

Actieagenda

waterstof & groene chemie



- van SWOT
- naar mijlpalen
- naar realisatie

Actieagenda waterstof en groene chemie

Inhoud

Actieagenda Waterstof en Groene Chemie 3

Bijlagen

1. SWOT – Waterstof en Groene Chemie in Nederland	13
2. Roadmaps voor waterstof en groene chemie	17
3. Programmeren van innovatie, pilots, demo's	20
4. Marktvraag en business case	22
5. Deelnemers bestuurlijke rondetafel Waterstof en Groene Chemie	23

Colofon

Trekkers:	Richard van de Sanden	uz ECCM, TU/e-DIFFER
	Marco Waas	lid ECCM, Nobian
	Hans van der Weijde	lid ECCM, TataSteel
Redactie:	Deelnemers rondetafel, en:	
	Lara Engelfriet	EZK
	Nienke Firet	Topsector Energie
	Martijn de Graaff	TNO
	Sandra de Keijzer	Topsector Energie
	Pim van Leeuwen	EZK
	Mark Schmets	Topsector Chemie
	Roald Suurs	TNO
	Robert Thijssen	EZK
	Marle Zijlstra	EZK

Illustratie omslag Thomas Hartman | thisillustrations.com

Vormgeving Petra Klerkx, Amsterdam

Opgesteld door de bestuurlijke rondetafel Waterstof en Groene Chemie
Den Haag, juni 2021

Waarom waterstof & groene chemie?

Waterstof speelt nu al een belangrijke rol in de Nederlandse economie. Nederland is met 16,5 miljard m³ per jaar, na Duitsland, de grootste speler in Europa. Deze grijze waterstof wordt met name afgenomen door energie-intensieve bedrijven zoals raffinaderijen, chemiebedrijven en kunstmestproducenten. Het overgrote deel wordt in de buurt van deze bedrijven geproduceerd, en gaat gepaard met 12,5 Mton CO₂-emissie (ca. 6% van de uitstoot in Nederland). In de toekomst zal de vraag verdrie- of verviervoudigen door nieuwe toepassingen, in de mobiliteit bij de productie van synthetische brandstoffen, voor de elektriciteitssector en voor hoge temperatuurtoepassingen in de industrie, door inzet als grondstof voor circulaire producten in chemie en staal. Schaalvergroting van waterstof en groene chemie is een essentiële randvoorwaarde voor het verduurzamen van de huidige vraag, evenals extra groei van de hernieuwbare elektriciteitsproductie, offshore waterstofproductie via elektrolyse en het verschuiven van waterstofproductie naar aanlandingsplekken van offshore windkabels, het aanleggen van (onshore en offshore) infrastructuur voor waterstof en groene chemie en de opschaling van toepassingen in de chemie, brandstoffen en zware (staal)industrie.

Achtergrond

17 december 2020 zijn de deelnemers¹ aan de eerste bestuurlijke rondetafel Waterstof en Groene Chemie gezamenlijke doelstellingen overeengekomen voor de kostenreductie van waterstof en electrolyzers, het circulair maken van CO₂ en de duurzame opwekking van elektriciteit. Deze doelstellingen zijn afgeleid van het Klimaatakkoord. Deze gezamenlijke doelstellingen zijn terug te vinden op de website van het Nationaal Waterstofprogramma². Ook is afgesproken om juni 2021 een tweede rondetafel te organiseren voor versnelde uitwerking en realisatie van deze doelstellingen.



Tijdens de tweede bestuurlijke rondetafel 23 juni 2021 is deze Actieagenda Waterstof en Groene Chemie vastgesteld als uitwerking van de doelstellingen. In deze actieagenda staan de mijlpalen en acties beschreven die nodig zijn om de 2030- en 2050-doelstellingen te halen op het gebied van innovatie, human capital, maatschappelijke inbedding, systeemintegratie, samenhangende ketenaanpak, ontwikkeling maakindustrie en internationale samenwerking op het gebied van waterstof en groene chemie. De actieagenda is tot stand gekomen via een drietal werksessies met de deelnemers aan de rondetafel in de periode januari-mei 2021. De actieagenda is gericht aan het Nationaal Waterstof Programma (NWP) en het groeifondsinitiatief Groenvermogen van de Nederlandse Economie (GroenvermogenNL) vanuit het voornemen om in afstemming met deze initiatieven de voortgang van de voorgestelde acties in deze agenda te monitoren.

¹ Samenstelling rondetafel: Een representatieve afvaardiging vanuit nationaal perspectief: C-level management bij bedrijven en kennisinstellingen die een grote rol spelen in het veld van waterstof en groene chemie in NL: sectoren energie, chemie, htsm, bedrijfsleven: grote internationale spelers en MKB, academische en toegepaste kennisinstellingen (TO2, HBO en MBO), geografische spreiding – alle regio's, topsectoren Energie, Chemie, HTSM, NWP, GroenvermogenNL, ECCM.

² <https://nationaalwaterstofprogramma.nl/news/view/9fb43b1a-e9ec-4834-8b98-7200c5dc9c3c/eerste-bestuurlijke-rondetafel-waterstof-en-groene-chemie-zet-de-ambities-op-scherp>



Deze actieagenda

Deze actieagenda is tot stand gekomen op basis van een uitvoerige SWOT-analyse met de deelnemers. Op basis van deze SWOT-analyse is een drietal thema's geïdentificeerd waarlangs de agenda is uitgewerkt:

1. **Roadmaps**
voor waterstof en groene chemie
2. **Programmeren**
van innovatie, demo's, pilots
3. **Marktvraag**
en business case

Ieder thema is uitgewerkt wat betreft:

- **specificatie mijlpalen**
- **lopende initiatieven en agenda's**
- **mogelijke rol rondetafel**

Vanuit een behoefte aan overzicht en samenhang van het innovatielandschap, heeft de rondetafel ook een overzicht opgesteld van relevante initiatieven en structuren op het gebied van waterstof en groene chemie in Nederland. Dit is opgenomen in figuur 1 op pagina 5.

Opdracht rondetafel

De rondetafel heeft deze actieagenda opgesteld naar aanleiding van de opdracht die het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft meegegeven aan de rondetafel. Deze opdracht omvat de volgende rollen:

- a) Katalysator voor de opschaling op het gebied van waterstof en groene chemie.
- b) Periodiek de 'stand van het land' opmaken.
- c) Brengt stakeholders van bedrijven en kennispartijen met elkaar in contact en ondersteunt hen bij het gezamenlijk formuleren en uitwerken van ambities.
- d) Stelt mijlpalen op richting 2030 en 2050 en stelt deze bij waar en wanneer nodig.
- e) Adviseert EZK en andere betrokken stakeholders over innovatie, human capital, maatschappelijke inbedding, systeemintegratie, samenhangende ketenaanpak, ontwikkeling maakindustrie en internationale samenwerking op gebied van waterstof en groene chemie.
- f) Organiseert gezamenlijk en wederzijds commitment. Voor de deelnemers betekent dit het committeren door investeringsbereidheid (zowel in tijd als financieel) te tonen. De overheid geeft daarbij commitment op de randvoorwaarden.
- g) Is een adviesorgaan voor het Nationale Groeifondsprogramma GroenvermogenNL (en toekomstige direct verwante grootschalige nationale initiatieven). De rondetafel wordt gebruikt om privaat commitment te organiseren voor een succesvolle uitvoering van GroenvermogenNL.
- h) Ondersteunt het Nationaal Waterstof Programma (NWP) door als relevante sectoren gezamenlijke ontwikkelrichtingen vast te leggen en door sectorambities om te zetten in afspraken.

Figuur 1: Overzicht van structuren, programma's en initiatieven op het gebied van waterstof en groene chemie in Nederland.


Innovatie waterstof en groene chemie


Agenderen, coördineren, programmeren, initiëren


Financieren

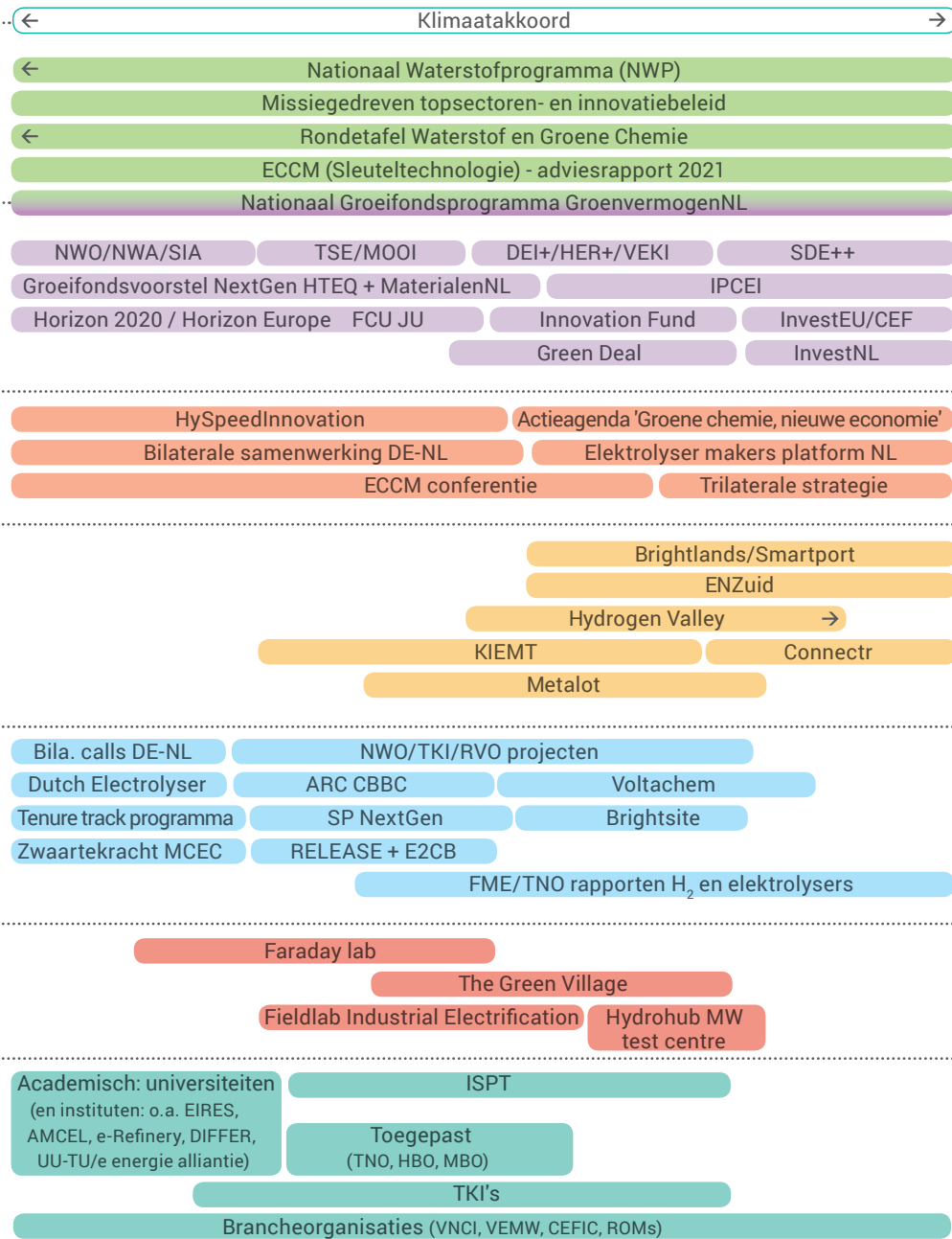

Organiseren


Samenwerken, regionale ecosystemen


Kennisbasis, onderzoeken, ontwikkelen, opschalen, verkennen, (markt)studies, systeemanalyse


Infrastructuur


Instituten, organisaties



← → = meeromvattend dan deze tabel


Onderzoek
 TRL 1-3


Ontwikkeling
 TRL 4-6


Demonstratie
 TRL 7-8


Marktrealisatie
 TRL 9

1. SWOT-analyse waterstof & groene chemie

Gedetailleerde SWOT in bijlage op pagina 9, 10 en 11.

Een SWOT-analyse op basis van gedeelde kennis en praktijkervaring, zoals ingebracht tijdens de voorbereiding van de rondetafel, laat zien waar voor Nederland de belangrijke Sterkten, Zwakten, Kansen en Bedreigingen liggen. De gedetailleerde SWOT-analyse is terug te vinden in bijlage 1 op pagina 10, 11 en 12.

Een aantal belangrijke observaties uit de SWOT:

- De license to operate van de chemische industrie staat onder druk waardoor chemie schoner en stiller moet worden. Er liggen bovendien de nodige economische kansen op het gebied van waterstof en groene chemie, al is het nog wel zaak om die tijdig te vertalen naar sluitende business cases.
- Een sterke kennisbasis, op het gebied van chemie en procestechnologie, in combinatie met een gunstige geografisch-economische ligging maken dat Nederlandse industrieclusters een ideale proeftuin vormen voor de eerste pilots en demonstraties van groene chemie. Deze krachtige kennisbasis is er ook waar het de energiesector en de maakindustrie betreft.

- Hier ligt nog wel een coördinatieopgave aangezien de verschillende kennis- en innovatie ecosystemen nog onvoldoende met elkaar verbonden zijn. Zo is de interactie tussen de Nederlandse maakindustrie, met de energie- en chemiesector nog beperkt.
- De bestaande energie- en grondstoffen-infrastructuur, in de vorm van een gasrotunde met bijbehorende (inter)nationale aftakkingen en opslagmogelijkheden, is relatief eenvoudig te hergebruiken als waterstof-infrastructuur. Daarbij zijn de gasvelden onder de Noordzee geschikt voor CO₂-opslag. De bestaande interconnecties met Duitsland, België, Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Noorwegen voor transport van elektriciteit maken dat Nederland goed gepositioneerd is om op het gebied van systeemintegratie een internationale koploper te worden.
- Ondanks de sterke uitgangspositie bestaan er voor de komende tien jaar zorgen over de toekomstbestendigheid van de energie- en infrastructuurvoorziening. De industrie voorziet een enorme toename in de vraag naar elektriciteit, groene waterstof of andere moleculen. Dat hiervoor windparken, importcapaciteit, buisleidingen en elektriciteitskabels moeten worden aangelegd is evident. Maar waar en wat precies, is op dit moment niet precies te voorspellen, met als gevolg een risico op vertraging, zowel aan de kant van de netbeheerders, als van de industrie.

- Samenvattend laat de SWOT op meerdere punten zien dat Nederland een sterke uitgangspositie heeft waar het gaat om kennis, expertise, handelsbetrekkingen, logistiek, energie, infrastructuur en dit alles verbonden met industrie van wereldklasse.
- De kwetsbaarheid ligt op een beperkt vermogen tot sturing en coördinatie. Dit speelt op meerdere niveaus: er zijn schotten tussen sectoren, er zijn regionale grenzen, er bestaat een fragmentatie in de kennisketen (fundamenteel, toegepast onderzoek, maar vooral ook de afbakening van verschillende relevante disciplines, zowel technisch als sociaal-wetenschappelijk). Er zijn landsgrenzen waar belangrijke private spelers zich qua bestuur en strategie slechts beperkt mee bezig kunnen houden. En er is versnippering in het huidige financieringsinstrumentarium.
- Er is niet veel tijd. De komende jaren zullen bepalen hoe Nederland er in 2030 uitziet. Onze buurlanden zetten volop in op innovatie en opschaling. Doet Nederland dat ook, vanuit de sterke kennisbasis, gericht op vernieuwing en cross-sectorale verbinding, dan ligt er een mooie toekomst voor een nieuwe industrie op basis van waterstof en groene chemie.

1. **Roadmaps**
voor waterstof en groene chemie

2. **Programmeren**
van innovatie, demo's, pilots

3. **Marktvraag**
en business case

Vanuit deze SWOT zijn een drietal thema's geïdentificeerd en nader uitgewerkt. Hieronder volgt per thema een nadere uitwerking. In de bijlage is per thema een meer gedetailleerde beschrijving opgenomen.

2. Roadmaps voor waterstof en groene chemie

Het speelveld van waterstof en groene chemie wordt gekenmerkt door grote cross-sectorale afhankelijkheden. Er vinden veel activiteiten plaats en er worden nieuwe initiatieven ontwikkeld op regionaal, nationaal en sectoraal niveau. Het is daarom belangrijk dat er een ketenaanpak komt, die zorgt voor samenhang en complementariteit in ontwikkeling in relatie tot de diverse sectorale roadmaps. Het idee daarbij is dat er periodiek kan worden bijgestuurd op basis van vorderingen en voortschrijdende inzichten, op het gebied van innovatie, knelpunten in infrastructuur, onvoorziene doorbraken, markt dynamiek, internationale competitie, waardeketen ontwikkelingen etc.

De volgende mijlpalen zijn relevant voor de ketenaanpak en de ontwikkeling van de cross-sectorale roadmaps:

- Er is een sectorale roadmap hernieuwbare-elektriciteitsproductie (gebaseerd op de verwachte extra vraag) nodig voor de komende 20-30 jaar die duidelijkheid biedt over zaken als 'hoeveelheid' en 'locatie'. Deze dient regelmatig te worden geactualiseerd.
- Er is een sectorale roadmap nodig voor infrastructuur voor de komende 20-30 jaar waarin een keuze wordt gemaakt voor elektronen en/of moleculen. Hierin moet de infrastructuur voor opslag van waterstof en andere moleculen worden meegenomen. Het gaat dan met name om een besluit en realisatie op basis van de resultaten van HyWay 27³.
- Een roadmap groene chemie en grondstoffen voor de chemische industrie is nodig.
- Een roadmap voor de maakindustrie moet worden ontwikkeld.
- Het is belangrijk dat binnen twee jaar een stabiel beleid tot stand komt dat voor minimaal 10-15 jaar van kracht is.

- Ontwikkeling digitaliserings- en flexibiliseringsstrategie (data, algoritmes, cyber, flexibilisering vraag/aanbod) ter ondersteuning van de roadmaps.
- Ontwikkeling van een landelijke warmtestrategie (warmtenetten e.d.).
- Ontwikkeling van een integraal systeemmodel met het doel om aanbod en vraag omtrent groene elektronen en moleculen, inclusief conversieroutes, te optimaliseren, waarbij voor waterstof ook inzichtelijk gemaakt wordt hoe verschillende 'kleuren' waterstof zich naast en ten opzichte van elkaar over tijd ontwikkelen. .
- Er zijn (politieke) keuzes nodig over de grootschalige import en export van waterstof.
- Sectorkoppeling is belangrijk: verregaande integratie offshore-windenergie met (offshore en onshore) waterstofproductie en industriële afname.
- Ontwikkeling van een landelijk CO₂-net.

De rol van de rondetafel biedt de kans en een basis om besluiten te kunnen nemen met cross-sectorale implicaties en te sturen op een samenhangende ketenaanpak. Roadmaps en mijlpalen vormen daarbij een gezamenlijk kader. Commitment dient zoveel mogelijk specifiek gemaakt te worden, zowel wat betreft het publieke als het private domein. De rondetafel kan groeien in de tijd, in volume en concreetheid. Daarbij kan de rondetafel een rol spelen bij het opzetten van en de samenhang tussen waardeketens, en het identificeren en activeren van de juiste partners.

De 'groene chemie' moet steviger op de agenda van de rondetafel terugkomen; nu gaat veel aandacht uit naar waterstof. Daarvoor zou het nuttig zijn om Groene Chemie te definiëren. De rondetafel zou kunnen toewerken naar een Green Deal met de overheid.

3. Programmeren van innovatie, demo's, pilots

Innovaties, pilots en demonstraties zijn noodzakelijk om op korte termijn ervaring op te doen met nu beschikbare defossilisatie opties, en vooral ook om mede de richting te bepalen voor ontwikkelingen in de komende dertig jaar. Voor de Nederlandse maakindustrie (leveranciers van componenten, systemen en machines) ligt er bovendien de opgave en vooral ook de economische kans om bij te dragen aan de beschikbaarheid en betaalbaarheid van defossilisatie-opties. De implementatie en productie van (componenten voor) electrolyzers speelt hierin voor de korte termijn een grote rol. Het gaat daarbij met name ook om ontwikkelingen rondom directe elektrochemische conversie, alternatieve technologieën voor productie van CO₂-arme waterstof en omzetting van CO₂ naar basisgrondstoffen. Vanuit de rondetafel bezien, ligt de voornaamste uitdaging in het initiëren en ondersteunen van op ontwikkeling en opschaling gerichte activiteiten, en met name in het verbinden van sectoren (maakindustrie, procesindustrie, chemie) die van nature nog niet of zeer beperkt met elkaar samenwerken.

De volgende mijlpalen worden relevant geacht voor het programmeren van pilots, innovatie en opschaling:

- Pilot- en Demonstratieprojecten op het gebied van:
 - a Electrolyzers (offshore en onshore) gericht op kostenreductie en de-risken technologie.
 - b Alternatieve P2X-routes op basis van directe elektrolyse.
 - c Alternatieve productieroutes, niet uitsluitend gericht op groene waterstof.
- Ontwikkelen en commercialiseren van een nieuwe generaties electrolyzers op basis van nieuwe deels Nederlandse ECCM-componenten.
- Stimuleren van innovatie op het gebied van componenten, inclusief Balance of Plant.
- Stimuleren van innovatie op het gebied van alternatieve defossilisatie-opties zoals methaan-pyrolyse, plasma-technologie, etc.
- Stimuleren van de ontwikkeling van technische

³ www.hyway27.nl

4. Marktvraag en business case

standaarden voor componenten, systemen, met als doel om ketensamenwerking en seriematige productie mogelijk te maken.

- Stimuleren van innovatie rondom (high-volume) productietechnieken voor ECCM-componenten (membranen/elektrodes).
- Organiseren en optimaliseren van de nu nog gefragmenteerde productieketen van electrolyzers, naar het voorbeeld van offshore wind.

Voor de rondetafel wordt een adviserende rol voorzien met betrekking tot afstemming, coördinatie en waar nodig initiëren van kennis- en innovatieprogramma's. In concrete zin komt dit op de volgende punten neer:

- Identificeren van de cross-sectorale innovatievragen (en knelpunten). Meer specifiek kan de rondetafel ook de resultaten van publiek-gefinancierde pilots en demo's bij elkaar brengen. Dit ligt ten aanzien van IP wel ingewikkeld.
- Organiseren van private cofinanciering – afstemming van private inzet langs integrale agenda, i.e. tegelijkertijd inzetten binnen consortia op demo/pilots als onderzoek/ontwikkeling. In relatie tot GroenvermogenNL, draagt de rondetafel zorg voor programmatische matching vanuit de private sector.
- Gezamenlijk vertellen van het verhaal en het etaleren van de successen, want gelijke doelen en publieke acceptatie is in de komende tien jaar zeer belangrijk.
- De rondetafel kan bijdragen aan de ontwikkeling van opleidingsmodules t.b.v. het onderwijs.
- De rondetafel kan een rol spelen bij het adviseren over afstemming en coördinatie van diverse financieringsstromen.

Op dit moment zijn er vrijwel geen regelingen die het gebruik van groene of CO₂-arme waterstof stimuleren. Zo is de maximale subsidie via de SDE++⁴, die de productie van waterstof uit elektrolyse stimuleert en bedoeld is om het verschil in kosten tussen groen en fossiel te overbruggen, op dit moment te laag om de volledige onrendabele top af te dekken. Ook is er op dit moment geen duidelijk beeld van de opbouw van zowel vraag als aanbod over de komende periode. Hier is een belangrijke rol voor de overheid weggelegd om keuzes te maken en daarmee duidelijkheid te creëren naar alle stakeholders. Tegelijk is de kennis, expertise en ervaring van deze stakeholders (bedrijven, kennisinstellingen en burgers) cruciaal voor een goede onderbouwing van deze politieke keuzes.

De volgende mijlpalen worden relevant geacht voor de ontwikkeling van de marktvraag inclusief sluitende business cases:

- Stel een SWOT op: dit geeft inzicht in de belangrijkste redenen dat de markt niet op gang komt (wat is het probleem?), waar de grootste risico's en bedreigingen liggen en wanneer er sprake is van succes.
- Ontwikkel scenario's: ontwikkeling van een aantal scenario's waarin wordt geïdentificeerd:
 - Wie zijn de ketenspelers?
 - Welke investeringen worden verwacht van elk van de speler-categorieën?
 - Wat zijn de geanticiperde markt volumes?
 - Is er een balans tussen waterstofproductie en -verbruik?
 - Is er een passende distributie-infrastructuur?
- Maak de kosten, de business case en de ontwikkeling over tijd daarvan voor de verschillende waterstofproductietechnologieën (groen, blauw, turquoise, grijs) ten opzichte van elkaar inzichtelijk

- Marktordening: schep duidelijkheid over verantwoordelijkheden en (fiscale) tarieven en overheidspositionering en stimuleringsinitiatieven omtrent grootschalige opwek, transport en opslag voor verschillende kleuren waterstof.
- Marktprikkels: creëer marktprikkels op basis van beleid, wet- en regelgeving.
- Maak bindende afspraken tussen stakeholders over de inzet van groene/blauwe/turquoise waterstof en groene elektronen voor de productie van groene chemicaliën incl. Europese afspraken over 'carbon leakage'.

Een mogelijke rol voor de rondetafel ligt in het bijeen brengen, naast elkaar leggen en met elkaar delen van relevante studies, met als doel om belangrijke risico's en dilemma's van verschillende opties in kaart te brengen. Een manier om vanuit de rondetafel bij te dragen is om politiek draagvlak te creëren rondom complexe afwegingen en dilemma's. Belangrijke afwegingen/dilemma's die daarin meespelen zijn:

- Waardering voor grijs-blauw-groen-(paars).
- Industriebeleid gericht op innovatie, met het oog op Nederlandse maakindustrie.
- Instrumentarium (SDE++, opschalingsinstrument)
- Relatie met CO₂-prijs/ETS.

Conclusies

De geïdentificeerde uitdagingen en mijlpalen per thema geeft de rondetafel mee aan het Nationaal Waterstof Programma (NWP) in oprichting en aan het in te stellen GroenvermogenNL-bestuur. De uitnodiging van de rondetafel aan het NWP en aan GroenvermogenNL is om gezamenlijk de voortgang voor de geïdentificeerde mijlpalen te monitoren.

⁴ <https://rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde/aanvragen/co2-arme-productie>

Bijlagen

De raffinaderij van de toekomst draait op hernieuwbare energie om op circulaire wijze de maatschappij van grond- en brandstoffen te voorzien. De groene energie, opgewekt met behulp van bijvoorbeeld zonnepanelen en windturbines, wordt gebruikt om CO₂ en water om te zetten in brandstoffen zoals benzine en waterstof (H₂, links). Afval- en restproducten worden hergebruikt en met behulp van katalysatoren weer omgezet in grondstoffen voor nieuwe materialen (midden). Ook kunnen hier biokatalysatoren zoals algen ingezet worden om CO₂ uit de lucht te onttrekken en op te slaan als biomassa (rechts), die samen met de afvalproducten hergebruikt worden. Door het circulair gebruik van materialen en het actief afvangen en benutten van broeikasgassen, komt de CO₂ uitstoot op netto nul te staan.



SWOT Waterstof & Groene Chemie in Nederland

Sterkten

Maak-industrie / opschaling productie-ketens ECCM

- Er zijn diverse bedrijven met *state-of-the-art* kennis op gebied van elektrolyse, met name op gebied van:
 - Stack componenten.
 - Balance of Plant componenten.
 - Hightech systems. (High)tech bedrijven beschikken over de kerncompetenties die nodig zijn voor grote kostenreducties, in de materiaalindustrie, procestechnologie en industrialisatie.

Zwakten

- Nederland telt weinig MEA-producenten en OEM-ers (systeem-integrators) op gebied van elektrolyzers.
- Huidige USP / niches voor de Nederlandse maakindustrie is (ondanks duidelijk potentieel) niet evident.
- De waardeketen voor Nederlandse producenten van elektrolyzers is sterk gefragmenteerd.
- Er is slechts beperkte overheidssupport en weinig investeringen in vergelijking met landen als Duitsland, Frankrijk.

Kansen

- Internationale vraagontwikkeling groene waterstof, vooral vanuit Duitsland.
- Een exportpositie voor de Nederlandse maakindustrie op het gebied van:
 - 2^e en 3^e generatie elektrolyzers (OEMs)
 - Elektrodes, membranen, katalysatoren (toeleverende maakindustrie)
 - *Balance of Plant* systemen
 - Machinebouw.
- Grote toegevoegde waarde ligt bovendien ook in engineering, systeemintegratie, met name in de gebruiksfase van elektrolyzers.

Bedreigingen

- Risico is dat gebrek aan visie en regie ertoe leiden dat Nederlandse maakbedrijven zich niet op tijd kunnen organiseren om een positie op te bouwen in de groeiende markt.
- Chemische industrie gaat voor de goedkoopst beschikbare technieken.

Groene Chemie / verduurzamen processen

- Sterke kennisbasis, met name op het gebied van chemie en procestechnologie.
- Goede ligging: Veel basisindustrie in de kustregio en goede logistieke connecties naar het achterland.

- Afwezigheid van prikkels om het prijsverschil tussen groene en grijze waterstof/moleculen te overbruggen.

- *License to operate* staat onder druk waardoor chemie schoner en stiller moet worden. Een 'groene chemie' biedt hier perspectieven, ook voor de directe leefomgeving rondom industrieclusters.

- Prijsconcurrentie op wereldschaal maakt ons afhankelijk van fossiele bronnen.
- De afstand tussen commodity-productie en de consumentenvraag is groot. Innovatievere opties staan daardoor minder op het netvlies.
- Het niet op tijd beschikbaar komen van de waterstofeconomie zal direct impact hebben op de doorontwikkeling van de groene chemie in Nederland.

- Er ontstaat steeds meer vraag naar groene producten. Voor in Nederland gevestigde chemiebedrijven betekent dit een grote internationale afzetmarkt.

- Sterke industrieclusters kunnen dienen als proeftuin voor pilots en demonstraties van groene chemie.

- Er zijn diverse alternatieve defossilisatie opties beschikbaar, groene waterstof maar ook bijvoorbeeld methaan-pyrolyse, plasma-technologie, etc.

- Industrierpolitiek op basis van strategische autonomie agenda heeft positieve invloed op concurrentiepositie van Europese bedrijven.



SWOT Waterstof & Groene Chemie in Nederland (vervolg)

Sterkten

Energie/ systeem- integratie

- Sterke kennisbasis in offshore windtechnologie.
- Een bestaande energie- en grondstoffeninfrastructuur in de vorm van een gasrotonde met bijbehorende (inter)nationale aftakkingen. De gasinfrastructuur is relatief eenvoudig te hergebruiken als waterstofinfrastructuur. Gasvelden zijn geschikt voor CO₂-opslag. Zoutcavernes zijn geschikt voor waterstof-opslag.
- Er zijn vergevorderde plannen voor grootschalige opwerk van hernieuwbare elektriciteit middels 'wind op zee'.
- Bestaande interconnecties met Duitsland, België, Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Noorwegen voor transport van elektriciteit maken dat Nederland goed gepositioneerd is om op het gebied van systeemintegratie een internationale koploper te worden.

Zwakten

- De huidige (fossiele) energieprijzen moet omhoog om bij te kunnen dragen aan de energietransitie in de industrie.
- Het in het Klimaatakkoord geplande aanbod aan groene stroom voorziet niet in de aansluiting van de eveneens in het Klimaatakkoord geplande 3-4 GW aan elektrolysecapaciteit.
- Kip-Ei probleem: moeizaam balanceren tussen de toekomstige onzekere vraag van de industrie enerzijds en het nu al te plannen aanbod van hernieuwbare elektriciteit / groene moleculen, en de bijbehorende infrastructuur.
- De industrie zet tot nu toe nog niet in op de flexibilisering van de vraag naar elektriciteit.

Kansen

- Grote internationale logistieke handelsbasis, o.a. via de zeehavens. Nederland is een onmisbare speler voor omringende landen, met name het ARRRRA-cluster (Antwerpen-Rotterdam-Rijn-Ruhr-area).
- Nederland kan een hub-functie vervullen voor waterstof(dragers), bij de productie, transport, import & export, en opslag. Met bijvoorbeeld Rotterdam als duurzame haven van het Ruhrgebied.
- Nederland kan een internationale rol spelen bij het opslaan van CO₂ en transporteren en verhandelen van blauwe waterstof. Zowel Belgische als Duitse industrie kijken naar mogelijkheden in Nederland om hun CO₂ op te slaan.
- Industrie kan potentieel een rol spelen op het gebied van demand-side-response.
- Tot 2030 veel kansen om in Nederland met offshore windenergie flinke reducties te realiseren in de kostprijs van groene waterstof.
- Tot 2030 kansen voor grootschalige offshore waterstofproductie via elektrolyse (geïntegreerd in windturbines of op platforms).

Bedreigingen

- Onduidelijkheid over extra elektriciteitsvraag (voor o.a. elektrolyse) waardoor verdere groei hernieuwbare elektriciteitsproductie stagneert.
- Er is een risico dat waterstofprojecten worden afgewezen omdat ze, vanwege achterblijvend aanbod van groene stroom, op korte termijn geen nationale CO₂-reductie realiseren.
- Risico dat infrastructuur (zowel gas als elektriciteit) niet tijdig wordt gerealiseerd om industrieclusters te faciliteren bij defossilisatie.
- Beperkte beschikbare of toegewezen ruimte op zee en land.
- Vanaf 2030 wordt de kans op verdere kostenreductie van waterstofproductie kansrijker in zonnrijke gebieden en wordt import van waterstof belangrijker.



SWOT Waterstof & Groene Chemie in Nederland (vervolg)

Sterkten

Generiek

- Grote ervaring met publiek-private samenwerking en het 'bouwen' van kennis- en innovatie ecosystemen.
- Traditie van interdisciplinair onderzoek, nauwe samenwerking tussen alfa/bèta/gamma-disciplines en nauwe banden tussen universitaire groepen, TO2 en HBO.

Zwakten

- Poldermodel vertraagt de besluitvorming: ontwikkelen van consensus duurt lang.
- Er ligt te veel focus op technologie. Er ontbreekt een integrale transitiebenadering.
- Fragmentatie van het ecosysteem en onvoldoende coördinatie tussen partijen:
 - Sectorale aanpak is belangrijk, maar voorkom schotten tussen sectoren.
 - Regionale initiatieven zijn gefragmenteerd.
 - De kennisketen is gefragmenteerd.
 - Aantal belangrijke private spelers worden niet vanuit Nederland aangestuurd
 - Versnippering in huidige financieringsinstrumentarium.
- Het voor de beoogde transitie benodigde gekwalificeerde personeel is onvoldoende aanwezig.
- Het Nederlands onderwijssysteem is nu onvoldoende flexibel om de benodigde aantallen MBO, HBO en universitair opgeleiden tijdig beschikbaar te hebben voor nieuwe technologieën en de maatschappelijke introductie daarvan.

Kansen

- Energie en grondstoffentransitie dwingt tot samenwerking en vernieuwing.
- Internationale samenwerking in Noord-West Europa.
- Stageplekken en nieuwe werkgelegenheid voor de medewerker van de toekomst.

Bedreigingen

- We worden ingehaald door omringende landen met nationale investeringen (Duitsland - zomer 2020, België - november 2020, Frankrijk - sept 2020). Hierdoor wijken bedrijven voor R&D en pilotprojecten uit naar omringende landen.
- Belangen van bestaande versus nieuwe spelers: er is een disbalans tussen grootbedrijf en MKB als het gaat om betrokkenheid bij financiering en grote programma's.
- Waterstof hype. Focus op één oplossingsrichting leidt mogelijk tot teleurstellingen als ontwikkelingen zich anders voltrekken dan verwacht.
- Economische veiligheid: kennis als exportproduct kan een bedreiging zijn. Er zijn landen die onze kennis kopiëren. Zet in op een heel kennisecosysteem; dat is moeilijker te kopiëren.



Roadmaps voor waterstof en groene chemie



Waarom is dit thema belangrijk?

Het speelveld van waterstof en groene chemie wordt gekenmerkt door grote cross-sectorale afhankelijkheden. Er vinden veel activiteiten plaats en nieuwe initiatieven worden ontwikkeld op regionaal, nationaal en sectoraal niveau. Het is daarom belangrijk dat er samenhang is tussen de diverse sectorale roadmaps. En dat er periodiek wordt bijgestuurd op basis van vorderingen en voortschrijdende inzichten, op het gebied van innovatie, knelpunten in infrastructuur, onvoorziene doorbraken, marktdynamiek, internationale competitie, waardeketen ontwikkelingen etc.

Geïdentificeerde mijlpalen richting 2050

De volgende mijlpalen worden relevant geacht voor de ontwikkeling van de cross-sectorale roadmaps:

- Er is een sectorale roadmap hernieuwbare-elektriciteitsproductie (gebaseerd op de verwachte extra vraag) nodig voor de komende 20-30 jaar die duidelijkheid biedt over zaken als 'hoeveelheid' en 'locatie'. Deze dient regelmatig te worden geactualiseerd.
- Er is een sectorale roadmap nodig voor infrastructuur voor de komende 20-30 jaar waarin een keuze wordt gemaakt voor elektronen en/of moleculen. Hierin moet de infrastructuur voor opslag van waterstof en andere moleculen worden meegenomen. Het gaat dan met name om een besluit en realisatie op basis van de resultaten van HyWay 27.
- Roadmap groene chemie en grondstoffen voor chemische industrie.
- Roadmap maakindustrie ECCM.
- Het is belangrijk dat er binnen twee jaar een stabiel beleid komt dat voor minimaal 10-15 jaar moet gelden.
- Ontwikkeling digitaliserings- en flexibiliseringsstrategie (data, algoritmes, cyber, flexibilisering vraag/aanbod, etc.) ter ondersteuning van beide roadmaps.
- Ontwikkeling landelijke warmtestrategie (warmtenetten e.d.).
- Ontwikkeling van een integraal systeemmodel met het doel →

om aanbod en vraag omtrent groene elektronen en moleculen, inclusief conversieroutes, te optimaliseren.

- Er zijn (politieke) keuze nodig over de grootschalige import en export van waterstof.
- Sectorkoppeling is belangrijk: verregaande integratie offshore-windenergie met (offshore en onshore) waterstofproductie en industriële afname.
- Ontwikkeling van een landelijk CO₂-net.

Uitwerking

Roadmap groene stroomproductie

- Ontwikkel scenario's voor vraag & aanbod (nu-2030-2050), gericht op identificatie van grote problemen/witte vlekken in de matching van vraag-aanbod (hoeveelheid & kwaliteit) 2030-2050. Elektriciteitsproducenten zijn hier leidend, met behulp van overheden en beïnvloed door vraag gebruikers.
- Link met een integraal systeemmodel maken.

Roadmap maakindustrie ECCM

- Inzet is hier om een Nederlandse maakindustrie te helpen organiseren in de richting van productieketens rondom internationale USPs. Dit vraagt een gecoördineerde inspanning van maakbedrijven, kennisinstellingen en overheden aangezien het innovatie ecosysteem op dit moment nog gefragmenteerd is en grotendeels nog niet 'in business'.
- ECCM-adviesrapport (verwacht september 2021)
- Elektrolyser Makersplatform NL kan helpen de doelstellingen in deze roadmap te verwezenlijken.

Roadmap infrastructuur

- Inzet is om het zogenaamde kip-ei probleem te doorbreken: bedrijven zoeken naar investeringszekerheid en de infrastructuur speelt daarin een randvoorwaardelijke rol. Andersom is het voor netbeheerders op dit moment moeilijk in te schatten welke infrastructuurbehoefte er precies waar/wanneer zal zijn.
- Een roadmap gericht op investeringsbesluiten ten behoeve van de toekomstige elektriciteits- en gasnetten (offshore en onshore), met een planningshorizon van 10-15 jaar, moet netbeheerders, overheden, elektriciteitsproducenten en industrie een bandbreedte bieden waarbinnen zij met enige zekerheid, en vanuit een gezamenlijke commitment, keuzes kunnen maken. Benodigde acties zijn belegd in het kader van de besluitvorming rondom PIDI/MIEK. Zie 'lopende initiatieven'.
- Aandachtspunten:
 - De link met een 'integraal systeem model' / "afwegingskader" is hier belangrijk. Goed om deze mijlpaal hieraan te koppelen.
 - Het plan of roadmap is er eigenlijk wel, maar er moeten nu besluiten genomen worden om de infrastructuur te gaan realiseren. Dat geeft partijen die waterstof gaan produceren en gebruiken vertrouwen.
 - Commitment van afnemers is essentieel, gebaseerd op realisme en haalbare businesscases.
 - Kennis delen: hergebruik waterstof/afschieden uit bestaande restgasstromen (laaghangend fruit), kapitaal intensive industrie die mogelijk niet altijd op de hoogte is van de mogelijkheden.
 - Volgorde voor H₂ gebruik (merit-orde); afweging tussen CO₂-reductie per kg H₂ en complexiteit.

Roadmap groene chemie en grondstoffen voor chemische industrie

- Inzet is hier met name visievorming met als doel om een gezamenlijk beeld te schetsen van waar we als Nederland in zouden moeten investeren. Overwegingen die hierin moeten worden meegenomen zijn:
 - Ontwikkeling van platformen naast waterstof (bv syngas, methanol, aromaten, ammoniak, olefinen ingegeven door regionale sterktes, kansen en waardeketens
 - o Naast asset-heavy hoog volume processen gericht op behoud bestaande positie van Nederland ook ruimte creëren voor groei innovatieve chemie voor verbetering internationale positie als aanbieder van producten, technologie en processen.
 - Duidelijke vraagarticulatie vanuit gebruikers/operators aan maakindustrie en kennisproviders.
 - Targets en specificaties definiëren.
 - Doorbreken van kip-ei status quo vraag en aanbod tussen chemie operators en equipment/proces aanbieders.
 - Koppeling aan programmeren van demo's en pilots: Realisatie van demo-projecten en uitvoering pilots.
 - Koppeling aan meerjarig R&D-programma.
 - Koppeling aan integraal systeemmodel (afwegingskader) en met de input van andere relevante roadmaps (infrastructuur, energie-opwek).
 - Koppeling aan financieringsmiddelen met een heldere rol voor zowel publieke als private investeringen en stimuleringsmaatregelen.

Lopende initiatieven en belangrijke publicaties

Roadmap groenestroomproductie

- Routekaart Elektrificatie, TKI E&I
- NSE outlook 2030 (huidig 11 GW, extra 3 GW in 2030, hoeveel in 2050?)
- Neem ook de toekomstige vraagscenario's H₂ mee.
- Advies Stuurgroep Extra Opgave (9 april 2021)⁵ - Industrie geeft hierin aan dat tot 45 TWh extra hernieuwbare elektriciteitsproductie nodig is in 2030 voor directe en indirecte elektrificatie (incl. datacenters) en benoemt de knelpunten en oplossingsrichtingen.
- Europees/Internationaal: rapporten Irena en IEA.

Roadmap infrastructuur

(zowel elektronen als moleculen, incl. opslag)

- HyWay27-onderzoek in opdracht van EZK, gericht op onderbouwing voor ontwikkeling waterstof backbone.
- Integrale infrastructuurverkenning (Gasunie, TenneT en regionale netbeheerders), gericht op het in kaart brengen van e-behoefte voor 2030 en 2050⁶.
- In het kader van TKI-activiteiten is een en ander in kaart gebracht via fiches. Zie hier de links waar deze infrastructuur besproken wordt: Infrastructuur en opslag - Nationaal Waterstof Programma⁷.
- EZK heeft n.a.v. het TIKI-rapport, het zogenaamde PIDI-traject geïnitieerd om kip-ei problematiek te doorbreken.
- Routekaart Elektrificatie ontwikkeld door TKI E&I. Hierin staat goed uitgelegd hoe elektrificatie in de industrie kan worden toegepast, welke elektriciteitsvraag dit met zich meebrengt, welke knelpunten er zijn en hoe die opgelost kunnen worden. Gereed in augustus.

Roadmap groene chemie en grondstoffen voor chemische industrie

(Dit zou de gebruikers van chemische processen + ontwikkelaars van chemische processen moeten afdekken)

- Roadmap VNCI 'Roadmap to reality', ISPT: gigawatt electrolyser.
- Actie agenda Groene Chemie Nieuwe Economie.
- TKI Chemie roadmaps.
- Europees: Processes4Planet, Sunergy.

Roadmap maakindustrie ECCM

(Dit zou de ontwikkelaars van chemische processen moeten afdekken en de apparatenbouw)

- ECCM-adviesrapport (verwacht september 2021)
- GroenvermogenNL, werkpakket 1
- ECCM voor HTSM-roadmapcouncil
- Elektrolyser Makersplatform NL
- Referentie: ISPT 1GW-studie



Mogelijke rol rondetafel waterstof & groene chemie

Algemeen

De rol van de rondetafel biedt de kans en een basis om besluiten te kunnen nemen en te bekrachtigen die de deelnemende sectoren cross-sectoraal voor ogen hebben. Roadmaps en mijlpalen vormen daarbij een gezamenlijke kader. Commitment dient zoveel mogelijk specifiek gemaakt te worden, zowel wat betreft het publieke als het private domein. De rondetafel kan groeien in de tijd, in volume en concreetheid. Daarbij kan de rondetafel een rol spelen bij het opzetten van waardeketens en het identificeren en activeren van de juiste partners. De rondetafel kan een rol spelen bij het bewaken van de integraliteit tussen de sectorale roadmaps. Het gaat er niet om dat de rondetafel zelf een eigen integrale roadmap schetst, maar er ligt een rol in het identificeren van bottlenecks, knelpunten, synergiën, kansen om verbindingen te leggen, etc. Kracht van de rondetafel is de integraliteit. Daarbij zou de rondetafel het geschikt orgaan kunnen identificeren voor (en opdracht geven tot) het opstellen van een integrale roadmap.

Roadmap groene stroomproductie

- Analyse van bestaande rapportages en kennis.
- Aanhaken op en vergelijken met het MIEK-rapport (incl. opsplitsing energie-grondstof).
- De doorvertaling naar een simpele storyline/boodschap richting politiek/tweede kamer.

Roadmap infrastructuur

(zowel elektronen als moleculen, incl. opslag)

- Besluitvorming en afstemming van communicatie richting de politiek. De boodschap is dat het goed is dat er plannen zijn, maar hoe komen we tot besluitvorming en hoe zorgen we voor implementatie? Uiteindelijk moet er een actieplan komen, met prioritering en concrete afspraken tussen industrie en andere stakeholders. Hier ligt een belangrijke opgave waar de rondetafel een rol in kan spelen.

⁵ www.nvde/wp-content/uploads/2021/04/Brief-Stuurgroep-Extra-Opgave.pdf

⁶ www.netbeheernederland.nl/dossiers/toekomstscenario's-64

⁷ <https://nationaalwaterstofprogramma.nl/cms/view/cfd5783c-b3ae-4847-bdef-c4c1aa0d8581/infrastructuur-en-opslag>

- Afstemming met ontwikkelingen op het gebied van infrastructuur in het buitenland.
- Uitwerking van voorgaande: de rondetafel zou een kritische beschouwing kunnen geven op de bestaande roadmaps, met focus op dwarsverbanden/wederzijdse afhankelijkheden.
- Uitwerking van voorgaande punten: in de rondetafel is met name veel kennis op het gebied van innovatie- en opschalingstrajecten. De timing van dit soort trajecten (bijvoorbeeld tijdige opschaling versus elektrolysecapaciteit) zal sterk bepalend zijn voor mogelijkheden aan de kant van de industrie en de tijdlijn voor infrastructuur-ontwikkeling. De rondetafel kan een klankbord zijn voor de lopende dialoog rondom infrastructuur-investeringen (PIDI, MIEK).
- Rol voor CO₂-infrastructuur. Nu wordt CO₂ als afval gezien. In de toekomst zal het waarschijnlijk een belangrijke grondstof worden voor de chemie. Wat betekent dit voor de infrastructuur-behoefte in de komende 10-30 jaar? De rondetafel kan hier een rol pakken door bijvoorbeeld een whitepaper te agenderen en een visie te laten uitwerken op de hoeveelheid CO₂ voor hergebruik en wat dan nog overblijft voor opslag. Daarbij moet ook nagedacht worden over de hiervoor benodigde infrastructuur.

Roadmap groene chemie en grondstoffen voor chemische industrie

Rol van de rondetafel is bij deze roadmap vooral visievorming; laten zien wat de mogelijke routes zijn zonder daarbij op voorhand routes uit te sluiten.

- White-paper activiteiten: Doel is om een gezamenlijk beeld te schetsen (visiedocument) van waar we als NL in moeten investeren (zorg dat niet bepaalde routes te snel worden uitgesloten). Tijdshorizon: dit white-paper zou binnen een jaar moeten worden geschreven. Scope omvat alle TRL's.
- Specifiek voor white-paper: i) breng alle bestaande rapporten/onderzoeken bij elkaar. Bijv. Roadmap VNCI, ISPT: gigawatt electrolyser schetst scenario's van mogelijke routes (extreem versus gematigd; waar deze overlappen zijn de no-regret opties), ii) schets per scenario hoe dit scenario competitief kan worden op kosten en welk investeringsbedrag nodig is, iii) schetst het landschap van soortgelijke initiatieven en laat zien hoe die bij elkaar gebracht worden, iv) begeleiding door onafhankelijke/neutrale partij ECCM, v) gebruik maken van 'back-casting': met het oog op de einddoel, wat is er op welk moment nodig (bijv. qua infrastructuur, wet-regelgeving) om deze route te laten slagen?

White paper zou geschreven kunnen worden door bijvoorbeeld TNO.



Programmeren van innovatie, pilots, demo's



Waarom is dit thema belangrijk?

Innovaties, pilots en demonstraties zijn noodzakelijk om op korte termijn ervaring op te doen met nu beschikbare defossilisatie opties, en vooral ook om mede de richting te bepalen voor ontwikkelingen in de komende 30 jaar. Voor de Nederlandse maakindustrie (leveranciers van componenten, systemen en machines) ligt er bovendien de opgave en vooral ook de economische kans om bij te dragen aan de beschikbaarheid en betaalbaarheid van defossilisatie opties. De implementatie en productie van (componenten voor) electrolyzers speelt hierin voor de korte termijn een grote rol. Maar het gaat bij uitstek ook om directe elektrochemische conversie. Vanuit de rondetafel gezien, ligt de voornaamste uitdaging in het stimuleren en ondersteunen van op ontwikkeling en opschaling gerichte activiteiten, en met name in het verbinden van sectoren (maakindustrie, procesindustrie, chemie) die van nature nog niet of zeer beperkt met elkaar samenwerken. De meerwaarde zit hem in een integrale aanpak:

- Samenhang tussen fundamenteel en industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling.
- Samenhang tussen ondersteunen/omgaan met bestaande en nieuwe activiteiten.
- Ketensamenwerking.
- Technisch en Sociaal-Economische vraagstukken.
- Samenhang tussen regionale, landelijke en internationale initiatieven.

Geïdentificeerde mijlpalen richting 2050

De volgende mijlpalen worden relevant geacht voor het programmeren van pilots, innovatie en opschaling:

- Pilot en Demonstratieprojecten op het gebied van
- a** elektrolyzers gericht op kostenreductie en de-risken technologie.
- b** alternatieve P2X-routes op basis van directe elektrolyse.
- c** alternatieve productieroutes, niet uitsluitend gericht op groene waterstof.
- Ontwikkelen en commercialiseren van een nieuwe generaties elektrolyzers op basis van nieuwe deels Nederlandse ECCM-componenten.
- Stimuleren van innovatie op het gebied van componenten, inclusief Balance of Plant.
- Stimuleren van de ontwikkeling van technische standaarden voor componenten, systemen, met als doel om ketensamenwerking en seriematige productie mogelijk te maken.
- Stimuleren van innovatie rondom (high-volume) productietechnieken voor ECCM-componenten (membranen / elektrodes).
- Organiseren en optimaliseren van de nu nog gefragmenteerde productieketen van elektrolyzers, naar het voorbeeld van offshore wind.

Uitwerking

Demonstratie elektrolyzers gericht op kostenreductie en de-risken technologie (grootschalig / kleinschalig).

- Start de komende 5 jaar een serie projecten op met >100 MW capaciteit, niet alleen onshore maar ook offshore. Hiervoor kan het R&D-programma Groenvermogen als basis dienen, mits een significant opschalingsprogramma wordt toegevoegd onder de governance van GroenvermogenNL. Vanuit de rondetafel gaat de aandacht uit naar afstemming op doorsnijdende issues (e.g. systeemintegratie, balance of plant, soc/econ-aspecten).

Meerjarig innovatieprogramma gericht op ontwikkeling van geavanceerde ECCM-componenten, inclusief Balance of Plant, systeemintegratie en nieuwe generatie van elektrolyser designs.

- Initieer, binnen de context van bestaande kennisinfrastructuur, een breed electrolyser proeftuinenprogramma gericht op het ontwikkelen en testen van:
 1. productietechnologie (membranen MEAs),
 2. electrolyser componenten en systemen,
 3. integratie van systemen in balance of plant,
 4. business case en value chain assessment,
 5. continuous improvement van alle onderdelen van het systeem met nadruk op veiligheid en efficiency en in een later stadium differentiatie in andere waardeketens gerelateerd aan e.g. EC conversie, flow batteries, grootschalige fuel cell systemen, compressie, electrolyse etc.
- Faciliteer samenwerking en verbinding met de maakindustrie die nu veelal verdeeld is over regionale clusters. Focus op het verbinden en op (tenminste) nationaal niveau delen van expertise vanuit de maakindustrie en koppel dit aan de toepassingsgebieden (industrieclusters) en de reeds aanwezige fieldlabs: Faraday-lab, FLIE, Hydrohub, Proeftuin Energy Garden (VDL Almelo), TUE, TUD, hogescholen etc.

Creëer ruimte voor pilots / experimenten met alternatieve productieroutes. Niet uitsluitend gericht op groene waterstof.

- Start pilots in samenwerkingsverband op regionale schaal passend bij de uitdagingen van die regio. Bijv.: power-2-fuels en bulk chemicals in Noord- en Zuid-Holland. En power-2-specialty chemicals in Zeeland, Brabant, Limburg. Hierbij zijn de volgende aandachtspunten van belang:
 - Identificeer processen die nu extreem CO₂ heavy zijn (incl. scope 3) en prioriteer deze.
 - Identificeer high value producten/sectoren waar willingness-to-pay hoog is om te zorgen dat die producten uiteindelijk cost competitive kunnen worden en kunnen doorgroeien naar impact.
 - Kijk goed naar hoe je zoveel mogelijk pilots/demo's parallel aan elkaar kunt ontwikkelen (om geen snelheid te verliezen), rekening houdend met grote wederzijdse afhankelijkheden
 - Streef naar één financier voor alle innovatie-activiteiten (niet verdeeld tussen bijv. RVO en NWO) en werk iteratief en adaptief programmatisch (aanpassen van de scope wanneer er nieuwe inzichten zijn vanuit de markt of technologie). Publieke learnings uit de projecten terugkoppelen naar elkaar en de programmacommissie.
 - Na afronding demo's: destilleer elementen die nodig zijn voor de volgende stap in opschaling.
 - Werk iteratief en adaptief programmatisch (aanpassen van de scope wanneer er nieuwe inzichten zijn vanuit de markt of technologie). Publieke learnings uit de projecten terugkoppelen naar elkaar en de programmacommissie.
 - Na afronding demo's: destilleer elementen die nodig zijn voor de volgende stap in opschaling.

Lopende initiatieven en belangrijke publicaties

Demonstratie elektrolyzers gericht op kostenreductie en de-risken technologie (grootschalig / kleinschalig)

- Studie: Gigawatt green hydrogen plant (ISPT).
- Rapport: Elektrolyzers: opportunities for the Dutch manufacturing industry (FME/TNO).
- Actieagenda: Actieagenda Maakindustrie Electrolyzers (aangeboden aan MEZK op 8 april tijdens de Innovatie-Expo).
- Rapport: Electrolyzers: opportunities for the Dutch manufacturing industry (FME/TNO).
- Project: 5-10MW Waterstofhubs (HyGear).
- Project: eerste innovatieve industriële electrolyser 1-5MW (VDL Maakindustrieconsortium).
- Project (Duitsland): H₂Giga⁸, door BMBF gefinancierd project op gebied van Elektrolyse.
- Voor een compleet overzicht van initiatieven zie de recente publicatie van TKI Nieuw Gas: Waterstofprojecten in Nederland: Waar staan we? | Topsector Energie⁹.



Meerjarig innovatieprogramma gericht op ontwikkeling van geavanceerde ECCM-componenten, inclusief Balance of Plant en systeemintegratie.

- Overzicht positionering organisaties en activiteiten.
- Groeifonds GroenvermogenNL
- Groeifonds NextGen Hightech
- Projecten bekend via ECCM-netwerk en consortia uit NWO calls Solar2Products; Mat4Sus, ECCM tenure track, NWA Opslag en Conversie; RELEASE, E2CB; link leggen met relevante consortia uit NWO systeemintegratie-programma's.

Creëer ruimte voor pilots / experimenten met alternatieve productieroutes. Niet uitsluitend gericht op groene waterstof.

- Actieagenda: Actieagenda Groene chemie, nieuwe economie (voorheen ENZuid)
- Agenda: Groeiagenda Zuid-Holland
- Programma: Voltachem



Mogelijke rol rondetafel waterstof & groene chemie

We voorzien voor de rondetafel in de context van bovengenoemde mijlpalen, een adviserende rol met betrekking tot afstemming, coördinatie en waar nodig initiëren van kennis- en innovatieprogramma's. In concrete zin komt dit op de volgende punten neer:

- Identificeren van de cross-sectorale innovatievragen (en knelpunten). Meer specifiek kan de rondetafel ook de resultaten van publiek-gefinancierde pilots en demo's bij elkaar brengen. Dit ligt ten aanzien van IP wel ingewikkeld.
- Organiseren van private cofinanciering – afstemming van private inzet langs integrale agenda, i.e. tegelijkertijd inzetten binnen consortia op demo/pilots als onderzoek/ontwikkeling. In relatie tot Groenvermogen, draagt de rondetafel zorg voor programmatische matching vanuit de private sector.
- Gezamenlijk vertellen van het verhaal en het etaleren van de successen, want gelijke doelen en publieke acceptatie is in de komende tien jaar zeer belangrijk.
- De rondetafel kan bijdragen aan de ontwikkeling van opleidingsmodules t.b.v. het onderwijs.
- De rondetafel kan een rol spelen bij het adviseren over afstemming en coördinatie van diverse financieringsstromen.

⁸ www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2giga

⁹ www.topsectorenergie.nl/nieuws/waterstofprojecten-nederland-waar-staan-we

Marktvraag en business case



Waarom is dit thema belangrijk?

Op dit moment zijn er vrijwel geen regelingen die het gebruik van groene waterstof voldoende stimuleren. Zo is de maximale subsidie via de SDE++¹⁰, die de productie van waterstof uit elektrolyse stimuleert en bedoeld is om het verschil in kosten tussen groen en fossiel te overbruggen, op dit moment te laag om de volledige onrendabele top af te dekken. Ook is er op dit moment geen duidelijk beeld van de opbouw van zowel vraag als aanbod over de komende periode.

Deze situatie creëert onduidelijkheid en daarmee uitstel van investeringen voor zowel de vraag- (verbruik) als de aanbodzijde (opwekking). Voor de vraag/gebruikerszijde geldt: zolang er geen grootschalig aanbod van (groene) waterstof is in Nederland kan de industrie niet voorsorteren op het gebruik hiervan in hun processen. Voor de aanbod/opwekkingszijde geldt dat het aanbod van (groene) waterstof niet op gang kan komen als de vraag achterwege blijft. Hierdoor ontstaat een kip-ei-probleem. Daar komt bij dat bij gebrek aan inzicht hoe de waterstofmarkt zich qua grootte ontwikkelt, investeringen in en ontwikkeling van een adequate waterstofinfrastructuur achterwege zal blijven. Zolang er geen grootschalige vraag naar en aanbod van waterstof is, wordt de benodigde infrastructuur niet aangelegd.

Hier is een belangrijke rol voor de overheid weggelegd om keuzes te maken en daarmee duidelijkheid te creëren naar alle stakeholders. Tegelijk is de kennis, expertise en ervaring van deze stakeholders (bedrijven, kennisinstellingen en burgers) cruciaal voor een goede onderbouwing van deze politieke keuzes.

¹⁰ SDE++

Geïdentificeerde mijlpalen richting 2050

De volgende mijlpalen worden relevant geacht voor de ontwikkeling van de marktvoor inclusief sluitende business cases:

- SWOT: wat zijn belangrijke redenen dat de markt niet op gang komt, waar liggen de grootste risico's en bedreigingen, wanneer is er sprake van succes?
- Scenario-ontwikkeling: ontwikkeling van een aantal scenario's waarin wordt geïdentificeerd:
 - wie zijn de ketenspelers?
 - welke investeringen worden verwacht van elk van de spelercategorieën?
 - wat zijn de geanticipeerde markt volumes?
 - is er een balans tussen waterstofproductie en -verbruik?
 - is er een passende distributie-infrastructuur?
- Marktordening: schep duidelijkheid over verantwoordelijkheden en (fiscale) tarieven en overheidspositionering en stimuleringsinitiatieven omtrent grootschalige opwek, transport, opslag voor verschillende kleuren waterstof
- Maak bindende afspraken over inzet groene / blauwe waterstof en groene elektronen voor de productie van groene chemicaliën. Daarbij horen ook afspraken op EU-niveau teneinde 'carbon leakage' tegen te gaan.
- Creëer marktprikkels op basis van beleid, wet- en regelgeving.

Uitwerking

Business cases

Op dit moment volstaan de regelingen die de productie en het gebruik van groene waterstof stimuleren niet. Door Europese regelgeving wordt de productie van groene waterstof alleen als 'groen' beschouwd als daarmee op elk moment een netto negatief CO₂-effect behaald wordt (i.e. CO₂-emissiereductie). Omdat de elektriciteitsmarkt nog niet 100% hernieuwbaar is, zal hernieuwbaar elektriciteit voor elektrolyse 'kannibaliseren' op verduurzaming van de 'reguliere' elektriciteitsvraag. Daarom is een samenhangende ketenaanpak nodig, zodat het aanbod van hernieuwbare elektriciteit kan meegroeien met de toenemende vraag naar elektriciteit, om te voorkomen dat extra opwek uit gas- en kolencentrales nodig om aan de toegenomen elektriciteitsvraag te voldoen, waarmee de productie van groene waterstof als niet-groen wordt beschouwd.

Alhoewel deze veronderstellingen theoretisch gezien op dit moment juist zijn, kan hierdoor de markt van vraag en aanbod van groene waterstof niet op gang worden gebracht. Er is een langetermijn-focus noodzakelijk (ergens na 2030 wordt elektriciteit volledig duurzaam) met daaraan gekoppeld een overgangsmechanisme om van het huidige nog niet volledig groene uitgangspunt te groeien naar een volwassen groen waterstofsysteem, op basis van minimalisatie van het investeringsrisico voor elk van de drie ecosysteempartijen (producenten, gebruikers, transport). Het is belangrijk op te merken dat de transportinvesteringen zowel het transport van waterstofgas betreft, als de investeringen benodigd voor aanvoer van elektrische energie voor de productie van waterstof.

In de huidige opzet is de kans groot dat de productiecapaciteit van groene waterstof zich niet zal ontwikkelen bij gebrek aan een degelijke businesscase voor elk van de ketenpartners. Hierdoor loopt Nederland het risico achterop te raken in vergelijking met de haar omringende landen, vooral Duitsland, Denemarken en het VK. Daarnaast geldt dat business cases op basis van zogenaamde 'overschotten' aan duurzame elektriciteit het niet mogelijk zullen maken om een overtuigende business case te ontwikkelen (zie Marktontwikkeling).

Marktontwikkeling en -ordening

Marktontwikkeling gaat vooraf aan marktordening: voordat de markt geordend kan worden moet zij eerst ontwikkeld worden. Hiervoor is het nodig dat marktpartijen instappen; dit zullen zij echter alleen doen indien er voldoende duidelijkheid is over de rol die Nederland ten aanzien van groene waterstof wil spelen. Dit is een politieke beslissing; vervolgens dient dan ook een keuze te worden gemaakt in de wijze waarop de markt ontwikkeld dient te worden (bijv. marktwerking versus beprijzing). Deze laatste beslissing hangt van het geloof of de prijs van groene waterstof uit zichzelf voldoende daalt bij opschaling, of dat er meer nodig is (fees). Daarnaast is marktontwikkeling gebaat bij infrastructuur die voor de markt uit, op de groei, wordt aangelegd. Hierover dient een beleidsbesluit te worden genomen.

De discussie over marktordening gaat momenteel over de vraag of er een 'vergoeding' voor capaciteit zou moeten komen. Achterliggende gedachte is dat een systeem van electrolyzers en waterstofopslagcapaciteit flexibel zal worden ingezet op die momenten dat er een overschot is aan stroom, respectievelijk een tekort aan feedstock. Uiteindelijk is de consensus aan tafel dat dit geen realistisch beeld is. Electrolyzers zullen, gezien de hoge CAPEX, vrijwel continu moeten draaien (denk aan 80% continu, met ruimte om flexibel omhoog en omlaag te schakelen al naar gelang vraag →

en aanbod in het systeem). Bovendien is de marktordering zoals we die voor aardgas kennen goed toe te passen op een ‘volwassen’ systeem voor productie/transport/opslag van waterstof, maar niet op een markt die zowel qua technologie-schaal als evenwicht in vraag en aanbod nog in de kinderschoenen staat. Net als bij aardgas zal de prijs voor waterstof uiteindelijk bepaald worden door een internationale (mondiale) marktdynamiek.

Marktprikkels groene waterstof / groene chemie

De introductie van waterstof in verschillende markten kan een sterke invloed hebben op prijsvorming van de uiteindelijk te produceren producten. Voor de kunstmestproducent en de boer is de meerprijs van een grondstof als groene waterstof allesbepalend voor hun positie in de markt. Voor een consument echter, zijn de meerkosten van groene waterstof (in het product) doorgaans nauwelijks merkbaar. De kosten zullen dus ergens door en in de keten geabsorbeerd moeten worden, compensatie via hogere consumentenprijzen lijkt qua effect (in eerste instantie) acceptabel.

De vraag dient zich aan wat in de verschillende markten het niveau van de vraagprijs zou moeten zijn en hoe prijsvorming tot stand moet komen. Momenteel worden kost- en vraagprijs vaak door elkaar gebruikt. De focus ligt nu sterk op de kostprijs. De vraagprijs is echter de prijs die betaald zal moeten worden. Deze is sterk afhankelijk van:

- Import / ontwikkeling van een internationale commodity-markt voor waterstof.
- Relatie tot afzetmarkten: financieel absorptievermogen in de keten, al dan niet geaccomodeerd via overheidsinterventies (subsidies, verplichtingen).

Lopende initiatieven en belangrijke publicaties

Hier wordt vanuit een interdepartementale werkgroep waterstof aan gewerkt. Vanuit de cross-sectorale werkgroep waterstof, die het werkplan voor het Nationale Waterstofprogramma NWP ontwikkelt, bestaan er nauwe contacten met deze groep. Via de website van het NWP komt deze informatie beschikbaar. In Q2 2021 zullen zij rapporteren over het instrumentarium. Daarnaast vinden in het kader van het uitvoeringsoverleg industrie gesprekken plaats en worden diverse documenten vanuit deze groep geïnitieerd (o.a. de werkgroep Power2Industry).

Direct relevant ten aanzien van waterstof/elektrolyse is ook de Tweede Kamerbrief: Aanbiedingsbrief bij advies Stuurgroep Extra Opgave - elektriciteitsbehoefte vanuit de industrie | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl¹¹. Dit document is de meest actuele stand van zaken rond elektrificatie in de industrie waar elektrolyse onderdeel van uit maakt. De vragen die daarbij aan de orde zijn gesteld zijn de volgende:

- Hoe groot is de extra elektriciteitsvraag en hoeveel extra hernieuwbare-elektriciteitsopwekking is daarvoor nodig in 2030 als gevolg van deze extra vraag vanuit industrie (inclusief datacenters) voor elektrificatie zowel direct via elektrificeren van industriële processen als indirect voor elektrolyse van groene waterstof?
- Hoe zorgen we dat deze vraag en aanbod in een dynamisch energiesysteem zo goed mogelijk in samenhang ontwikkeld worden om leveringszekerheid, betaalbaarheid en duurzaamheid te garanderen?
- Hoe kunnen daarbij zo goed mogelijk risico's worden beperkt voor zowel de elektriciteitssector als de industrie?

De antwoorden op deze vragen zijn, sterk samengevat, als volgt:

- Er is in 2030 een extra elektriciteitsvraag van ca. 42 TWh van de industrie. Dit vergt additionele infrastructuur en flexibiliteit. Hiervoor is centrale coördinatie en investering nodig. Er is een samenhangende aanpak noodzakelijk op alle onderdelen. Zonder dit zal het niet kunnen lukken.
- Daarvoor is stimulering van de hele keten noodzakelijk. In aanvulling op de bestaande CO₂-beprijzing is een samenhangend pakket aan financiële, fiscale en faciliterende maatregelen nodig waarbij geborgd moet worden dat vraag en aanbod elkaar goed volgen. Een eventuele tijdelijke mismatch lijkt onvermijdelijk en zou geaccepteerd moeten worden.
- Via een samenhangende ketenaanpak, met een samenhangend pakket van oplossingen en maatregelen kunnen risico's gemitigeerd worden.

Mogelijke rol rondetafel waterstof & groene chemie

Een mogelijke rol voor de rondetafel ligt in het bijeen brengen, naast elkaar leggen en met elkaar delen van relevante studies, met als doel om belangrijke risico's en dilemma's van verschillende opties in kaart te brengen. Een manier om vanuit de rondetafel te bij te dragen is om politiek draagvlak te creëren rondom complexe afwegingen en dilemma's. Belangrijke afwegingen/dilemma's die daarin meespelen zijn:

- Waardering voor grijs-blauw-groen-(paars)
- Industriebeleid gericht op innovatie, met het oog op Nederlandse maakindustrie.
- Instrumentarium (SDE++, opschalingsinstrument).
- Relatie met CO₂-prijs/ETS.

¹¹ www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/04/28/aanbiedingsbrief-advies-stuurgroep-extra-opgave

Naam	Bedrijf/instelling
Focco Vijselaar (vz)	DG Bedrijfsleven en Innovatie, EZK
Sandor Gaastra (vz)	DG Klimaat en Energie, EZK
Manon Janssen	Boegbeeld TSE en voorzitter MI-team Industrie en themateam Energietransitie en Duurzaamheid
Marc Hendrikse	Boegbeeld HTSM en voorzitter themateam Sleuteltechnologieën
Emmo Meijer	Boegbeeld TS Chemie en voorzitter MI-team Circulaire Economie
Richard van de Sanden	voorzitter ECCM commissie
Marco Waas	lid ECCM commissie
Hans van der Weijde	lid ECCM commissie
Paulien Herder	technisch voorzitter 'GroenvermogenNL'
Jörg Gigler	Vz. CSWW, lid ECCM-cie en dir. TKI Nieuw Gas/TSE
Peter Molengraaf	voorzitter MI-team Systeemintegratie

Naam Bedrijf/instelling

CEO-NL/CTO (niveau) bedrijven

Tom van Aken	Avantium, CEO
Anton van Beek	DOW, president-directeur Dow Benelux
Jurgen Hoekstra	BASF, VP BASF Benelux en MD BASF Nederland
Marcel Galjee	VP & Managing Director Energy & New Business
Adam Middleton	Siemens Energy, Managing Director
Annemarie Manger	Director Sustainability Tata Steel Europe
Martijn Hagens	Vattenfall, CEO Vattenfall Nederland
Michael Schlaug	Yara Sluiskil, Managing Director Yara Sluiskil
Marjan van Loon	Shell, resident-directeur van Shell Nederland
Guustaaf Savenije	VDL, CEO VDL ETG
Steven Engels	Ørsted, General Manager Benelux
Marinus van Driel	HyGear, CEO
Maria Fennis	HyET Hydrogen, CEO
Gert-Jan de Geus	OCI Nitrogen, CEO
Jan-Paul Dijckmans	TenneT, Director Strategy & Partnerships
Ulco Vermeulen	Gasunie

Vertegenwoordiging van kennisinstellingen

Paul de Krom	voorzitter RvB TNO
Marcel Levi	voorzitter RvB NWO
Tim van der Hagen	voorzitter CvB Technische Universiteit Delft
Ciska Wijmenga	Rector Magnificus Rijksuniversiteit Groningen
Rob Verhofstad	CvB voorzitter HAN University of Applied Sciences
Hans Vossensteyn	Director Saxion Research & Graduate School
<i>vervangt Anka Mulder</i>	<i>Voorzitter van executive board Saxion HBO</i>

De Voorzitter van de MBO raad is op een laat moment uitgenodigd en sluit vanaf de derde rondetafel aan.

Deelnemers

bestuurlijke rondetafel waterstof & groene chemie