

Voorverkenning mkb-programma GroenvermogenNL

Auteurs: Menno Driesse, Sven Maltha, Pim Verhagen,
Marenne Massop, José van der Geest

Opdrachtgever:
Platform Talent voor
Technologie /
GroenvermogenNL

Publicatienummer:
2023.012.2331

Datum:
Utrecht, 6 september 2023



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1 Introductie.....	5
1.1 Aanleiding van de voorverkenning	5
1.2 Beleidscontext.....	6
1.3 Probleem- en vraagstelling van de voorverkenning	6
1.4 Methode van de voorverkenning	7
1.5 Hét midden- en kleinbedrijf bestaat niet	8
1.6 Leeswijzer	8
2 Inzicht in waterstof-waardeketens	9
2.1 Karakterisering van de waterstof-waardeketens.....	9
2.2 Omvang van de waterstofsector in Nederland.....	13
2.3 Uitdagingen binnen de waterstof-waardeketens.....	16
3 Mkb-instrumentarium (aanbod).....	19
3.1 Introductie overheidsinterventies.....	19
3.2 Categorisering van ondersteuningsmechanismes	21
3.3 Overzicht instrumentarium t.a.v. innovatie	22
3.4 Overzicht instrumentarium t.a.v. talent	24
3.5 Lessons learned bestaand instrumentarium.....	24
4 Ondersteuningsbehoefte van het mkb (vraag).....	27
4.1 Ondersteuningsbehoefte bij innovatie.....	27
4.2 Ondersteuningsbehoefte bij talentontwikkeling	29
5 Contouren voor het mkb-programma (match vraag en aanbod)	32
5.1 Contouren voor het mkb-programma	32
5.2 Governance van het mkb-programma	34
5.3 Ter afsluiting	34
Referenties	37
Bijlage 1. Geraadpleegde personen.....	39
Bijlage 2. Overzicht innovatie-instrumentarium.....	40

Managementsamenvatting

Op verzoek van Platform Talent voor Technologie (hierna: PTVT) heeft Dialogic *innovatie & interactie* (hierna: Dialogic) een onderzoek uitgevoerd rondom mkb-innovatiestimuleringsstools, ter voorbereiding voor de ontwikkeling van een innovatie- en stimuleringsprogramma voor het mkb.

Inzicht in de waterstof-waardeketens

De meest gangbare manier om waterstof-waardeketens in te delen is aan de hand van de aan de olie- en gasector ontleende categorisering in productie (**upstream**), conversie, transport en opslag (**midstream**), en het gebruik (**downstream**) van waterstof. Voor Nederland is het de verwachting dat import een belangrijke rol gaat spelen om aan alle potentiële vraag te kunnen voldoen.

De sector **omvat** in Nederland op dit moment rond de 200 partijen, waarbij de precieze inschattingen afhangen van afbakeningskeuzes. Dit aantal is groeiend. De **vraag naar** personeel is sterk stijgend en zal oplopen tot zo'n 31.000 tijdelijke en 7.000 vaste banen. **Het potentiële aanbod** vanuit opleidingen, zij-instroom en het buitenland is een factor drie tot vier groter, alleen is sprake van grote concurrentie om dit schaarse technische talent te verwerven vanuit de andere stromingen binnen de energietransitie (zoals netverzwaring, de gebouwde omgeving en wind op zee). Dit zorgt, in ieder geval op de korte termijn, tot **krapte en daarmee een rem op de groeikansen van de sector**. De verwachting is, gegeven de concurrentie tussen de verschillende opgaven, dat deze schaarste in ieder geval tot 2035 zal aanhouden.

De **voornaamste uitdagingen** waar de sector mee kampt zitten in de afhankelijkheden tussen vraag en aanbod (kip-ei-probleem), technologiekeuzes, het gelijktijdig moeten opzetten van veel waardeketencomponenten, de opschalingsuitdagingen bij kleine partijen, tekorten aan gekwalificeerd (technisch) personeel, veiligheidsbewustzijn, normen en regelgeving, certificering, kostenreductie en de zoektocht naar het minimaliseren van het gebruik van schaarse grondstoffen.

MKB-instrumentarium (aanbod)

Bij het vormgeven van beleidsinstrumentarium moeten beleidsmakers vooraf goed nadenken over de **legitimering** voor het overheidsingrijpen en de **belemmeringen** die men met een instrument beoogt weg te nemen. Door vooraf goed na te denken over de **onderbouwing** van de inzet wordt het in een latere fase ook eenvoudiger om vast te stellen of de inzet nuttig is geweest en er af- of juist opschaling nodig is.

Wanneer we kijken naar het bestaande instrumentarium t.a.v. **innovatie** voor het mkb in de waterstofsector, dan stellen we vast dat er al heel veel generieke instrumenten beschikbaar zijn. Specifiek voor **talentontwikkeling** zijn minder instrumenten beschikbaar. In Bijlage 3 hebben wij een uitgebreid overzicht opgenomen.

De ervaringen, oftewel de '**lessons learned**', met het **bestaande aanbod** laten zien dat er veel versnippering en onbekendheid is met de initiatieven. Ook zou deelname niet laagdrempelig genoeg zijn (tijd en geld) en de administratieve lasten te hoog, met name voor het mkb. De lange aanlooptijd en/of duur van projecten vormt daarbij een bottleneck, evenals uitdagingen bij het vormen van een geschikt consortium, bijvoorbeeld omdat het eigen netwerk te beperkt is. Partijen hebben verder begrip voor de inzet op megawattschaalproductie, maar juist kleinschalige opwek kan aantrekkelijk zijn voor kleinere innovatieve spelers om een rol te spelen. Verder stellen we vast dat de specifieke beleidsinstrumenten nog in ontwikkeling zijn, waardoor we nu nog beperkt kunnen inschatten in hoeverre er nog

'witte vlekken zijn' in het bestaande aanbod. Ook blijkt het lastig om het **succes van bestaande inzet** inzichtelijk te krijgen: monitoring en verantwoording over de output en impact is geen gemeengoed en het is met name *vooraf* lastig inschatten welk instrument waar het beste werkt.

Ondersteuningsbehoefte van het mkb (vraag)

Wij hebben een variatie aan **innovatie-ondersteuningsbehoeften** geïnventariseerd die de betrokkenheid van het mkb bij de waterstoftransitie kunnen vergroten. Zo is er behoefte aan gedeelde R&D- en testfaciliteiten en centrale inzet op (kennisontwikkeling over) standaardisatie, veiligheidsprotocollen, certificering en vergunningen. Ook is het zaak om de vraag naar waterstof op **lokale en regionale** schaal inzichtelijk te krijgen en te bepalen of de toegang tot (voldoende) aanbod van waterstof ook geborgd is. Partijen vragen om **ruimere financieringsmogelijkheden**, vooral voor eindontwikkeling in latere TRL-fasen (toepassing/opschaling). Samen verkennen van de mogelijkheden van **automatisering** in productieomgevingen om de kosten te drukken is gewenst, evenals actuele **overzichten** van projecten, bedrijven en innovaties, aangevuld met de kennis en het netwerk van innovatiemakelaars. Verder is de markt gebaat bij een **sterke visie**, technologiekeuzes en wet- of regelgeving die richting geven.

Op het gebied van **talent** wordt met name gezocht naar oplossingen voor het dringende **tekort aan technisch geschoold personeel**. Wat niet meewerkt is het **imago** en de aantrekkingskracht van de proces- en maakindustrie, hoewel startups hier positief van lijken af te wijken. Door de schaarste is er ook sprake van **concurrentie** tussen de verschillende (deel)sectoren in de energietransitie, zoals elektrificatie van industrie en mobiliteit, circulaire economie, et cetera. Over het algemeen is er aandacht nodig voor de **aansluiting tussen onderwijs en de praktijk, evenals de omscholingsmogelijkheden**. Een uitdaging hierbij is het gebrek aan docenten en stageplekken. Oplossingen worden gezocht en gevonden in meer flexibilisering van het onderwijs, betere samenwerking tussen het mkb en de kennis- en onderwijsinstellingen en het werven van buitenlands talent.

Tot slot lijkt er **volgordelijkheid** te zitten in de ondersteuningsbehoeften: gezien de huidige fase van technologieontwikkeling en -toepassing zit de ondersteuningsbehoefte nu met name op innovatie. Later, wanneer de waterstoftransitie daadwerkelijk door zou breken, verwachten gesprekspartners dat de roep om meer personeel nadrukkelijker zal worden (van kwaliteit naar kwantiteit). Op basis van de matching tussen de bestaande beleidsmix en de ondersteuningsbehoeftes van het mkb komen wij hierna tot de contouren van het op te richten mkb-programma, inclusief suggesties qua governance en enkele overwegingen.

Contouren voor het mkb-programma (match vraag en aanbod)

De **nadruk van het programma** ligt wat ons betreft primair op het opzetten van een signaleringsfunctie, groeiondersteuning, kennisverspreiding, test- en leeromgevingen en het versterken van het onderwijsaanbod en de -uitstroom.

Qua governance stellen we voor dat de **landelijke** inzet vooral **kaderstellend** en strategisch is met een focus op normering, certificering, onderwijsaanbod, de missing links tussen clusters, internationale afstemming en benchmarking. **Regionaal** is de inzet veel meer **praktijkgericht** en operationeel met rollen in de trend van spelverdeler, makelaar en technologie-voorlichting op brancheniveau. Door goed na te denken over de legitimatie van de inzet, inclusief monitoring en evaluatie, verwachten wij de grootste impact en kans op succes.

Tot slot adviseren we het programma vooral **voorspelbaar en consistent** te laten zijn, de betrokkenen (bemensing) en uitvoerende organisaties te binden aan het programma, te gaan waar de energie zit en te leren van andere transitie.

1 Introductie

Op verzoek van Platform Talent voor Technologie (hierna: PTVT) heeft Dialogic *innovatie & interactie* (hierna: Dialogic) een onderzoek uitgevoerd rondom mkb-innovatiestimuleringsstools, ter voorbereiding voor de ontwikkeling van een innovatie- en stimuleringsprogramma voor het mkb. In dit hoofdstuk beschrijven we de aanleiding, probleem- en vraagstelling, de aanpak en een leeswijzer voor de rapportage.

1.1 Aanleiding van de voorverkenning

Nederland staat met de rest van de wereld voor een immense klimaatopgave. Onze op fossiele grondstoffen gebaseerde maatschappij en industrie moeten worden omgebouwd. Dit doet Nederland onder andere met groene waterstof als trekkracht voor die transitie. GroenvermogenNL (hierna: GVNL) is het investeringsprogramma waarmee deze ontwikkeling mede mogelijk wordt gemaakt. Het doel is om in Nederland een nieuwe industrie voor groene waterstof op te bouwen en een aantrekkelijk vestigingsklimaat te creëren. De transitie vraagt om goed opgeleide mensen en een sterke structuur van kennisdeling en -ontwikkeling. Dat is dan ook de kern van GVNL: opschalen & innoveren, ombouwen & opbouwen, omscholen & opleiden.

Het investeringsprogramma loopt tot 2028 en bouwt voort op de grote interesse bij Nederlandse partijen om waterstofprojecten op te schalen. De potentie van waterstof en duurzaam opgewekte elektronen voor groene chemie is groot, aldus GVNL. Het programma wil een substantiële bijdrage leveren aan de opschaling van klimaatneutrale waterstof en toepassing van groene elektronen in energie-intensieve industrieën.

Met een integrale aanpak zorgt GVNL voor een krachtig nationaal onderzoeks- en innovatie-ecosysteem voor waterstof-productie en -toepassingen. Dit ecosysteem is al ten dele aanwezig en bestaat onder meer uit bedrijven en kennisinstellingen betrokken bij de energie-, chemie- en maaksectoren. Het gaat er nu om met de beste oplossingen de kennis en kunde beter te benutten door bedrijven en kennisinstellingen in deze sectoren samen te laten werken aan een gezamenlijk doel binnen specifieke programma's. Om het ecosysteem te versterken en Nederland in de Europese kopgroep te brengen is het volgende nodig:

Pijler 1. Opschaling en investeren: de realisatie van waterstofprojecten op serieuze schaal;

Pijler 2. R&D: de coördinatie van onderzoek en innovatie;

Pijler 3. Menselijk kapitaal: de ontwikkeling van een sterke menselijke uitvoeringsbasis.

Dit onderzoek is gekoppeld aan de derde programmapijler. Voor het realiseren van de ambities van GVNL en breder de Energietransitie, wordt human capital als kritische succesfactor gezien. Daarom investeert GVNL met vijf programmalijnen in het versterken hiervan:

Werkstroom 1. Kennisgebieden in kaart

Werkstroom 2. Realisatie en opschaling learning communities en mobiliseren regio

Werkstroom 3. Nationaal kennisplatform

Werkstroom 4. Nationaal pakket van onderwijsprogramma's waterstof

Werkstroom 5. Innovatie en ontwikkelingsimpuls bedrijfsleven (mkb)

Op verzoek van GVNL is Platform Talent voor Technologie (PTvT) verantwoordelijk voor de uitvoering van werkstroom 1 en het uitzetten van dit voorbereidende onderzoek ten behoeve van het op te zetten programma binnen werkstroom 5 Innovatie en ontwikkelingsimpuls bedrijfsleven (mkb).

Relevant in dit kader is een eerder verschenen rapportage van Ecorys, waarin wordt becijferd dat de vraag naar arbeid in de energietransitie in 2030 zal oplopen tot (bruto) 23.000 tot 28.000 arbeidsplaatsen. [1] Op korte termijn zal het reguliere onderwijs hier met extra in- en uitstroom maar een beperkte bijdrage aan kunnen leveren. Veel van de inspanning moet binnen de al werkende populatie plaatsvinden via bijscholing en training van professionals en via omscholing en zij-instroom. Om het bedrijfsleven te stimuleren om (1) een rol te spelen binnen de waterstoftransitie, (2) te innoveren en (3) medewerkers nieuwe kennis op te laten doen wordt binnen werkstroom 5 een innovatie en stimuleringsprogramma voor het bedrijfsleven ontwikkeld. Het doel is om te komen tot een mkb-programma waar aandacht is voor zowel innovatie als bij- en omscholing.

1.2 Beleidscontext

De energietransitie is een complex en dringend vraagstuk waar op alle beleidsniveaus ambities, programma's en acties worden opgezet en uitgesproken. Dit geldt ook, en in toenemende mate, voor de rol van groene waterstof binnen de algehele ambitie om tot een CO₂-CO₂-samenleving te komen. Op Europees niveau heeft dit geleid tot de Hydrogen Roadmap Europe, welke onder andere heeft geleid tot het IPCEI-initiatief rondom waterstof (Important Projects of Common European Interest). Kijken we op nationaal niveau, dan zijn onder andere de Routekaart Waterstof van het Nationaal Waterstofprogramma [2] en de Innovatieagenda Waterstof van TKI Nieuw Gas [3] hoogst relevante vindplaatsen voor de Nederlandse ambities en knelpunten. Op regionaal niveau zijn de Europese en landelijke ambities verder geconcretiseerd en vertaald in investeringsplannen en positioneringsonderzoeken, zoals in Noord-Nederland [4] en Oost-Nederland [5]. Tot slot zijn ook gemeenten zich bewust van de lokale uitwerking, kansen en uitdaging van de waterstoftransitie, wat bijvoorbeeld blijkt uit de Visie op waterstof van de Gemeente Rotterdam.

1.3 Probleem- en vraagstelling van de voorverkenning

Dit onderzoek is een verkennend startonderzoek ter voorbereiding van het innovatie- en stimuleringsprogramma voor het bedrijfsleven uit werkstroom 5. Het richt zich op de vraag op welke wijze GVNL het mkb kan helpen in hun innovatie- en talentopgave gericht op de behoefte van het mkb om duurzaam bij te dragen aan de waterstoftransitie en binnen de context van hetgeen GVNL al doet, zoals het versterken van regionale Learning Communities, R&D, Opschalingsprogramma's en de onderlinge verbinding hiertussen.

Centraal staat de volgende onderzoeksvraag:

Hoe kan GroenvermogenNL het relevante mkb voor de waterstoftransitie het beste ondersteunen?

Tegen deze achtergrond beantwoorden we met onze rapportage de volgende onderzoeksvragen:

1. Mkb-bedrijven zijn op verschillende plekken in de waterstofwaardeketen(s) betrokken. Hoe zijn deze bedrijven te typeren?
2. Welke beleidsinterventies worden nationaal en regionaal (bv. vanuit ROM's, SIA, RVO, provincies, gemeenten) ingezet om mkb-bedrijven te ondersteunen/stimuleren om te innoveren en/of hun medewerkers om/bij te scholen? (bijv. voucher regelingen, loketfuncties, kennismakelaars, businesscoaches, transitimakelaars, masterclasses, funnel)
3. Welke succesvolle voorbeelden/goed werkende programma's zijn te identificeren? Waar zit dit hem in? (kansen) (Welke beleidsinterventies zijn absoluut niet succesvol gebleken? Bottlenecks?) Waar kan op doorgebouwd worden?

4. Het mkb kan meedoen met GroenvermogenNL. Doen ze dat? Welke mkb-bedrijven nemen deel in de sandpit procedures? Zijn er voorbeelden van mkb-bedrijven die aangehaakt zijn bij learning communities rondom waterstof? Zijn er best practices te identificeren?
5. Wat is hun behoefte m.b.t. innovatie en kennisontwikkeling? Verschilt dit per type mkb-bedrijf? Wat zijn de specifieke vraagstukken van mkb aangaande innovatie en talent? Welke behoefte hebben zij?
6. Zijn de bestaande programma's voldoende? Wat is aanvullend nodig?
7. Welke succesvolle mkb programma's zouden toegepast kunnen worden voor het betrekken van het mkb dat relevant is/wordt voor de waterstoftransitie bij learning communities? Waarom wel/ niet?
8. Moet gekozen worden voor een landelijk programma of een regionale aanpak? Wat zijn de voordelen en de nadelen?

1.4 Methode van de voorverkenning

We hebben voor dit onderzoek een tweedelige aanpak ingezet: enerzijds bouwen wij voort op onze bestaande kennis van innovatiebeleidsinstrumenten en anderzijds hebben wij de structuur en behoeftes van de (grotendeels nog te vormen) groene waterstof-waardeketens in beeld gebracht met deskstudie en een flinke dosis veldwerk.

Allereerst bouwen wij voort op een stevige kennisbasis die wij als bureau in de afgelopen jaren hebben opgebouwd op het gebied van kennis- en innovatiestimuleringsregelingen voor het mkb. Als onderzoeks- en adviesbureau hebben wij op nationaal en regionaal niveau voor een grote verscheidenheid aan opdrachtgevers (strategische) beleidsonderzoeken uitgevoerd naar de effectiviteit en doelmatigheid van beleidsinstrumenten die erop gericht zijn om de innovatiekracht en het leervermogen van bedrijven te vergroten, zoals de MIT-regeling, Innovatiebox, verschillende regionale innovatieprogramma's en het ontwikkelen en uitvoeren van het Missiegedreven Topsectoren en Innovatiebeleid. We hebben de inzichten uit deze trajecten gebundeld en bepaalt welke lessen wij hieruit konden trekken wat betreft de behoeftes van en de interventiemogelijkheden voor het mkb.

Het tweede spoor van deze verkenning richtte zich op het vergaren van inzichten rondom de introductie en opschaling van groene waterstof in Nederland. Hiervoor hebben wij allereerst een brede deskstudie gedaan om te bepalen wat bestaande rapporten rondom de groene waterstoftransitie benoemen over de betrokkenheid, typering en uitdagingen van het mkb, evenals een inventarisatie van de bestaande beleidsinzet. De opgedane kennis vormde de basis voor ons aansluitende veldwerk.

Het veldwerk bestond uit het bezoeken of volgen van de World Hydrogen Summit in Ahoy Rotterdam, de Innovatie- en netwerkmiddag van RVO op Industriepark Kleefse Waard, de webinar van H2 Hub Twente en het Kennisevent Human Capital Waterstof bij het Innovation Dock op de RDM Campus in Rotterdam. Tijdens deze bijeenkomsten hebben wij zoveel mogelijk mkb'ers aangesproken en bevraagd op hun ervaringen en uitdagingen rondom de groene waterstoftransitie. Ook hebben wij nog een vijftiental verdiepende interviews gehouden naar aanleiding van de kennismaking op één van de events of na doorverwijzing van andere gesprekspartners.

De inzichten uit de twee sporen, oftewel de bestaande kennis en nieuwe waterstof-gerelateerde inzichten uit veldwerk, stelden ons in staat om een analyse te doen van de mate waarin de bestaande beleidsinzet aansluit bij de behoeftes van het mkb (een gap-analyse) en de mogelijkheden om de inzet te vergroten binnen het op te zetten mkb-programma van GVNL.

1.5 Hét midden- en kleinbedrijf bestaat niet

Er is in de afgelopen jaren al veel onderzoek gedaan naar innovatie en talent in de waterstofketen. [6] [7] [8] Deze onderzoeken lijken echter beperkt aandacht te besteden aan de specifieke knelpunten die het mkb ervaart. Dat terwijl het mkb, zoals aangetoond in paragraaf 2.2, een substantieel deel uitmaakt van de waterstofketen. Hoewel de uitdagingen bij het bedrijfsleven in generieke zin redelijk goed te beschrijven zijn, zit complexiteit van het onderzoeken van specifieke uitdagingen bij het mkb in de hoeveelheid en verscheidenheid aan partijen. Afgezien van hun grootte en/of omzet¹, is het namelijk lastig om tot een uniforme definitie van het midden- en kleinbedrijf te komen. Een veel toegepaste oplossing is om de bedrijven onder te verdelen in categorieën, zoals (innovatieve) koplopers, het peloton en de achterblijvers. Afhankelijk van de doelen en ambities kunnen beleidsmakers ervoor kiezen de koplopers te ondersteunen (*picking winners*), de adoptie onder de grote groep te faciliteren (*'het brede mkb ondersteunen bij...'*) of juist de achterblijvers een steuntje in de rug te geven (*backing losers*, bijv. om de transitie naar nieuw werk of een nieuwe sector te maken).

Hoewel wij in dit rapport dus in zullen gaan op de uitdagingen en behoeften die wij in het waterstof-gerelateerde mkb hebben kunnen vaststellen (gebruikmakend van de categorisering met koplopers, peloton en achterblijvers), zijn we ons bewust van de complexiteit en veelzijdigheid van sterktes en uitdagingen van deze doelgroep. Door de gemengde aanpak van deskstudie, interviews, een klankbordgroep met experts en verschillende validatierondes menen we toch een goed en weloverwogen beeld te schetsen.

1.6 Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt:

- **Hoofdstuk 2** – een introductie in de opbouw en omvang van de groene waterstofketens, inclusief een overzicht van de voornaamste uitdagingen die de opschaling op dit moment beperken.
- **Hoofdstuk 3** – een combinatie van enerzijds een generieke introductie van de werking van innovatie-instrumentarium bij het mkb en anderzijds een waterstofspecifiek overzicht van regelingen en beleidsinzet. Hiermee brengen we het aanbod van ondersteuningsmechanismes in beeld.
- **Hoofdstuk 4** – een overzicht van de ondersteuningsbehoeftes bij het mkb op het gebied van innovatie en talentontwikkeling. Hiermee beschrijven we dus de vraag naar (additionele) publieke inzet die op dit moment bij het mkb leeft.
- **Hoofdstuk 5** – door het bestaande aanbod (H3) met de vraag vanuit het mkb (H4) met elkaar te kruisen, komen we in dit hoofdstuk met de contouren en voorstellen voor de governance van het mkb-programma van GVNL.

In de bijlagen hebben we een overzicht van de gesprekspartners en het geanalyseerde aanbod opgenomen.

¹ Zie bijvoorbeeld: [www.rvo.nl]

2 Inzicht in waterstof-waardeketens

Belangrijkste bevindingen uit dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk presenteren we de indeling van de partijen in de waterstof-waardeketens, geven we inzicht in de omvang van de sector en gaan we in op de belangrijkste knelpunten die partijen op dit moment ervaren.

De meest gangbare manier om waterstof-waardeketens in te delen is aan de hand van de aan de olie- en gasector ontleende categorisering in productie (**upstream**), conversie, transport en opslag (**midstream**), en het gebruik (**downstream**) van waterstof.

De sector **omvat** in Nederland op dit moment rond de 200 partijen, waarbij de precieze inschattingen afhangen van afbakeningskeuzes. Dit aantal is groeiend. De **vraag naar** personeel is sterk stijgend en zal oplopen tot zo'n 31.000 tijdelijke en 7.000 vaste banen. **Het potentiële aanbod** vanuit opleidingen, zij-instroom en het buitenland is een factor drie tot vier groter, alleen is sprake van grote concurrentie om dit schaarse technische talent vanuit de andere stromingen binnen de energietransitie (zoals netverzwaring, de gebouwde omgeving en wind op zee). Dit zorgt, in ieder geval op de korte termijn, tot **kratte en daarmee een rem op de groeikansen van de sector.**

De voornaamste **uitdagingen** waar de sector mee kampt zitten in de afhankelijkheden tussen vraag en aanbod (kip-ei-probleem), technologiekeuzes, het gelijktijdig moeten opzetten van veel waardeketencomponenten, de opschalingsuitdagingen bij kleine partijen, tekorten aan gekwalificeerd (technisch) personeel, veiligheidsbewustzijn, normen en regelgeving, certificering, kostenreductie en de zoektocht naar het minimaliseren van het gebruik van schaarse grondstoffen.

2.1 Karakterisering van de waterstof-waardeketens

In de rapportages en beleidsdocumenten over (groene) waterstof worden de waardeketens en bedrijven in de meeste gevallen expliciet of impliciet ingedeeld in drie categorieën, te weten upstream, midstream en downstream. Deze termen, die hun herkomst kennen uit de olie- en gasector, hebben betrekking op de productie (upstream), conversie, transport en opslag (midstream) en het gebruik (downstream) van in dit geval waterstof. In Figuur 1 zijn de drie hoofdcategorieën verder uitwerkt in de onderliggende deelmarkten en -technologieën.

Upstream Productie Technology	Midstream Conversion, transport & Storage	Downstream End User Application
Thermochemical <ol style="list-style-type: none"> 1. Steam methane reforming 2. Gasification 3. Autothermal reformation 4. Pressurized combustion reforming 5. Chemical looping 6. Concentration solar fuels 7. Heat exchange reforming and gas heated reforming Electrolysis <ol style="list-style-type: none"> 1. Alkaline electrolysis 2. Proton exchange membrane 3. Solid oxide electrolyzer cell 4. Dark fermentation 5. Microbial electrolysis 6. Photoelectrochemical 	Conversion <ol style="list-style-type: none"> 1. Hydrogen Gas 2. Liquid Hydrogen 3. NH 4. Liquefied Organic Hydrogen Carrier Transport <ol style="list-style-type: none"> 1. Trucks 2. Trains 3. Pipeline 4. Tankers Storage <ol style="list-style-type: none"> 1. Geological Storage 2. Storage Tanks 3. Chemical Reconversion 4. Liquefaction & Regasification 	Industrial Application <ol style="list-style-type: none"> 1. Oil Refining 2. Chemical Production 3. Iron & Steel Production 4. High Temperature Heat 5. Food Industry Mobility <ol style="list-style-type: none"> 1. Light & Heavy Duty Vehicles 2. Maritime 3. Railways 4. Aviation Power Generation <ol style="list-style-type: none"> 1. Co-firing of NH3 in Coal Power Plants 2. Back up & Off Grid Power Supply Gas Energy <ol style="list-style-type: none"> 1. Long Term & Large Scale Storage 2. Methanation 3. Blended H2 & Pure H2

Figuur 1. Indeling van waardeketens in upstream, midstream en downstream (bron: STC/Dikkerboom [9])

2.1.1 Upstream

Aan de basis van alle waterstof-waardeketens staat de productie van waterstofgas. Waterstof is immers geen zelf winbare energiebron, maar een energiedrager die op basis van andere energiebronnen wordt geproduceerd.³ De productie van waterstof kan via elektrolyse of een thermochemische reactie, waarbij gebruik wordt gemaakt van fossiele energiebronnen (grijs), van fossiele bronnen waarbij de CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen (blauw) of volledig met (overschotten) hernieuwbare energiebronnen als wind- en zonne-energie (groen, zie formele definitie in Box 1).

Box 1. Formele definitie groene waterstof²

1. De waterstof dient gemaakt te worden met elektriciteit uit een directe lijn vanaf bijvoorbeeld een windpark;
2. óf van het net wanneer 90% van de elektriciteitsmix het jaar ervoor hernieuwbaar was in heel het land;
3. óf van het net wanneer de elektriciteit in een land gemiddeld < 18 gCO₂eq/MJ heeft veroorzaakt én de elektriciteit aantoonbaar gekocht is (PPA) van bijvoorbeeld een windpark, met een geografische en tijdsrelatie – zie onder. (verwachting NL: in 2030 op 19,6 gram/MJ);
4. óf van het net met aantoonbare herkomst van projecten met hernieuwbare elektriciteitsproductie (PPA + certificering) met:
 - a. Additionaliteit van de elektriciteitsproductie en de elektriciteitsproductie eenheid is niet ouder dan 3 jaar voor inwerkingstelling elektrolyser en heeft geen staatssteun gekregen. Deze regels gelden niet tot 2038 voor installaties die voor 2028 in bedrijf kwamen.
 - b. Tijdsrelatie: tot 2030 op maandbasis, daarna uurbasis
 - c. Geografische correlatie: zelfde bidzone (Nederland)

² Zie: [nlhydrogen.nl]

³ Voor de volledigheid moeten we hier ook zogenoemde witte of natuurlijke waterstof benoemen. Dit betreft natuurlijk waterstof die in diepere aardlagen of zoutcavernes aanwezig is doordat grondwater

Er vindt op dit moment in Nederland, of beter gezegd in de wereld, nog geen grootschalige opwek van groene waterstof plaats. Onder grootschalige opwek worden elektrolyzers met een capaciteit van honderd tot tweehonderdvijftig megawatt verstaan, terwijl de huidige (test)installaties in de orde grootte van één tot tien megawatt kunnen inzetten. Uiteindelijk is het de ambitie om tot elektrolyzers op gigawatt-niveau te komen om zo tot op een kostenefficiënte wijze aan de vraag te kunnen voldoen (zie downstream). Aan (gesubsidieerde) plannen voor opschaling in de opwek is geen gebrek, waarbij Holland Hydrogen 1 van Rotterdam Hydrogen Company (Shell) een prominent voorbeeld is. Deze 200 MW elektrolyser wordt gebouwd op de Tweede Maasvlakte in de Rotterdamse haven en kan na oplevering 60.000 kilogram hernieuwbare waterstof per dag produceren. Andere *flagship* projecten zijn de Fuel Cell Giga Factory van o.a. Nedstack, het Duwaal-project in Noordwest-Nederland, PosHYdon op de Noordzee en de ambitie van Green Shipping Wadden Sea om de vloot op de Waddenzee te fossielvrij te maken.

Zowel op de elektrolysertechnologie als rondom de bouw van een installatie van dit formaat liggen nog voldoende uitdagingen en onzekerheden waar (Nederlandse) bedrijven en kennisinstellingen aan werken. Zo zijn bijvoorbeeld de grondstoffen voor de elektrolyzers schaars en daarmee kostbaar, waardoor er veel onderzoek en innovatie plaatsvindt om de katalysator zo dun mogelijk op het membraan aan te brengen (bijvoorbeeld via atomaire laag depositie).

Gesprekspartners wezen ons verder dat de keuze voor grootschalige versus kleinschalige opwek elk voor- en nadelen hebben, evenals de grote verwachte rol van import in het Nederlandse waterstoflandschap. Bij de import liggen in het buitenland ook kansen voor Nederlandse bedrijven met kennis en technische oplossingen op het gebied van opwek, omvorming (naar bijv. ammoniak) en logistiek. De eerdere en aanstaande handelsmissies naar Brazilië, Chili, Australië en Zuid-Afrika zijn hier duidelijke eerste stappen in.⁴

2.1.2 Midstream

Voordat de geproduceerde waterstof daadwerkelijk ingezet kan worden, moet het geconverteerd, getransporteerd en/of opgeslagen worden. Zoals hiervoor gezegd kan dit zowel binnen Nederland als bij de opweklocatie elders ter wereld plaatsvinden. Over deze stappen merken we het volgende op:

- **Conversie of bewerking:** in veel gevallen is een conversiestap nodig, bijvoorbeeld door het waterstofgas sterk te koelen tot vloeibare waterstof, het hydrogeneren van een verbinding tot een Liquid Hydrogen Carrier (LOHC) of het produceren van ammoniak. Aan het einde van de keten is vaak een omgekeerde stap nodig om de waterstof vrij te maken, bijvoorbeeld nadat het vanuit andere landen naar een Nederlandse haven of de uiteindelijke gebruikslocatie is getransporteerd (NB: omzetting kan meer dan eens in de keten plaatsvinden).
- **Transport:** er zijn verschillende transportmodaliteiten per verschijningsvorm mogelijk. Transport kan (al dan niet onder hoge druk of bij lage temperatuur) middels buisleidingen, via het wegennet, over het spoor of over water. Het kan nodig zijn om de waterstoflader (meermaals) te verladen tussen de verschillende transportmodaliteiten.
- **Opslag/Buffering:** In afwachting van het gebruik is in vele gevallen buffering of langdurige opslag nodig. Denk hierbij niet alleen aan terminals en opslagtanks voor

met ijzerrijke brongesteenten heeft gereageerd. De (haalbaarheid van) winning van dit type waterstof is nog in de onderzoeksfase en hoogst onzeker.

⁴ Zie de RVO-informatiepagina's m.b.t. de missies in [Australië](#), [Chili](#) en [Zuid-Afrika](#).

vloeistoffen (zoals LOHC's) of gassen, maar ook aan ondergrondse opslag in bijvoorbeeld zoutcavernes en lokale opslag (bijvoorbeeld bij een multi-fuel tankstation).

- **Vorbereiding eindgebruik:** het feitelijke eindgebruik behoort niet tot de (transport)keten, maar de eventuele omzettingen wel. De eindgebruiker is meestal (grotendeels) onafhankelijk van de gekozen transportmodaliteit en is vooral geïnteresseerd in het benutten van de waterstof (als energiedrager of als grondstof).

Op alle voorgaande stappen vindt op dit moment nog veel onderzoek-, innovatie- en testactiviteiten plaats, zowel in Nederland als daarbuiten.

2.1.3 Downstream

Tot slot het gebruik van de waterstof, oftewel de downstream-ketens. Hoewel de inzet van waterstof in theorie 'overall' mogelijk is waar op dit moment fossiele energiebronnen worden ingezet voor warmte- of stroomvoorzieningen, wordt op dit moment onderscheid gemaakt in grofweg vier kansrijke toepassingsgebieden:

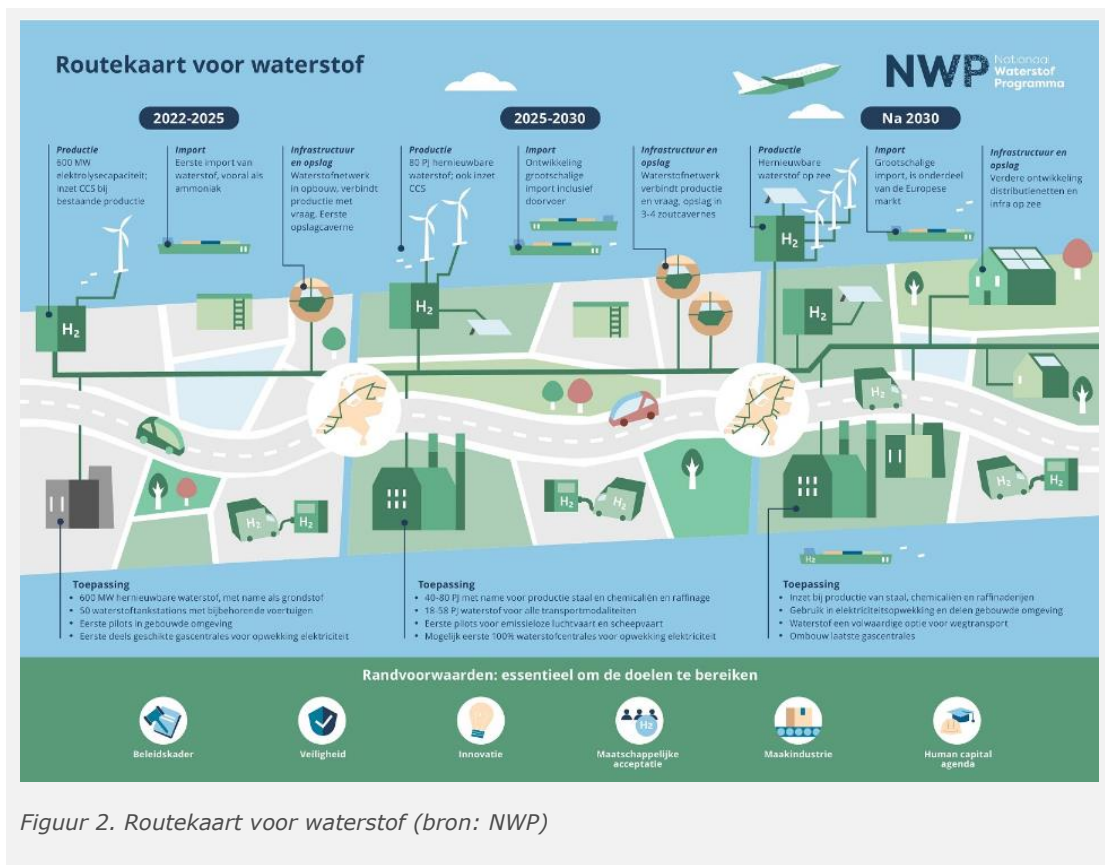
- **Industrie** – als grondstof in een chemische fabriek (feedstock) en ten behoeve van proceswarmte (bijvoorbeeld in een naftakraker).
- **Mobiliteit** – elektrische voertuigen met brandstofcellen (personenvervoer en bijvoorbeeld zwaar transport) en na omzetting in synthetische brandstoffen (LOHC's) voor bijv. lucht- en scheepvaart.
- **Gebouwde omgeving** ter vervanging van aardgasketels en lage-temperatuur oplossingen (warmtepomp, wkk's)
- **Hernieuwbare elektriciteit** - duurzame brandstof in flexibele gascentrales of warmtekrachtkoppelingen, bijvoorbeeld om het net te kunnen balanceren met inzet van CO₂-vrije brandstoffen.

Er zijn hiernaast nog allerlei energie- of gas-intensieve toepassingsniches te identificeren waar waterstof een bijdrage kan leveren in het vergroenen van productieprocessen, zoals crematoria, bakkers, steenfabriek, tuinbouw (kassen). Merk ook op dat de selectie van kansrijke gebieden aan verandering onderhevig is. Een goed voorbeeld is het toepassen van brandstofcellen in personenvervoer: er zijn grofweg 500 stuks Toyota Mirai's en Hyundai Nexa's in omloop, maar (hybride) elektrische auto's zijn verreweg en in toenemende mate in de meerderheid (~350.000, oftewel 3,1% van het totale wagenpark). [10]

De huidige vraag naar waterstof komt vrijwel volledig uit de industriële vraag naar feedstock, met name voor de productie van ammoniak en in de aardolieraffinage. De andere toepassingsgebieden zijn nog in de verkennende of opschalende fase, waarbij er ook nog sprake is van concurrentie tussen verschillende transitiepaden om tot een CO₂-vrije samenleving te komen ('elektronen of moleculen'). Kortgezegd lijkt nu de trend: elektrificeren waar het kan, alternatieve duurzame energiedragers waar het moet.

Box 2. Alternatieve indeling in de Routekaart Waterstof

Hoewel down-, mid- en upstream is de meest dominante wijze van indelen is, zijn er nog allerlei andere doorsnedes en waardeketenbeschrijvingen mogelijk. In de Routekaart Waterstof van het Nationaal Waterstofprogramma (Figuur 2) herkennen we op hoofdlijnen de traditionele driedeling, al benadert men hier de ontwikkelingen steek vanuit een integraal systeemperspectief. Zo is er aandacht voor het onderscheid tussen eigen productie van waterstof en de import, al dan niet in de vorm van ammoniak. Ook denkt men hier al na over de randvoorwaarden die ingevuld moeten worden om de doelen tot 2030 te kunnen behalen.



Figuur 2. Routekaart voor waterstof (bron: NWP)

2.2 Omvang van de waterstofsector in Nederland

2.2.1 Aantal bedrijven per deelsector

Hoewel de Nederlandse (groene) waterstofsector nog sterk in ontwikkeling is, zijn er toch al allerlei Nederlandse partijen actief op de verschillende onderdelen van de waardeketen. Wij hebben voor deze studie zelf geen volledige inventarisatie uitgevoerd, maar in de NL Hydrogen Business Guide is een overzicht en beschrijving opgenomen van alle stakeholders in de waterstofwaardeketen. [11] Onderstaande tabel laat de positie van deze partijen zien voor 2022 en 2023, waarbij dezelfde partij ook meerdere posities kan innemen. In totaal zijn er 2022 in totaal 159 en in 2023 al 182 bedrijven en organisaties actief in de sector.

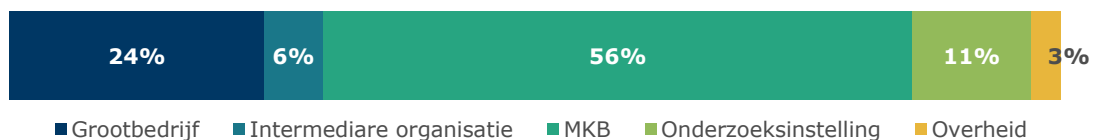
Positie in waterstofwaardeketen	Aantal partijen 2022	Aantal partijen 2023
Upstream		
Elektriciteit	41	44
H ₂ -productie	73	87
Midstream		
Infrastructuur	54	65
Transportsystemen (flow)	43	48
Opslag	54	61
Infrastructuur en opslag	79	89
Downstream		
Mobiliteit	78	96
Maritiem	70	84

Positie in waterstofwaardeketen	Aantal partijen 2022	Aantal partijen 2023
Industrie	107	125
Gebouwde omgeving	60	66
Faciliterend		
Onderzoek en advies	83	95
Verengingen/brancheorganisaties	14	19
Ingenieurs- en installatiebureaus	46	53

De bedrijven zijn naast hun positie in de waterstofketen ook verder onder te verdelen naar hun omvang, groeifase of herkomst.

Hoewel wij geen volledige sectoranalyse hebben gedaan op bijvoorbeeld CBS-microdata, vinden we een onderscheid naar bedrijfsgrootte wel terug in de innovatieanalyse van de TSE-waterstofprojecten van TKI Nieuw Gas [7]. Uit dit overzicht blijkt dat er sinds 2012 al een flinke deelname van het mkb te zien is in de innovatieprojecten. Figuur 3 toont de onderverdeling naar vijf typen partijen.

Type partijen in TSE-waterstofprojecten



Figuur 3. Type partijen in de TSE-waterstofprojecten.

We zien in deze lijst ook veel van de partijnamen terugkomen in de NL Hydrogen Business Guide, wat laat zien dat deze partijen over al langere tijd actief (betrokken) zijn in de sector. We merken wel op dat het daadwerkelijke aandeel mkb-bedrijven in de (nog te vormen) waterstofketens aanzienlijk hoger zal zijn; de data toont immers de deelname in innovatieprojecten en daar doen doorgaans relatief minder mkb'ers mee in vergelijking tot het grootbedrijf en de onderzoeksinstituten.

Box 3. Aandeel van het mkb in sector Industrie

Om een indruk te geven over de verdeling van bedrijven naar hun grootteklasse, stellen we het volgende vast: van alle 84.290 bedrijven in SBI-klasse C – Industrie zijn er slechts 280 bedrijven met 250-500 werkzame personen en 185 met meer dan 500 werkzame personen, de overige bedrijven zijn als zelfstandige (59.000, oftewel 70%) of mkb (24.825, oftewel 29%) actief. [12] Qua werkgelegenheid vertegenwoordigt het mkb 71% van het totaal aantal banen en een aandeel van 63% in de toegevoegde waarde. [13]

Qua herkomst stellen we vast dat er (grote) gevestigde partijen vanuit de olie, gas, chemie en allerlei energie-intensieve sectoren ook actief zijn in de ontwikkelingen rondom groene waterstof. Denk hierbij aan Shell, BP, ExxonMobil, Bosch, Gasunie, BASF, Linde, Tata Steel, Air Liquide en Havenbedrijven (zoals Port of Rotterdam), evenals de toeleveranciers, ingenieurs- en installatiebureaus die zich op deze sectoren richten. Hun jarenlange kennis, ervaring en investeringskracht zijn van cruciaal belang.

Daar tegenover staan de nieuwkomers in de markt, veelal met een hoog R&D-gehalte op het gebied van bijvoorbeeld elektrolyser-productie en oplossingen voor opslag, tanken, transport (zoals de LOHC's) of eindgebruikerstoepassingen in allerlei deelsectoren. De herkomst van deze partijen verschilt: soms betreft het een spin-off of spin-out van (medewerkers van) een bestaand bedrijf, maar ook rondom universiteiten en kennisinstellingen worden onderzoeksresultaten omgezet in commerciële initiatieven.

Box 4. Ledenbestand NWBA

De NWBA herkent de variëteit van bedrijven in hun ledenbestand. Deze branchevereniging vertegenwoordigt een grote verscheidenheid van bedrijven, variërend van familiebedrijven, spin-offs van netwerkbedrijven, startups, etc. Het is een combinatie van gevestigde partijen, jonge innovatieve bedrijven en studententeams van universiteiten met veel intrinsieke motivatie en idealisme.

2.2.2 Werkgelegenheid

Bestaande en lopende onderzoeken naar de arbeidsmarkt geven inzicht in (1) de bestaande en verwachte vraag naar arbeid vanuit de markt en (2) het aanbod vanuit waterstof-gerelateerde opleidingen en de zij-instroom vanuit andere sectoren en het buitenland.

Allereerst bespreken we de cijfers voor de hele energietransitie. Hierover becijferde Ecorys dat de vraag naar arbeid voor de energietransitie in 2030 zal oplopen tot (bruto) 23.000 tot 28.000 additionele arbeidsplaatsen. Het onderzoeksbureau hanteert hierbij twee scenario's waarin Nederland additionele maatregelpakketten invoert, om tot een CO₂-reductie van respectievelijk 49% en 55% in 2030 te komen (en zet dat af tegen het basisscenario van 34%), in lijn met de publicatie 'Bestemming Parijs'. [14] De vraag naar arbeid zal in de komende jaren hoger zal zijn en op de lagere termijn weer lager. Om de getallen in perspectief te plaatsen verwijzen we naar een eerdere studie van TNO uit 2019. [8] TNO onderzocht hoeveel arbeidsjaren nodig zouden zijn voor de uitvoering van een pakket aan maatregelen vergelijkbaar met het Klimaatakkoord. Zij kwamen tot een schatting van 39.000 tot 72.000 voltijdsbanen in 2030 op jaarbasis, rekening houdend met een verlies van banen in de olie- en gasketen (6.000 tot 11.0000 voltijdsbanen).

Beide rapportages (Ecorys en TNO) doen dus concrete inschattingen naar de groei in het aantal gevraagde arbeidsjaren om de energietransitie-ambities waar te kunnen maken. Gezien de hoge kraptecijfers in technische beroepen is aannemelijk dat hier op de korte termijn tekorten zullen optreden als er geen gericht arbeidsmarktbeleid plaatsvindt. Over de precieze omvang van de tekorten doet men echter geen uitspraken.

CE Delft en SEO zijn gevraagd om de verwachte arbeidsvraag, -aanbod en -tekorten specifiek voor de waterstof-gerelateerde bedrijvigheid nader uit te diepen. In hun eerste inschattingen komen zij tot de inschatting dat er in de periode tussen 2024 en 2030 door investeringen in upstream, midstream en downstream een cumulatieve vraag naar 31.000 fte tijdelijke en ruim 7.000 fte permanente banen zal ontstaan. Men verwacht, met het oog op de huidige onderzoeks- en innovatiefase waarin de sector zich nog bevindt (oftewel de lagere TRL-niveaus), in eerste instantie met name vraag naar wetenschappelijk en hoger opgeleid personeel. Later, in de productie- en opschalingsfase, zal hier een verschuiving naar mbo-geschoold personeel plaatsvinden. In de HCA-rapportage van Berenschot [6] herkennen we een vergelijkbaar profiel: zij verwachten in alle drie de marktsegmenten (up-, mid-, en downstream) op de korte termijn relatief veel vraag naar HBO+ geschoold personeel om de technologieontwikkeling mogelijk te maken. Dit verschuift op de langere termijn naar meer praktisch geschoolde werknemers.

Kijken we naar het aan de waterstofsector te relateren aanbod van arbeid, dan becijferen CE Delft en SEO de instroom vanuit opleidingen op ongeveer 27.000 fte per jaar, vanuit andere sectoren op 35.000 fte per jaar en de instroom uit het buitenland op 72.000 fte. Dit oogt erg ruim, maar de uitdaging zit in de bredere vraag naar dezelfde kennis en vaardigheden vanuit bijvoorbeeld de gebouwde omgeving (nieuwbouw en isolatie), netbeheer en de opschaling van wind op zee. Aan de hand van een spanningsindicator blijkt dat er, ondanks het ruime aanbod, ten minste de komende tien jaar sprake is van een 'tijdelijke' schaarste aan

bijvoorbeeld elektrotechnische ingenieurs, machinemonteurs, elektriciens en elektronica-monteurs en productieleiders voor de industrie en bouw.

Box 5. Investeringsplan Waterstof Noord-Nederland

Er worden in meer (beleids)documenten inschatting van de totale potentiële werkgelegenheid gemaakt, elk met haar eigen afbakening, tijdsspannen en uitkomsten. In het Investeringsplan Waterstof Noord-Nederland komt men bijvoorbeeld tot de volgende inschattingen: *"Een Nederlands waterstof-ecosysteem kan tot 66.000 bestaande fte's vastleggen (bijv. in gasinfrastructuur, mobiliteit) en tot 41.000 nieuwe fte's aantrekken (bijv. in voertuigonderhoud, exploitatie van elektrolyzers) voor terugkerende banen in 2050. Daarnaast kan het uitbouwen van het waterstof-ecosysteem tot 104.000 fte's creëren in eenmalige banen tussen 2020 en 2050 (bijv. in techniek, bouw). Voor 2030 is het geschatte potentieel voor waterstof-gerelateerde banen 25.000 fte's in Nederland, waarvan 90 procent terugkerend en 10 procent eenmalig, in zowel grote bedrijven als het mkb. Deze banen bevinden zich niet alleen in de industrieën die actief zijn in waterstofproductie, transport of eindgebruik; er kan een maakindustrie opkomen die zich specialiseert in verschillende typen hightech apparatuur."* [4]

2.3 Uitdagingen binnen de waterstof-waardeketens

Een centraal onderdeel van onze verkenning is het identificeren van knelpunten binnen de waterstof-waardeketens op het gebied van innovatie en human capital bij het mkb. Er is echter een flink aantal uitdagingen bekend die voor de hele sector gelden en dus niet alleen voor het betrokken mkb.

Op basis van bestaande rapportages en onze gesprekken hebben wij de volgende uitdagingen in beeld (in willekeurige volgorde):

- **Kip-ei-probleem.** Er zit een grote afhankelijkheid tussen de vraag en het aanbod van waterstof: er is eerst vraag nodig voordat men de productie zal opschalen, er is opschaling nodig om de kosten te verlagen en er zijn lagere kosten nodig om de vraag te stimuleren. De verschillende delen van de waterstofwaardeketen zijn onderling afhankelijk en moeten tegelijkertijd worden opgeschaald, inclusief de toeleveringsketen van apparatuur, materialen en technologieleveranciers. De afhankelijkheid van andere delen van de waardeketen is een inherente uitdaging, die risico's (bijv. financieel, leveringszekerheid, vertragingen) en kosten van waterstof kan vergroten.
- Zoals eerder aangegeven moeten of kunnen er op componentniveau nog **technologiekeuzes** gemaakt worden. Zo zijn er nog parallelle technologiepaden voor elektrolyzers (PEM, AE, SOE en AEM). Dit geldt ook voor de wijze van transport en opslag, bijvoorbeeld over de (ontwikkelingen in de) hoogte van de druk in opslagtanks en de typen LOHC's.
- Voor een effectieve grootschalige introductie van schone waterstof moeten alle waardeketencomponenten vrijwel **gelijktijdig en parallel** worden opgezet en ingevoerd. In de praktijk is een dergelijke gelijktijdige invoering echter complex bij gebrek aan een duidelijk coördinatiemechanisme, waardoor de waardeketen ontwikkeling verlamd kan raken doordat actoren op elkaar wachten, wat ook weer leidt tot een 'kip-en-ei'-probleem. [15]
- **Valley of death:** vanwege het vroege stadium van marktpenetratie investeren investeerders in activa waarvan de kapitaaluitgaven nog relatief hoog zijn. Deze uitgaven zijn hoog vanwege de technologie die nog niet is uitontwikkeld, de voorlopig lage bedrijfstijd waarmee geproduceerd wordt, en de beperkte ervaring met

implementatie. Marktperspectieven zijn daarom vaak onzeker, terwijl kennisvoordeelen gemakkelijk kunnen weglekken. Zolang de technologie zich in de 'valley of death' bevindt, zijn commerciële vooruitzichten voor schone waterstof zonder beleidsingrijpen vaak niet erg goed.

- De verwachte **tekorten aan gekwalificeerd (technisch) personeel** met kennis van en ervaring met waterstof vormen een andere grote uitdaging. Op alle onderdelen van de waterstofketen, van productie tot eindgebruik van waterstof in productieprocessen, zijn investeringen in opleidingsfaciliteiten en kansen nodig. De schattingen lopen uiteen (zie §2.2.2), maar de prognoses lopen in de duizenden fte aan technisch personeel voor activiteiten gerelateerd aan waterstofinfrastructuur en -distributie. Met name onderwijsmogelijkheden gericht op mbo-studenten ontbreken.
- In tegenstelling tot de grijze waterstofketen, is in de groene waterstofketen het **veiligheidsbewustzijn, normen en regelgeving** nog niet goed ingebed voor bijvoorbeeld elektrolyser-installaties, hergebruikte leidinginfrastructuur, schepen etc. Het zou nuttig zijn als dit verder ontwikkeld zou worden. Zonder extra kennis en duidelijkheid over veiligheidsrisico's zal het een uitdaging zijn om passende veiligheidsnormen en standaarden vast te stellen. Dit zou heel goed kunnen leiden tot overmatige veiligheidsmaatregelen, vertraging en daarmee samenhangende kostenstijgingen.
- **Certificering van groene waterstof.** De onzekerheid rond de groene waterstofcertificering wordt gezien als een groot investeringsrisico. Afnemers van groene waterstof zijn bereid een meerprijs te betalen, maar dan mag er geen onduidelijkheid bestaan over de mate waarin de waterstof groen is. Er zijn recente positieve ontwikkelingen in het behalen van Nederlandse groene waterstofcertificeringen door HyXchange. [3] Er blijft echter onzekerheid over hoe de EU-regelgeving met betrekking tot groene waterstof zich gaat ontwikkelen.
- Een forse **kostenreductie van groene waterstof** (*Levelized Cost of Hydrogen*) is nodig om concurrerend te zijn met grijze waterstof of waterstofalternatieven. Verlaging van zowel CAPEX als OPEX (energiekosten per kg waterstof en onderhoudskosten) zal nodig zijn. Om de CAPEX te verlagen, is de algemene mening dat opschaling en automatisering van de productie van elektrolyzers nodig is. Er is verder noodzaak tot **minimaliseren van schaarse grondstoffen** bij de productie van elektrolyzers, bijvoorbeeld door opschaling van atomaire lagen depositie. De schaarste in de grondstoffen leidt tot hoge prijzen en afhankelijkheid van een klein aantal landen waar deze grondstoffen gedolven worden.
- Er is een tekort aan oefenruimte door een **beperkt aantal test- en demonstratiefaciliteiten** mede door de hoge kosten van deze faciliteiten. Test- en demonstratiefaciliteiten (waaronder proeftuinen en fieldlabs) kunnen (regenvrije) ruimte bieden om te experimenteren met regelgeving.
- Waterstof heeft veel raakvlakken met **andere grote thema's in het klimaatdebat**, waaronder de ontwikkeling van hernieuwbare energie, de inzet van biomassa, energie-efficiëntie, mogelijkheden voor elektrificatie, de wenselijkheid en mogelijkheden van Carbon Capture & Storage (CCS), gebruik en aanleg van infrastructuur en de noodzaak voor systeemflexibiliteit en opslag. De ontwikkeling van een

waterstofmarkt is daarmee **afhankelijk** van de ontwikkeling van alternatieve verduurzamingsopties.

- Maakbedrijven uit het MKB zijn op dit moment nog **onvoldoende aan boord** bij grote warmte-energie-gebruikers en systeem-integratoren. Dit is een kip-ei verhaal, omdat grote producenten hameren op de inpassing van technologie met een bewezen trackrecord, gezien de grote investeringen en leningen die gepaard gaan met deze grote demonstratieprojecten.
- **Samenwerking binnen de keten** van (potentiële) productiebedrijven gebeurt nog te weinig. Bedrijven zijn uiteraard terughoudend met het delen van concurrentiegevoelige informatie. Maar in veel gevallen is de bereidheid tot samenwerking er wel degelijk, maar weet men elkaar niet te vinden. Ook internationale profilering is hierdoor suboptimaal.

3 Mkb-instrumentarium (aanbod)

Belangrijkste bevindingen uit dit hoofdstuk

Het vormgeven van beleidsinstrumentarium vereist een goede probleemanalyse en **legitimering** voor overheidsingrijpen en de **belemmeringen** die men met een instrument beoogt weg te nemen. Door vooraf goed na te denken over de **onderbouwing** van de inzet wordt het in een latere fase ook eenvoudiger om vast te stellen of de inzet nuttig is geweest en er af- of juist opschaling nodig is.

Wanneer we kijken naar het bestaande instrumentarium t.a.v. **innovatie** voor het mkb in de waterstofsector, dan stellen we vast dat er al heel veel generieke instrumenten beschikbaar zijn. Specifiek voor **talentontwikkeling** zijn minder instrumenten beschikbaar. Zie Bijlage 3 voor een uitgebreid overzicht.

De ervaringen, oftewel de '**lessons learned**', met het **bestaande aanbod** laten zien dat er veel versnippering en onbekendheid is met de initiatieven. Ook zou deelname niet laagdrempelig genoeg zijn (tijd en geld) en de administratieve lasten te hoog, met name voor het mkb. De lange aanlooptijd en/of duur van projecten vormt daarbij een bottleneck, evenals uitdagingen bij het vormen van een geschikt consortium, bijvoorbeeld omdat het eigen netwerk te beperkt is. Partijen hebben verder begrip voor de inzet op megawatt-schaal-productie, maar juist kleinschalige opwek kan aantrekkelijk zijn voor kleinere innovatieve spelers om een rol te kunnen spelen. Verder stellen we vast dat de specifieke beleidsinstrumenten nog in ontwikkeling zijn, waardoor we nu nog beperkt kunnen inschatten in hoeverre er nog 'witte vlekken zijn' in het bestaande aanbod. Ook blijkt het lastig om het **succes van bestaande inzet** inzichtelijk te krijgen: monitoring en verantwoording over de output en impact is geen gemeengoed en het is met name *vooraf* lastig inschatten welk instrument waar het beste werkt.

3.1 Introductie overheidsinterventies

Voordat wij de verschillende typen overheidsinterventies inzichtelijk maken, starten we bij het doel dat een beleidsmaker voor ogen heeft bij het ontwerpen en uitvoeren van beleid. Vervolgens gaan we in op de legitimering van de inzet: overheidsingrijpen met publieke middelen of inzet moet immers altijd onderbouwd kunnen worden. We adviseren om dit gedachtegoed in ogenschouw te nemen bij het opzetten van het beoogde mkb-programma van GVN.

3.1.1 Doel van overheidsinterventie

Een beleidsinterventie is er altijd opgericht om een bepaald knelpunt op te lossen, of zou dat in ieder geval moeten nastreven. Deze verkenning is erop gericht om te verkennen welke knelpunten het waterstof-gerelateerde mkb ervaart om te innoveren en opschalen. Aangezien wij vergelijkbare onderzoeken eerder uitvoerden naar bijvoorbeeld knelpunten rondom de adoptie van digitale technologie door bedrijven, kunnen wij voortbouwen op een categorisering van mogelijke knelpunten die deze ondernemers ervaren. Wij delen deze op in de categorieën A) niet weten, B) niet willen en C) niet kunnen (zie Figuur 4).

Knelpunt 0 – probleemsignalering en vraagarticulatie
als aanbieder niet weten wat de knelpunten zijn bij het MKB

Probleemstelling: MKB gaat suboptimaal om met de kansen van innovatie			
A. Niet weten	B. Niet willen	C. Niet kunnen	
1. Niet zelf bedacht wat de kansen zijn	3. Te weinig voordelen / (gepercipieerde) meerwaarde	5. Technologische belemmeringen	6. Gebrek aan interne kennis en kunde
2. Niet (succesvol) mee in aanraking gekomen	4. Te veel nadelen / (gepercipieerde) belemmeringen	7. Gebrek aan toegang tot externe kennis en kunde	8. Ontoereikende financieringsmogelijkheden
		9. Belemmerende wet- en regelgeving	10. Gebrek aan coördinatie in het ecosysteem

Figuur 4. Weten, willen, en kunnen als oorzaken om niet succesvol te innoveren. Bron: Dialogic.

Bij het inrichten van nieuw instrumentarium zou allereerst in kaart gebracht moeten worden welke van deze belemmeringen bestaan bij de doelgroep van het beleid en de doelen die men met het beleid nastreeft. Vervolgens kan worden bedacht welke activiteiten bijdragen aan het wegnemen van deze belemmeringen. Daarbij kunnen de doelen van beleidsmaker (ongemerkt) verschillen met die van de ondernemer.

3.1.2 Legitimering van overheidsinterventie

Afhankelijk van de geconstateerde belemmeringen kan (een mix aan) beleidsinterventies worden ingezet om de belemmeringen weg te nemen. Om deze interventies vanuit overheidswege te kunnen legitimeren, moet er wel sprake zijn van een bepaalde markt-, systeem- of transformatiefalen. [16]

Met name bij grotere transitie, zoals energie, duurzaamheid en digitalisering, is er veelal sprake van vormen van *transformatiefalen* (ook wel: transitiefalen) waarop wordt ingegrepen. De legitimatie van overheidsingrijpen richt zich vooral op gebrek aan richting en keuzes waardoor nog geen marktontwikkeling op gang kan komen (een klassiek kip-ei-probleem).

Dit zien we ook terug in de (groene) waterstofsector: doordat er nog geen grootschalige productie en aanbod van groene waterstof bestaat, is de adoptie van waterstof in bijvoorbeeld chemie, (zwaar) transport en in de gebouwde omgeving niet mogelijk, waardoor investeringen en innovaties niet op gang komen (en vice versa). Dit werkt ook door in de wisselwerking tussen vraag en aanbod naar arbeid: onderwijsinstellingen investeren (nog) niet in herziening van een curriculum zolang de vraag naar dit nieuw talent nog niet aanwezig is. Hier zal dus altijd sprake zijn van een overgangsfase waarin de vraag wordt ingevuld middels om- en bijscholing.

Gesprekspartners wezen ons hierbij ook op de kennisparadox rondom groene waterstof Nederland: we hebben veel hoogwaardige kennis op het gebied van proces- en maakindustrie en de toepassing van waterstof in allerlei sectoren, maar we zijn nog beperkt in staat om deze kennis om te zetten in commerciële toepassingen. Oorzaken worden gezocht in tekortschietend kennismanagement en informatie-asymmetrie door gebrekkige interactie tussen actoren in de waardeketen.

Tabel 1. Vormen van markt-, systeem- en transformatiefalen [16]

Categorie	Type falen
Marktfalen	Informatie-asymmetrie
	Kennis-spillovers
	Externe effecten
	Overmatig gebruik van natuurlijke hulpbronnen
Systeemfalen	Gebrekkige fysieke en kennisinfrastructuur
	Verouderde regelgeving en maatschappelijke normen
	Gefragmenteerde netwerken
	Gebrek aan de juiste kennis en competenties
Transformatiefalen	Gebrek aan richtinggevende visie
	Gebrekkige vraagarticulatie
	Gebrekkige beleidscoördinatie
	Gebrek aan reflexiviteit en leervermogen
	Gebrek aan urgentie

3.2 Categorisering van ondersteuningsmechanismes

Onderstaande tabel toont een overzicht van mogelijke activiteiten waar beleidsinterventies zich op kunnen richten. Eén beleidsinterventie kan zich tegelijkertijd op meerdere van deze activiteiten richten. Zo kan een subsidievoucher bijvoorbeeld ook ingezet worden ten behoeve van advies.

Tabel 2. Overzicht van mogelijke activiteiten waar beleidsinterventies zich op kunnen richten.

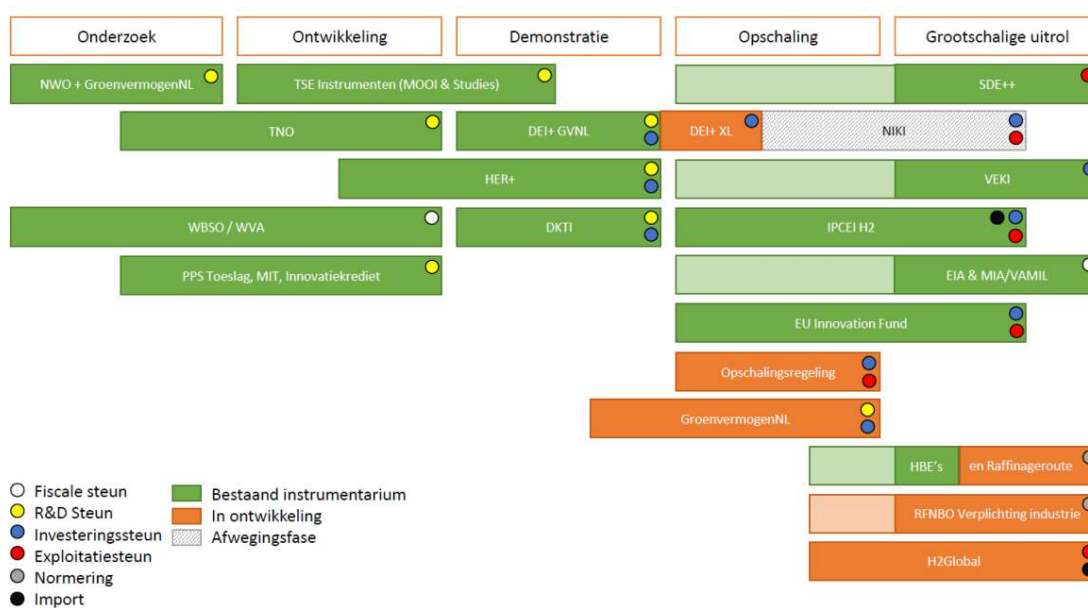
Activiteit type	Uitleg
Signaleren	Informatie ophalen bij mkb'er over concrete hulpvraag/ probleemstelling.
Netwerken & coördineren	Partijen bij elkaar brengen om ecosysteem te versterken.
Gezamenlijke faciliteiten	Gezamenlijke werkruimte of faciliteiten om drempel te verlagen voor gebruik technologie en ontmoeten van anderen.
Werken met studenten	Projecten waarbij organisaties studenten inschakelen voor een concrete opdracht.
Onderwijs voor studenten	Het opleiden van studenten voor een specifieke markt vraag.
Onderwijs voor professionals	Het opleiden of omscholen van personeel.
Advisering/consultancy	Beschikbaar stellen van experts of adviseurs om bedrijven verder te helpen.
Subsidies & financiering	Subsidies of financieringstrajecten waarin drempel voor bedrijf om een investering te doen wordt verlaagd, of waarin investeerders aan een organisatie wordt gekoppeld.
Workshops & kennisevents	Inspiratiesessies, groepsgesprekken, masterclasses, et cetera waarin concrete digitaliseringsvorm wordt behandeld.
Onderzoek & ontwikkeling	Onderzoekstrajecten waarin nieuwe kennis wordt gegenereerd.
Scans & assessments	Tools voor mkb'er om inzicht te krijgen in status van de organisatie op een concreet (digitaliserings-)vlak.
Kennisplatform	Infrastructuur waarin kennis op een thema openbaar beschikbaar wordt gemaakt.

3.3 Overzicht instrumentarium t.a.v. innovatie

Er bestaat op dit moment al een rijke (financiële) beleidsmix om de energietransitie in Nederland te stimuleren. In aanvulling daarop zijn er diverse instrumenten ontwikkeld of nog in ontwikkeling die specifiek gericht zijn op het mkb in de waterstofsector. Het uitgebreide overzicht aan instrumenten voor innovatiestimulering is terug te vinden in Bijlage 2. Hierin maken we onderscheid tussen niet-waterstofspectifieke en waterstofspectifieke instrumenten, en geven we aan of het gaat om nationale, regionale of Europese instrumenten.

3.3.1 Financieringsregelingen

Onderstaande figuur geeft het meest actuele overzicht van bestaande en beoogde **financieringsregelingen** voor innovatie waar het mkb in de waterstofsector gebruik van kan maken. Dit is nadrukkelijk geen uitputtend overzicht. Het overzicht is afkomstig uit een bijlage bij de Kamerbrief Vormgeving instrumentarium hernieuwbare waterstof. De figuur maakt duidelijk op welk TRL-niveau elke regeling zich richt en duidt ook het type (fiscaal, R&D, investering, exploitatie). Uit de figuur wordt duidelijk dat met de ontwikkeling van nieuwe financieringsregelingen sterker wordt ingezet op opschaling en grootschalige uitrol. Waar diverse regelingen R&D-, Investerings- en Exploitatiesteun bieden, is het aantal regelingen dat zich richt op normering en import nog beperkt. In het werkplan van het NWP wordt dan ook aanbevolen om instrumenten te ontwikkelen om import te stimuleren.⁵



Figuur 5. Overzicht bestaande en beoogde nationale en Europese instrumenten relevant voor waterstofprojecten. Bron: Bijlage 2 - Overzicht instrumentarium voor waterstof. Bijlage bij Kamerbrief Vormgeving instrumentarium hernieuwbare waterstof, juni 2023.

3.3.2 Innovatiebeleidsinstrumenten

In aanvulling op de regelingen in Figuur 5 hebben we op basis van diverse rapporten en websites een uitgebreide set aan instrumenten voor innovatiestimulering in de waterstofsector in kaart gebracht (niet uitputtend, zie Bijlage 2). Hieruit volgt dat er op nationaal niveau minimaal 28 niet-waterstofspectifieke financiële regelingen bestaan waar het mkb in de

⁵ Cross-Sectorale Werkgroep Waterstof (2021, 7 juli). Werkplan Nationaal Waterstof Programma 2022-2025. Versie 14.

waterstofsector gebruik van zou kunnen maken (zie Tabel 3). Daarnaast beschikt het merendeel van de provincies over een voucherregeling of andere vorm van subsidie voor het mkb en kunnen ROM's investeringen doen in waterstofprojecten. Op Europees niveau bestaan er momenteel zes niet-waterstofs specifieke financiële regelingen.

Tabel 3. Aantal financieringsinstrumenten voor het mkb in de waterstofsector.

Niveau	Niet-waterstofs specifieke financieringsregelingen	Waterstofs specifieke financieringsregelingen
Nationaal	> 28 (2*)	3*
Regionaal/lokaal	Regionale voucher-regelingen, subsidies i.h.k.v. een innovatieprogramma op het gebied van duurzame energie, investeringen vanuit ROM's	Enkele, maar niet uitputtend inzichtelijk gemaakt
EU	6	3 (1*)

Noot: * waarvan in ontwikkeling

Uit de inventarisatie blijkt dat het aantal waterstofs specifieke financieringsregelingen een stuk lager ligt dan het aantal niet-waterstofs specifieke financieringsregelingen. Zo is GroenvermogenNL (incl. de bijbehorende NWO-calls en DEI+ regeling) op dit moment het enige (nog deels in ontwikkeling zijnde) nationale financieringsinstrument specifiek voor waterstof. Er zijn op dit moment echter wel twee nationale financieringsinstrumenten in ontwikkeling (de OWE-regeling en de subsidieregeling Waterstof in Mobiliteit). Op regionaal niveau kunnen we lastig inschatten om hoeveel waterstofs specifieke financieringsinstrumenten het gaat. Er zijn in ieder geval enkele regelingen bekend, zoals een waterstofsubsidie voor bedrijven in de kop van Noord-Holland. Tot slot zijn er momenteel drie Europese instrumenten specifiek gericht op waterstof, waarvan er één in ontwikkeling is.

Naast financieringsregelingen hebben we met onze inventarisatie ook **niet-financieel innovatie-instrumentarium** in kaart gebracht (niet uitputtend, eveneens bijlage 2). Het gaat hierbij bijvoorbeeld om learning communities (zowel binnen de waterstofsector als daarbuiten), programma's, kennis- en netwerkplatforms, businesscoaches, innovatiemakelaars, workshops, kennisbijeenkomsten, etc. Dit lokale 'loopvermogen' en de ontstane netwerken vormen een belangrijk verlengstuk van de landelijke en regionale financierings- en kennisvoorzieningen, aangezien ze ondernemers wegwijs kunnen maken en de vertaalslag kunnen maken tussen de abstracte en ambtelijke regelingen en de concrete belevingswereld van een ondernemer.

Verder zijn er verschillende **Europese programma's** waarin waterstof een rol is gaan spelen, zoals Horizon2020 (o.a. via de PPP (Public Private Partnership) FCH), Life, Interreg, CEF. Waar FCH zich vooral richt op de toepassingen en demonstratie van de technologie, zijn andere programma's bijvoorbeeld vooral gericht op cross-border energie (CEF Ten-E) en transportinfrastructuur (CEF Ten-T). [9] Vermeldenswaardig is verder de pilot van EZK en RVO voor het testen van de Europese certificatie-regels (die onlangs door het Europees Parlement zijn aangepast), vooral voor Nederlandse waterstofproductie, met ruimte voor één of enkele importcases. [2]

Het is in alle gevallen onbekend welk deel van de **toegekende aanvragen** van deze regelingen voorstellen betreffen op het gebied van waterstof. Door meer inzicht hierin te krijgen, wordt duidelijk in hoeverre het mkb in de waterstofsector met generieke regelingen bediend wordt. Bij een generieke regeling als de MIT is recent bijvoorbeeld wel een AI-luik opgesteld voor aanvragen speciaal gericht op AI. Het zou ook denkbaar kunnen zijn dat een dergelijk luik wordt opgesteld voor waterstof.

3.4 Overzicht instrumentarium t.a.v. talent

Kijken we specifiek naar talentontwikkelingen, dan komen we tot de verzameling aan programma's en regelingen zoals die in Tabel 4 is opgenomen. We merken hierbij op dat er met name op regionaal niveau flinke overlap zit tussen de inzet op innovatie en de inzet op talent, aangezien dit het hele idee is van learning labs en andere initiatieven rondom 'leren, werken en innoveren'. Derhalve is de lijst hieronder een stuk beknopter dan het overzicht op het gebied van innovatie.

Tabel 4. Overzicht van instrumentarium voor talentontwikkeling

Niveau	Niet-waterstofs specifiek aanbod	Waterstofs specifiek aanbod
Nationaal/regio-naal	<ul style="list-style-type: none">• Learning Communities, zoals Gas Erop!⁶• LLO-Katalysator• Katapult• The Green Village• Fieldlab Practice – Alfa College• House of Skills	<ul style="list-style-type: none">• HCA GroenvermogenNL• Learning Communities waterstof• Regionale Liaisons• Learning Communities gericht op waterstof (zie 3.3.2)• Praktijklab duurzame waterstof (omscholing, in ontwikkeling)• Groene Waterstofbooster
EU	<ul style="list-style-type: none">• Just Transition Fund	<ul style="list-style-type: none">• Green Skills for Hydrogen

3.5 Lessons learned bestand instrumentarium

Op basis van onze ruime ervaring met mkb-instrumentarium beschrijven we hier de belangrijkste knelpunten bij de toegankelijkheid van het instrumentarium zoals in voorgaande paragrafen gepresenteerd.

Allereerst is er sprake van **versnippering van initiatieven**. In voorgaande paragrafen is duidelijk geworden dat er al talloze instrumenten bestaan om mkb'ers in de waterstofsector te ondersteunen bij innovatie en talentontwikkeling. Daarnaast zijn er al meer dan 150 waterstofprojecten in kaart gebracht. [7] Tot slot bestaan er diverse programma's en platforms die als doel hebben om ondernemers van relevante kennis te voorzien en een centraal loket vormen voor doorverwijzing naar relevante regelingen. De wildgroei aan initiatieven zorgt ervoor dat het voor veel mkb'ers onduidelijk/onoverzichtelijk is, waar zij moeten beginnen, welke regeling relevant is, wanneer een regeling precies is opengesteld, en hoeveel werk het bijvoorbeeld kost om een bepaalde subsidie aan te vragen. [17] Zowel het aanbod als de vraag is dus ruim aanwezig, maar de **matching** hiertussen kan (veel) beter.

Een tweede knelpunt, dat samenhangt met voorgaand knelpunt, is **bepaalde bekendheid** met de beschikbare instrumenten. Ondanks verschillende platformen zoals Hydrogen NL, Nationaal Waterstof Programma en bijvoorbeeld de subsidiewijzer van RVO, kan het voor mkb'ers lastig zijn om in contact te komen met een bepaald instrument. Door hun centrale positie, ontwikkelen de subsidieverstrekkingen ook een waardevolle kennispositie. Bij mkb'ers die nog niet bereikt worden kan bekeken worden via welke communicatiekanalen zij het meest effectief zijn te benaderen, zoals mond-op-mond-reclame via opinieleiders, lokale kranten en magazines. Ondernemers pikken doorgaans het meeste op van collega-ondernemers, doordat zij dan direct inzicht kunnen krijgen wat een investering heeft opgeleverd.

⁶ Vanuit Gas Erop! is een uitgebreid overzicht van lessons learned en een vijftal ontwerpprincipes beschreven in de publicatie van TechYourFuture: Gas erop! Ontwerpprincipes voor learning communities als aanjager voor de energietransitie [20].

Een deel van het instrument zoals beschreven in voorgaande paragrafen zal **niet laagdrempelig genoeg** zijn voor het mkb om er gebruik van te maken. Een veelgehoord knelpunt is dan ook dat de **administratieve lasten** voor het mkb te hoog zijn. Op basis van eerdere evaluaties die wij hebben uitgevoerd blijkt dat men instrumenten zoals de WBSO, MIT en MOOI beschouwt als relatief laagdrempelige instrumenten, met beperkte administratieve lasten. Voor EU-programma's en-subsidies zoals IPCEI-waterstof gelden echter strengere eisen en zullen de administratieve lasten eveneens stuk hoger zijn, waardoor deze minder geschikt zijn voor het mkb. Zeker kleine mkb'ers zijn vaak bezig met de waan van de dag en hebben onvoldoende tijd, geld of mankracht om een subsidieaanvraag te doen. Daarnaast kunnen ook hele praktische zaken een belemmering vormen. Voor een subsidieaanvraag bij RVO heeft een ondernemer e-Herkenning nodig. Uit ervaring blijkt dat het voor sommige ondernemers überhaupt al lastig is om dit aan te vragen, en daarom vragen zij vrijwel geen subsidies aan.

Naast de mate van laagdrempeligheid van het instrumentarium is een ander veelgenoemd knelpunt de **lange aanlooptijd en/of duur van projecten**. In veel gevallen geven ondernemers aan dat de lange aanlooptijd, beoordelingstijd of duur van innovatieprojecten niet goed aansluit bij hun werkwijze. Doordat voor hen de tijdsperiode tussen de investering en de opbrengsten te groot is, zullen zij geen gebruik maken van de subsidie.

In relatie tot talentontwikkeling stellen we vast dat de belevingswereld van het mkb goed aansluit bij het mbo en hbo en in mindere mate bij het wo. Een promotieonderzoek van vier jaar duurt te lang. Een zo flexibel mogelijke opzet met grote kans op concrete bruikbare resultaten, zoals een studentenconsultancyproject past veel beter. Voor de onderwijsinstellingen is dit alsnog uitdagend, bijvoorbeeld doordat zij in principe geen resultaatverplichtingen aan kunnen gaan (kwaliteit van werk verschilt), de projectencyclus afhangt van het onderwijscurriculum (vaste start en eind van vakken en projecten) en de kennisborging primair via de docenten verloopt (studenten laten 'het werk uit hun handen vallen' zodra zij een vak of jaar hebben gehaald).

Een **gebrek aan een netwerk voor consortiumvorming** kan een ander knelpunt vormen voor mkb'ers, binnen (GVNL-)projecten waarbij het verplicht is om met andere bedrijven samen te werken. Om mkb'ers te helpen elkaar beter te vinden zijn er diverse interactieve kaarten ontwikkeld, zoals de Waterstofkaart van Missie H2.⁷ De consortiumvorming en het betrekken van het bedrijfsleven is ook een uitdagend onderdeel gebleken in de eerste twee sandpit-procedures binnen de R&D-pijler van GVNL. Het is zaak om de lessen die elke callronde worden opgedaan mee te nemen in de volgende werkpakketten.⁸

Er is binnen de sector begrip voor de inzet op megawattschaal-productie, maar de **kleine schaal** biedt ook innovatieve kansen voor lokale projecten en is beter te behappen voor het mkb. De aandacht lijkt nu sterk op de industrie gericht, oftewel 'groot en zwaar'. In deze projecten is het voor mkb'ers vaak lastig om een positie te verwerven ('groot doet het met groot'). Wanneer subsidieregelingen exclusief op grote schaal worden ingericht, dan zijn grote bedrijven doorgaans in het voordeel ten opzichte van het mkb (bijvoorbeeld doordat de eisen tan aanzien van cofinanciering te zwaar zijn voor het mkb), zo wordt gewaarschuwd. [7] Om innovatie in de maakindustrie te stimuleren is in feite gericht industriebeleid nodig. Een essentieel onderdeel van dit beleid is het creëren van een eerste marktvrage, bijvoorbeeld door vraagbundeling van elektrolyser-capaciteit. Huidige demonstratieprojecten bieden hiervoor te weinig perspectief. De afnemers van de eerste elektrolyzers zouden bereid

⁷ Zie: [waterstofkaart.missieh2.nl]

⁸ Zie voor een overzicht van de werkpakketten en onderliggende calls: [www.nwo.nl]

moeten zijn om zelf meer risico te nemen. Dit kan worden afgedekt via subsidies voor industrieel experimenteel onderzoek. [7]

In brede zin geldt dat de specifieke beleidsinstrumenten nog volop **in ontwikkeling zijn**, zowel op nationaal, regionaal/lokaal als op Europees niveau. Dat terwijl de nu beschikbare instrumenten nog niet geschikt zijn voor de schaal waarop waterstof zich moet ontwikkelen.

Verder is het uitdagend om **het succes van bestaande inzet** inzichtelijk te krijgen. Een goed voorbeeld hiervan is het overzicht van de TSE-projecten [7]. Hierover zegt men zelf in de rapportage het volgende: *“Wat projecten hebben bijgedragen aan de techniekontwikkeling (“beyond state-of-the-art”) is meestal niet uit de rapportages te halen. Misschien juist omdat het openbare rapportages betreft ontbreken veelal de kwantitatieve gegevens achter de conclusies”*. Dit dan wat ons betreft twee dingen betekenen: ofwel men meet het succes niet en daardoor is het überhaupt onbekend, of men meet het succes wel maar doordat veel van de informatie vertrouwelijk is vloeit de kennis moeilijk door naar nieuwe projecten of bedrijven. Ook blijkt vooraf lastig in te schatten welk instrument waar het beste werkt. Het denken vanuit ondersteuningsbehoeften (welk probleem ga je oplossen) en de legitimatie (onderbouwing dat de inzet echt nodig is) kan hier een goede bijdrage aan leveren.

4 Ondersteuningsbehoefte van het mkb (vraag)

Belangrijkste bevindingen uit dit hoofdstuk

Wij hebben een variatie aan **innovatie-ondersteuningsbehoeften** geïnventariseerd die de betrokkenheid van het mkb vergroten. Zo is er behoefte aan gedeelde R&D- en testfaciliteiten en centrale inzet op (kennisontwikkeling over) standaardisatie, veiligheidsprotocollen, certificering en vergunningen. Ook is het zaak om de vraag op **lokale en regionale** schaal inzichtelijk te krijgen en te bepalen of de toegang tot (voldoende) aanbod van waterstof ook geborgd is. Partijen vragen om **ruimere financieringsmogelijkheden**, vooral voor eindontwikkeling in latere TRL-fasen (toepassing/opschaling). Samen verkennen van de mogelijkheden van **automatisering** in productieomgevingen om de kosten te drukken. Actuele **overzichten** van projecten, bedrijven en innovaties, aangevuld met de kennis en het netwerk van innovatiemakelaars. Verder is de markt gebaat bij een **sterke visie**, technologiekeuzes en wet- of regelgeving die richting geven.

Op het gebied van **talent** wordt met name gezocht naar oplossingen voor het dringende **tekort aan technisch geschoold** personeel. Wat niet meewerkt is het **imago** en de aantrekkingskracht van de proces- en maakindustrie, hoewel startups hier positief van lijken af te wijken. Door de schaarste is er ook sprake van **concurrentie** tussen de verschillende (deel)sectoren in de energietransitie, zoals elektrificatie van industrie en mobiliteit, circulaire economie, et cetera. Over het algemeen is er aandacht nodig voor de **aansluiting tussen onderwijs en de praktijk, evenals de omscholingmogelijkheden**. Een uitdaging hierbij is het gebrek aan docenten en stageplekken. Oplossingen worden gezocht en gevonden in meer flexibilisering van het onderwijs, betere samenwerking tussen het mkb en de kennis- en onderwijsinstellingen en het werven van buitenlands talent.

Tot slot lijkt er **volgordelijkheid** te zitten in de ondersteuningsbehoeften: gezien de huidige fase van technologieontwikkeling en -toepassing zit de ondersteuningsbehoefte nu met name op innovatie. Later, wanneer de waterstoftransitie daadwerkelijk door zou breken, verwachten gesprekspartners dat de roep om meer personeel nadrukkelijker zal worden (van kwaliteit naar kwantiteit).

Gedurende dit onderzoek hebben wij met een grote variatie aan mkb-bedrijven uit verschillende delen van de waterstofketen gesproken en met instanties die betrokken zijn bij het ondersteunen en stimuleren van mkb. Uit deze gesprekken is een aantal algemene observaties gekomen gericht op innovatie en talentontwikkeling.

4.1 Ondersteuningsbehoefte bij innovatie

De observaties aangaande innovatie zijn te groeperen in een aantal onderdelen:

- Een terugkerend thema bij het mkb is het gebrek aan interne capaciteit en financiële middelen voor R&D, externe samenwerking en de toegang tot testfaciliteiten. Dit komt onder andere door hoge kosten, hoge onzekerheid en lange vergunningsprocessen. Investeren in R&D kan een kostbaar en risicovol proces zijn voor een bedrijf, met name doordat het onzeker is of het in een bruikbare deliverable resulteert. Daardoor is het voor een kleinere speler vaak een te groot risico. **Gedeelde R&D- en**

testfaciliteiten en **centrale inzet op (kennisontwikkeling over) standaardisatie, veiligheidsprotocollen, certificering en vergunningen** kunnen deze onzekerheid doen afnemen. Het biedt in feite een alternatief voor de 'staffuncties' die kleinere bedrijven zich doorgaans niet kunnen permitteren (R&D, legal, belangenbehartiging bij standaardisatie, financiën, etc.), in tegenstelling tot het grootbedrijf. Hierdoor is het lerend vermogen van kleinere bedrijven doorgaans ook lager: alleen het aanvragen van een subsidie creëert al bewustzijn over consortiumvorming en het opzetten van een betere leercultuur, ook wanneer de subsidie niet wordt gegund.

Box 6. HyXchange certificeringspilot

In 2022 hebben waterstofbeursinitiatief HyXchange samen met 18 marktpartijen en Vertogas, de certificerende instantie voor zowel groen gas als waterstof, een pilot uitgevoerd waarbij een systeem voor de handel in Garanties van Oorsprong (GO's) voor groene waterstof is getest. Met de pilot beoogde HyXchange [18] de handel in waterstof verder te versnellen door de uitwisseling van certificaten (meer specifiek GO's) mogelijk te maken. Over het algemeen is de pilot succesvol verlopen en zijn er geen problemen opgetreden bij de uitgifte van GO's of de processen. Uit de pilot zijn twee aandachtspunten naar voren gekomen op het gebied van datadefinities en -verificatie; beide moeten beter (extern) belegd en afgesproken worden.

- Bedrijven ondervinden flinke concurrentie met goedkopere alternatieve oplossingen, zowel duurzaam als niet-duurzaam. Daarbij speelt het gebrek aan infrastructuur voor waterstof mee. Dit in tegenstelling tot elektrificatie-(pilot)projecten, want die infrastructuur ligt er immers al (hoewel hier ook congestieproblemen spelen). De (publiek-private) financiering van grootschalige opwekfaciliteiten en bijvoorbeeld een waterstofbackbone zijn al in gang gezet, maar kennen nog een doorlooptijd van meerdere jaren. Zaak is om de vraag op **lokale en regionale schaal** inzichtelijk te krijgen om vervolgens te bepalen of er ook (**voldoende**) aanbod beschikbaar is.
- Het mkb vraagt om ruimere **financieringsmogelijkheden**, vooral voor eindontwikkeling in latere TRL-fasen (toepassing/opschaling). Veel langdurige innovatieprogramma's bieden geen financiering voor implementatie. Er is hier wel behoefte aan ondersteuning in de vorm van een follow-up of kennistransfer. Met name de onrendabele top in deze latere fases van technologieontwikkeling is lastig te overbruggen, de investeringen lopen bij innovatie in complexe technologiesystemen eenmaal aanzienlijk voor op de potentiële baten. Dit draagt (negatief) bij aan de zogenoemde Valley of Death bij met name innovatieve startende bedrijven. Zij zouden geholpen kunnen zijn met een duidelijkere classificatie van wat bijvoorbeeld groene waterstof is, zodat de meerwaarde van de technologie beter onderbouwd kan worden. Denk ook aan de framing van de inzet, want nu krijgen wij signalen zoals: "Voor mkb-bedrijven zit GVNL te ver weg qua TRL-niveau, dat komt voor ons pas na 2030 aan de orde".
- Partijen stellen verder vast dat er kans en behoefte is aan **automatisering** binnen de productieketen, wat kan zorgen voor lagere kosten en betere opschalingsmogelijkheden. Die **beperkte opschalingsmogelijkheden** worden nu ook beperkt door de vraagzijde. Producenten en toepassers van elektrolyzers zijn vaak grootbedrijven. Toelevering aan deze partijen is doorgaans lastig voor het mkb omdat zij (nog) geen bewezen trackrecord hebben. Dit zorgt mede voor een kleine thuismarkt voor componenten en halffabricaten, evenals producten voor eindgebruikers. Meer deelname van het mkb aan (publiek-private) onderzoeks- en ontwikkelsamenwerkingen kan deze relaties in een vroeg stadium versterken.

- Gesprekspartners wezen ons verder op de versnippering van innovaties en ondoorzichtigheid van de markt voor waterstoftechnologieën. Dit wijdt men onder andere aan het gebrek aan kennis(deling) en samenwerking met gelijksoortige bedrijven, terwijl partijen elkaar wel kennen. Partijen wijzen wel op de spanning bij samenwerking tussen enerzijds de **behoefte om te leren** en anderzijds de strategische overwegingen om unieke kennis in-house te houden. De procesindustrie wordt als in-transparant aangemerkt, wat innovatie voor maakindustrie bemoeilijkt. Een goed **overzicht van projecten, bedrijven en innovaties** kan hierbij helpen, al zien wij hier al duidelijk inzet via o.a. TKI Nieuw Gas [3] [7] en de verschillende brancheorganisaties [11]. Op lokaal niveau kan dit verder invulling krijgen met het vervullen van een **kennismakelaars- en netwerkfunctie** waarmee missende verbindingen in het ecosysteem gelegd worden. Zij helpen om de problemen bij de ondernemers te identificeren en te mitigeren door ze in contact te brengen met gelijkgestemden of bestaande ondersteuningsmechanismes (geld, kennis, netwerken, etc.).
- Tot slot zou er sprake zijn van (grote) beleidsonzekerheid: **de markt is gebaat bij een sterke visie, technologiekeuzes en wet- of regelgeving die richting geven**. Ook hiervan stellen wij vast dat met de totstandkoming van GroenvermogenNL en de bredere beleidsinzet (zie hoofdstuk 4) hier al substantieel op wordt geïnvesteerd op meerder beleidsniveaus. Het is dus van belang om dit goed onder de aandacht van het bedrijfsleven te (blijven) brengen, zodat hun investeringszekerheid omhoog gaat.

4.2 Ondersteuningsbehoefte bij talentontwikkeling

Op het vlak van talentontwikkeling bij het mkb is ons de volgende onderwerpen aangedragen vanuit de gesprekspartners en de literatuur.

- Partijen wijzen ons vrijwel unaniem op het algemeen **tekort aan technisch geschoold** personeel. Hierdoor is er dus veel concurrentie om talent met inzet van salaris, imago en secundaire arbeidsvoorwaarden. Het gevraagde niveau en type werknemers verschilt sterk per fase van het bedrijf (innovatief vs. gevestigd). In de eerste fase van een onderneming is er vaak behoefte aan hoger-geschoold technisch talent dat als 'een schaap met vijf poten' of 'alleskunner' allerhande taken en verantwoordelijkheden kan oppakken. Zodra de omvang van een bedrijf toeneemt, is er steeds meer ruimte voor afgebakende taken en functies en daarmee dus voor specialisatie, met name ook op mbo-niveau (onderhoud, seriematige productie, operators, etc.). Verder is de verwachting dat de arbeidsvraag in upstream sectoren veelal additioneel zal zijn. In mid- en downstream sectoren vindt op de langere termijn vooral verdringing plaats, doordat arbeidsplaatsen verloren gaan bijvoorbeeld bij garagebedrijven. Inzet op het vergroten van de uitstroom, het gemak van om- en bijscholing en de aansluiting tussen het onderwijs en de arbeidsmarkt is dus gewenst.

Box 7. Positieve trend in aantal opleidingen en minoren

Het aantal opleidingen waar een keuzevak of minor waterstof direct of indirect wordt aangeboden groeit. Een inventarisatie uit augustus 2021 leverde 38 opleidingen op die een waterstof-gerelateerd vak of minor aanbieden, waarvan 17 hbo-opleidingen (1.040 eerstejaars) en 21 universitaire opleidingen (1.067 eerstejaars). [19]

- Het **imago en de aantrekkingskracht** van technische sectoren wordt genoemd als een aandachtspunt waaraan gewerkt kan worden, al worden startups vaker wel als

'sexy' gezien. Men heeft ook de indruk dat de instroom in praktische opleidingen afneemt, een conclusie die Ecorys eerder ook trok in haar verkennende studie naar de werkgelegenheidseffecten van CO2-reductiemaatregelen (18% minder uitstroom in 2030). [1]

- Er is veel **concurrentie** tussen sectoren in de energietransitie. De energietransitie vraagt om meer generieke vaardigheden, zowel qua soft- als hard-skills, die in diverse beroepen kunnen worden toegepast. Er is dus behoefte aan generiek inzetbaar personeel, dat vervolgens in-house verder kan worden opgeleid. Een aandachtspunt is wel de mogelijk belemmerende wetgeving, aangezien er een verbod is op overlap tussen opleidingen.
- Er is aandacht nodig voor **de aansluiting tussen onderwijs en de praktijk**, mede door de snelheid van ontwikkelingen. Onderwijsinstellingen staan te springen om meer stageplekken (met name in het mbo); bedrijven willen vooral mensen die (vrijwel) direct ingezet kunnen worden. Affiniteit met een bepaalde procestechnologie is voldoende, daarna volgt een specifieke interne opleiding. Er is behoefte aan regelingen om financieel steun te geven aan in-house om- en bijscholen en traineeships.
- Er zou sprake zijn van een **gebrek aan docenten**, ook specifiek voor om- en bijscholing. Hier liggen mogelijk kansen voor inzet van digitale leermiddelen, zoals VR/AR voor trainingen. Denk ook aan lesmodules voor opleidingen op de werkplek.
- Ook wordt **flexibilisering** van het onderwijs genoemd als mogelijke oplossingsrichting, al kan hier spanning zitten in de verschillen in werkvormen en verwachtingen tussen het onderwijs (vast stramien, wet- en regelgeving, etc.) en het bedrijfsleven (zo flexibel mogelijk, kan personeel maar kort missen, kennis moet direct inzetbaar zijn, etc.). We verwachten ook aanzienlijke verschillen in de motivatie om te leren bij ondernemers en medewerkers. Voor de innovatieve koplopers zit het in hun DNA, maar in de breedte zal hier meer variatie in zitten. Het kleine mkb (onder 50 fte) zou kunnen profiteren van een soort HR-loket waar ze plannen voor leertrajecten kunnen maken.
- Vraag naar personeel leidt mogelijk tot een grotere behoefte van bedrijven om **samen te werken met kennis- en onderwijsinstellingen**, van mbo tot hbo(+). De vraag om samenwerking legt ook druk op de onderwijsinstellingen, aangezien voor meer maatschappelijke uitdagingen naar lectoraten en practoraten wordt gekeken.
- Kijk ook naar het buitenland: hoe kunnen we **buitenlands talent** aantrekken? Dit vraagt wel om bredere inzet op aantrekkelijkheid van de regio: woning, cultuur, kinderopvang etc. Regio's kunnen hierbij leren van bijvoorbeeld Brainport en de enorme aantrekkende werking die ASML heeft op buitenlandse werknemers.
- Er lijkt een **volgordelijkheid** te zitten in de ondersteuningsbehoeften. Er is in deze ontwikkelfase met name behoefte aan een innovatie-instrumentarium om met producten en diensten tot marktintroductie te komen. Hoe meer vertrouwen in het succes van de innovaties, des te sneller vervolgens investeerders aangetrokken kunnen worden en des te meer vraag naar personeel ontstaat. Vervolgens moet de beleidsinzet (nog) sterker worden gericht op talentontwikkeling, aangezien er tijdens de opschalingsfase in toenemende mate een kwantitatief vraagstuk zal ontstaan. Denk hierbij aan de 'handjes' voor productie, integratie, testen, onderhoud, etc. Tegelijkertijd gaan technologieontwikkelingen zo snel, dat snelle toegang tot

generieker geschoold technisch talent waarschijnlijk waardevol zal blijven, zodat ze zo actueel mogelijk opgeleid en/of omgeschoold worden binnen het bedrijfsleven.

5 Contouren voor het mkb-programma (match vraag en aanbod)

Belangrijkste bevindingen uit dit hoofdstuk

De **nadruk van het mkb-programma** ligt wat ons betreft op het opzetten van een signaleringsfunctie, groeiondersteuning, kennisverspreiding, test- en leeromgevingen en het versterken van het onderwijsaanbod en uitstroom.

Qua governance stellen we voor dat de **landelijke** inzet vooral **kaderstellend** en strategisch is met een focus op normering, certificering, onderwijsaanbod, de missing links tussen clusters, internationale afstemming en benchmarking. **Regionaal** is de inzet veel meer **praktijkgericht** en operationeel met rollen in de trant van spelverdeler, makelaar en technologie-voorlichting op brancheniveau. Door goed na te denken over de legitimatie van de inzet, inclusief monitoring en evaluatie, verwachten wij de grootste impact en kans op succes.

Tot slot adviseren we het programma vooral **voorspelbaar en consistent** te laten zijn, betrokkenen (bemensing) en uitvoerende organisaties te binden aan het programma, te gaan waar de energie zit en te leren van andere transitities.

Op basis van voorgaande hoofdstukken, waarbij wij de waardeketens, het bestaande aanbod en de ondersteuningsbehoeften van het mkb (vraag) in beeld hebben gebracht, komen wij hier tot een synthese door de contouren van het op te richten mkb-programma en de bijbehorende governance te schetsen. Ook geven wij nog enkele overwegingen mee die ons bij de uitvoering van deze verkenning zijn opgevallen.

5.1 Contouren voor het mkb-programma

De thema's waarop het mkb-programma voor de groene waterstofwaardeketens zich het beste kan richten zijn op basis van onze analyse van het bestaande aanbod en de aanvullende vraag de volgende:

- **Signaleringsfunctie** verder uitbouwen. Signaleren en benadrukken waar de behoeften van het mkb liggen op het gebied van infrastructuur, vraagarticulatie en toekomstverkenningen. Het programma kan hierbij als mediator fungeren tussen grootbedrijven en het innovatieve mkb om samenwerking te faciliteren en bij te dragen aan het oplossen van het kip-ei probleem. Door samen te werken hebben grootbedrijven meer inzicht in en invloed op het innovatieproces. Goede en concrete voorbeelden betreffen de Waterstof Kanskaart van Kiemt en de Waterstofkaart van MissieH2.⁹ Ook kan het programma helpen om de landelijke visies¹⁰ en strategieën onder het mkb te (blijven) verspreiden, zodat het voor de ondernemers duidelijker is waar de landelijke ambities liggen en de investeringszekerheid zodoende omhoog gaat.

⁹ Zie: [h2kanskaart.kiemt.nl] en [waterstofkaart.missieh2.nl]

¹⁰ Zoals de Kabinetsvisie Waterstof en navolgende kamerbrieven, zie bijv. [open.overheid.nl], [open.overheid.nl], [www.rijksoverheid.nl] en [www.rijksoverheid.nl].

- **Groeiondersteuning** voor het innovatieve mkb, zoals hulp bij financieringsaanvragen, HR-vraagstukken (toegang tot trainees), consortiumvorming, certificering, vergunningaanvraag, etc. Let op: denk aan de legitimering van de inzet en pas op voor marktverstoring, want er is ook allerlei commercieel aanbod op dit vlak. Bedrijven leren immers al veel zelf en onderling, bijvoorbeeld uit eerdere ondernemingen en via toeleveranciers en ketenpartners. Los dus geen problemen op die er niet zijn. Ondernemers hebben snel door als de beleidsinzet geen toegevoegde waarde heeft. De focus ligt hierbij in deze fase bij de innovatieve kleinere spelers in met name de up- en midstream. Als hun oplossingen schaalbaar en betaalbaar worden, kan het kip-ei-probleem doorbroken worden en zijn de toepassingen in de downstream haalbaarder.
- **Kennisverspreiding**, bijv. met kennispakketten voor het mkb, een kennisplatform en kennissessies. De regionale liaisons moeten hierbij aangeven waar de precieze behoefte zit, aangezien er al veel aanbod is voor bedrijven op allerlei innovatiethema's (zoals verduurzaming en digitalisering) en de beschikbare tijd beperkt is.
- Ondersteunen van de lokale **hubs, test- en demonstratiefaciliteiten, en learning communities** op het gebied van waterstof, onder andere om de juiste testinfrastructuur uit te rollen. Het ligt daarbij voor de hand de inhoudelijke focus per regio te laten aansluiten op de lokale sterktes, zoals we nu ook al zien in de planvorming van de verschillende regionale liaisons en de projecten op de waterstofkaart (zoals rondom groene chemie bij Chemelot en de Rotterdamse haven en mobiliteit in Brainport en de regio Arnhem). Om het mkb te betrekken moet vooral 'klip en klaar' zijn wat de propositie is van het initiatief: wat valt er te leren voor de deelnemers (halen) en welke inzet wordt er verwacht qua geld en tijd (brengen). Pas dan kan de deelnemer voor zichzelf een goede afweging maken of de investering uit kan. Gedetailleerdere ontwerpprincipes en lessons learned kunnen onder meer gehaald worden uit de eerder aangehaalde publicatie over Gas Erop! [20]. Tot slot kunnen vouchers een oplossing zijn voor het vergroten van het gebruik van de test- en demonstratiefaciliteiten. [17] Dit ter voorkoming van out-of-pocket kosten en ter compensatie van de tijdsinvestering van de ondernemer.
- Stimuleren van **onderwijsaanbod en uitstroom**: dit vraagt om techniekpromotie in brede zin. Het begint al bij het funderend onderwijs en loopt door tot aan sectorpromotie bij afgestudeerden. Denk ook aan het verkennen en ondersteunen bij de flexibilisering van het onderwijs, inzet van innovatieve leermiddelen in het onderwijs en bij bedrijven en het uitbouwen van de innovatie-traineeships voor het mkb. Voor dit laatste punt moet worden gekeken naar de lessen van de pilot Innovatie Traineeships mkb van SIA (zodra beschikbaar). Gelet op de grote tekorten aan technisch personeel is het verder raadzaam om de inzichten en ervaringen van bijvoorbeeld House of Skills en Be-an-engineer te gebruiken bij nieuwe pilots voor zij-instroom. Hierin kan gekeken worden naar het opknippen van functies in deeltaken en -vaardigheden waardoor er een modulair leertraject kan worden ontworpen waarbinnen een individuele leerweg gekozen kan worden. Zoek hierbij de samenwerking met brancheorganisaties om zo het bedrijfsleven goed te betrekken. Ook kan in de pilot de discussie gevoerd worden of er behoefte is aan extra certificering - een wel of niet door een branche of beroepsgroep erkend diploma of certificaat voor waterstof specifieke handelingen.[8]

5.2 Governance van het mkb-programma

- Waar voor de millenniumwisseling de nadruk van het Nederlandse economische beleid lag op het bieden van gelijkwaardige kansen voor alle regio's (*equality*), ligt in (de voorlopers van) het huidige missiegedreven topsectoren en innovatiebeleid [21] en het Groene Industriebeleid [22] de nadruk op het **uitbouwen van de sterktes** van regionale of thematische clusters of ecosystemen (*equity & efficiency*). Het invullen van dit beleid is nog steeds een **gezamenlijke zoektocht tussen Rijk en regio**, met name wat betreft de balans tussen de verantwoordelijkheden van de landelijke en regionale overheden en uitvoeringsorganisaties.
- Centrale en decentrale inzet verschillen van elkaar in 'span of control', mogelijkheden voor differentiatie, reactievermogen en motivatie. Op landelijk niveau ligt het initiatief tot clustering, met wisselende lokale partners.¹¹ Hierin zitten ook lessen voor het mkb-programma van GVNL:
 - **Landelijk kaderstellend** (strategisch) – focus op normering, certificering, afspraken over vergunningen en ontheffingen, onderwijsaanbod, missing links tussen clusters, ontstijgen van lokale belangenbehartiging, internationale afstemming, benchmarking.
 - **Regionaal praktijkgericht** (operationeel) – rollen in de trend van spelverdeler, makelaar en technologie-voorlichting op brancheniveau. Door de tijd en over het land heen heeft deze lokale invulling verschillende vormen gehad, zoals de Regionale Innovatiecentra (Syntens), provinciale innovatieprogramma's (provincie ZH en MRDH), regionale liaisons (GVNL) lokale stichtingen (zoals Regionaal Centrum voor Technologie in Gelderland) en uiteraard de Regionale Ontwikkelmaatschappijen, evenals leerstructuren over deze regionale initiatieven heen (zoals IPO en ROM-NL). Het is van belang dat deze ondersteuningsstructuren de 'taal van het mkb' spreken: concreet, oplossingsgericht, korte horizon en zo min mogelijk overhead.
- **Monitoring en evaluatie:** maak goed inzichtelijk of de beleidsinzet te legitimeren is (draagt de beleidsinzet bij aan het oplossen van concrete knelpunten), denk na over indicatoren om het succes te monitoren (output, outcomes én impact). Stuur bij waar nodig: schaal op wat werkt, stop als het niet werkt.

5.3 Ter afsluiting

- Wees **voorspelbaar en consistent**, onduidelijkheid in de ambities en keuzes van het programma werken verlamdend. Met name het mkb is niet gebaat bij wisselingen in focus en mensen.
- Het **binden van personeel aan het programma** is in onze ogen van groot belang voor het succes van GVNL. Personele wisselingen werken vertragend en zijn slecht voor de opbouw van sterke onderlinge relaties, zowel aan de kant van de uitvoerende organisaties als in het contact met bedrijven. De hoeveelheid middelen is op dit moment geen probleem, de uitdaging zit in het nuttig en efficiënt uitgeven.

¹¹ Dit gedachtegoed komt al uit de jaren negentig, zie bijvoorbeeld het artikel *Elementen van een strategisch industriebeleid* van (destijds) prof. Bart Nooteboom. [22]

- Ga naar waar de **energie** zit, want die zit er voldoende in deze sector. De betrokkenen bij onze gesprekken zijn veelal erg bevlogen en intrinsiek gemotiveerd. Er zit ook veel (sector)kennis bij de subsidieverstrekkers (wie is waarmee bezig), maar ook bij private equity (angels, venture, seed, fonds). Zoek naar manieren om deze kennis waardevol in te zetten, zonder hierbij het vertrouwen te schaden.
- Leer van de **andere transities** en maatschappelijke uitdagingen, zoals de interdepartementale aanpak op het gebied van cybersecurity. Dit is ook een veelzijdige opgave waarin veel partijen (overheid, bedrijfsleven, onderzoek en burgers) samen moeten werken om tot een weerbaar Nederland te komen. Hier zijn de bestaande inzet en lange-termijn ambities gebundeld in één strategie en actieplan waar alle partijen zich aan gecommitteerd hebben. In het waterstoflandschap lijken nog kansen te liggen tot krachtenbundeling tussen de verschillende beleids- en sectorinitiatieven.

Referenties

- [1] Ecorys (2021). *Klimaatbeleid en de arbeidsmarkt* [www.nvde.nl] Rotterdam: Ecorys.
- [2] Nationaal Waterstof Programma (2022). *Routekaart Waterstof* [www.nationaalwaterstofprogramma.nl] Den Haag: Nationaal Waterstof Programma - Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- [3] TKI Nieuw Gas (Topsector Energie) (2023). *Waterstof Innovatie Agenda 2023* [topsectorenergie.nl] TKI Nieuw Gas (Topsector Energie).
- [4] Provincie Groningen en partners (2020). *Investeringsplan Waterstof Noord-Nederland* [www.provinciegroningen.nl] Groningen: Provincie Groningen.
- [5] Stratelligence en Ekinetix (2020). *Kansen van de energietransitie voor Oost-Nederland - Positioneringsonderzoek* [oostnl.nl] Leiden: Stratelligence.
- [6] Berenschot (2021). *Bouwstenen voor een HCA voor de waterstoftransitie* [groenvermogen.nl.org] Utrecht: Berenschot.
- [7] TKI Nieuw Gas (Topsector Energie) (2020). *Innovatieanalyse van waterstofprojecten in de subsidieprogramma's van de Topsector Energie 2012-2019* [www.topsectorenergie.nl] TKI Nieuw Gas.
- [8] TNO (2019). *Verkenning werkgelegenheidseffecten van klimaatmaatregelen* [publications.tno.nl] Den Haag: TNO.
- [9] Dikkerboom, Y. (2022). *Skills voor de toekomst - Trends en ontwikkelingen in banen voor operators en onderhoudstechnici voor de komende tien jaar in de procesindustrie* [intern.stc-group.nl] Rotterdam: STC-Group.
- [10] RDW (2023). <https://www.rdw.nl/particulier/nieuws/2023/aantal-benzine-en-diesel-autos-nog-ver-aan-kop> [www.rdw.nl]
- [11] RVO, FME en TKI Nieuw gas (Topsector Energy) (2022). *Excelling in Hydrogen - Dutch solutions for a climate-neutral world - NL Hydrogen Guide* [english.rvo.nl] Utrecht: RVO.
- [12] CBS (2023). *Bedrijven; bedrijfsgrootte en rechtsvorm* [opendata.cbs.nl]
- [13] Staat van het mkb (2021). *Economisch belang* [www.staatvanhetmkb.nl]
- [14] Studiegroep Invulling klimaatopgave Green Deal (ministerie van EZK) (2021). *Bestemming Parijs: Wegwijzer voor klimaatkeuzes 2030, 2050* [open.overheid.nl] Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- [15] (2022). *De belangrijkste resultaten van het HyDelta 1-project* [www.netbeheernederland.nl] Groningen: HyDelta.
- [16] Frenken, K., en Hekkert, M. (2017). *Innovatiebeleid in tijden van maatschappelijke uitdagingen* [www.mejudice.nl]
- [17] FME & TNO (2020). *Elektrolyzers: Kansen voor de Nederlandse Maakindustrie* [www.fme.nl] Den Haag: FME & TNO.

- [18]HyXchange (2022). *Certification Pilot* [hyxchange.nl]
- [19]Royal HaskoningDHV Digital (2021). *Waterstof Skills Behoeftte en Ontwikkeling* [] Amersfoort: Royal HaskoningDHV.
- [20]TechYourFuture (2020). *Gas erop! Ontwerpprincipes van learning communities als aanjager voor de energietransitie* [www.techyourfuture.nl] Enschede: TechYourFuture - CoE Techniekonderwijs.
- [21]Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2021). *Kamerbrief: Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid* [open.overheid.nl] Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- [22]Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2022). *Kamerbrief: Het verschil maken met strategisch en groen industriebeleid* [open.overheid.nl] Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- [23]Lysias Advies (2020-2022). *Quickscan Overheidsfinanciering Klimaattransitie* [www.kansenvoorwest2.nl] Amersfoort: Lysias.
- [24]Dialogic (2019). *Technisch onderzoek synchronisatie 5G in de 3.400 – 3.800 MHz-band*
- [25]Gemeente Rotterdam (2020). *Gemeentelijke visie op waterstof* [duurzaam010.nl] Rotterdam: Gemeente Rotterdam.
- [26]Europese Commissie (2021). *Updating the 2020 Industrial Strategy: towards a stronger Single Market for Europe's recovery* [ec.europa.eu]
- [27]Nooteboom, B. (1994). *Elementen van een strategisch industriebeleid* [] vol. 17, Alphen aan den Rijn: Stichting TPEdigitaal.pp. 99-124.

Bijlage 1. Geraadpleegde personen

Gesprekspartners interviews

Organisatie	Naam
Bosal	Ted Straten
Delmeco	Joost de Goffau
Endress+Hauser	Rinus van Kasteren
Fluidwell	Wouter Dalhuijsen
FME	Jelle Blekxtoon en Eva van der Boom
Groene waterstofbooster	Tjerk Jansma
Nedstack	Roel van de Pas
NWBA	Arjan de Putter en Arjan van Ginkel
PTvT	Bibiche Kansen en Miriam Korstanje
Resato Hydrogen	Rob Castien
RVO	Eva van Dongen-Meeusen en Koen Knol
Technology Catalogue	Erik Nijveld
Teesing	Carla Jansen
TKI Nieuw Gas	Jörg Gigler
Zepp Solutions	Jacqueline Spaans

Gesprekspartners World Hydrogen Summit

Organisatie	Naam
Nedstack*	Jerôme Vinke
TNO	Lennert Buijs
Technology Catalogue *	Erik Nijveld
Zepp Solutions *	Joost Wending
Invest in Holland / NFIA	Julia van Dam en Tobias de Zwart
Bosal*	Eddy Pluymers
Resato	Roy van Son
DEMACO	Ten Hink
Port of Rotterdam	Roman van Riel
SparkNano	Koen Driessen
XINTC Electrolysers	Ahmadreza Rahbari
Voyex	Peter Coppens en Fabian Benschop
Bosch	Alaa Mohd
Adsenys	Arthur Scheffer
H2Storage	Michel Tamarzians

* Deze bedrijven hebben wij ook gesproken in een interview

Bijlage 2. Overzicht innovatie-instrumentarium

In deze bijlage presenteren we een overzicht van instrumenten t.a.v. innovatie waar het mkb in de waterstofsector gebruik van kan maken. We maken hierbij onderscheid tussen 1) instrumenten die niet specifiek op waterstof zijn gericht, maar waar het mkb in de waterstofsector wel gebruik van kan maken en 2) instrumenten die specifiek gericht zijn op waterstof. Bij beide maken we een onderverdeling tussen financiële (subsidie- en financiering) instrumenten en niet-financiële instrumenten.

Niet-waterstofspectifieke instrumenten t.a.v. innovatie

Financiële instrumenten

Naam	Type	Fase
Nationaal		
Aanschafsubsidie Zero-Emissie Trucks (Aanzet)	Subsidies	Bestaand
Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+)	Subsidie	Bestaand
Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie XL (DEI+ XL)	Subsidie	In ontwikkeling
Demonstratie klimaattechnologieën en -innovaties in transport (DKTI-transport)	Subsidie	Bestaand
Hernieuwbare Energietransitie (HER+)	Subsidie	Bestaand
Mkb innovatiestimulering Regio en Topsectoren (MIT)	Subsidie	Bestaand
Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI)	Subsidie	Bestaand
NWO-calls	Subsidie	Bestaand
Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++)	Subsidie	Bestaand
Subsidie Duurzame Scheepsbouw (SDS)	Subsidie	Bestaand
Subsidieregeling Emissieloze Bedrijfsauto's (SEBA)	Subsidie	Bestaand
Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel (SSEB)	Subsidie	Bestaand
TKI Nieuw Gas Subsidieregeling innovatiemakelaars	Subsidie	Bestaand
Topsector Energiestudies Industrie	Subsidie	Bestaand
TSE industrie O&O	Subsidie	Bestaand
Versnelde klimaatinvesteringen industrie (VEKI)	Subsidie	Bestaand
Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+), waaronder DEI+ Waterstof en Groene Chemie (GroenvermogenNL)	Subsidie	Bestaand
Innovatieregeling Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO)	Fiscaal	Bestaand
Energie-investeringsaftrek (EIA)	Fiscaal	Bestaand
Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil) (MIA/Vamil)	Fiscaal	Bestaand
Innovatiekrediet	Krediet	Bestaand
Groeifaciliteit	Krediet	Bestaand
Vroegfasefinanciering (VFF)	Krediet	Bestaand
Garantie Ondernemingsfinanciering (GO)	Garantie	Bestaand
Borgstelling MKB-kredieten (BMKB)	Garantie	Bestaand

Naam	Type	Fase
Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie (NIKI)	Invetsering	In ontwikkeling
Seed Capital-regeling	Investering	Bestaand
PPS-toeslag	Toeslag	Bestaand
Regionaal/lokaal		
Mkb-vouchers (zoals die binnen het Innovatieprogramma Energie & Klimaat in Zuid-Holland)	Subsidie	Bestaand
Investerings vanuit ROM's	Investering	Bestaand
Europees		
Horizon Europe		Bestaand
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO)		Bestaand
INTERREG		Bestaand
Connecting Europe Facility (CEF)	Subsidie	Bestaand
Innovation Fund		Bestaand
Green Deal		Bestaand

Niet-financiële instrumenten (niet uitputtend)

- **Test- en demonstratiefaciliteiten**
 - Energy Innovation Park Alkmaar
 - GETEC Park Emmen
 - EnTranCe Testing Ground
 - Innovatiecentrum Energie en Mobiliteit (I-EM Delft)
- **Kennis- en netwerkplatforms**
 - Verduurzaming industrie
 - Expertise Centrum Warmte
- **Programma's**
 - NXTGen Hightech, een programma vanuit het Nationaal Groeifonds
 - Gas erop!
 - Programma Aardgasvrije Wijken
- **Kennissessies en workshops**
- **Business coaches / innovatiemakelaars**

Waterstofspectifieke instrumenten t.a.v. innovatie

Financiële instrumenten

Naam	Type	Fase
Nationaal		
GroenvermogenNL, o.a. via NWO-calls gericht op waterstof en de DEI+: Waterstof en groene chemie	Subsidie	Deels in ontwikkeling
Opschaling volledig hernieuwbare waterstofproductie via elektrolyse (OWE)	Subsidie	In ontwikkeling, oktober 2023
Subsidieregeling Waterstof in Mobiliteit	Subsidie	In ontwikkeling
Regionaal/lokaal		
Waterstofsubsidie, via Regio Deal Maritiem cluster Kop van Noord-Holland	Subsidie	Bestaand

Europees		
Clean Hydrogen Partnership	Stimuleringsprogramma	Bestaand
IPCEI-waterstof	Stimuleringsprogramma	Bestaand
H2Global	Stimuleringsprogramma	In ontwikkeling

Niet-financiële instrumenten (niet uitputtend)

- **Test- en demonstratiefaciliteiten**
 - Connectr Energy Demo Field
 - Brightlands Green Hydrogen
 - Hydrogen Experience Centre
 - Fieldlab Waterstof in Agri
 - H2 Fieldlab Smart Delta Drechtsteden
- **Kennis- en netwerkplatforms**
 - NLHydrogen
 - Missie H2
 - Nederlandse Waterstof & Brandstofcel Associatie (NWBA)
- **Programma's**
 - Nationaal Waterstof Programma (NWP)
 - Elektrolyser Makersplatform NL
 - European Hydrogen Backbone (EHB) initiative
- **Kennissessies en workshops**
 - Kennissessies RVO en TKI Nieuw Gas
 - Kennissessies Nationaal Waterstof Programma (NWP)
- **Business coaches / innovatiemakelaars**
- **Learning Communities** gericht op waterstof (zie Tabel 4 hieronder met enkele voorbeelden, zie uitgebreider overzicht in [19])

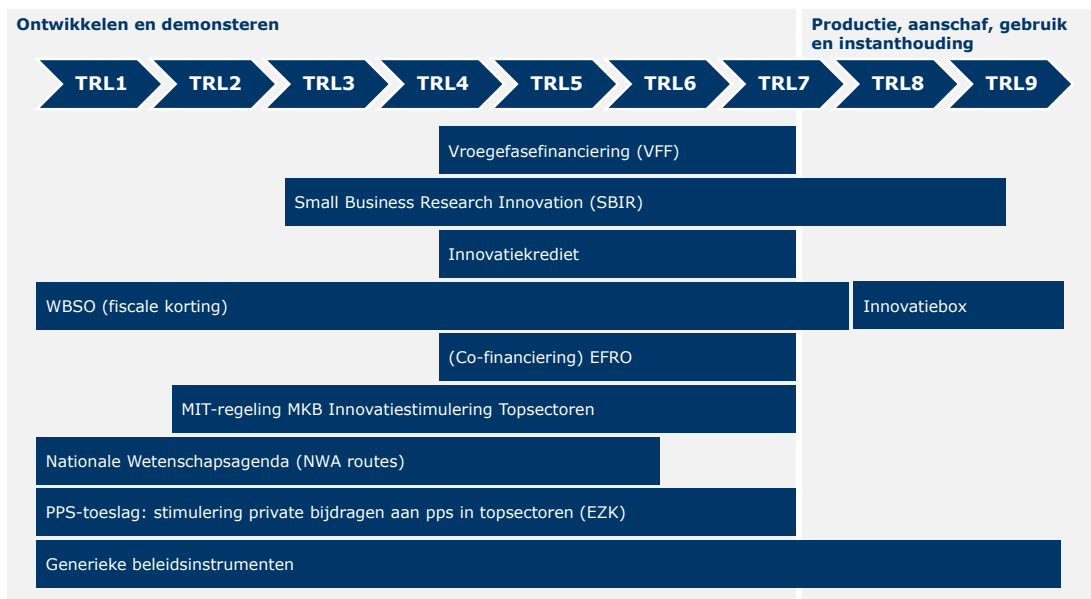
Tabel 5. Voorbeelden van learning communities gericht op waterstof.

Naam	Beschrijving	Deelnemers
HyScaling (Organisator: ISPT)	Het HyScaling-project zal resulteren in een verlaging van de genivelleerde kosten van waterstof met 25-30% in vergelijking met de huidige state-of-the-art technologie. Het project heeft tot doel Nederland in staat te stellen in 2030 tot 5 GW elektrolysecapaciteit te realiseren en een sleutelrol te spelen in de wereldwijde uitrol van de groene waterstofeconomie	BOM, DanieloCorus, Dotx, FME, Frames, Greenberg-Traurig, Hauzer, Hydron energy, ionbond, ISPT, MTSA, mxpolymers, sald, Tejin, VDL, Veco, vonk KI: Fraunhofer, TNO, Hanze, TUD, TU/e
Locatie: HydroHub	De Hydrohub is een open testcentrum, waar de partners van het consortium, maar ook andere kennisinstellingen en bedrijven, innovaties uit eigen lab kunnen testen in elektrolyse-installaties (PEM en alkalisch) van 250 kW. Bij tests op die schaal wordt duidelijk of er nieuwe problemen de kop opsteken en hoe de technologie zich zal gedragen bij opschaling. Als de waterstoftechnologie in de Hydrohub eenmaal goed werkt, dan is ze meteen te vertalen naar een elektrolyse-installatie op industriële gigawattschaal.	

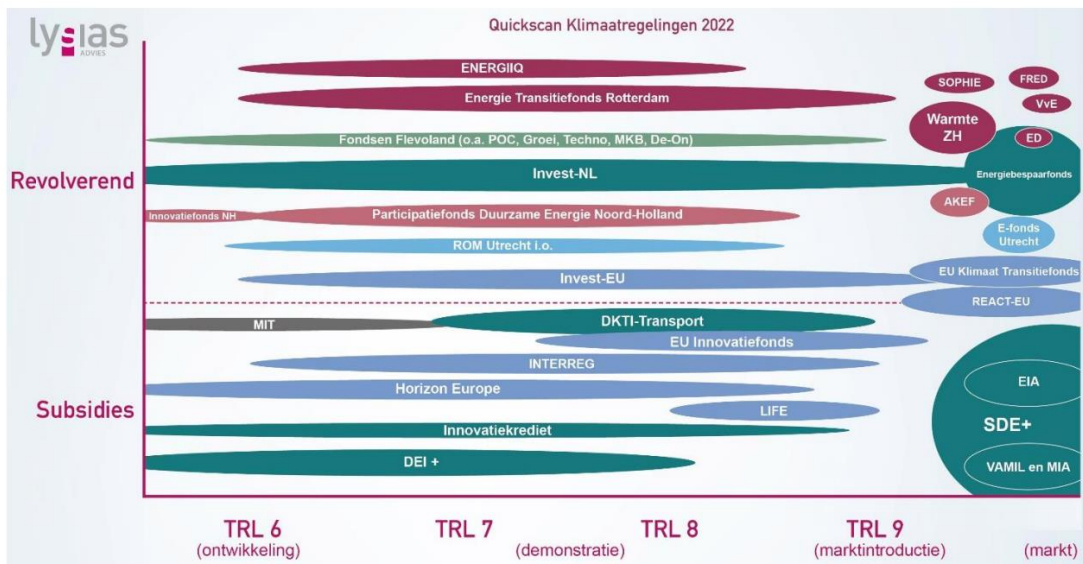
Naam	Beschrijving	Deelnemers
Han H2lab (Bij Connectr)	Op het HAN H2lab werken studenten, docenten en onderzoekers van de HAN samen met bedrijven aan waterstofprojecten. Gezamenlijk ontwerpen, modelleren, construeren en testen ze verschillende waterstofsyste­men op het gebied van mobiliteit, energieopslag en netstabiliteit. Het H2Lab bevindt zich op Industiepark Kleefse Waard (IPKW) in Arnhem, te midden van een aantal gerenommeerde waterstof-gerelateerde bedrijven waar een nauwe samenwerking mee is. Het lab is ingericht met infrastructuur gericht op het ontwikkelen en testen van waterstofsyste­men. Naast de waterstoffaciliteiten betreft dit o.a. een werkplaats, testruimtes, teststations, elektrochemische testapparatuur en bijbehorende veiligheidssystemen	Provincie Gelderland, Gemeente Arnhem, SEECE (Sustainable Electrical Energy Centre of Expertise SEECE bestaat uit Alliander, TenneT, DNV GL, KEMA Laboratories, ElaadNL, Industriepark Kleefse Waard (IPKW) en HAN)
Hydrogreenn	Bedrijven en instellingen hebben besloten met elkaar het ambassadeurschap van waterstof als innovatiemotor vorm te geven. HYDROGREENN doet dit met inzet van aangesloten bedrijven op actuele business cases en studie van de haalbaarheid en het wegnemen van barrières in toekomstplannen. Dit geschiedt door: (1). Bevorderen van studie, wegnemen van barrières, onder meer door het organiseren van de zogenaamde HYDROGREENN CASE; (2). In kaart brengen van (mogelijke) waterstofinitiatieven in Noord-Nederland en uitvoeren van supply chain analyses; (3). Bevorderen van netwerkvorming tussen bedrijven en instellingen in Noord-Nederland: organiseren van netwerkbijeenkomsten en supply chain meetings; (4.) Overleggen met onderwijsinstellingen over voorbereiden op werk in de waterstofeconomie/- industrie; (5). Organiseren van excursies en bezoeken buiten de regio (nationaal en internationaal); bouwen van (inter-) nationale netwerken; (6). Deelnemen aan nationale overleggen over waterstof, hernieuwbare energie en gas (zoals TKI gas, NVWA) ter bevordering van business development, financiële incentives en regulering; (7). Publieksvoorlichting en promotie van pilots en mobiliteitsprojecten; bevorderen van studies naar aspecten van veiligheid en publieke acceptatie en opinie; (8). Faciliteren van het ontwikkelen van test-/proeflocaties.	Entrance, AkzoNobel/ Houthausen/ Gasunie/ ChemPort/ New Energy Coalition/ Vattenfall/ Shell/ Gasterra/ TNO/ Stork/ Provincie Groningen/ SBE/ Resato/ Siemens/
H2Hub Twente	De H2 Hub Twente is een fysieke plek waar ondernemers, kennisinstellingen en overheden samenwerken aan technische toepassingen voor waterstoftechnologie. Met dit initiatief wil H2Hub Twente het MKB in staat stellen om aan de slag te gaan met en concrete waterstofprojecten te realiseren. De focus van de Hub ligt op het testen en toepassen van waterstoftechnologie. De toegevoegde waarde van de Hub is het ondersteunen van de energietransitie door het faciliteren van doorbraken door middel van toegepast onderzoek	Schroeder Vastgoed. Provincie Overijssel, Gelderland, Hogeschool Arnhem Nijmegen, Saxion, ROC Twente, Utwente en diverse bedrijven

Naam	Beschrijving	Deelnemers
Gas Erop!	Het doel van het project is om learning communities te ontwerpen waarbij mkb-bedrijven en kennisinstellingen samenwerken aan de human capital uitdagingen rondom de energietransitie	De Universiteit Twente, Hogeschool Saxion, Hogeschool Windesheim, ROC van Twente en diverse bedrijven in de installatiebranche in Oost-Nederland

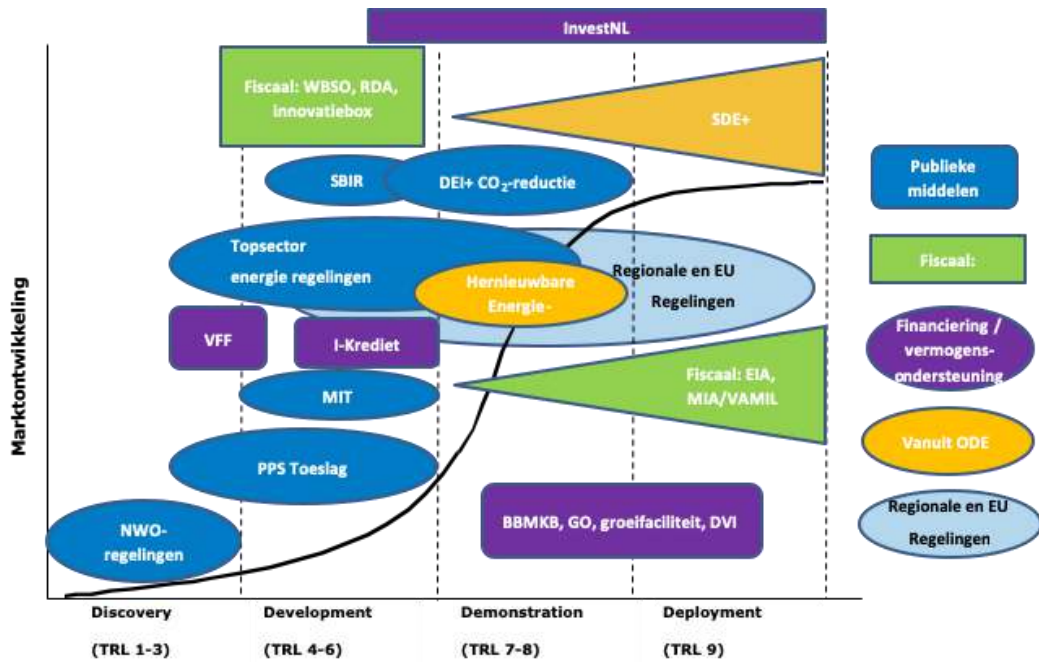
Visuele overzichten van generieke en specifieke innovatieregelingen



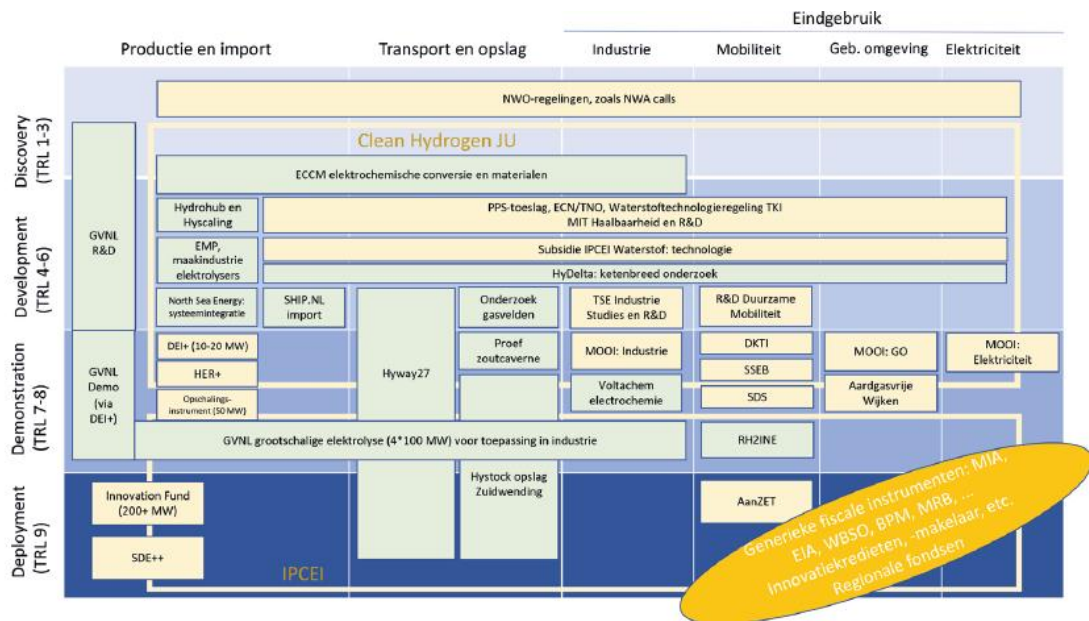
Figuur 6. Generieke innovatieregelingen naar TRL-niveau (bron: Dialogic, o.a. op basis van [23])



Figuur 7. Mapping klimaatregelingen naar TRL-niveau (bron: Lysias [23])



Figuur 8. Mapping energie-gerelateerde regelingen naar TRL-niveau (bron: Topsector Energie, [link])



Figuur 9. Overzicht beschikbare regelingen naar TRL-niveau (bron: TKI Nieuw Gas [3])



Contact:

Dialogic innovatie & interactie
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
www.dialogic.nl

