wordt gevormd zo veel mogelijk wordt afgevangen en permanent wordt opgeslagen, ondergronds of anderszins.



3. Waterstof is belangrijk, maar het kan aardgas in de gebouwde omgeving niet een-op-een vervangen

Waterstof gaat zeker een belangrijke rol spelen in de energietransitie. Dat betekent niet automatisch dat het ook een grote rol gaat spelen in de vervanging van aardgas in de warmtevoorziening van bestaande woningen die nu een aardgasaansluiting hebben. Het is een mogelijke optie die in samenhang met diverse andere opties een bijdrage kan leveren.

Op het ogenblik zijn er echter nog geen significante hoeveelheden hernieuwbare of CO₂-arme fossiele waterstof beschikbaar,⁵ noch voor de gebouwde omgeving, noch voor andere toepassingen. Daar komt de komende jaren mogelijk verandering in met de verwachte versnelling van geïnstalleerd vermogen aan zon-PV en offshore wind in combinatie met prikkels voor opschaling van groene waterstof vanuit Brussel. Die prikkels zijn echter vooral gericht op inzet van die waterstof in de industrie en voor vervoerstoepassingen.⁶ Verder is het voor waterstof qua kosten voorlopig nog lastig concurreren met relatief goedkoop aardgas.⁷

Tot slot, hoewel veilige toepassing zeker mogelijk is, wordt er nog volop ontwikkeld en onderzocht om de randvoorwaarden en systeemeisen te kunnen specificeren waarmee waterstof op grotere schaal en voor onbepaalde tijd binnen de vereiste veiligheidsnormen in de gebouwde omgeving kan worden toegepast.

4. Niet gebruikte energie is de meest duurzame energie (i): zet in op isolatie

Nut en noodzaak van het reduceren van de warmtevraag door isolatie van woningen staat niet ter discussie. Waarbij aandacht moet blijven voor de balans tussen kosten en effect. Isolatie is een robuuste optie die, voor zover dat nog niet het geval is, integraal onderdeel zou moeten zijn van elke TVW en altijd de eerste stap zou moeten zijn in uitvoeringsplannen in het kader van de warmtetransitie. Het handelingsperspectief op korte termijn is: maak de woning gereed voor verwarming op maximaal 45 °C, daarmee is ze klaar voor de overstap op elk alternatief voor aardgas. Want nietsdoen 'omdat gewacht wordt op waterstof' is simpelweg geen optie.

5. Niet gebruikte energie is de meest duurzame energie: (ii) zet in op efficiënte systemen

Indien mogelijk is een elektrische warmtepomp (EWP) de meest efficiënte vorm van verwarming. Een EWP werkt lage temperatuur omgevingswarmte op

⁶ In het Klimaatakkoord zijn ambities geformuleerd voor realisatie van 500 MW elektrolyse in 2025 en 3.000 à 4.000 MW in 2030. Hier wordt ervan uitgegaan dat deze cijfers betrekking hebben op het elektrisch vermogen van de installaties. Bij een elektriciteitsverbruik van 50 à 60 kWh/kg waterstof, 4.200 vollaasturen (koppeling met offshore windpark) en een energie-inhoud van 120 MJ/kg levert dit 4 tot maximaal 40 PJ waterstof op. Ter vergelijking: op het ogenblik wordt er ruim 100 PJ waterstof in de industrie geproduceerd op basis van aardgas, en is er in 2030 nog ruim 900 PJ aan aardgas nodig voor productie van elektriciteit en warmte waarvan ruim 300 PJ voor warmte in de gebouwde omgeving (PBL, KEV2020).

⁷ Voor productie van 1 kilogram waterstof via elektrolyse is ongeveer 50 à 60 kWh elektriciteit nodig. In de periode 2007-2019 varieerde de gemiddelde elektriciteitsprijs voor zeer grote afnemers gemiddeld van 39 tot 55 €/MWh met een uitschieter naar 62 €/MWh in 2008 (CBS-statline database). Dit levert 1,95 tot 3,30 €/kg waterstof. Bij een energie-inhoud van 141,8 MJ/kg (HHV) resulteert dit in een waterstof prijs van minimaal 13,8 tot 23,3 €/GJ. Dit is nog zonder dat netwerkkosten en heffingen zijn meegenomen in de elektriciteitsprijs, en zonder dat rekening wordt gehouden met vaste en variabele kosten voor bedrijfsvoering en onderhoud van een waterstoffabriek op basis van elektrolyse, en eventuele bijdragen voor de investering en financiering van zo'n fabriek. Deze minimale prijs moet worden afgezet tegen de aardgasprijs exclusief netwerkkosten en belastingen. Die varieerde in dezelfde periode 2007-2019 van 4,4 tot 7,7 €/GJ. Indien een extra



tot hogere temperatuur warmte die gebruikt kan worden voor verwarming.⁸ Dit kan warmte zijn uit bijvoorbeeld de buitenlucht, de bodem, oppervlaktewater, en zelfs rioolwater en drinkwater, maar ook koelwarmte van supermarkten of andere bedrijvigheid. Omdat het grootste deel van de warmte die wordt geleverd door een EWP afkomstig is van omgevingswarmte is elektrificatie van de warmtevoorziening met behulp van EWP's een zeer efficiënte vorm van verwarming.⁹ Daarbij sluit elektrificatie ook goed aan bij de primaire energiedrager (elektriciteit) die verbonden is met de toenemende benutting van wind- en zonne-energie.

6. Niet gebruikte energie is de meest duurzame energie: (iii) houdt oog voor haalbaarheid

Een hybride warmtepomp is een goed alternatief indien een EWP nog niet mogelijk is of indien deze het gewenste warmteniveau bij piekvragen niet efficiënt kan realiseren. Het temperatuurniveau van de warmte van een EWP ligt immers een stuk lager dan wat nu wordt geleverd met een aardgasketel. Voorwaarde voor een EWP is een zeer goed geïsoleerde woning, zodat lagetemperatuurverwarming (< 45 °C) toereikend is om de woning op temperatuur te houden. Dit kan prima in nieuwbouwwoningen, maar vergt voor bestaande woningen mogelijk hoge investeringen voor isolatie en/of aanpassing van het warmte-afgiftesysteem. Daarnaast daalt het rendement van een EWP naarmate een groter temperatuurverschil moet worden overbrugd. Voor woningen die niet zeer goed zijn geïsoleerd kan dit bij winterse kou leiden tot een hoge piekvraag naar elektriciteit met grote belasting van het elektriciteitsnet in de wijk,¹⁰ en hoge elektriciteitskosten.

Gedeeltelijke elektrificatie met een hybride warmtepomp (HWP) is in veel gevallen een goede eerste stap. Dit is een combinatie van een relatief kleine EWP en een HR-ketel, waarbij standaard de warmtevraag efficiënt wordt gedekt door de EWP en de gasketel bijspringt op piekmomenten. De EWP zorgt dan voor de bulk van de energie (de kilowatturen, kWh) terwijl de waterstof zorgt voor benodigd vermogen bij koude (de kilowatt, kW). Naast isoleren levert deze hybride optie daarmee een aanvullend robuust element voor *handelingsperspectief* op korte termijn. Dit geldt in het bijzonder wanneer de overstap naar all-electric of een warmtenet nog niet mogelijk of nog te hoog is gegrepen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan monumenten en historische binnensteden, waar zowel de infrastructuur als het gebouw zelf beperkt aanpasbaar zijn.

CO₂-prijs van toepassing zou zijn op het aardgas dan zou er 5,7 €/GJ bij komen voor elke 100 €/ton CO₂. Terwijl de huidige prijs rond 30-35 €/ton ligt is op basis van bovenstaande cijfers minimaal 105 tot mogelijk wel 330 €/ton nodig om het verschil te overbruggen. Hoewel aardgas voor de toekomst geen referentie kan zijn omdat het niet duurzaam is en tot te veel CO₂-emissie leidt, illustreren deze cijfers wel hoe goedkoop aardgas is, en hoe lastig het zal zijn om de warmtetransitie kostenneutraal te realiseren. Voor de toekomst zou de waterstof-optie vergeleken moeten worden met de andere alternatieven zoals de all-electric- en de warmtenet-optie. Die vergelijking is echter een studie op zich en valt buiten het kader van dit document.

⁸ Een EWP kan worden toegepast in individuele woningen, maar kan in grote uitvoering ook centraal worden ingezet voor levering van warmte aan een collectief warmtenet. Dit kan aantrekkelijk zijn wanneer een combinatie mogelijk is met warmte van geothermie en lage temperatuur restwarmte van industrie en afvalverbranders. Naarmate het aandeel van een EWP in het warmtenet toeneemt, en daarnaast ook een hulpwarmtecentrale nodig blijft voor de echte pieken, dan wordt het warmteverlies van een warmtenet een steeds grotere factor van belang in de afweging individueel of collectief. Daar komt bij dat een warmtenet een geheel nieuwe infrastructuur vergt terwijl het overgrote deel van de woningen naast elektriciteit al een gasaansluiting heeft. De pijpleidingen van het gasnet blijken daarnaast al geschikt voor transport en distributie van waterstof hoewel nog nader onderzoek nodig is naar andere componenten en materialen in het gasnet, en eventueel noodzakelijke



7. Daar waar gasvoorziening nodig blijft is aardgas is voorlopig het uitgangspunt

In situaties waar een overgang naar all-electric of een warmtenet vooralsnog geen haalbare optie is blijft een warmtevoorziening met gas noodzakelijk, al dan niet in combinatie met gedeeltelijke elektrificatie door HWP's. Aardgas blijft hierbij voorlopig het uitgangspunt. Naar verwachting zal er een klein en langzaam toenemend aandeel groen gas zijn.¹¹ Dit gas is van biogene oorsprong maar heeft dezelfde kwaliteit als aardgas. Daarnaast wordt er nagedacht over het nut en de mogelijkheden om waterstof in beperkte hoeveelheden bij te mengen bij aardgas om zodoende een flexibele afzetmarkt voor waterstof te creëren in de opschalingsfase van waterstofproductie via elektrolyse en de ontwikkeling van waterstof als energiedrager.¹²

8. Waterstof voorlopig alleen in een beperkt aantal gecontroleerde praktijkprojecten

Op dit moment worden wel een beperkt aantal praktijkprojecten met waterstof voorbereid die in de komende jaren mogelijk zullen worden uitgevoerd. Deze projecten zijn onderdeel van brede onderzoeksprogramma's die als doel hebben om voldoende waterstofkennis en -ervaring op te doen om passende normen en regelgeving voor verantwoorde inzet van waterstof te kunnen ontwikkelen. Dit ter voorbereiding op mogelijk bredere toepassing van waterstof, indien noodzakelijk voor het realiseren van een klimaatneutrale gebouwde omgeving in 2050.

9. De tijd zal het leren of en hoeveel waterstof er nodig is voor de gebouwde omgeving

Waterstof gaat een belangrijke rol spelen in de energietransitie. Ook in de gebouwde omgeving zou waterstof voor de vervanging van het resterende deel aardgas kunnen worden toegepast. Bredere toepassing zal echter op z'n vroegst pas tegen 2030 duidelijk worden. Tegen die tijd is ook meer zicht op de technische, economische, ecologische en maatschappelijke haalbaarheid van de andere alternatieven, zoals:

- Verdere isolatie en verdere elektrificatie naar all-electric, met name in die gevallen waar op korte termijn toepassing van een HWP al mogelijk is;
- Daar waar een HWP nu nog niet mogelijk is, om wat voor reden dan ook, kan dat bij voortgaande ontwikkeling later misschien wel het geval zijn: dan efficiënter, compacter, goedkoper, etc.;

aanpassingen ook binnen de woning (denk aan koken) bij toepassing van waterstof.

⁹ Zeer efficiënt betekent in de huidige situatie niet dat een EWP op elk moment de optie is met de minste emissies. De emissiefactor van aardgas is 56,6 g CO₂/MJ aardgas. Met een gemiddeld rendement van een HR-ketel van 90% voor ruimteverwarming betekent dat een emissie van 62,2 g CO₂/MJ warmte. Op koude windstille winterdagen met weinig zon zal elektriciteit vooral afkomstig zijn van fossiele centrales. Als dit alleen efficiënte gascentrales zijn met een rendement van 60% dan is de emissiefactor van de elektriciteit 94,3 g CO₂/MJ elektriciteit. De 'coëfficiënt of performance' (COP) van de EWP moet op dat moment dan minimaal 1,5 zijn om het beter te doen dan de HR-ketel op aardgas. De gemiddelde COP tijdens het stookseizoen van een EWP voor ruimteverwarming ligt boven de 3,5 (ruim boven de 1,5 dus). Deze ligt hoger naarmate de centrales gemiddeld minder efficiënt zijn en naarmate er een groter aandeel steenkool in de elektriciteitsmix zit. Omdat het rendement van een EWP afneemt naarmate het kouder wordt zal een HR-ketel op aardgas op sommige momenten dus tot minder emissies leiden. De duur van de momenten of perioden dat deze situatie zich voordoet is echter beperkt. Daarbij komt dat winters gemiddeld warmer worden, het aandeel steenkool in de mix afneemt en steenkool voor 2030 wordt uitgefaseerd. Tegelijkertijd neemt het aandeel hernieuwbare elektriciteit de komende jaren sterk toe. Hoewel het er op het ogenblik nog om zou kunnen hangen of een EWP ook gemiddeld genomen het schoonst is, is het slechts een kwestie van tijd voordat dit zeker het geval is.



- Grotere beschikbaarheid van groen gas uit biomassa-reststromen, waardoor groen gas een groter deel van de warmtevraag in de gebouwde omgeving kan invullen;
- Ontwikkeling van geothermie en andere duurzame warmtebronnen voor voeding van van warmtenetten met hernieuwbare warmte.

10. Waterstof als voorkeursoptie betekent niet nu niets doen en afwachten

Het potentieel van groen gas voor invulling van een resterende gasvraag in de gebouwde omgeving kan tegenvallen waardoor waterstof als alternatief overblijft. Daarom is het van belang dat er nu onderzoek plaatsvindt naar manieren waarop waterstof in de gebouwde omgeving op verantwoorde wijze kan worden ingezet. Verder is het zeer aannemelijk dat het nog lange tijd lastig is voor waterstof om te concurreren met goedkoop aardgas. Dat geldt zeer waarschijnlijk ook voor verwarming via een EWP, een warmtenet, of met groen gas als naar totale systeemkosten¹³ wordt gekeken. Voor de energierekening is het daarom van belang om de benodigde hoeveelheid waterstof te beperken door de warmtevraag zoveel mogelijk te reduceren.

Daar komt nog bij dat op termijn zowel elektriciteit als waterstof grotendeels afkomstig zijn van dezelfde bronnen, te weten zon en wind. Zowel elektriciteit als waterstof zijn nodig voor vergaande benutting van deze bronnen. Maar vanwege het conversieverlies dat optreedt van elektriciteit naar waterstof is streven naar maximaal direct gebruik van elektriciteit en minimale conversie naar waterstof van belang. Hoe meer vraag naar waterstof, hoe meer wind- en zonneparken er nodig zijn met bijbehorende behoefte aan ruimte en impact op de omgeving.

Waterstof betekent dus niet nu niets doen en afwachten. Voor nu geldt isoleren, zo veel mogelijk elektrificeren, inclusief slimme regeling van vraag en aanbod, en de ontwikkelingen rond waterstofpilots en andere alternatieven nauwgezet blijven volgen. Dit zal ook nodig blijken omdat duurzame gassen altijd een prijs zullen hebben die de marktwaarde reflecteert en elke isolatiestap is kostenbesparend.

11. Productie van waterstof via elektrolyse vergt verdere uitbreiding van wind op zee boven op de huidige plannen voor minimaal 11,5 GW in 2030

Gebruik van duurzame elektriciteit voor productie van waterstof kan op korte termijn leiden tot zogenaamde verdringing. Hiervan is sprake indien direct eindgebruik van duurzame elektriciteit tot meer CO₂-reductie leidt dan

¹⁰ De noodzaak van verzwaren van netten wordt vaak als een knelpunt aangevoerd voor warmtepompen. Mogelijk is dit echter sowieso nodig gezien met de toename van zon-PV op daken (grote gelijktijdigheidsfactor) en de behoefte aan laadpunten voor elektrische auto's. Deze ontwikkelingen moeten dan ook in samenhang worden gezien, samen met de mogelijkheden voor optimalisatie door slimme regeling van vraag en aanbod.

¹¹ In 2019 bedroeg de winning van stortgas/biogas ca. 14,8 PJ, equivalent aan 0,47 miljoen m³ aardgas. Hiervan is slechts 4,5 PJ opgewerkt tot groen gas van aardgaskwaliteit (0,14 Mm³ AE). De rest is voornamelijk ingezet in warmtekrachtinstallaties. De hoeveelheid groen gas bedroeg in 2019 minder dan 2% van het aardgasverbruik in huishoudens (280 PJ) en net iets meer dan 1% van de hoeveelheid aardgas in de gebouwde omgeving (402 PJ). De doelstelling van de sector is om te groeien naar 2 Mm³ AE aan hernieuwbaar gas van biogene oorsprong in 2030. In de KEV2020 wordt op basis van de huidige ontwikkelingen en het voorgenomen beleid voorsnog uitgegaan van een veel lagere toename van ca. 15% ten opzichte van 2019.

¹² Fysieke bijmenging is nog allerminst zeker en ook geen optie die zo maar op korte termijn gerealiseerd kan worden. Het wordt hooguit beschouwd als tussenoplossing. Randvoorwaarde is dan ook dat het kan met zeer beperkte aanpassingen aan het gasnet en gastoepassingen zodat systemen niet keer op keer aangepast hoeven worden op weg naar een meer definitieve eindoplossing.

¹³ Met systeemkosten wordt bedoeld de kosten van de technische oplossing zelf, inclusief kosten in de keten, zoals de



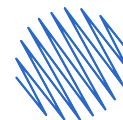
gebruik van de elektriciteit voor splitsing van water en benutting van waterstof in eindgebruikstoepassingen. Het overall CO₂-effect hangt af van de specifieke waterstoftoepassing, maar op korte termijn is er waarschijnlijk altijd sprake van een zekere mate van verdringing. Dit lijkt niet te voorkomen omdat een significante stuurbare vorm van hernieuwbare elektriciteitsproductie, zoals waterkracht- en biomassacentrales, ontbreekt.

Op weg naar volledig duurzame productie op basis van wind en zon, blijft productie met gascentrales van belang om de balans op het net te kunnen handhaven. Nog los van de mogelijkheden die import van elektriciteit biedt. Voorlopig is de gemiddelde emissiefactor van elektriciteit daarom niet nul en zal de emissiefactor van waterstof via elektrolyse vanuit een integraal systeemperspectief waarschijnlijk zelfs hoger zijn dan die van grijze waterstof op basis van aardgas.¹⁴ Tegelijkertijd zullen bij uitbouw van zon en wind periodes van overaanbod toenemen met als gevolg toenemende periodes met lage prijzen. Hierdoor nemen risico's op verder investeren toe en bestaat de kans dat verdere ontwikkeling van wind en zon stopt.

Inzet van elektriciteit voor waterstof kan het investeringsperspectief voor wind en zon verbeteren. Hierdoor wordt grotere benutting van die bronnen mogelijk, waarbij de flexibele elektrolyzers ook de inpassing van de hernieuwbare energie als elektriciteit kunnen ondersteunen. Hernieuwbare elektriciteit en groene waterstof worden op die manier communicerende vaten voor inpassing van wind- en zonne-energie. Op weg daarnaartoe is het zaak de mate van verdringing zoveel mogelijk te beperken. In dit verband dient er naast de eerste ontwikkeling van waterstofproductie via elektrolyse ook te worden gestreefd naar een versnelling in uitrol van met name wind op zee. Er zijn inmiddels plannen voor 10 GW extra wind op zee tot 2030, bovenop de huidige uitbreidingsplannen van 11,5 GW.

kosten voor (extra) infrastructuur, voor (flexibele) opwekcapaciteit en voor energieopslag.

¹⁴ Bij de productie van waterstof op basis van aardgas wordt circa 9 kg CO₂ gevormd. Bij een verbruik van 50 à 60 kWh elektriciteit voor de productie van een kilogram waterstof betekent dit dat de emissiefactor van elektriciteit lager moet zijn dan 0,15-0,18 kg CO₂/kWh om waterstof met een lagere emissiefactor te produceren dan op basis van aardgas. Volgens de meest recente projecties zal bij de geplande en verwachte uitbreiding van wind en zon de gemiddelde emissiefactor van elektriciteit 0,12 kg CO₂/kWh bedragen in 2030 en nog 0,23 kg CO₂/kWh in 2025. Hierin is echter de elektriciteit die nodig is voor waterstofproductie met 500 - 4000 MW elektrolyse nog niet meegenomen. Als dit niet gepaard gaat met uitbreiding van productie van duurzame elektriciteit zal de benodigde elektriciteit per saldo uit een fossiele centrale komen waardoor de gemiddelde emissiefactor zal toenemen.



3. VRAAGTEKENS

Er zijn nog meer onderwerpen waar in grote lijnen overeenstemming over is, maar dan vooral in de zin dat dit nog grote vraagtekens zijn. Zaken waarover inzichten en gedachten nog verre van eenduidig zijn. Dit betreft niet alleen inhoudelijke, maar ook meer procesmatige aspecten. Onderstaand overzicht is ongetwijfeld niet uitputtend, maar behoeft in iedere geval nader onderzoek.

1. Moet waterstof direct 'groen' zijn of is er ook tijdelijk ruimte voor CO₂-arme fossiele waterstof?

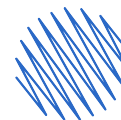
De beschikbaarheid van groene - hernieuwbare - waterstof is afhankelijk van de verdere uitbouw van wind- en zonne-energie. Hoewel dit snel groeit, gaat dit hier en elders mogelijk niet snel genoeg. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met de ontwikkeling van voldoende elektrolysecapaciteit voor productie van waterstof uit water.

Op dit moment wordt waterstof in grote hoeveelheden geproduceerd op basis van aardgas in de industrie voor een reeks aan toepassingen. Dit proces kan worden gecombineerd met afvang en opslag van CO₂ waardoor emissies van CO₂ sterk kunnen worden verminderd. Dit kan ook worden toegepast op (een deel van) het aardgas dat als brandstof wordt ingezet. Per saldo wordt dan de koolstof van het aardgas afgehaald voordat het als brandstof wordt ingezet. Dit wordt blauwe waterstof genoemd en is in feite emissiearm gebruik van aardgas.

Aardgas is er voorlopig voldoende en de productie is relatief snel op grote schaal te realiseren. Dit kan bijdragen aan tijdige reductie van CO₂-emissies en biedt een gunstig perspectief voor tijdige aanpassing van infrastructuur en ontwikkeling van eindgebruiktoepassingen. Het kan daarmee de transitie naar bredere inzet van waterstof en ontwikkeling van groene waterstof makkelijker maken. Opslag van CO₂ is echter niet onomstreden. Aardgas blijft fossiel en we lopen het risico dat als het eenmaal praktijk is we er lastig weer vanaf komen. Het zogenoemde 'lock-in-gevaar'.

2. Wat zijn de mogelijkheden voor bijmengen van waterstof in het aardgasnet? En is dit zinvol voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving?

Mogelijk kan waterstof tot 10 à 20 volumeprocenten worden bijgemengd bij aardgas, zonder grote aanpassingen. In Duitsland is bijmengen tot 10% zelfs al toegestaan. Zijn er inderdaad weinig tot geen aanpassingen nodig, behalve bijvoorbeeld sterk verouderde ketels? En is 20% het maximum, of is verdere



doorgroei mogelijk? Als iedere verhoging weer leidt tot noodzakelijke aanpassingen dan is de waarde van deze optie voor de transitie mogelijk beperkt.

De energie-inhoud van een kubieke meter waterstof is ongeveer een derde van aardgas. Tien à 20 volumeprocenten aan waterstof vervangt dus slechts 3,4 tot 6,8 procent aardgas. Niettemin kan het in combinatie met andere maatregelen een significante bijdrage leveren. Ook kan de toepassing een vroeg afzetkanaal vormen voor verdergaande benutting van wind- en zonne-energie via elektrolyse en zo een rol spelen in de opschalingsfase van die technologie.¹

3. Gelet op wind- en zoncondities en beschikbare ruimte, wat is het potentieel aan hernieuwbare energie in Nederland om in een toekomstige vraag naar waterstof te kunnen voorzien?

Nederland is een dichtbevolkt land met beperkte ruimte voor duurzame energie. Niettemin zijn er ambitieuze lange termijn doelen. Voor wind op zee wordt een potentieel gezien van 50 tot 75 GW tot 2050. Meestal wordt 60 GW gehanteerd.² Het potentieel voor wind op land ligt met 15 GW een stuk lager. Maar of het zover komt is de vraag. Voorlopig blijkt het al lastig genoeg om 6 GW te realiseren. Het geïnstalleerd vermogen aan zon-PV groeit snel. In 2018 was de groei 50%, de huidige doelstelling voor wind op land. In 2019 was er opnieuw een groei met een recordhoeveelheid van 4,5 GW naar 6,8 GW, een toename van 51%. In 2030 ligt het naar verwachting boven de 20 GW terwijl het potentieel mogelijk nog veel groter is. De opbrengst van 60 GW wind op zee, 6 GW wind op land en 100 GW zon-PV is circa 370 TWh. Het totale elektriciteitsverbruik in Nederland bedraagt al jaren circa 110-120 TWh. Naar verwachting blijft dit zo richting 2030 omdat toenemende elektrificatie tot dan nog steeds wordt gecompenseerd door efficiencyverbetering. Uiteindelijk zal het elektriciteitsverbruik wel stijgen, maar zelfs bij verdubbeling lijkt er nog een behoorlijk potentieel voor waterstof over.^{3, 4}

4. Indien het binnenlands potentieel niet toereikend is, op welke termijn en in welke mate kan dan import van waterstof tot ontwikkeling komen? Tegen welke prijs en welke (duurzaamheids)voorwaarden?

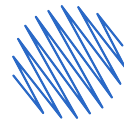
Mogelijk is op termijn import van wind- en zonne-energie nodig ter vervanging van de huidige import van aardgas en aardolie. Elders zijn er gebieden met veel gunstigere condities voor duurzame energie waardoor waterstof tegen

Noten

¹ Ter indicatie: naar verwachting is er in 2030 nog ordegrrootte 300 PJ aardgas in de gebouwde omgeving nodig (KEV2020). Bij 10% bijmenging, een gemiddeld elektriciteitsverbruik voor elektrolyse van 55 kWh/kg, en 4.200 vollasturen (bij koppeling met wind op zee) zou dan 1,1 GW aan elektrolysevermogen nodig zijn voor productie van de waterstof. Het vermijden van de inzet van ruim 10 PJ aardgas door extra inzet van windenergie zou bij een emissiefactor van 56,6 g/MJ een reductie geven van bijna 0,6 Mton CO₂ in de gebouwde omgeving. Deze cijfers kunnen naar rato worden verlaagd als er minder aardgas nodig blijkt te zijn, of waterstof nog niet bij alle aardgas wordt gemengd. Het omgekeerde geldt ook als wordt ingezet op een hoger percentage bijmenging.

² 60 GW is 60.000 MW. De huidige parken hebben een vermogensdichtheid van ongeveer 5 MW/km². Mogelijk neemt dit toe naarmate parken verder op zee liggen. Voor 60 GW is dus ordegrrootte 12.000 km² oppervlak nodig. Het oppervlak van het Nederlandse continentale plat is ongeveer 57.000 km². Voor 60 GW zou daarmee circa 20% van het oppervlak nodig zijn.

³ Ter indicatie: 8 miljoen elektrische auto's die in Nederland gemiddeld circa 13.000 km/jaar rijden bij een verbruik van 0,2 kWh/km geven een extra elektriciteitsverbruik van 21 TWh. Het aardgasverbruik in de gebouwde omgeving bedraagt op het ogenblik circa 400 PJ, waarvan 280 PJ in woningen en 120 PJ in winkels en gebouwen. Bron: CBS. Bij een gemiddeld ketelrendement van 90% betekent dat een warmtevraag van 360 PJ. Stel dat die warmtevraag volledig is in te vullen met EWP's met een COP van 4. Dan zou dat een extra



lagere kosten is te produceren dan in Nederland. De kosten voor transport zijn echter flink en kunnen het voordeel tenietdoen. Ook moeten we er rekening mee houden dat de prijs hoger ligt dan de kosten; de prijs komt uiteindelijk tot stand op de markt.

Verder geldt voor locaties elders hetzelfde als in Nederland; uitbouw van duurzame energie moet eerst gerealiseerd worden en hele ketens voor levering van waterstof moeten ontwikkeld worden. De vraag is hoe snel dit kan. Overigens is import van koolstofarme waterstof op basis van aardgas met CCS ook mogelijk; er zijn inmiddels diverse grote projecten aangekondigd in Afrika, het Midden-Oosten en Australië. De koolstof zou er direct bij de bron afgehaald kunnen worden. Dat is wellicht efficiënter dan eerst het aardgas met koolstof distribueren en de koolstof er pas vlak voor het eindgebruik af te halen.

5. Hoe gaan we bij schaarste de beschikbare waterstof verdelen over de industrie, vervoer en de gebouwde omgeving?

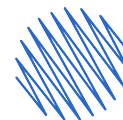
Waterstof kent potentieel vele toepassingen. Het is nog niet duidelijk hoe verschillende toepassingen in de industrie, het vervoer, elektriciteitsproductie en in de gebouwde omgeving zich gaan ontwikkelen. En of er 'voorkeursopties' gaan ontstaan. Indien de beschikbaarheid van waterstof toch beperkt blijft is de vraag hoe verdeling tot stand komt over de verschillende toepassingen waarvoor het allemaal nodig zou kunnen zijn. Streven naar maximale CO₂-reductie tegen laagste maatschappelijke kosten is van belang, maar er zijn meer maatschappelijke aspecten van belang; verdeling van schaarste is zowel een economisch als politiek vraagstuk.

6. Zijn er voordelen in maatschappelijke kosten te bereiken door verdere hybridisering op wijkniveau? Denk bijvoorbeeld aan een all-electric strategie in combinatie met HWP op waterstof.

Veel wijken hebben woningen van na de invoering van het eerste Bouwbesluit in 1992 die je met relatief beperkte middelen volledig kan elektrificeren. Er zullen echter ook vooroorlogse woningen of zelfs woningen met monumentenstatus en/of beschermde stadsgezichten zijn die hybride oplossingen nodig zullen hebben voor de piekwarmtevraag. Door de relatief goedkope infrastructuur van gasleidingen en de beperkte kostenimpact bij enkel piekverbruik kan een gemengde strategie een goede oplossing zijn voor gemengde wijken. Dit kan wel om meer maatwerk vragen.

elektriciteitsverbruik opleveren van circa 25 TWh. Het aardgasverbruik in de industrie bedraagt op het ogenblik ongeveer 140 PJ. Dat is een warmtevraag van circa 120 PJ. Zou die helemaal worden ingevuld met elektrische weerstandsverwarming dan levert dat een extra elektriciteitsverbruik van circa 35 TWh. Tezamen zou dit een extra vraag geven van ordegrootte 80 TWh, nog niet eens een verdubbeling van het huidige elektriciteitsverbruik.

⁴ Bij een potentieel van 370 TWh duurzame elektriciteit, een huidig verbruik van 120 TWh en een extra verbruik van 80 TWh door elektrificatie van eindgebruikstoepassingen (zie voorgaande voetnoot), dan zou er nog 170 TWh voor waterstof zijn. Bij een gemiddeld verbruik van 55 kWh/kg voor productie van waterstof (61% efficiency LHV) zou dit ruim 100 TWh of 360 PJ aan waterstof op kunnen leveren. De huidige industriële productie van grijze waterstof op basis van aardgas is ongeveer 110 PJ zodat dan nog 250 PJ beschikbaar zou zijn voor nieuwe toepassingen. Voor een miljoen brandstofcelauto's die 13.000 km/jaar rijden met een verbruik van 1 kg waterstof per 100 km is circa 16 PJ nodig. Indien uiteindelijk 10-20% van de huidige aardgasvraag in de gebouwde omgeving vervangen zou moeten worden door waterstof dan zou daar 40-80 PJ voor nodig zijn. Deze verkenning is erg grofstoffelijk maar illustreert dat er een behoorlijk potentieel in Nederland kan zijn.



7. Welke waarde kan waterstof brengen in de gebouwde omgeving als je het combineert met productie van elektriciteit (en warmte) in woningen of in de wijk?

Kleinschalige lokale stuurbare productie, in plaats van grootschalige centrale stuurbare productie, biedt een extra mogelijkheid tot lokale optimalisatie van vraag en aanbod van elektriciteit. Dit vergt minder transport en distributie door landelijke en regionale netten en kan besparingen opleveren in uitbreiding van relatief dure elektriciteitsinfrastructuur. Dit moet worden afgewogen tegen het kostenverschil tussen lokale en centrale productie. Brandstofcellen zijn nog duur, maar het is een modulaire technologie die bij voldoende volume nog sterk in prijs kan dalen.

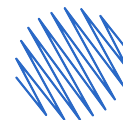
8. Communicatie speelt een sleutelrol in de warmtetransitie. Wat is een goede manier voor feitelijke informatievoorziening aan relevante stakeholders, in het bijzonder aan burgers?

Weten we voldoende waar behoeften bij stakeholders liggen en wat hun standpunten zijn? Hoe betrek je de gemeenschap in het maken van keuzes tussen verschillende opties en hoe kan je consequenties van keuzes inzichtelijk maken? Feiten lijken momenteel ouderwets te zijn in het debat, maar besluitvorming over zaken die zeker 50 jaar lang impact hebben moet zorgvuldig gebeuren. Initiatieven zoals de waterstofmonitor en het waterstof kennisplatform dragen hieraan bij. Maar om het grote publiek te bereiken moet het debat ook in (wetenschappelijke) tv-programma's en in dag- en weekbladen worden gevoerd.

9. Hoe zorgen we dat de energievraag zo snel mogelijk wordt gereduceerd, los van de duurzame warmtevoorziening die uiteindelijk wordt gekozen?

Voor bestaande bouw lijkt isoleren een 'saai' optie te zijn. Het plaatsen van zonnepanelen of een elektrische auto lijkt aantrekkelijker, want het levert direct zichtbare resultaten op. Daarnaast is isoleren van de woning voor veel mensen een hoop gedoe.

Hoe kunnen we de voordelen van isolatie beter over het voetlicht brengen? Denk aan verhoogd wooncomfort (minder tocht en koeler in de zomer), verbeterde gezondheidscondities (minder kans op schimmel en huisstofmijt),



verlaagde energiekosten, minder gevoeligheid voor stijgende energieprijzen en de mogelijkheid om je huis in kleine stapjes te isoleren. En met welke maatregelen kunnen we laagdrempeliger regelingen rond isoleren stimuleren? Denk aan vertalen in meerwaarde van je huis, goed kunnen meefinancieren, duidelijke arrangementen, makkelijkere subsidies, etc?

10. Welke (mix van) argumenten gaan doorslaggevend zijn voor keuzes, zowel voor politiek, bestuur als burgers? Wat bepaalt het draagvlak voor de ene of de andere oplossingsrichting?

Onzekerheden reduceren lijkt het allerbelangrijkst. Onzekerheid verleidt niet tot het doen van investeringen. Helder beleid, inclusief belastingbeleid, voor langere tijd kan rust brengen. Daarnaast zullen we eerlijk met elkaar moeten zijn: er is vooralsnog geen beste oplossing. En ja: de kans is groot dat de toekomst een betere oplossing brengt. Maar de urgentie vraagt ons nu te acteren. Ook helderheid over de kosten is van belang. Betaalbaarheid is een belangrijke voorwaarde voor draagvlak. Maar hoe een (consumenten)prijs wordt opgebouwd is lastig te doorgronden en in het maken van keuzes worden snel appels met peren vergeleken. Transparantie en inzicht in ketenkosten (en opbrengsten) is van groot belang. Tenslotte is er oog voor de nadelen nodig. Bij keuze voor duurzame maatregelen die goed passen voor de meerderheid kunnen de belangen sneuvelen van minderheden. Maar oog hebben van het belang van de minderheid maakt een goede democratie. Hoe compenseer je mensen voor de nadelen die ze ondervinden?

Het Social Lab Waterstof

Het social lab waterstof brengt partijen en kennis samen om de dialoog aan te gaan over de rol van waterstof in de gebouwde omgeving. Daarmee worden inzichten verbreed en met elkaar verbonden, en komen handelingsperspectieven op tafel voor alle betrokkenen.

Regie & proces

Het labproces wordt inhoudelijk aangedreven door de regiegroep. De deelnemers vormen met elkaar een afspiegeling van het stakeholderveld. De regiegroepleden nemen deel op persoonlijke titel. De inhoud van dit document is niet noodzakelijkerwijs de visie van de organisaties waar zij voor werken.

Albert van der Molen, Carla Robledo, Harry Welch, Jan-jaap Aué, Jörg Gigler, Ivo Opstelten, Marcel Weeda, Mark Peterse, Petie Slangen, Stefanie van Kleef en Vera Haaksma.

Eerder in dit traject hebben de volgende personen ook deelgenomen: Han Feenstra, Jan Willem van de Groep, Edwin Edelenbos en Roald Arkesteijn.

De organisatie en facilitatie zijn in handen van het procesteam: Maurice Mommen (voorheen Ton Bontekoe) (Topsector Energie MVI), Marlies Kok (RVO) en Michiel Damoiseaux, Han Rakels en Petra de Boer (Perspectivity).

Meer informatie over waterstof in de gebouwde omgeving vindt u op de website van het Nationaal Waterstof Programma: nationaalwaterstofprogramma.nl.