

ACTIE
AGENDA

Groene chemie, nieuwe economie

Ketentransitie in de procesindustrie



GROENE CHEMIE
NIEUWE
ECONOMIE

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	6
Inleiding	11
1 Vergroening van de Nederlandse maakchemie	13
1.1 Realiseren van een groene chemie	14
1.2 Demonstreren van een nieuwe economie	15
1.3 Vier vergroeningsrichtingen	17
1.4 De potentiële impact van 'Groene chemie, nieuwe economie'	21
1.5 Negen illustratieve opschalingsinitiatieven	25
2 Actieagenda 'Groene chemie, nieuwe economie'	33
2.1 Negen observaties leiden tot tweeëntwintig acties	34
2.2 Acties gericht op de adoptie en implementatie van opschalingsinitiatieven	34
2.3 Acties gericht op de financiering van opschalingsinitiatieven	39
2.4 Acties gericht op de invulling van publieke randvoorwaarden	47
3 Uitvoering van de agenda	51
3.1 Actieagenda vertalen naar een programmatische aanpak	52
3.2 Plan van aanpak 2021	54
3.3 Financiering van opschalingsinitiatieven	55
Voetnoten	57
Colofon	59

Voorwoord

Op 24 juni 2020 heb ik de startnotitie 'Ketentransitie in de procesindustrie' gepresenteerd, een initiatief van het Economisch Netwerk Zuid-Nederland (ENZuid). Het belang van de grondstoffen-transitie voor het versneld vergroenen van de kunststoffen- en kunstmestindustrie is door ons geagendeerd, met de oproep om knelpunten en randvoorwaarden in beeld te brengen voor het kunnen opschalen van innovaties. Vaak refereer ik naar deze bedrijfstak als 'maakchemie' – naar analogie van de hightech-maakindustrie en ter onderscheiding van de 'brandstoffenchemie'. Op verzoek van ENZuid en met steun van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en de drie zuidelijke provincies hebben wij dit aangepakt.

In de periode na de zomer 2020 tot eind januari 2021 heeft het aanjaagteam 'Groene chemie, nieuwe economie' een nadere analyse gemaakt waarom opschaling van innovaties in de maakchemie stopt. Op basis van bevindingen uit negen illustratieve opschalingsinitiatieven en gesprekken met meer dan vijftig experts uit de grote chemie, innovatieve *startups* en *scale-ups*, het mkb (toeleverend bedrijfsleven), financiële instellingen, regionale ontwikkelingsmaatschappijen, triple helix-organisaties, RVO, topsectoren, belangenorganisaties en overheden zijn meer dan twintig acties gedestilleerd. Deze, en de kansen voor zowel het klimaat als de economie en werkgelegenheid, presenteren wij in deze actieagenda.

Het onderwerp 'Groene chemie' representeert voor de kunststoffen- en kunstmestchemie het volgende hoofdstuk in de energietransitie. Overheden, veelal samen met het grootbedrijf, zetten fors in op het verminderen van de broeikasgasuitstoot, gericht op de 2030-doelstellingen. Dit betreft onderwerpen als *Carbon Capture and Storage* (CCS, afvang en opslag van CO₂), het opwekken van groene elektriciteit, het stimuleren van groene waterstof en het verbeteren van de energieinfrastructuur voor elektriciteit en waterstof.

Deze actieagenda, gericht op versneld opschalen van 'Groene chemie', vult de energietransitie voor deze maakchemie verder aan, om zo ook de doelstellingen van 2050 te bereiken. De agenda behandelt de kansen en knelpunten bij het opschalen en inzetten van nieuwe grondstoffen en nieuwe elektrische processen. De acties demonstreren de noodzaak van een integrale aanpak voor de vorming van nieuwe ketens, ontwikkeling van specifieke financieringsconstructies en het ontwikkelen en invoeren van nieuwe beleidsmaatregelen.

Deze actieagenda is van nationaal, zo niet Europees belang. Een coalitie van bedrijven, kennisinstellingen, overheden en belangenorganisaties gaat deze actieagenda verder ontwikkelen tot een meerjarige programmatische aanpak, met nationale en internationale inzet en betrokkenheid. Door een gezamenlijke inspanning van de huidige grote chemiebedrijven, toeleverend mkb uit de maakindustrie, agrifood- en recyclingsector, financiers, overheden, adviseurs en kennisinstellingen zal de kans van een 'Groene chemie' zich verzilveren in een 'Nieuwe economie'!



Arnold Stokking

Managing Director Brightsite en aanjager van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie'
24 februari 2021

SAMENVATTING

De kunststoffen- en kunstmestindustrie, waaraan in deze agenda ook wordt gerefereerd als 'maakchemie', zet vol in op het behalen van de Klimaatakkoord-doelstellingen voor 2030. Om ook de doelen voor 2050 te halen moet er werk gemaakt worden van de opschaling van verschillende kansrijke innovaties, die de inzet van duurzame grondstoffen en nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen voor deze maakchemie mogelijk maken. Uit verschillende initiatieven blijkt duidelijk dat er in de chemie een fundament voor de grondstoffentransitie aan het ontstaan is, maar dat de benodigde condities voor opschaling nog niet altijd ingevuld zijn. Dit terwijl de met deze transitie samenhangende innovaties een enorm potentieel hebben: zo kan een grootschalige industriële toepassing ervan in potentie leiden tot een CO₂-emissiereductie van 40 miljoen ton per jaar in 2050, zo blijkt uit een schatting van Brightsite. Ook hebben ze een positieve invloed op de werkgelegenheid.

Om in 2050 grootschalige industriële toepassing van alternatieve, circulaire grondstoffen en daarmee samenhangende, disruptieve elektrische processen te bereiken, is het cruciaal dat nu gestart wordt met het opschalen van innovaties. Dat is wat het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' beoogt te doen. Het programma onderscheidt de volgende

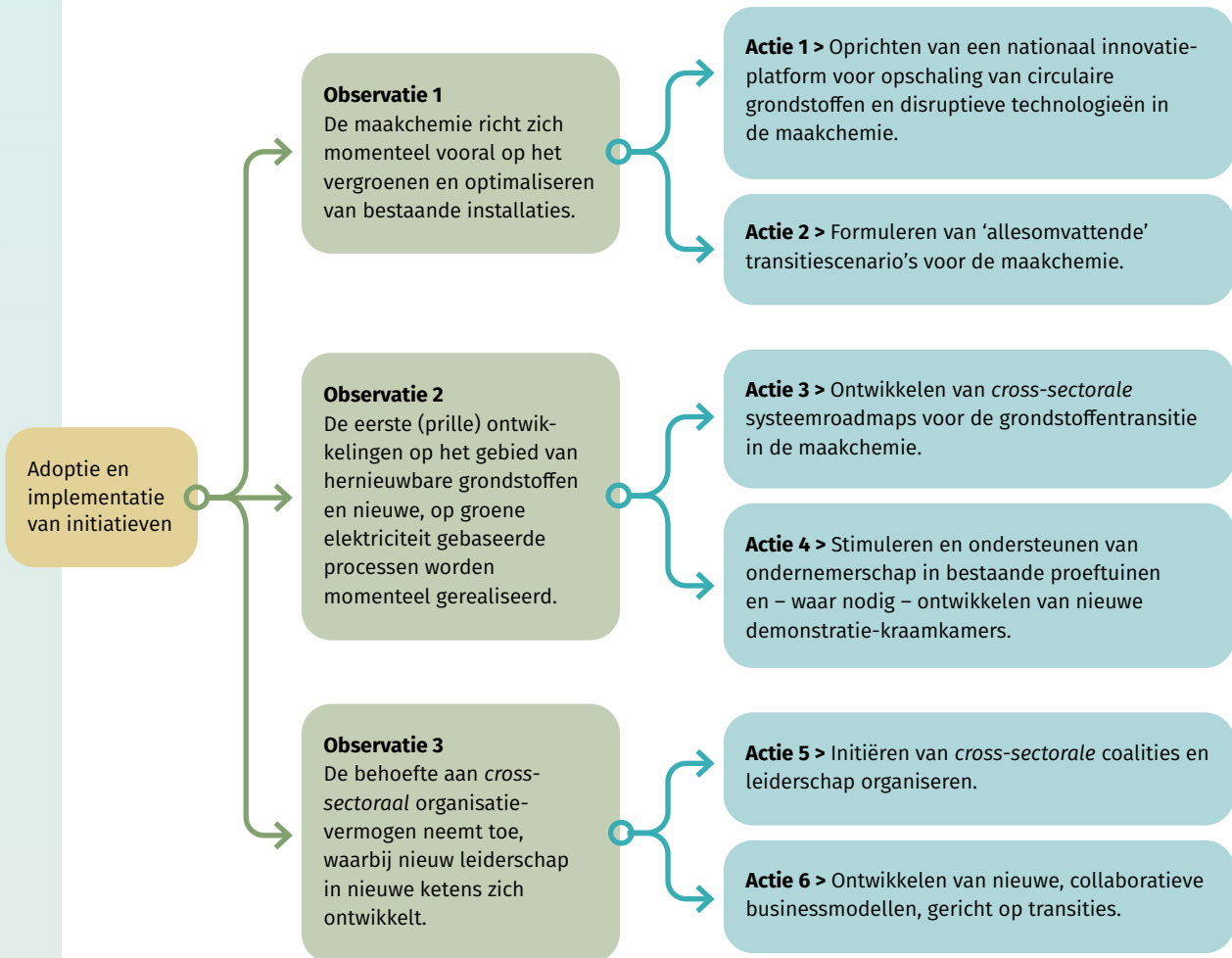
vier vergroeningsrichtingen, die worden gekenmerkt door hun *cross-sectorale* karakter:

- Biomassa als grondstof voor de chemie;
- Afval als grondstof voor de chemie;
- CO₂ als 'ontluikende' grondstof voor de chemie;
- Nieuwe, innovatieve op groene elektriciteit gebaseerde processen.

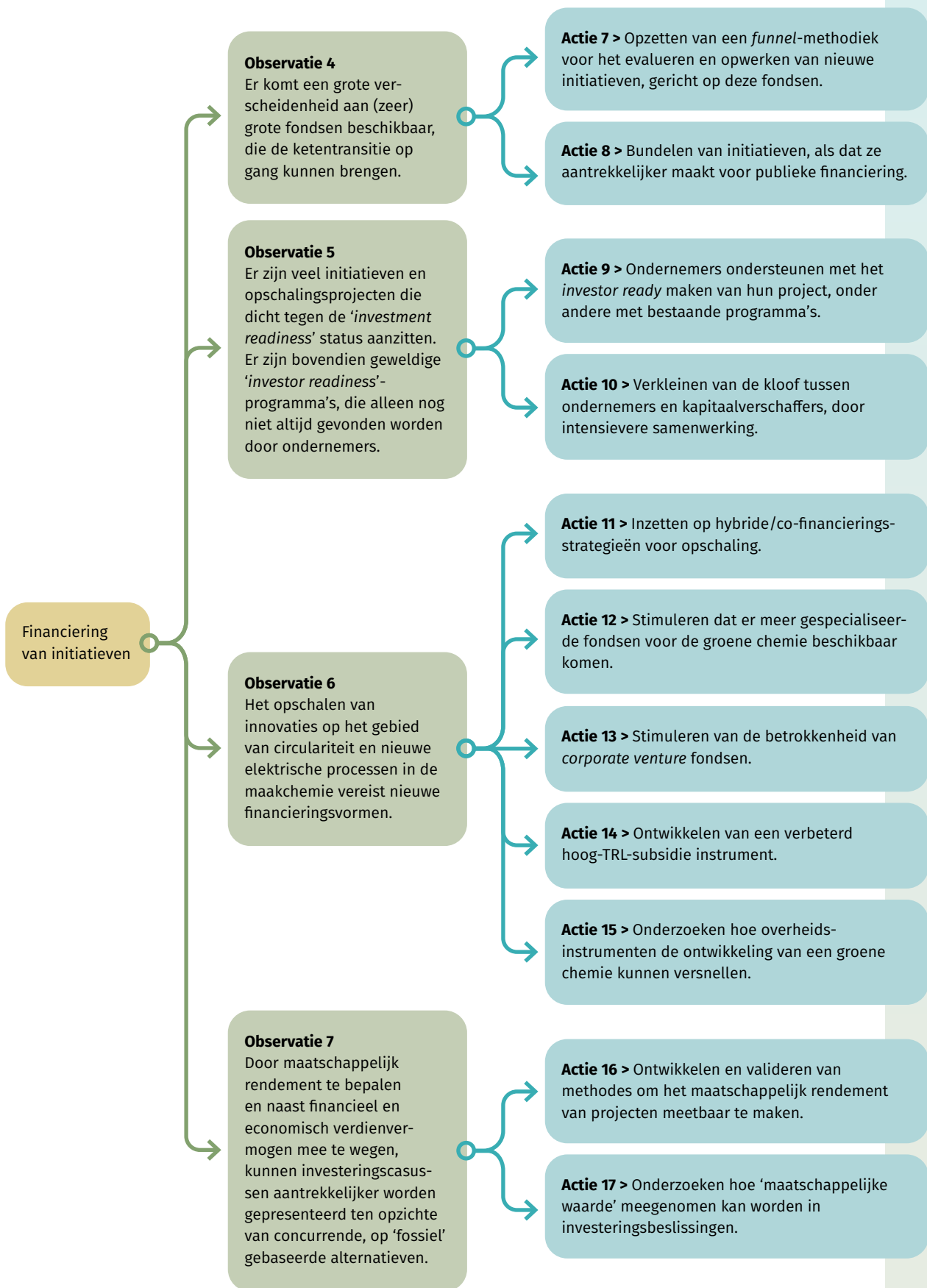
Het *cross-sectorale* samenwerken brengt nieuwe kansen en inzichten. Het samenwerken met de hightech-sector bijvoorbeeld vormt een verrijking voor de chemie, vanwege nieuwe opschalings- en optimaliseringsconcepten met bijvoorbeeld een andere invulling van 'economies of scale' om snel en veelvuldig te kunnen opschalen. Samenwerking met bijvoorbeeld de agrifood-sector en afvalverwerkende industrie maakt de inzet van nieuwe grondstoffen mogelijk en leidt tot nieuwe ketens en bedrijvigheid. En samenwerking met de energiesector maakt een goede afstemming mogelijk tussen de energie- en grondstoffentransitie – twee zijden van dezelfde medaille als het gaat om het bereiken van de klimaatdoelen.

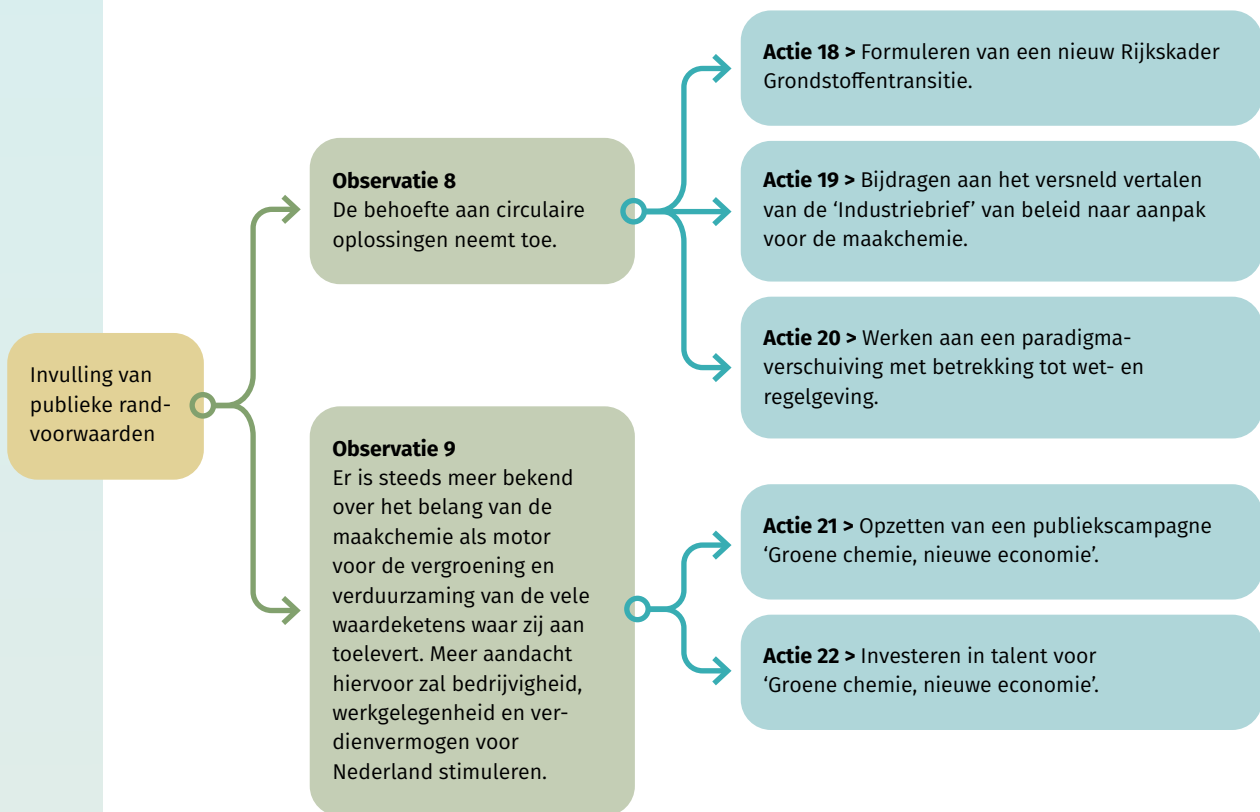
Binnen deze *scope* zijn negen illustratieve opschalingsinitiatieven geïdentificeerd, die in de periode tot 2025 hun potentieel kunnen demonstreren. De urgentie om met deze initiatieven aan de slag te gaan is hoog, omdat de omvang van de te vergroenen

Figuur 1: Actieagenda 'Groene chemie, nieuwe economie' die doorloopt op de volgende pagina's, schetst de observaties en acties en vormt de kern van deze actieagenda.



De met deze transitie samenhangende innovaties hebben een enorm potentieel: zo kan een grootschalige industriële toepassing ervan in potentie leiden tot een CO₂-emissiereductie van 40 miljoen ton per jaar in 2050.





processen dermate groot is dat er diverse opschalingsstappen moeten volgen om de 2050 doelstellingen te kunnen halen. Om de juiste condities te creëren voor opschaling van deze en vele andere, vergelijkbare initiatieven, die zijn gericht op het circulair inzetten van grondstoffen voor de chemie en het toepassen van nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen voor het maken van een aantal

gangbare basismoleculen, beschrijft deze actieagenda 22 acties. Ze zijn afgeleid uit negen observaties, die zijn voortgekomen uit gesprekken en bijeenkomsten met vele tientallen partijen die een rol spelen bij het tot stand brengen van de beoogde innovaties. **Figuur 1** schetst de observaties en acties en vormt de kern van deze actieagenda.

Een coalitie van bedrijven, overheden, financiers en belangenorganisaties pakt de handschoen op om 'Groene chemie, nieuwe economie' verder te brengen. De coalitie zal zich richten op de volgende doelgroepen en activiteiten:

1 Aan de slag met grote bedrijven en innovatief mkb:

A Opzetten van een *funnel* om een robuust portfolio van initiatieven te ontwikkelen die gezamenlijk de transitie vormgeven. Nieuwe opschalingsinitiatieven worden geïdentificeerd en waar nodig gestimuleerd door het netwerk. Kennis en kunde rond opschaling uit andere sectoren, zoals de HTSM-sector, wordt ingebracht.

B De *community* 'Groene chemie, nieuwe economie' wordt verder ontwikkeld en uitgebreid. Nieuwe ketenvorming wordt gestimuleerd tussen eindgebruikers en toeleveranciers, tussen bedrijven en organisaties uit verschillende sectoren. Afstemming met bestaande organisaties in de verschillende sectoren zoals de topsectoren, brancheorganisaties, kennisinstellingen zal worden verdiept.

C Nieuwe collaboratieve businessmodellen gericht op transitie zullen worden ontwikkeld.

2 Aan de slag met de financiële instellingen en publieke fondsen

De coalitie zet zich in voor ondersteuning en realisatie van financiering van kansrijke opschalingsinitiatieven. Begeleiding en het vinden van geschikte publieke en private middelen is van belang. Op dit niveau zal er vanuit twee invalshoeken worden gewerkt, 'bottom-up' vanuit de individuele initiatieven en 'top-down' vanuit de financieringsopties uit

Nederland en Europa die zich voordoen. Met name de 'top-down' benadering biedt grote kansen om de integrale aanpak van deze actieagenda te realiseren.

3 Aan de slag met beleidsmakers

Knelpunten en randvoorwaarden zijn blijvend onderwerp van studie en advies. De coalitie zal in samenwerking met de verschillende partijen – overheden, financiers en bedrijven – adviseren aan de relevante beleidsmakers.

De coalitie zal een programmatische aanpak vormgeven en actiegericht tot de eerste resultaten komen. Dit leidt tot of een zelfstandig programma of een plan dat is ondergebracht bij een ander bestaand initiatief. Belangrijk is dat het integrale karakter van deze actieagenda in stand blijft. Samen vormen de 22 acties een omvattend programma. Sommige acties zullen buiten de coalitie belegd moeten worden, sommige acties vragen om meer uitwerking dan andere. De coalitie zal daar een aanpak voor opstellen. Het uitgangspunt is geen nieuwe institutie te ontwikkelen en juist de vele professionele partijen in te zetten (ROM's, triple helix-organisaties, kennisinstellingen, brancheorganisaties, adviesbureaus, en dergelijke), zowel in Zuid-Nederland als in de rest van Nederland.

INLEIDING

De Nederlandse kunststoffen- en kunstmest-industrie concentreert zich in Zeeuws-Vlaanderen, Moerdijk en Geleen en wordt ook wel de 'maakchemie' genoemd. Deze industrie maakt zich hard voor het realiseren van de klimaatdoelen voor 2030. Ze wordt daarbij gestuurd en geholpen door de overheid, die met het 'Klimaatakkoord Industrie' de doelstellingen en de kaders heeft bepaald en de juiste randvoorwaarden helpt creëren. De focus van het grootbedrijf ligt richting 2030 op het ontwikkelen en inzetten van groene waterstof en de ontwikkeling van *Carbon Capture and Storage* (CCS), waarbij de nadruk nu ligt op het elimineren van 'fossiele' emissies van bestaande, nog grotendeels fossiele, ketens. De industrie staat ook onder druk vanuit diezelfde overheden in haar verdienvermogen in internationale context als gevolg van de Nederlandse en Europese CO₂-beprijzing.

Om de doelen voor 2050 te kunnen halen, is tevens vergroening van grondstoffen – een grondstoffentransitie – nodig en zullen ook de mogelijkheden van CO₂-vrije elektrificatie maximaal benut moeten worden. Alleen zo kan op termijn de vereiste eliminatie van 'fossiele' CO₂-uitstoot worden bereikt. Om die belofte in te lossen, moet er nu werk gemaakt worden van de opschaling van kansrijke en deels disruptieve innovaties, die de inzet van duurzame grondstoffen en nieuwe, op elektriciteit gebaseerde processen voor de maakchemie mogelijk maken.

Het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' stelt zich ten doel die opschaling te versnellen. De tijd om dat te doen is

nu, want Europese en nationale agenda's onderschrijven de urgentie van de duurzaamheidstransitie en er komen op korte termijn substantiële middelen beschikbaar om realisatie mogelijk te maken. Er zijn diverse kansrijke innovaties die bijdragen aan het realiseren van de grondstoffentransitie geïdentificeerd. Ze zijn gericht op industriële toepassing van drie relatief nieuwe typen grondstoffen voor de chemie, te weten biomassa, koolstofhoudend afval en CO₂ (als 'ontluikende grondstof'), en op de inzet van innovatieve plasmatechnologie en elektrolyse waarmee waterstof en gangbare basismoleculen kunnen worden gemaakt met behulp van duurzame elektriciteit.

Binnen deze *scope* is een eerste serie van negen initiatieven geïdentificeerd, die in de periode tot 2025 hun potentieel kunnen demonstreren. Deze initiatieven zijn niet uniek, want er zijn meer kansrijke initiatieven bekend die hetzelfde doel nastreven, maar ze zijn wel illustratief. Samen vormen ze een goede representatie van het portfolio aan innovaties dat voor de grondstoffentransitie in de maakchemie ingezet kan worden. Uit alle initiatieven blijkt duidelijk dat er in de chemie een fundament voor de grondstoffentransitie aan het ontstaan is. Om op dit fundament voort te kunnen bouwen moeten de juiste condities worden gecreëerd, zoals de vorming van de ketenoverstijgende coalities die nodig zijn om de vaak disruptieve en *cross-sectorale* innovaties mogelijk te maken. Deze en andere observaties zijn in deze agenda uitgewerkt en gekoppeld aan acties voor verschillende partijen. Deze actieagenda is daarom bedoeld voor bedrijven, overheden, financiers, kennisinstellingen en andere partijen die samen met de initiatiefnemers aan de slag willen met het vergroenen van de maakchemie.

Met het uitvoeren deze agenda kan 'Groene chemie, nieuwe economie' naar verwachting substantieel bijdragen aan het behalen van de CO₂-doelen van 2030 en helpen om de routekaart naar 2030 en 2050 verregaand in te vullen. Het totale potentieel van de inzet van biomassa, afval en CO₂ als grondstof en de inzet van nieuwe processen gebaseerd op groene elektriciteit, kan in 2050 zelfs het grootste deel van de totale jaarlijkse bijdrage aan fossiele CO₂-uitstoot van installaties en producten in Zuid-Nederland 'eliminieren', zoals verderop in de agenda wordt onderbouwd. Het leidt bovendien tot nieuwe economische kansen. Als er nu geen werk

gemaakt wordt van het realiseren van de belangrijke oplossingsroutes die deze agenda voorstelt, dan zullen oplossingen niet op tijd meer kunnen materialiseren. De urgentie om vergroeningsinitiatieven op te schalen is daarom hoog. De eerste negen initiatieven staan klaar!

Leeswijzer

Deze agenda is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 1 gaat in op de aanleiding van dit programma, de kansen voor Nederland en de vier vergroeningsrichtingen binnen het programma. Het introduceert ook de negen illustratieve opschalingsinitiatieven. Hoofdstuk 2 bevat de feitelijke actieagenda, aan de hand van negen observaties die uit een analyse van de opschalingsinitiatieven zijn afgeleid. Tot slot bevat hoofdstuk 3 een voorstel voor de programmatische aanpak van de agenda, zoals het programmateam die voor ogen heeft.

Totstandkoming

ENZuid, TNO en Bax & Company hebben het voortouw genomen voor het maken van deze agenda, ondersteund door de drie zuidelijke provincies, het ministerie van EZK, Invest-NL en Brightsite¹. De agenda is opgesteld in nauwe samenspraak met bedrijven, kennisinstellingen, financiers en andere partijen zoals Havenbedrijf Moerdijk, de ROM's, triple helix-organisaties, RVO en de CBBB. Een volledige lijst van personen en organisaties die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van deze agenda is opgenomen in de colofon.

HOOFDSTUK

1

Vergroening van
de Nederlandse
maakchemie



1.1 Realiseren van een groene chemie

Met het Nederlandse Klimaatakkoord zijn overheid en industrie overeengekomen dat de forse fossiele CO₂-uitstoot van de industrie in 2050 teruggebracht moet worden met 95% ten opzichte van 1990. De kunststoffen- en kunstmestindustrie, ook wel genoemd de 'maakchemie' of de 'kraakchemie', kan een grote bijdrage leveren aan het behalen van die doelstellingen.

Er zijn in Nederland drie industriële clusters met een focus op kunststoffen en kunstmest die in deze agenda als vertrekpunt zijn genomen: Zeeuws-Vlaanderen, Moerdijk en Geleen. Deze clusters huisvesten grote chemische installaties; zo staan er bijvoorbeeld vijf ammoniakfabrieken en zes naftastoomkrakers. Jaarlijks wordt er maar liefst 12 miljoen ton nafta en 2,5 miljoen ton aardgas in deze installaties verwerkt. Omdat deze industrie basismaterialen levert, heeft de regio bovendien grote invloed op het duurzaamheidsprofiel van vele waardeketens *downstream*, waarin deze materialen worden verwerkt tot producten voor bijvoorbeeld de landbouw, de auto-industrie en de bouw, en uiteindelijk tot afval.

Het is voor vergroening van de maakchemie essentieel dat de energietransitie en de grondstoffentransitie hand in hand gaan. Het is terecht dat de focus van de duurzaamheidstransitie allereerst gericht is op de

ontwikkeling en toepassing van duurzame brandstoffen en elektriciteitsopwekking, want een groot deel van de CO₂-uitstoot in *scope 1*² hangt daarmee samen. Het is nu echter zaak om ook de grondstoffentransitie en nieuwe, schone elektrische processen om basismoleculen te maken aandacht te geven – mede in lijn met de 'Industriebrief' van het Nederlandse kabinet.³ Dat is van belang, omdat de Nederlandse maakchemie zich kenmerkt door grote industriële complexen die tot de grootste uitstoters van broeikasgassen in Nederland behoren. De Nederlandse en Europese beprijzing van CO₂ zet in internationale context enorme druk op het verdienvermogen van deze industrie, hetgeen de urgentie van deze agenda verder onderstreept.

Naast de inzet op ondergrondse opslag van CO₂ (CCS), CO₂-vrije elektriciteit en het produceren van groene waterstof door middel van elektrolyse in de energie-

Het is voor vergroening van de basischemie essentieel dat de energietransitie en de grondstoffentransitie hand in hand gaan.

transitie, is de volgende grote en belangrijke stap om grondstoffen zoveel mogelijk hernieuwbaar en circulair in te zetten, waarbij de productie ervan zoveel mogelijk wordt gebaseerd op duurzame energie. Er zijn op dit moment echter vrijwel geen voorbeelden van situaties bekend waarin hernieuwbare en circulaire oplossingen voor de maak-

chemie al op industriële schaal zijn aangetoond. Datzelfde geldt voor nieuwe, op elektriciteit gebaseerde processen voor de maakchemie. De industrie staat dan ook voor een grote opgave, en moet naast de energietransitie aan de slag met de grondstoffentransitie.

1.2 Demonstreren van een nieuwe economie

Vergroening van de chemie is voor Zuid-Nederland noodzakelijk voor het behoud van de sector. Het houdt ook een economische kans in, die nog eens wordt versterkt door de mondiale urgentie en de EU-ambities om de CO₂-uitstoot versneld terug te brengen. Deze kans komt voort uit het feit dat er voor het maken van een grondstoffentransitie nieuwe, innovatieve ketens nodig zijn. Circulariteit betekent immers dat er nieuwe toeleveringen komen, met afhankelijkheden die er eerder niet waren.

Chemiebedrijven moeten gaan samenwerken met agrarische bedrijven, afvalverwerkers en innovatieve mkb-bedrijven en *scale-ups* die nieuwe oplossingen aandragen, ondersteund door kennisinstellingen. Er ontstaat een sterke verbinding met de Nederlandse hightech-sector. Zo gaan groene, *cross-sectorale* waardeketens ontstaan, met

nieuwe opschalingsconcepten, economische activiteit, en werkgelegenheid tot gevolg. Waar in deze agenda de procesindustrie in Zeeuws-Vlaanderen, Moerdijk en Geleen als uitgangspunt is genomen, overstijgen de oplossingsroutes deze gebieden. Er ontwikkelen zich kansen voor Nederland en ook internationaal. Dit betreft kansen rond

Vergroening van de chemie is voor Zuid-Nederland noodzakelijk voor het behoud van de sector en het houdt ook een economische kans in.

grondstoffenverwerking en -opwerking, en export van groene producten, kennis en installaties voor een groene chemie.

In relatie tot de opgaven voor deze industrie heeft Nederland een unieke uitgangspositie om de nieuwe economie die zo ontstaat in binnen- en buitenland te demonstreren. De Nederlandse maakchemie zou zich kunnen ontwikkelen tot een internationaal *testbed* voor de ontwikkeling en opschaling van disruptieve innovaties die samenhangen met de grondstoffentransitie. Omdat de Nederlandse maakchemie zich in Zuid-Nederland concentreert, staat die regio centraal in deze agenda. Het is als chemie-maakregio namelijk een bijzondere regio, vanwege de concentratie aan kunststoffen- en kunstmestproducerende bedrijven, die leveren aan Nederland en de rest van de wereld. De chemiecomplexen in Zeeuws-Vlaanderen, Moerdijk en Geleen vormen clusters met vele grote en kleine bedrijven in de (petro)chemie, de logistiek en de maakindustrie. De regio is ook bijzonder vanwege haar kennis en kunde, de aanwezige toeleverende industrie en de grensoverschrijdende samenwerking binnen het zogenaamde 'ARRRA'-cluster waar de regio deel van uitmaakt. ARRRA, of Antwerpen-Rotterdam-Rhein-Ruhr-Area, is het grootste chemiecluster ter wereld. De regio's binnen dit cluster staan vanwege de klimaatdoelen allemaal voor een min of meer vergelijkbare opgave. Zowel het klimaatbelang als het economisch belang van 'Groene chemie, nieuwe economie' is dan ook zeer groot.

Demonstreren van een nieuwe economie, die voortkomt uit de nieuwe *cross-sectorale* waardeketens, werkt als volgt. Innovatieve grote bedrijven, mkb-bedrijven en *scale-ups* in de regio gaan aan de slag met de ontwikkeling van vernieuwende groene technologieën, producten en processen.

Instellingen uit de regio, zoals Maastricht University, Tilburg University, TU Eindhoven, Brightsite, Chemelot-InSciTe, DIFFER, TNO en diverse HBO- en MBO-instellingen ondersteunen hen daarbij met kennis en kunde – in samenwerking met instellingen van buiten de regio. De aanwezigheid van grote bedrijven als DOW Chemical, SABIC, Air Products, Yara, OCI Nitrogen, Cosun en Shell Moerdijk biedt ze de mogelijkheid om hun oplossingen te demonstreren en in samenwerking op te schalen. Dat gaat niet alleen leiden tot stapsgewijze vergroening van bestaande installaties, maar ook tot de introductie van oplossingen met een meer disruptief karakter. Te denken valt dan aan de inzet van hernieuwbare grondstoffen (zoals suikerbieten en andere geteelde landbouwgrondstoffen) en baanbrekende technologieën (zoals vergassing of plasma-technologie). Zo ontstaan nieuwe afzetmogelijkheden voor *biobased* grondstoffen en afvalstromen. Ook kan het leiden tot andere opschalingsconcepten zoals 'stacking', dat veel wordt toegepast in de hightech-industrie. In aanvulling daarop leidt de ontwikkeling van bijvoorbeeld *state-of-the-art* elektrolyzers en opwerkingsfabrieken voor biomassa en afval tot een in potentie zeer groot nieuw exportpotentieel voor Nederland. Een ontwikkeling als elektrificatie brengt bovendien andere paradigma's met zich mee en verbindt zeer innovatieve bedrijven uit de hightech-industrie met de chemie. Innovatie- en opschalingsconcepten uit de hightech bieden bijzondere kansen. Vergroening van de maakchemie is daarom niet alleen van groot belang voor de toekomst van de genoemde industrieclusters in de zuidelijke provincies. Het is ook van belang voor de toeleverende agro- en hightech-sectoren en voor de chemie in Nederland als geheel.

1.3 Vier vergroeningsrichtingen

Het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' draagt bij aan het realiseren van de groene chemie en het demonsteren van de nieuwe economie zoals hiervoor beschreven. Het richt zich op het circulair inzetten van grondstoffen voor de chemie en op het toepassen van nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen voor het maken van een aantal gangbare basismoleculen.

Binnen die *scope* onderscheidt het programma vier vergroeningsrichtingen:

- 1 Biomassa als grondstof voor de chemie;
- 2 Afval als grondstof voor de chemie;
- 3 CO₂ als 'ontluikende' grondstof voor de chemie;
- 4 Nieuwe, innovatieve op groene elektriciteit gebaseerde processen.

Deze vier richtingen kenmerken zich door hun vergroeningspotentieel en door de economische kansen die ontstaan als gevolg van de cross-sectorale samenwerking die nodig is om oplossingen op te schalen en naar de markt te brengen. Tegelijkertijd maakt deze afbakening duidelijk dat het programma lang niet alle innovaties omvat die nodig zijn om de klimaatdoelen te halen. Zo vallen grote infrastructurele projecten voor het beschikbaar maken van de benodigde hernieuwbare energie

(380kV-aansluitingen, groene waterstof) of voor CCS bijvoorbeeld buiten de reikwijdte van dit programma. Dat geldt ook voor innovaties die deel uitmaken van de energietransitie in de chemie, zoals elektrificatie van bestaande hogetemperatuur processen.

De vier vergroeningsrichtingen worden hieronder kort toegelicht. Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar het in juni 2020 geschreven 'Plan Groene chemie, nieuwe economie'.⁴

1.3.1

Biomassa als grondstof voor de chemie

Biomassa, zoals hout, suikerbiet, suikerriet, plantaardige oliën en vetten, zeewier en gras, is door zijn structuur en functionaliteit geschikt als alternatieve grondstof

LEES DE
INITIATIEVEN
OP PAGINA 26,
27 EN 28

De vier vergroeningsrichtingen kenmerken zich door hun vergroeningspotentieel en door de economische kansen die ontstaan als gevolg van de *cross-sectorale* samenwerking die nodig is om oplossingen op te schalen en naar de markt te brengen.

voor de nu grotendeels op petrochemie gebaseerde procesindustrie. Biomassa ontstaat door middel van fotosynthese, waarbij planten CO₂ uit de lucht onder invloed van licht omzetten in suikers. Dankzij dit circulaire karakter leidt het bij juist gebruik direct tot *end-of-life* emissie-reducties van fossiele CO₂. Momenteel wordt biomassa slechts in beperkte mate ingezet als grondstof voor de Nederlandse procesindustrie. Zo wordt tallolie (een bijproduct uit de papierindustrie) ingezet in krakers, wordt bio-ethanol (uit suiker) bijgemengd in E10-benzine en worden plantaardige (afval)oliën en vetten gebruikt voor de productie van biodiesel. De huidige toepassingen zijn veelal zeer beperkt in omvang of gericht op vervanging van brandstoffen. Er is in potentie veel nodig met biomassa als grondstof.

Hoewel de Nederlandse biomassaproductie ontoereikend is voor de groeiende behoefte van de Nederlandse procesindustrie, blijkt uit verschillende rapporten (bijvoorbeeld een recent rapport van PBL⁵) dat in Europa en mondiaal voldoende biomassa beschikbaar gemaakt kan worden voor gebruik als grondstof. Gecascadeerd, ofwel hoogwaardig, optimaal en efficiënt gebruik van biomassa is daarbij cruciaal. Cascadering impliceert onder andere dat biomassa op de lange termijn (richting 2050) niet kan fungeren als energiedrager, maar wel een belangrijke rol kan spelen in bijvoorbeeld de grondstoffentransitie voor de industrie. Een goede en breed geaccepteerde roadmap is hiertoe noodzakelijk.

De duurzame productie van bionafta genereert de grootste impact met betrekking tot de klimaatdoelstellingen: 10 procent van de huidige 'krakervoeding' vervangen door biomassa levert per jaar al ruim 3 miljoen ton aan CO₂-reductie op. Significante volumes van bionafta zijn echter pas

vanaf 2030 te verwachten. Tot die tijd is het van belang concrete en generieke knelpunten aan te pakken, zodat projecten die potentie hebben om de vereiste grootschalige bijdrage aan het behalen van de klimaatdoelstellingen te leveren, in 2025 al een eerste bijdrage kunnen leveren.

1.3.2

Afval als grondstof voor de chemie

LEES DE
INITIATIEVEN
OP PAGINA 29

Er zijn vele afvalstromen. Soms zijn deze dankzij inzamelcampagnes goed gescheiden, maar vaak ook zijn afvalstromen ongescheiden. Plastics voor hergebruik zijn van hoge waarde, en ook biogeen materiaal kan goed heringezet worden. Plastics spelen een belangrijke rol in de duurzaamheidstransitie, want de uitstoot van broeikasgassen bij het fabriceren of verbranden ervan en de vervuiling van oceanen met plastic afval zijn verontrustend. Het bedenken en implementeren van innovaties die een circulaire economie van plastics mogelijk maken is daarom van groot belang

Veel van de plastics die we vandaag de dag gebruiken kunnen in principe al gerecycled worden. Vanwege technische, economische en logistieke redenen wordt er echter nog veel te weinig plastic afval omgezet in nieuwe grondstoffen voor plastic producten. Zo wordt er tegenwoordig in de Nederlandse economie ongeveer 2 miljoen ton per jaar (in 2030 naar verwachting gegroeid tot bijna 2,5 miljoen ton) aan plastics gebruikt (de rest van de Zuid-Nederlandse productie wordt geëxporteerd). Slechts ongeveer 14% van het gebruikte plastic wordt momenteel (met name mechanisch) gerecycled. Het overgrote deel van het plastic afval gaat naar afvalverbrandingsinstallaties (AVI's), om daar te worden verbrand ten behoeve van de energieproductie.

Wanneer er meer plastic wordt gerecycled, wordt er minder verbrand. Voor de afvalverwerkingsindustrie levert dat dus direct minder broeikasgasemissie op in *scope 1*. Recycling draagt voor de chemische industrie echter niet bij aan broeikasgasemissie in *scope 1*, maar het heeft wel een gunstig effect in *scope 3*. Er wordt geschat dat er door middel van recycling in theorie zo'n 9,7 à 11,5 miljoen ton aan *scope 3* CO₂-emissie voorkomen kan worden in 2050. Om dat te bereiken, is er meer plastic afval nodig dan dat er alleen in Nederland beschikbaar is: er zal ook import van Europees plastic afval nodig zijn.

1.3.3

CO₂ als ontluikende grondstof voor de chemie

LEES DE
INITIATIEVEN
OP PAGINA 30

Ook CO₂ als zodanig is een potentiële grondstof voor de chemie. Mogelijke bronnen van CO₂ variëren van industrieel tot atmosferisch. Belangrijk is hier de toekomstige dynamiek van CO₂-emissiereductie. Sommige huidige industriële bronnen leveren zuivere CO₂, die op korte termijn afgescheiden en ondergronds opgeslagen kan worden (CCS), andere bronnen zoals rookgas bevatten hoge, bruikbare concentraties CO₂. Een aantal van die bronnen kan in de toekomst worden geëlimineerd, terwijl nieuwe duurzame technologieën zoals fermentatie of (partiële) verbranding met zuivere zuurstof juist nieuwe kansen bieden.

Om CO₂ als grondstof te benutten kan het uit een bron worden afgevangen en eventueel gezuiverd om tot reactie te kunnen worden gebracht. Een al langer bekende manier verloopt via reactie met een geschikte overmaat waterstof: syngas, waaruit een keur aan producten kan worden gemaakt, zoals alcoholen, methaan, of nafta. Syngas kan ook rechtstreeks worden bereid uit biomassa

of koolstofhoudend afval (zoals biomassa, koolmonoxide en industrieel afvalgas) en eventueel worden verrijkt met groene waterstof. Weer andere manieren slaan de stap met waterstof over en gebruiken water en koolzuur als grondstoffen en elektriciteit of licht als energiebron, waarbij ook directe, gekatalyseerde precisie-reacties naar gewenste producten mogelijk zijn. Deze veelbelovende technologieën zijn op enkele na momenteel doorgaans (zeer) laag-TRL.

Een nadeel van het gebruik van CO₂ als grondstof ligt in de vereiste hoeveelheid energie. CO₂ neemt een minimum energietoestand in en om er producten uit te maken vereisen de meeste processen de opname van meer energie dan bij omzetting van biomassa of plastic het geval is. Biomassa en plastic dragen al veel van de benodigde energie in zich mee (biomassa en plastic zijn immers brandbaar). Ook het afvangen van CO₂, bijvoorbeeld uit de atmosfeer, kan nog niet efficiënt qua kosten en energieverbruik. Er liggen echter wel degelijk kansen voor CO₂ als de omzetting zeer efficiënt kan geschieden. De kern van het probleem is daarmee niet per se de benodigde hoeveelheid energie, al speelt dit qua efficiency wel degelijk mee, maar dat de benodigde waterstof (of energie waarmee de waterstof wordt gemaakt), groen moet zijn om effect te kunnen hebben. De vraag doet zich dan voor of ontwikkeling en opschaling van dit soort technologieën nu al voorrang zou moeten krijgen boven andere CO₂-reducerende opties. In een verdere toekomst echter, als de beschikbaarheid van CO₂-vrije energie niet langer zo beperkend is, zijn CO₂-gebaseerde technologieën wellicht onmisbaar om te voorzien in onmisbare brandstoffen en de te verwachten zeer sterke groei van de mondiale productie van kunststoffen tot 2050.⁶ Gezien de vaak lange ontwikkeltijden moeten de fundamenten thans al worden gelegd.

1.3.4

Nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen

Elektrificatie is een containerbegrip waarachter een palet aan verschillende technologieën en toepassingen schuilgaat, die zich in verschillende ontwikkelstadia bevinden. Het technische en economische potentieel verschilt per techniek en sector. Technologieën op zogenaamd 'utility-niveau' (warmte, waterstof) zijn makkelijker in te passen dan technologieën op procesniveau (thermo- of elektrochemisch). Het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' beperkt zijn scope tot het gebruik van elektriciteit om met nieuwe processen de productie van basischemicaliën te verduurzamen. Concreet gaat het hier om elektrolyse en plasmatechnologie:

- **Elektrolyse:** voor de procesindustrie gaat het hier vooral om het maken van groene waterstof met elektrolyse. De kosten van elektrolyzers en CO₂-vrije elektriciteit moeten flink dalen en de beschikbaarheid van CO₂-vrije elektriciteit moet flink stijgen om groene waterstof concurrerend te maken. Nederland heeft met haar ligging aan de Noordzee, haar grote industriële clusters én haar krachtige hightech maakindustrie echter een unieke kans om een stevige rol te spelen in de opschaling van nieuwe, innovatieve elektrolyzers.
- **Plasmatechnologie:** plasmatechnologie maakt het in principe mogelijk om groene waterstof en etheen energetisch efficiënt en CO₂-vrij uit onder andere toekomstig industrieel afval, zoals methaan, te maken op basis van duurzame elektrische energiebronnen. Methaan, momenteel vooral bekend als aardgas, komt in toenemende mate vrij uit verschillende processen, zoals in de maakchemie als gevolg van

het elektrificeren van de krakers en het gebruik van biovergassingsinstallaties. De implementatie van plasmatechnologie op industriële complexen kan op grote schaal bijdragen aan de eliminatie van CO₂-emissie van zowel elektrische kraakprocessen als waterstofproductie. Juist voor de grote chemische complexen waar zowel koolwaterstoffen voor kunststoffen geproduceerd worden, en waar een grote behoefte aan waterstof is, is dit een belangrijke technologie. Ook biedt de technologie voordelen voor het circulair inzetten van grondstoffen: zo kan de geproduceerde etheen als grondstof verder verwerkt worden in bestaande etheenverwerkende installaties.

1.4 De potentiële impact van ‘Groene chemie, nieuwe economie’

1.4.1

Het CO₂-vervangingspotentieel kan oplopen op tot 40 Mton/jaar in 2050

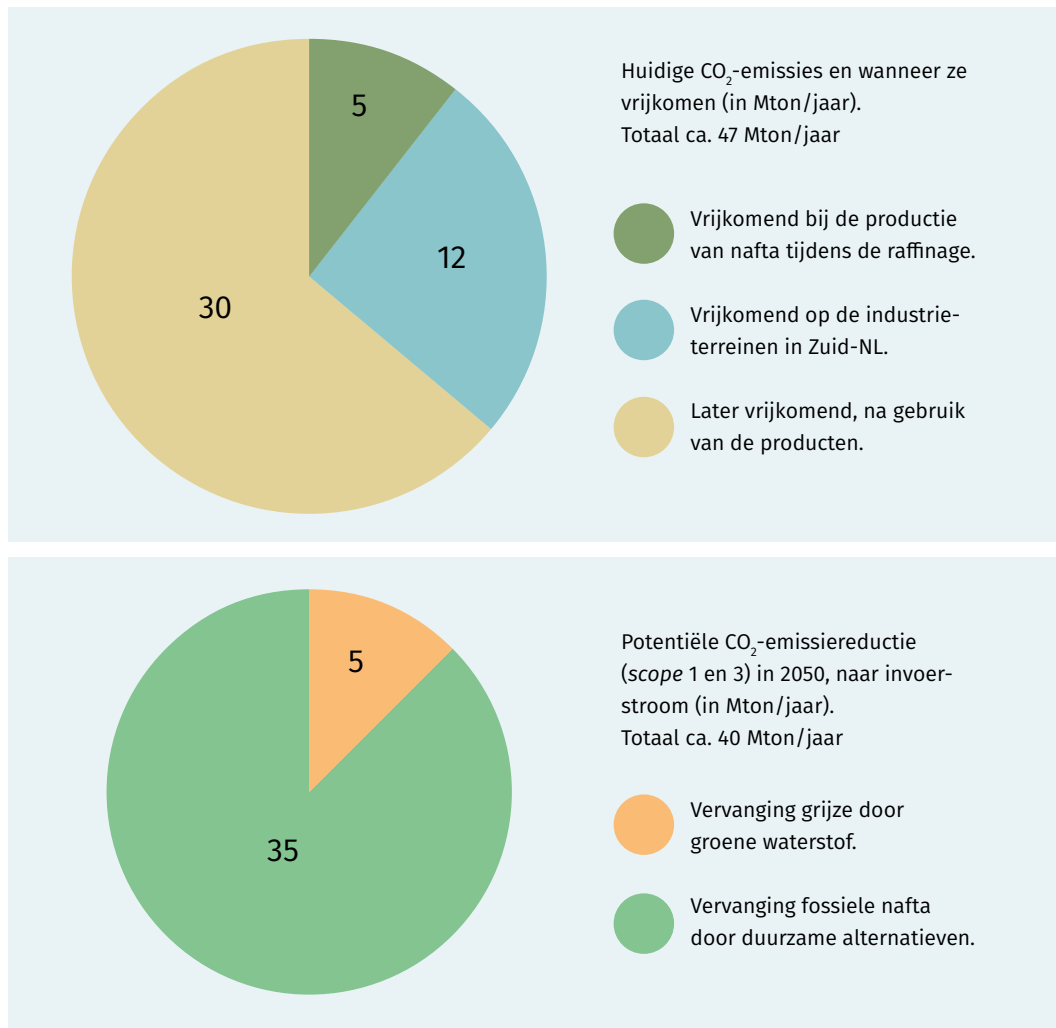
De hiervoor beschreven vergroeningsrichtingen hebben het potentieel om de scope 1 en 3 emissies van de gezamenlijke Zuid-Nederlandse basischemie in 2050 voor een groot deel te elimineren, zo blijkt uit een analyse van Brightsite. Voor de schatting is uitgegaan van een jaarlijks verbruik van 12 miljoen ton nafta en 2,5 miljoen ton aardgas voor de drie grote industriële complexen in Terneuzen, Geleen en Moerdijk. Dit wordt gebruikt als grondstof voor kunstmest en kunststoffen, en als energiebron voor de chemische processen. De met deze invoerstromen samenhangende CO₂-emissies in scope 1 en 3 worden geschat op zo'n 47 miljoen ton per jaar, waarvan ongeveer 15 miljoen ton directe CO₂-uitstoot (scope 1). De overige 32 Mton is indirecte uitstoot (scope 3), onder andere als gevolg van fossiele grondstofwinning, (plastic) afvalverbranding en ontleding in het milieu. Van de 47 miljoen ton komt 5 miljoen ton vrij tijdens het vervaardigen van de nafta in het raffinageproces, 12 miljoen ton op

de industrieterreinen zelf en 30 miljoen ton later, na gebruik van de producten.

Onder een aantal aannames, die verderop worden toegelicht, is ook een schatting gemaakt van het jaarlijkse CO₂-emissiereductiepotentieel scope 1 en 3. Daaruit blijkt dat dit zou kunnen oplopen tot jaarlijks zo'n 40 miljoen ton in 2050 (ten opzichte van huidige emissies). Hiervan hangt ongeveer 5 miljoen ton samen met de vervanging van grijze waterstof door groene waterstof, door middel van de grondstoffen biomassa en afval. De andere 35 miljoen ton komt voort uit de vervanging van fossiele nafta door duurzame grondstoffen. Uitgesplitst naar de drie soorten grondstoffen is het beeld dat biomassa, afval en CO₂ elk ruwweg een derde van de potentiële impact voor rekening kunnen nemen. Nieuwe, innovatieve op groene elektriciteit gebaseerde processen nemen hiervan ongeveer 10% van de 40 miljoen ton voor rekening. Het totale vervangingspotentieel komt daarmee dicht in de buurt van de totale jaarlijkse uitstoot van de installaties in Zuid-Nederland: de hierboven genoemde 47 miljoen ton. **Figuur 2** geeft de bevindingen grafisch weer.

De vergroeningsrichtingen hebben het potentieel om de scope 1 en 3 emissies van de gezamenlijke Zuid-Nederlandse basischemie in 2050 voor een groot deel te elimineren.

Figuur 2: Schatting van de huidige CO₂-emissies van de basischemie in Zuid-Nederland (boven) versus de geschatte potentiële CO₂-emissiereductie van 'Groene chemie, nieuwe economie' in 2050 (bron: Brightsite).



De benadering die voor het maken van de schatting is gevolgd, berust op een 'drieluik' van grondstoffen via technologieën naar impact:

- **Grondstoffen:** Er zijn verschillende bronnen voor nieuwe grondstoffen, zoals afval (plastic en afval van bos- en akkerbouw) en landbouwproducten. Daar moeten basismaterialen uit worden bereid, geschikt voor grootschalige toepassing, anders kan de beoogde impact niet worden bereikt.
- **Technologieën:** Er zijn verschillende technologieën waarmee zulke basismaterialen kunnen worden gemaakt uit ruwe producten.

Nieuwe chemische of biotechnologieën kunnen deze ruwe producten vervolgens omzetten in grondstoffen voor bestaande of nieuwe chemische of biotechnologieën, naar bestaande of nieuwe basismoleculen voor de chemie. De negen illustratieve opschalingsinitiatieven, die verderop worden toegelicht, geven een indicatie van het pallet aan technologieën die in de berekeningen zijn betrokken.

- **Impact:** De impact, CO₂-emissiereductie, resulteert uit de uitrol van bewezen demo's die van meet af aan zijn ingericht op impact en het grootschalig bereiken van resultaat.

Binnen dit drieluik is een aantal concrete routes geïdentificeerd die verschillende categorieën grondstoffen, technologieën en producten aan elkaar koppelen, op grond waarvan de impact op scope 1 en 3 reductie van CO₂ vervolgens kan worden geschat. Voor het rekenen zijn de volgende ambitieuze, doch realistische aannames gedaan:

- De eerste concrete opschaling richting 2025 wordt ter hand genomen zoals beschreven in deze actieagenda en geïllustreerd met de diverse opschalingsinitiatieven, waarbij de procesindustrie in Zuid-Nederland meedoet aan alle vier vergroeningsroutes naar 2050.
- Er ontstaat op redelijke termijn een gelijk speelveld voor energie en grondstoffen, uitgaande van een ketenbenadering voor het bepalen van de broeikasgasuitstoot en de *incentives* die worden ingesteld om de uitstoot te reduceren met inachtneming van de hele keten (*scope 3*).
- CO₂-vrije elektriciteit is voldoende voorhanden, inclusief de daarmee samenhangende technologieën voor stabilisering van het elektriciteitsnet door verregaande systeemintegratie (zoals batterijen en *cross-sectorale* digitalisatie).
- Het gebruik van elektriciteit en waterstof als energiedrager of grondstof ontwikkelt zich op basis van verwachte baten voor huidige investeerders én toekomstige gebruikers.
- Verbeteringen en optimalisaties in proces-technologie zetten door, waardoor er minimale verliezen in de keten optreden.
- Er komen heldere, breed geaccepteerde richtlijnen voor grootschalig gebruik van biomassa. Landbouw- en bosbouwpotentieel nemen toe in duurzame vorm, zonder concurrentie met de voedselketen en natuur. Zo is landbouw voor biograndstoffen als hoofdstroom toegestaan. Het suikerbietenvolume in de berekeningen is gebaseerd op de huidige top-opbrengsten per hectare, het opwaartse potentieel op verwachtingen in de roadmap van

- ChemistryNL ⁷, dat verdubbelde opbrengsten aan suiker per hectare voorziet; het landareaal is gebaseerd op wat mogelijk wordt geacht in 2050 in Nederland (100.000 hectare extra ten opzichte van nu; deze succesfactor vereist dus wel navenant beleid), opwaarts potentieel op een even grote extra import uit Noord-Frankrijk. Voor hout is uitgegaan van duurzame bosbouw gebaseerd op jaarlijkse aanwas, in Nederland en West Europa in 2050 200.000 hectare, opwaarts potentieel via een even grote import uit Scandinavië. Ook deze succesfactor vereist navenant beleid.
- De beschikbaarheid van afval als grondstof neemt toe door veranderende consumptiepatronen en betere recycleermethoden. Het afvalvolume voor 2025 is gebaseerd op het totale afvalvolume in Nederland, voor 2030, en daarna is (retour-)import van met name plastic afval beschikbaar en toegestaan. Uitgangspunten zijn: de Nederlandse afvalsector ⁸; allerhande koolstofhoudend afval van industrie en consument; dat afvalverbranding in AVI's zal worden geminimaliseerd; dat sortering voor hergebruik uiteindelijk rationeel wordt beslecht.
 - De uitrol van al uitontwikkelde vergassings-technologie, zoals bijvoorbeeld beoogd op Chemelot (vergassing naar syngas of waterstof), zet door. Idem voor de ontwikkeling van integraal-goedkope elektrolyse-technologie voor waterstof uit water.
 - Er ontwikkelen zich nieuwe businessmodellen en waardeketens, als belangrijke 'enablers' voor de nieuwe economie – bijvoorbeeld ten aanzien van *cross-sectorale* consortiumvorming.

Uiteraard kan niemand in de toekomst kijken, zeker niet tot 2050. Ontwikkelingen in technologie, beleid en economie zijn ongewis. Dat geldt ook voor de gestelde aannames, bijvoorbeeld ten aanzien van de beschikbaarheid van groene stroom, biomassa of de import van afval. Er is daarom nog geen

technologische of economische zekerheid dat het besparingspotentieel daadwerkelijk gerealiseerd zal worden. Echter, onder de onzekerheden in deze documentatie liggen 'succesfactoren' (*key success factors*, KSF's): concrete, kwantitatieve aannames, niet onrealistisch (onrealistisch zou bijvoorbeeld zijn in strijd met de wetenschap, of uit de lucht gegrepen) die in 2050 gerealiseerd kunnen worden als resultaat van realistische beleidskeuzes en technische plus maatschappelijke verwachtingen (zoals ten aanzien van het doorlopen van technische leercurves). Zo hebben de vier vergroeningsrichtingen en daaruit voortkomende concrete ontwikkelopties ondanks deze onzekerheden ook opwaarts potentieel en daarmee gezamenlijk een aantoonbaar zeer adequate impact, waarmee een groot deel van de klimaatopgave voor de basischemie in Zuid-Nederland lijkt te kunnen worden ingevuld. Het is urgent dat er nu vaart gemaakt wordt met de opschaling van deze innovaties zodat de ketens zich daaromheen vormen. Welke innovatie of welke keten precies hoeveel zal bijdragen zal uiteindelijk moeten blijken, maar realisatie op industrieel demonstratievolume is nodig in 2025-2030 om de nu bekende opties daarna maatschappelijk uit te kunnen rollen om de doelstellingen tijdig te halen. Gezien het grote belang bijtijds te kunnen implementeren is het verstandig om tot 2030 alle genoemde vergroeningsroutes op te schalen, tenminste totdat voortgeschreden inzicht eventueel leidt tot prioritering van een of enkele routes.

1.4.2

De potentiële economische impact

Op dit moment levert de fossiele chemie, net als de landbouw, een belangrijke bijdrage aan werkgelegenheid, BBP en export (handelsbalans). Er is voor beide sectoren in Zuid-

Nederland daarom op economisch gebied veel te verliezen, óf te winnen door middel van de transitie naar een groene chemie. Het is moeilijk te voorspellen wat voor impact de groene chemie precies op de werkgelegenheid in de regio zal hebben, iets dat versterkt wordt door de vernieuwende en nog veelal onbekende *cross-sectorale* waardeketens die de nieuwe chemie zullen kenmerken. Ook is de toekomstige economische impact van de grondstoffentransitie, in tegenstelling tot die van de energietransitie, nog onderbelicht. Het is echter zeer waarschijnlijk dat als er niks gebeurt, de chemie in de regio vóór 2050 aan externe concurrentie uit goedkopere landen verloren zal gaan. Succesvol vergroenen leidt tot behoud en/of verduurzaming van huidige arbeidsplaatsen en creëert daarnaast nog eens extra werkgelegenheid door de nieuwe waardeketens.

In een aantal publicaties worden indicatieve schattingen gegeven over wat de groene chemie kan betekenen voor de werkgelegenheid in de regio. Uit berekeningen van Panteia en Etil blijkt dat de industriële toepassing van de nieuwe typen grondstoffen en elektrische processen op korte termijn positieve consequenties heeft voor de werkgelegenheid in verschillende sectoren.⁹ Zo wordt er, mede dankzij de grote investeringen die voor een groene chemie in nieuwe installaties zullen moeten worden gedaan, tot 2025 een werkgelegenheidsgroei van 2,5% per jaar voorzien in de machine-apparaten- en metaalindustrie. In de chemische industrie gaat het om een groei van 2% per jaar. Hierbij liggen er vooral kansen op Chemelot, in Moerdijk, rond Vlissingen en Terneuzen, en bij de verschillende kennisinstellingen. Voor de chemische industrie betekent dit volgens de genoemde bureaus op termijn dat er, alleen al door de inzet van technologieën en processen die binnen de scope van deze actieagenda vallen, zo'n 8000 tot 10.000 extra banen kunnen ontstaan in de regio.

Ook andere vergroeningsrichtingen in de chemie en energie hebben een positieve invloed op de werkgelegenheid.^{9, 10} De extra banen die daardoor worden gecreëerd kunnen er dus nog bij worden opgeteld.

Niet alleen op grote chemie-sites creëert de nieuwe, groene chemie werkgelegenheid; immers, de nieuwe grondstoffen zullen voor een deel komen uit afvalstromen en land- en bosbouw. Zo zal volgens de eerdergenoemde schattingen van Brightsite de teelt van biograndstoffen in de komende jaren flink uitgebreid worden, wat een positieve invloed heeft op de werkgelegenheid in de agrarische sector. In lijn met de schattingen van de voor 2050 beoogde volumes aan biograndstoffen zouden er zo'n 4000 banen in de agrarische sector kunnen worden gecreëerd.¹¹ Daarnaast biedt de groene chemie extra kansen voor de landbouwsector; afhankelijk van hoe nieuwe, *cross-sectorale*, waardeketens van de verschillende *biobased* initiatieven worden ingericht, zouden boeren bijvoorbeeld op plaatselijk niveau al eenvoudige oogst-

bewerkingen kunnen doen om een aanvullend inkomen te verdienen.¹² In de afvalverwerkende industrie zouden er, los van de recyclingfaciliteiten zelf, op korte termijn 1000-2000 banen gecreëerd kunnen worden voor het verzamelen, sorteren en transporteren van plastic afval.¹³ Aangezien de beoogde recyclingvolumes tot 2050 flink zullen toenemen, zal in dit scenario het aantal banen dat in deze sector wordt gecreëerd de komende jaren blijven groeien.

Een groene chemie biedt vele kansen, maar ook uitdagingen. Om een nauwkeuriger inzicht te krijgen in de potentiële economische impact van de groene chemie dienen scenario's opgesteld te worden waarmee de (directe en indirecte) gevolgen van de transitie kunnen worden doorgerekend. Het is zaak om inzicht te krijgen in hoe de bijpassende nieuwe economie er uit zou kunnen zien en hoe hij gerealiseerd kan worden. Dit wordt bij het vormgeven van deprogrammatische aanpak voor 'Groene chemie, nieuwe economie' meegenomen.

1.5 Negen illustratieve opschalingsinitiatieven

Deze paragraaf beschrijft een eerste serie van negen kansrijke opschalingsinitiatieven, die door de industrie zijn aangedragen.¹⁴ In al deze initiatieven gaat het om opschaling tot industrieel relevante volumes, de vorming van nieuwe ketens en ecosystemen, en het opdoen van praktijkkennis en ervaring.

Ook geldt voor alle negen initiatieven dat ze potentie hebben om in 2025 een industrieel relevante omvang te bereiken, om daarna naar een economisch relevante omvang door te groeien. Hoewel er meer initiatieven

nodig zijn om het volledige 'vergroenings-potentieel' zoals hiervoor werd beschreven te ontsluiten, wordt met deze initiatieven wel een eerste stap in de goede richting gezet.

Coalitie 'Geteelde biograndstoffen als duurzame *feedstock* voor de chemie'

Een groep van twee industriële keten-spelers, Maastricht University (BISCI), TNO en Bio Transitie Consultants werkt aan het opzetten van een nieuwe verwerkingsketen om de chemie te voorzien van biograndstoffen. Suikerbieten, granen, maar ook olifantengras bieden kansen. Initieel wordt de suikerbiet-keten opgepakt. De vraag is welke voorwaarden de chemie stelt aan de te leveren *feedstock* en wat de meest ideale route is voor een jaarrond leveringszekerheid. Het draait om opschalen van teelt, eerste verwerking tot grondstof, logistiek en opslag, verwerking tot *feedstock* (bijvoorbeeld melkzuur) en toepassing tot bijvoorbeeld *biobased* kunststoffen als PLA. Er zijn verschillende routes mogelijk, die gecombineerd een relevant volume *feedstock* kunnen creëren.

Suikerbieten zijn een zeer geschikte biograndstof. Ten eerste leggen suiker-

bieten zeer veel CO₂ per hectare vast, met een hoge droge-stofopbrengst per jaar. De teelt is doorontwikkeld in Nederland en Europa. Het areaal kan relatief snel fors uitgebreid worden, zonder dat het concurreert met de voedselproductie. Dat biedt de mogelijkheid om biograndstoffen regionaal te *sourcen*, waarmee de EU minder afhankelijk wordt van toevoer uit andere werelddelen. Zo voegt teelt waarde toe aan de verschillende regionale economieën.

Tijdens de totstandkoming van deze agenda zijn rondetafelgesprekken gevoerd over dit onderwerp, met vertegenwoordigers vanuit de betrokken sectoren. Er is een begin gemaakt met coalitievorming, waarbij enkele grote bedrijven hun interesse om aan te sluiten kenbaar hebben gemaakt. Een subsidie-aanvraag voor validatie is ingediend.

In al deze initiatieven gaat het om opschaling tot industrieel relevante volumes, de vorming van nieuwe ketens en ecosystemen, en het opdoen van praktijkkennis en ervaring.

OPSCHALINGSINITIATIEF

2

BrigH2

Vergassing van getorreficeerde biomassa¹⁵

De startup BrigH2 werkt aan het opzetten van een demonstratiefabriek voor het produceren van groene waterstof, zuivere BioCO₂, en BioChar via de vergassing van getorreficeerde biograndstof (takken, bladeren, stro en afgekeurd hout).

De groene waterstof en BioCO₂ kan direct op Chemelot als grondstof ingezet worden voor groene chemie. Het doel is om groene waterstof te produceren van hoge zuiverheid om de inzet in de transportsector mogelijk te maken.

Door gebruik te maken van getorreficeerde biograndstoffen wordt de productie-efficiëntie verhoogd: er is minder massa en transport nodig om tot eenzelfde hoeveelheid waterstofgas te komen. Daarnaast is deze technologie goed schaalbaar. De kosten voor het opschalen van de produc-

tie zijn ten opzichte van andere technologieën relatief laag. De productie van zuiver synthesesgas als intermediair biedt vele aanknopingspunten voor andere groene chemie processen, zoals de productie van bioethanol, biomethanol, bioetheen en biogas.

De afgelopen maanden heeft BrigH2 zich gepresenteerd aan de werkgroep Kapitaal van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' en is de businesscase in verder detail uitgewerkt. Er zijn contacten en meerdere gesprekken geweest met alle ketenpartners en geïnteresseerden in de bio-grondstofvoorziening en voor de verkoop van groene waterstof en Bio-CO₂. Het bedrijf is opgericht, het beginkapitaal is gestort en de eerste subsidie is aangevraagd bij de ROM's.

OPSCHALINGSINITIATIEF

3

G.I. Dynamics

Productie van ethyleenoxide uit bio-ethanol

G.I. Dynamics wil met het project 'Biogate Europe (BGE)' ethyleen en ethyleenoxide gaan produceren uit bio-ethanol. Dit proces is zeer efficiënt omdat er nagenoeg geen massaverlies optreedt. De technologie

heeft zich al op industriële schaal bewezen in Amerika, India, China en Taiwan, wat de mogelijkheid geeft voor een commerciële productiefabriek in Nederland. Ethyleenoxide heeft een brede toepasbaarheid

3

als *biobased* grondstof. Het kan worden gebruikt in eindproducten als plastics maar kan ook worden doorontwikkeld tot toepassingen in matrassen, cosmetica, wasmiddelen en textiel. Ook biedt dit proces een afzetmarkt voor (lokale) producenten van bio-ethanol, en dus een mogelijke koppeling met het initiatief 'Geteelde bio-grondstoffen als duurzame *feedstock*'.

Na een afgeronde *pre-feasibility* studie in 2019 hebben G.I. Dynamics en Circular Biobased Delta de afgelopen maanden de businesscase verder uitgewerkt om gereed te zijn voor een volledige haalbaarheidsstudie met een consortium in 2021.

OPSCHALINGSINITIATIEF

4

Relement

Productie van *specialty* bio-aromaten uit hemicellulose reststromen

Aromaten zijn belangrijke bouwstenen in chemisch producten: ze zorgen voor eigenschappen als hardheid en stabiliteit in bijvoorbeeld verf. De *startup* Relement wil met de productie van *biobased specialty* aromaten een alternatief bieden voor fossiele aromaten. *Biobased* aromaten maken betere producteigenschappen mogelijk dan hun fossiele tegenhangers, en hun productie en gebruik gaat gepaard met aanzienlijk lagere CO₂-emissies. Deze combinatie van betere eigenschappen en lagere CO₂-uitstoot is een belangrijke reden dat Relement succesvol zal zijn. Momenteel voert Relement testen uit met verschillende afnemers, waarna het bedrijf wil starten met de *batch*-gewijze productie van haar product.

Relement is op het moment van schrijven van deze agenda druk bezig met het onder-

zoeken van financieringsopties via een consortium van Innovation Industries, BOM, IQ en Invest-NL. Daarnaast worden belangrijke milestones ondergebracht in projecten, zoals 'Bright Coatings'. 'Bright Coatings' gaat om opschalen van bio-aromaten en het op de markt brengen van bio-aromaten in *coatings* samen met lokale verfbedrijven en industriële gebruikers van verf. De afgelopen maanden heeft Relement zich ook gepresenteerd aan de werkgroep Kapitaal van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie'. In de volgende fase gaat Relement opschalen naar een continu productieproces. Met als doel kostenverlaging, een nog grotere verlaging van CO₂-uitstoot en grotere productiecapaciteit. Het continue productieproces zal gerealiseerd worden op basis van kennis ontwikkeld door TNO, binnen het Biorizon onderzoeksprogramma.

OPSCHALINGSINITIATIEF

5

Synova Power

Kraken van plastic afval door middel van vergassing

Synova Power maakt gebruik van een vergassingstechnologie voor de recycling van onder andere plastics. Plastic afval of afval met een biogene component uit huisvuil wordt hierbij gekraakt tot een koolwaterstofrijk gas, op een relatief lage temperatuur van ongeveer 700°C. Deze vergassing-pyrolyse techniek levert hetzelfde product op als een reguliere naftakraker, dat na reiniging kan worden gebruikt voor

onder andere de productie van plastics en brandstoffen. Deze technologie kent grote voordelen: het is effectief, reduceert CO₂-uitstoot en is al ver ontwikkeld.

De afgelopen maanden is binnen Synova hard gewerkt aan het vormgeven van een eerste investeringsbeslissing voor verdere opschaling.

OPSCHALINGSINITIATIEF

6

Waste4ME en Teknow

Maken van *crackerfeed* uit plastic afval door middel van pyrolyse

Pyrolyse is een veelzijdig proces dat gemengde plastic afvalstromen kan verwerken. Het proces produceert pyrolyseolie, dat kan worden gebruikt voor de productie van verschillende chemicaliën. Port of Moerdijk is bezig met het opschalen van twee initiatieven uit de Pyrolyseproeftuin Zuid-Nederland, te weten Waste4ME en Teknow. Waste4ME werkt momenteel aan de ontwikkeling van een 35 kton installatie (oplevering beoogd in 2022). Teknow heeft een consortium gevormd met VOPAK en Nowaste en gaat

zich met een bestaande 15 kton installatie vestigen in Moerdijk of Rotterdam.

De afgelopen maanden heeft Waste4Me zich gepresenteerd aan de werkgroep Ketenvorming van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie', waarin de triple helix-organisaties en ROM's van de drie zuidelijke provincies vertegenwoordigd zijn.

Alta Carbon Technologies

Carbon Capture and Utilisation (CCU)

Alta Carbon Technologies heeft een schonere, zeer schaalbare technologie met hogere energie-efficiëntie ontwikkeld die rest-CO₂ omzet in hoogwaardige carbonaten. De carbonaten zijn geschikt voor meerdere afzetmarkten, waaronder de snelgroeiende accu-industrie. Met de circulaire CCU-technologie van Alta Carbon Technologies worden CO₂-emissies verlaagd, omdat rest-CO₂ niet wordt uitgestoten, maar langdurig wordt opgeslagen in al bestaande producten (*carbon sink*). Dat leidt tot een duurzaam en rendabel

businessmodel voor Alta Carbon Technologies, haar toeleveranciers, haar afnemers en de maatschappij. Het ACT-initiatief leidt bovendien tot aanzienlijke werkgelegenheid, behoefte aan onderzoek en een groot exportpotentieel voor Nederland. De voorbereiding voor het realiseren van een industriële *pilot plant* is klaar (o.a. patenten, FEED en *detailed engineering*) en het afronden van de (impact)financiering is een stap die het bedrijf op korte termijn wil zetten.

De carbonaten zijn geschikt voor meerdere afzetmarkten, waaronder de snelgroeiende accu-industrie.

Brightsite

Productie van waterstof en etheen met behulp van plasmatechnologie

Brightsite wil groene waterstof en etheen uit methaan gaan maken met behulp van plasma-technologie en op basis van duurzame elektrische energiebronnen. Waterstof is op Chemelot een belangrijke grondstof voor de productie van ammoniak en kunstmest door OCI Nitrogen, en etheen is de basis-grondstof voor de fabricage van kunststoffen door SABIC. De huidige productieprocessen van waterstof en etheen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor ongeveer 50% van de CO₂-uitstoot op Chemelot. Door gebruik te maken van plasmatechnologie kunnen broeikasgasmismissies worden verlaagd en wordt circulair gebruik van grondstoffen gestimuleerd.

De basistechnologie stamt uit de jaren '40 van de vorige eeuw, maar kan door integratie van nieuwe inzichten

functioneren als een breed inzetbare doorbraaktechnologie. De Nederlandse hightech-industrie onderscheidt zich in een aantal marktsegmenten met plasma-technologie (semiconductors, gezondheid, kernfusie). Kennis en kunde van de hightech-industrie wordt in dit programma gericht op chemische applicaties.

In 2020 hebben de initiatiefnemers een MOOI- aanvraag ingediend om de innovatie te demonstreren en op te schalen. Ook is er een TSE Haalbaarheidsfinanciering toegezegd; de haalbaarheidsstudie is op 1 februari 2021 van start gegaan.

Diverse partijen

Innovatieve Elektrolyse

Huidige elektrolyse-oplossingen ('alkaline') zijn gebaseerd op relatief oude technologieën en leveren waterstof tegen een kostprijs die factoren hoger is dan de huidige,

veel gebruikte SMR-technologie. Er is dan ook grote behoefte aan innovatieve elektrolyse-oplossingen. Uit recent onderzoek van bijvoorbeeld TNO/FME¹⁶ is gebleken

dat de Nederlandse hightech-industrie belangrijke kennis en kunde in huis heeft voor innovatieve oplossingen. Ketenvorming voor een innovatietraject met betrokkenheid van bedrijven uit de chemie-, energie- en HTSM-sector kan leiden tot technologische doorbraken en exportmogelijkheden van apparatuur. De markt ontwikkelt zich snel, onder andere dankzij grote investeringen in groene waterstof vanuit de EU en de lidstaten.

Uit een door het aanjaagteam georganiseerde verkenning tussen Zeeuwse energie- en chemiebedrijven en onder leiding van Smart Delta Resources, VDL en een vertegenwoordiging van de Nederlandse hightech-kennissector is de behoefte aan innovatie bevestigd. Echter, momenteel is de Nederlandse hightech-sector nog onvoldoende in staat om met een concrete propositie een consortium te vormen met de geconsulteerde Zeeuwse partijen. Een dergelijke propositie kan die van producent of leverancier van elektrolyzers zijn (een OEM), of die van component- en kennis-toeleverancier voor bestaande producenten van elektrolyzers. Een denkbaar scenario is, dat naast de te verwachten grote investeringen in elektrolyzers in Zeeland, er de komende jaren ook geïnvesteerd wordt in een traject waarin de HTSM-sector innovaties

kan demonstreren in samenwerking met operators in Zeeland. Een 3 MW verbeterde alkaline-elektrolyser, beschikbaar in 2025, is een reële uitdaging.

In februari 2021 hebben FME en TNO het initiatief genomen om een elektrolyser-makersplatform op te zetten. Dit platform heeft de ambitie om binnen drie jaar een *pilot* te laten draaien van een, in Nederland geproduceerde, elektrolyser van 1-2 MW. De partijen in het platform gaan aan de slag om:

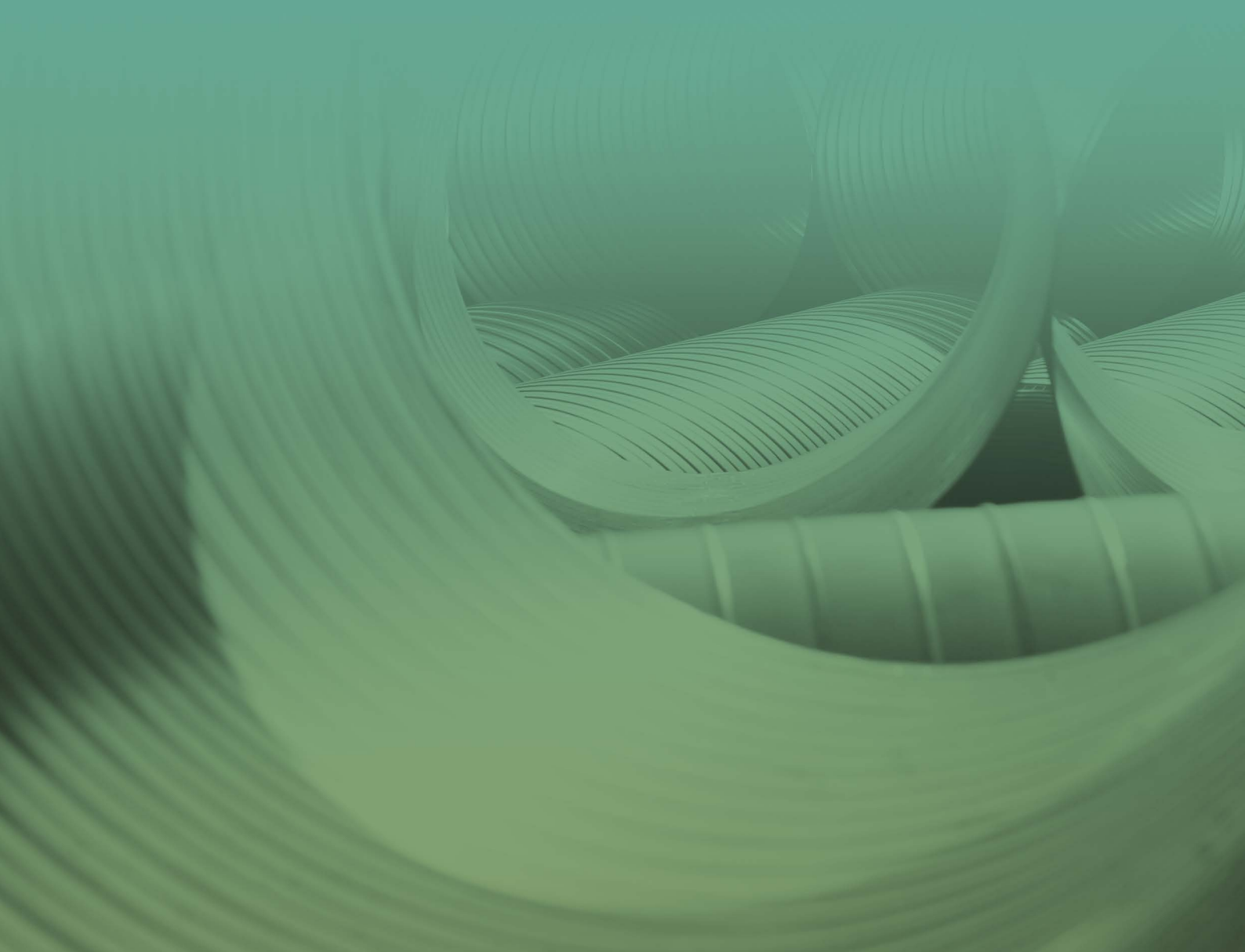
- De internationale positie en zichtbaarheid van de Nederlandse hightech-maakindustrie te versterken;
- Een ketentransitie te bewerkstelligen, door samen met mkb en grootbedrijf een waardepropositie en waardeketen te ontwikkelen;
- Gezamenlijke acties te formuleren op het gebied van markt-, technologie- en beleidsontwikkeling;
- Internationale samenwerking te faciliteren met (vooral) Vlaanderen en Duitsland;
- Financiering voor het project te organiseren, bijvoorbeeld via REACT-EU.

Inmiddels hebben al veertig Nederlandse hightech-bedrijven aangegeven deel te willen nemen aan dit platform. Dit aantal groeit op het moment van schrijven nog iedere dag.

HOOFDSTUK

2

Actieagenda 'Groene chemie, nieuwe economie'



2.1 Negen observaties leiden tot tweeëntwintig acties

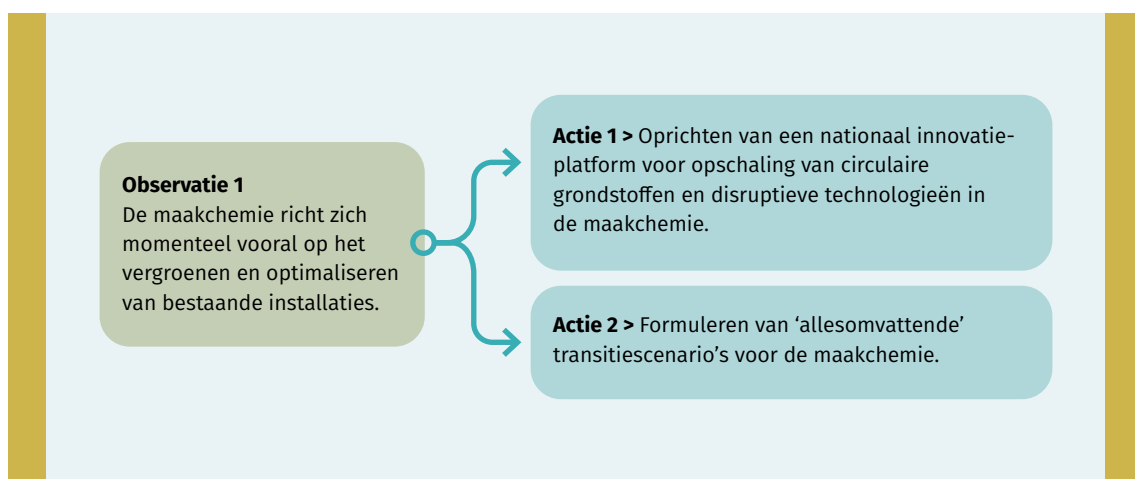
Aan de hand van de negen illustratieve opschalingsinitiatieven is het speelveld voor de beoogde realisatie van de grondstoffentransitie in de maakchemie onderzocht.

Deze analyse is verrijkt met informatie uit vele tientallen gesprekken en bijeenkomsten met partijen die een rol spelen in het opschalingproces: het grootbedrijf, kapitaalverstrekkers, regionale ontwikkelingsmaatschappijen, triple helix-organisaties, kennisinstellingen, overheden en allerhande coalities en samenwerkingsverbanden gericht

op het verduurzamen van de chemiesector. Met al deze partijen is ook besproken welke acties de opschaling van kansrijke innovaties een *boost* kunnen geven. Dit hoofdstuk bevat de uitkomsten: negen observaties over het speelveld, met per observatie de acties die worden aanbevolen. **Figuur 1** (pagina 7 t/m 9) geeft een overzicht.

2.2 Acties gericht op de adoptie en implementatie van opschalingsinitiatieven

Het eerste deel van deze agenda richt zich op de adoptie en implementatie van opschalingsinitiatieven. Het bedrijfsleven speelt bij deze acties een belangrijke rol, samen met ROM's en kennisinstellingen. Ook samenwerking met en aansluiting op brancheorganisaties en de Topsector Chemie is voorwaardelijk voor het succes van een aantal van de hieronder genoemde acties.



Observatie 1

De maakchemie richt zich primair op het vergroenen en optimaliseren van bestaande installaties en het afvangen en opslaan van emissies. Daarnaast gloren er nieuwe grondstofmogelijkheden en disruptieve technologieën, processen en businessmodellen aan de horizon, waar voor de laatste geldt dat ze nieuwe processen introduceren en niet of slechts deels uitgaan van de bestaande grote installaties.

De maakchemie richt zich op dit moment in haar vergroeningsstrategie met name op CCS en het gebruik van groene waterstof. Deze keuze is logisch; het is waarschijnlijk de enige route om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen. Het programma Groene chemie, nieuwe economie is aanvullend. Het richt zich op korte termijn minder op de 'tonnenjacht' en meer op de ketentransitie die nodig is om oplossingen op te schalen die zijn gebaseerd op de inzet van hernieuwbare grondstoffen en de toepassing van nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde

processen. Deels kunnen deze grondstoffen en processen worden ingezet in bestaande fabrieksinstallaties, deels ook niet en zijn nieuwe installaties nodig. Voorheen werden dergelijke innovaties voornamelijk door de grote 'corporates' getrokken. Tegenwoordig worden ze veelal geïnitieerd door tech-starters en moeten ze vooral op eigen kracht groeien. De sector moet daar nog aan wennen en de organisatiegraad van de nieuwe innovatieve spelers is nog laag; twee gegevens die deze groei in de weg kunnen staan.

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 1 Oprichten van een nationaal innovatieplatform voor opschaling van circulaire grondstoffen en disruptieve technologieën in de maakchemie. Dit platform dient als nationale coördinatiestructuur waarin bedrijven en andere organisaties die zich toelagen op het circulair inzetten van grondstoffen en het toepassen van nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen worden verenigd. Dit platform dient aangesloten te zijn op of onderdeel te zijn van bestaande initiatieven (topsectoren, VNCI, CBBB, Invest-NL, ROM's, enz.). Het gaat erom krachten te bundelen, waarbij ook de grootchemie kan aansluiten als mogelijke afnemer (bijvoorbeeld als *launching customer*), co-investeerder of mede-eigenaar van nieuwe initiatieven. Innovatieve ondernemers krijgen zo een 'stem' binnen de industrie en politiek. Bovendien kan het platform de aanjager zijn voor de vorming van een ecosysteem, waarin bedrijven uit verschillende sectoren samen *business* ontwikkelen rondom de groene chemie.

Actie 2 Formuleren van 'allesomvattende' transitie-scenario's voor de maakchemie. Zo kan inzicht verkregen worden in de potentiële impact en kosten van de verschillende transitiepaden waarmee de overgang van een fossiele naar een duurzame industrie gerealiseerd kan worden. Om schaarse middelen en tijd zo optimaal mogelijk te kunnen toewijzen, moeten de scenario's overkoepelend van karakter zijn. Ze moeten zowel de energie- als de grondstoffentransitie omvatten, en bovendien ook economische effecten mee kunnen

wegen. Modelling van complexe systemen om de benodigde cross-sectorale transitie te optimaliseren kan hierbij ondersteunen. Het kan de risico's van publieke en private investeringen verkleinen en *lock-in* scenario's helpen voorkomen.

Observatie 2

De eerste (prille) ontwikkelingen op het gebied van hernieuwbare grondstoffen en nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen worden momenteel gerealiseerd.

Actie 3 > Ontwikkelen van *cross-sectorale* systeemroadmaps voor de grondstoffentransitie in de maakchemie.

Actie 4 > Stimuleren en ondersteunen van ondernemerschap in bestaande proeftuinen en – waar nodig – ontwikkelen van nieuwe demonstratie-kraamkamers.

Observatie 2

De eerste (prille) ontwikkelingen op het gebied van hernieuwbare grondstoffen en nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen worden momenteel gerealiseerd. De inzet van biomassa en recycleert heeft zich tot nu toe nog (bijna) niet in de praktijk kunnen bewijzen – in technologisch en economisch opzicht. Dat geldt ook voor nieuwe op elektriciteit gebaseerde processen.

Het gebruik van hernieuwbare grondstoffen en nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen bevindt zich nog in de beginfase. Het ontwikkelen van voldoende schaal en tempo kost tijd: de komende dertig jaar is nodig om daadwerkelijk tot grootschalige impact van deze nieuwe technologieën te komen. Om die impact te bereiken, zijn

op korte termijn doorbraken nodig op het gebied van technologie, verdienmodellen, maatschappelijke acceptatie, financiering en wet- en regelgeving. Met die doorbraken kan de grootschalige toepassing van biomassa, recycleert en nieuwe op elektriciteit gebaseerde processen zich in de praktijk gaan bewijzen.

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 3 > **Ontwikkelen van *cross-sectorale* systeemroadmaps voor de grondstoffentransitie in de maakchemie.** Om binnen 'Groene chemie, nieuwe economie' afgewogen keuzes te kunnen maken, wil je kunnen 'differentiëren in circulariteit', ofwel opties en routes tegen elkaar kunnen afzetten. Dat betekent dat er voor de vergroeningsrichtingen van het

programma *cross-sectorale* systeemroadmaps moeten worden gemaakt. Ze moeten de volledige keten van grondstof tot en met eindproduct beschrijven, en zowel nieuwe als bestaande technologieën omvatten. Een dergelijke benadering over ketens, technologieën en sectoren heen is nieuw en vereist afstemming en samenwerking tussen alle betrokken partijen. Dit moet worden georganiseerd – nationaal en ook in ARRRRA-verband.

Actie 4 Stimuleren en ondersteunen van ondernemerschap in bestaande proeftuinen en – waar nodig – ontwikkelen van nieuwe demonstratie-kraamkamers.

In verschillende proeftuinen, zoals de Brightlands Chemelot Campus in Geleen en de Pyrolyseproeftuin Zuid-Nederland gevestigd op Moerdijk, wordt gewerkt aan de ontwikkeling van groene oplossingen voor de chemie. Dit moeten de plekken worden waar oplossingen kunnen worden opgewerkt en waar grote en kleine bedrijven kunnen demonstreren, proberen en meekijken. Naast het beproeven van technologie is het van belang dat ook ondernemerschap wordt gestimuleerd, gericht op een snelle doorgroei van kansrijke initiatieven. Aandacht voor de businesscase (markt, aanvoer en afnamegaranties, prijsstelling, verdienmodel etc.) is daarbij cruciaal. Dit geldt ook voor de eisen van potentiële afnemers. Om te voorkomen dat initiatieven vooral uit een sterke *technology push* voortkomen, moet dit alles al in een vroege fase worden benadrukt. De ROM's, triple helix-organisaties, RVO en Invest-NL spelen daarbij een belangrijke rol. Zij brengen initiatiefnemers in contact met potentiële afnemers en financiers, en ondersteunen ze bij het uitwerken van hun ideeën.

Observatie 3

De behoefte aan *cross-sectoraal* organisatievermogen neemt toe, waarbij nieuw leiderschap in nieuwe ketens zich ontwikkelt.

Actie 5 > Initiëren van *cross-sectorale* coalities en leiderschap organiseren.

Actie 6 > Ontwikkelen van nieuwe, collaboratieve businessmodellen, gericht op transities.

Observatie 3

De behoefte aan *cross-sectoraal* organisatievermogen neemt toe, waarbij nieuw leiderschap in nieuwe ketens zich ontwikkelt. Dit is een voorwaarde voor het succes van de ketenoverstijgende innovaties die momenteel binnen bereik komen.

Om doorbraken met betrekking tot de inzet van hernieuwbare grondstoffen en de toepassing van nieuwe, op groene elektriciteit gebaseerde processen te realiseren, is

alleen samenwerking tussen leverancier en afnemer, die in dit geval vaak uit verschillende ketens komen, niet voldoende. Er moet een partij zijn die de leiding neemt en de

samenwerking over de ketens heen organiseert en regisseert – gericht op opschaling. In de eerdergenoemde biograndstoffen- en elektrolyser-initiatieven werd duidelijk dat ketenleiderschap in nieuwe ketens niet zomaar ontstaat. Ook bleek dat het kan komen uit onverwachte hoek, zoals de voedingsindustrie of de energiesector. Vermoedelijk is

dit bij andere nieuwe ketens ook het geval. Er ontstaan bovendien nieuwe risico's; het langjarig garanderen van toeleverzekerheid (volume, prijs) van de ene naar de andere keten is hier een voorbeeld van. Op dergelijke risico's moet proactief en over de ketens heen ingespeeld worden.

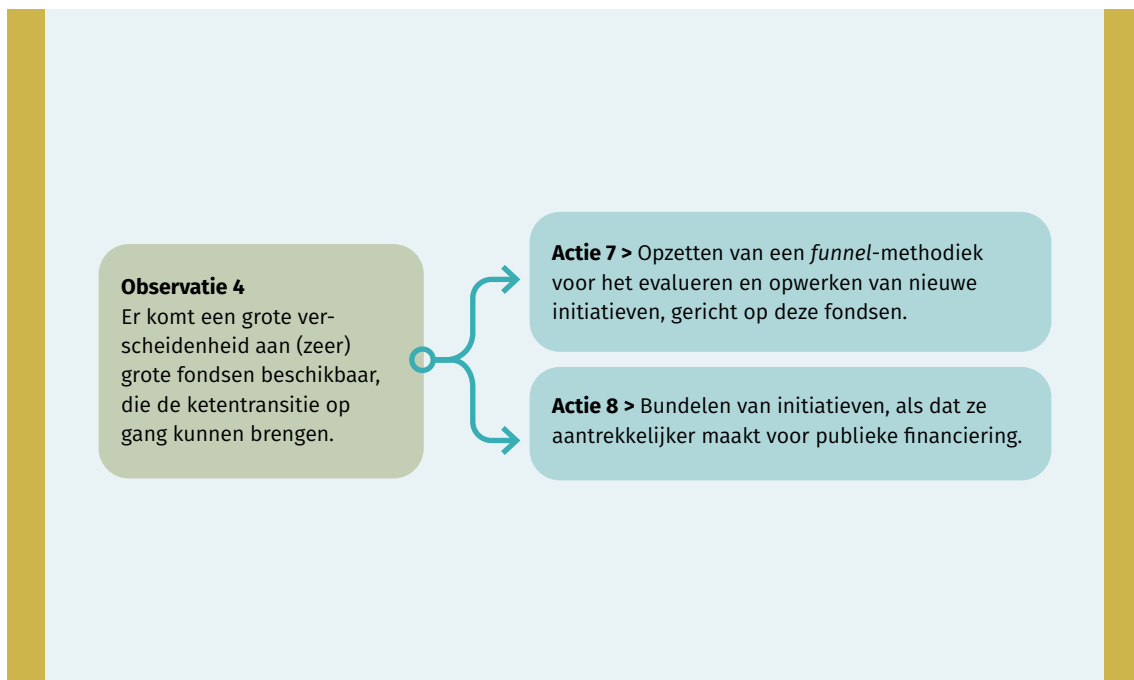
AANBEVOLEN ACTIES

Actie 5 **Initiëren van cross-sectorale coalities en leiderschap organiseren.** De eerdergenoemde nationale innovatie-coördinatiestructuur kan hier een rol in spelen, maar ook andere, bestaande organisaties kunnen zich hierop toeleveren. De coalities moeten tenminste bestaan uit alle betrokken bedrijven in de verschillende ketens, waar nodig aangevuld met bijvoorbeeld ROM's, financiers, kennisinstellingen en belangengroepen. In de doorvertaling naar het mkb kunnen de triple helix-organisaties een rol spelen, met een focus op de maakindustrie en concrete *crossovers* naar andere sectoren als agrifood en logistiek. Deze actie kan worden vormgegeven door middel van rondetafels, waarin partijen worden uitgedaagd om samen de ideale keten te ontwerpen, een verdienmodel te ontwikkelen en een gezamenlijk stappenplan richting productie te maken. Logische thema's voor deze tafels zijn recycling & chemie, agrifood & chemie en hightech & chemie. Ook de overheid heeft een rol: zij kan de ontwikkeling van *cross-sectorale* oplossingen en coalities stimuleren en ondersteunen.

Actie 6 **Ontwikkelen van nieuwe, collaboratieve businessmodellen, gericht op transities.** Een transitie kan alleen slagen wanneer de betrokken partijen samenwerken en open staan voor elkaars belangen en gezichtspunten. Bestaande werkwijzen moeten worden opengebroken en dat komt pas goed van de grond wanneer de betrokkenen daar blijvend voordeel van ondervinden. In een collaboratief businessmodel is dat het geval. Het is een businessmodel waarin meerdere organisaties participeren, die streven naar het genereren van collectieve waarde. Een collaboratief businessmodel gaat daarmee verder dan een conventioneel businessmodel, waarin iedere partij zich vooral richt op het optimaliseren van zijn eigen verdienvermogen. Vanuit die gedachte kunnen transities versneld worden door wetenschappelijke inzichten op het gebied van de transitiekunde te verbinden met een proces van 'collaborative business modelling'. Hoewel dit gedachtengoed nog volop in ontwikkeling is, zijn er eerste successen geboekt.¹⁷

2.3 Acties gericht op de financiering van opschalingsinitiatieven

Het tweede deel van de agenda richt zich op de financiering van opschalingsinitiatieven. Naast *venture capital funds*, pensioenfondsen, grote bedrijven en andere private investeerders zijn partijen als Invest-NL, RVO en de ROM's sleutelspelers bij het realiseren van deze acties.



Het pas opgezette Nationaal Groeifonds is een faciliteit van 20 miljard euro voor grote projecten op het gebied van kennisontwikkeling, infrastructuur en onderzoek, ontwikkeling en innovatie.

Observatie 4

Er komt een grote verscheidenheid aan (zeer) omvangrijke publieke fondsen beschikbaar, die de ketentransitie op gang kunnen brengen. Verduurzaming is voor veel van deze fondsen een belangrijk thema. Het betreft zowel Europese als nationale fondsen.

Klimaatverandering maakt prominent deel uit van het nationale beleid en het Europese beleid. Datzelfde geldt voor het versterken van de concurrentiepositie van Nederland, respectievelijk de EU. Dit komt onder andere tot uiting in het pas opgezette Nationaal Groeifonds, een faciliteit van 20 miljard euro voor grote projecten op het gebied van kennisontwikkeling,

infrastructuur en onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Ook op Europees niveau zijn als gevolg van de Greendeal verschillende grote faciliteiten aangekondigd, die aan het programma 'Groene Chemie, nieuwe economie' kunnen bijdragen. Voorbeelden zijn REACT-EU, het Just Transition Fund (JTF), het Innovation Fund en het Recovery and Resilience Fund (RRF).

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 7 **Opzetten van een *funnel*-methodiek voor het evalueren en opwerken van nieuwe initiatieven, gericht op deze fondsen.** De methodiek moet geschikt zijn voor een portfolio van opschalingsinitiatieven, die de stap van onderzoek en ontwikkeling naar demonstratie, danwel de stap van demonstratie naar commerciële productie willen maken. Doel is dat de kansrijke initiatieven snel en gericht kunnen worden vertaald in projecten, die in aanmerking komen voor financiering uit deze nieuwe fondsen.

Actie 8 **Bundelen van initiatieven, als dat ze aantrekkelijker maakt voor publieke financiering.** Het kan zinvol zijn initiatieven die elkaar kunnen versterken in het realiseren van bepaalde 'hogere' doelstellingen (zoals het vergroten van werkgelegenheid of het versterken van de economische positie van Nederland) te bundelen. De financieringsprojecten die zo ontstaan, kunnen aantrekkelijker zijn voor publieke en wellicht ook private financiers, omdat ze samen een hoger doel dienen dan de afzonderlijke initiatieven op zichzelf. Ook wat betreft organisatie en risicoprofiel kan bundeling aantrekkelijk zijn vanuit de optiek van financiers. Bovendien eist bijvoorbeeld een fonds als het Nationaal Groeifonds een minimale projectomvang, van in dit geval dertig miljoen Euro.

Observatie 5

Er zijn veel initiatieven en opschalingsprojecten die dicht tegen de 'investment readiness' status aanzitten. Er zijn bovendien geweldige 'investor readiness'-programma's, die alleen nog niet altijd gevonden worden door ondernemers.

Actie 9 > Ondernemers ondersteunen met het *investor ready* maken van hun project, onder andere met bestaande programma's.

Actie 10 > Verkleinen van de kloof tussen ondernemers en kapitaalverschaffers, door intensievere samenwerking.

Observatie 5

Er zijn veel initiatieven en opschalingsprojecten die dicht tegen 'investment readiness' aanzitten. Er zijn bovendien professionele 'investor readiness'-programma's, die alleen nog niet altijd gevonden worden door ondernemers.

Om opschalingsprojecten voor de chemie 'investor ready' te maken, is het nodig dat ondernemers en kapitaalverschaffers consensus hebben over wat 'investor ready' in elke opschalingsstap betekent. Intensieve samenwerking tussen deze partijen vanaf een vroeg stadium is cruciaal om de financiering van de verschillende opschalings-

stappen zo soepel mogelijk te laten verlopen. Dat kan opschaling versnellen. Soms is er sprake van een afstand in kennis en cultuur die overbrugd moet worden, soms zal eerst de businesscase of de technologie nog verder ontwikkeld moeten worden.

AANBEVOLEN ACTIES

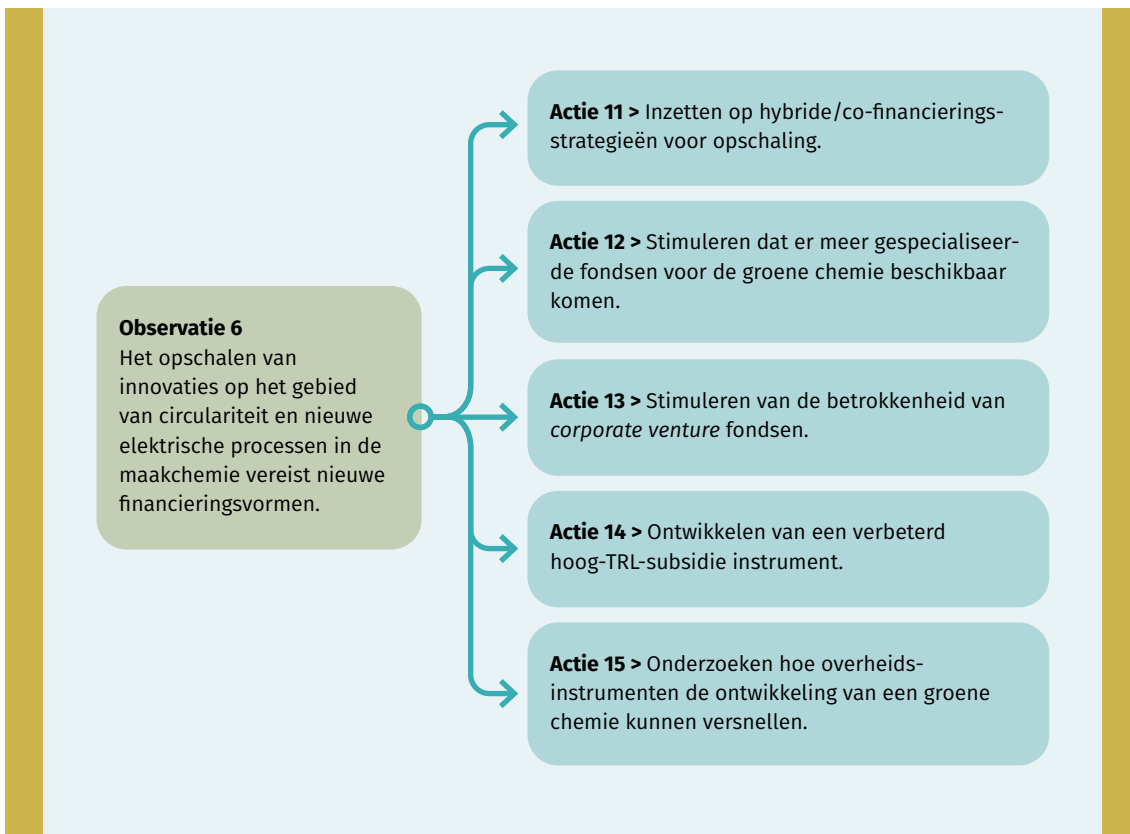
Actie 9 > **Ondernemers ondersteunen met het *investor ready* maken van hun project, onder andere met bestaande programma's.** Om opschalingsprojecten in de chemie investeerbaar te krijgen, is het cruciaal dat initiatiefnemers genoeg aandacht besteden aan de niet-technische aspecten van hun project. Niet alleen de technologie, maar ook de marktvraag, de acceptatie van de omgeving, de aansluiting op wet- en regelgeving, het verdienmodel, de samenwerkingspartners, etc. moeten in een vroege fase voldoende doordacht zijn om opschaling te kunnen realiseren. Hierbij kunnen ondernemers begeleid worden met verscheidene *tools* en

kennis. Zo is er het *Investor Readiness* programma van de ROM's en kunnen ook *incubators* en acceleratorprogramma's hieraan bijdragen. Per initiatief zou in kaart moeten worden gebracht welk programma het best past. Ook is het belangrijk dat ondernemers ondersteuning krijgen bij het spreken van de juiste 'taal', zodat ze het belang van hun project en hun hulpvraag beter kunnen uitdrukken richting financiers, en connecties kunnen leggen in het juiste netwerk. Omdat er al veel bestaande programma's en *tools* beschikbaar zijn om initiatieven *investor ready* te krijgen, bijvoorbeeld bij de ROM's, bij RVO en bij Invest-NL, is de aanbeveling om dergelijke programma's en ondersteuningsmogelijkheden meer te promoten onder ondernemers; bijvoorbeeld via de eerdergenoemde proeftuinen en demonstratie-kraamkamers.

Actie 10 Verkleinen van de kloof tussen ondernemers en kapitaalverschaffers, door intensievere samenwerking.

Door eerdere en intensievere samenwerking tussen kapitaalverschaffers en ondernemers kan de eerste groep meer kennis krijgen van opschalen in de chemie en de bijbehorende investeringsrisico's beter inschatten. Daarbij moet niet alleen gekeken worden naar de eerste investering, maar gelijk ook naar investeringen voor de volgende opschalingsstappen. Het opbouwen van de TRL-mix¹⁸ in een fonds zou van 'boven' (hoog-TRL) naar 'beneden' (laag-TRL) benaderd kunnen worden om de gewenste risicodemping te kunnen realiseren: een ticket voor TRL 9 zou daarbij ook de risico's van een of enkele andere TRL 4 tickets mede moeten afdekken. Een dergelijke *multi-stage* benadering is ook in het voordeel van de ondernemer: deze krijgt zo vanaf het begin beter inzicht in het financieringslandschap en de voorwaarden die er in toekomstige opschalingsstappen worden gesteld. Om samenwerking tussen de verschillende partijen te bevorderen kan een netwerk worden opgezet waar ondernemers en kapitaalverstrekkers elkaar kunnen ontmoeten rondom 'Groene chemie'. In het verlengde daarvan kunnen VC-tafels met ondernemers en experts worden opgericht rondom *deeptech* thema's zoals biochemie, recycling van afval en pyrolyse¹⁹. Deze VC-tafels kunnen gericht kijken naar manieren voor financiële begeleiding van ondernemers en actief kennis delen. Onderwerpen voor de tafels zijn ook vragen als hoe institutionele investeerders betrokken kunnen raken, en wat er in het huidige mandaat moet veranderen om investeringen in de groene chemie mogelijk te maken (zoals het hanteren van een langere investeringshorizon die beter aansluit bij de doorlooptijden in de chemie). De tafels kunnen ondersteund worden door een expert-advies groep met betrokkenen uit kennisinstellingen, het bedrijfsleven, en (oud)-ondernemers.

Om opschalingsprojecten in de chemie investeerbaar te krijgen, is het cruciaal dat initiatiefnemers genoeg aandacht besteden aan de niet-technische aspecten van hun project.



Observatie 6

Het opschalen van innovaties op het gebied van circulariteit en nieuwe elektrische processen in de maakchemie vereist nieuwe financieringsvormen. Financieringsopties voor de opschaling van groene chemie zijn nog schaars. Acceleratorprogramma's voor de vroege fase zijn er volop, maar *scale-up* programma's zijn er vervolgens nauwelijks. Er is ruimte voor meer gespecialiseerde private en publieke fondsen, en voor een beter subsidie-instrumentarium voor de hogere TRL-fases.

Aandacht voor de toepassing van zeer vernieuwende innovaties begint in de chemie langzaam van de grond te komen. Het innovatie-ecosysteem is nog minder ontwikkeld dan in andere sectoren, zoals de HTSM-sector. Er is volledige consensus over het ontbreken van een adequaat financieringsklimaat en het bestaan van een *funding gap* voor *deeptech*-bedrijven in TRL 4-9 voor groene chemie. Zo richten

VC-fondsen zich vrijwel niet op de chemie-maakindustrie en richten publieke instrumenten zich veelal niet op opschaling. Het Nederlandse financieringslandschap sluit daarom momenteel nog niet goed aan op opschalingsinitiatieven voor de groene chemie, waardoor disruptieve innovaties moeilijk van de grond komen. Zeker voor de fase van opschaling, vanaf TRL 3 à 4, is dat het geval.

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 11 **Inzetten op hybride/co-financieringsstrategieën voor opschaling.** Een co-investeringsstrategie kan een effectieve manier zijn om het kapitaal voor opschalingsinitiatieven (van TRL 3/4 naar TRL 7/8) te vergroten en risico's voor private investeerders te mitigeren.¹⁹ In een dergelijke strategie worden verschillende publieke en private financiële instrumenten parallel ingezet, waardoor ze elkaar kunnen versterken en er lagere eisen ten aanzien van de revolverendheid gesteld kunnen worden. Een co-financieringsstrategie vereist regie vooraf en werkt daarom alleen als onderdeel van de eerdergenoemde *multi-stage* benadering. Ook moet er voor deze route voldoende kapitaal beschikbaar zijn en zijn *lead-investors* nodig met voldoende technische kennis. Een aanbeveling is om een *pilot*-initiatief uit te voeren om het idee van co-financiering verder te concretiseren.

Actie 12 **Stimuleren dat er meer gespecialiseerde fondsen voor de groene chemie beschikbaar komen.** Om opschalingsinitiatieven te realiseren is het nodig dat er meer kapitaal en meer gespecialiseerde fondsen voor een groene chemie beschikbaar komen. Dat kapitaal kan bijvoorbeeld afkomstig zijn van privépersonen, vermogende families, de overheid en niet-financiële ondernemingen. Ook andere investeringsvormen, zoals *Angel* investeerders, micro-VC's en opkomende vormen van financiering als *crowdfunding* en ICO's²⁰ kunnen mogelijk bijdragen. De overheid kan helpen door een gedeelte van haar investeringen in durfkapitaalfondsen te oormerken voor innovaties in de groene chemie. Deze fondsen kunnen uiteindelijk de grotere investeringen in de demonstratiefase doen (TRL 7) en zo helpen de *valley-of-death* richting opschaling te overwinnen.

Actie 13 **Stimuleren van de betrokkenheid van corporate venturing fondsen.** *Corporate venture capital* is een steeds belangrijkere bron van durfkapitaal in Europa en in Azië. Diverse innovaties richten zich op een specifieke markt, waar gevestigde bedrijven met *corporate venturing* afdelingen actief zijn. Het verdient aanbeveling om in de bovengenoemde hybride co-financieringsconstructies actieve participatie van dergelijke fondsen te stimuleren, om zo de betrokkenheid van strategische investeerders te versterken. Dat kan bijvoorbeeld door aan te sluiten bij het Corporate Venturing Netwerk (CVN) waar ENZuid actief partner van is. Er zou een '*Chapter Groene Chemie*' opgezet kunnen worden, met leden rondom dat thema.

Actie 14 **Ontwikkelen van een verbeterd hoog-TRL -subsidie instrument.** Een hoog-TRL-subsidie instrument waarin de focus op de grondstoffentransitie of op het verminderen van *scope 3* emissies ligt, kan helpen om de onrendabele top in de late opschalingsfasen te financieren. Het kan ervoor zorgen dat grote productievolumes bereikt kunnen worden. Zo heeft SDE-subsidie geholpen om duurzame energieopwekking te realiseren en de kosten van de energietransitie te compenseren. Een dergelijk instrument is ook voor de grondstoffentransitie cruciaal. Bij deze actie zullen RVO en het ministerie van EZK worden betrokken.

Actie 15 **Onderzoeken hoe overheidsinstrumenten de ontwikkeling van een groene chemie kunnen versnellen.** In verschillende gesprekken met stakeholders werd gepleit voor de vorming van een fiscaal instrument voor het versneld afschrijven van vervuilende assets. Een dergelijk instrument zou de bereidheid van industriespelers en financiers om te investeren in

nieuwe oplossingen kunnen aanwakkeren, maar het zou ook averechts kunnen werken en bedrijven kunnen stimuleren bestaande assets zo lang mogelijk uit te melken. Ook de CO₂-heffing is meermaals ter sprake gekomen: zou die niet effectiever en minder bedreigend zijn wanneer de opbrengsten direct terugvloeien naar vergroeningsinitiatieven van de industrie zelf? Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe deze en mogelijk andere instrumenten verduurzaming van de chemie kunnen versnellen. Techleap zou daar mogelijk een rol in kunnen spelen.

Observatie 7

Door maatschappelijk rendement te bepalen en naast financieel en economisch verdienvermogen mee te wegen, kunnen investeringscasussen aantrekkelijker worden gepresenteerd ten opzichte van concurrerende op 'fossiel' gebaseerde alternatieven.

Actie 16 > Ontwikkelen en valideren van methodes om het maatschappelijk rendement van projecten meetbaar te maken.

Actie 17 > Onderzoeken hoe 'maatschappelijke waarde' meegenomen kan worden in investeringsbeslissingen.

Observatie 7

Door maatschappelijk rendement te bepalen en naast financieel en economisch verdienvermogen mee te wegen, kunnen investeringscasussen aantrekkelijker worden gepresenteerd ten opzichte van concurrerende op 'fossiel' gebaseerde alternatieven, voor zowel private als publieke investeerders.

Het maatschappelijk belang van de groene chemie wordt momenteel onvoldoende 'gewaardeerd'. Het is van groot belang om het maatschappelijke rendement te kwantificeren en deze waarde mee te rekenen. De groene chemie kan zonder dit maatschappelijke rendement op dit moment nog niet concurreren met de fossiele chemie. Maatschappelijk rendement wordt gelukkig als steeds relevanter beoordeeld door

overheden, consumenten en financiële instellingen. Hoewel voor private investeerders uiteindelijk de financiële case doorslaggevend zal zijn, rechtvaardigt 'maatschappelijk rendement' publieke overheden om onrendabele toppen te financieren en kan het de vraag vanuit de eindgebruikers stimuleren. Zo kan het private partijen over de streep trekken en ontstaat een win-win tussen economisch en ecologisch belang.

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 16 Ontwikkelen en valideren van methodes om het maatschappelijk rendement van projecten meetbaar te maken.

Voordat het maatschappelijk rendement van projecten meegenomen kan worden in investeringsbeslissingen, is het allereerst noodzaak dat ondernemers de maatschappelijke waarde van hun project kunnen uitdrukken. Hulp met *tools* zoals waardeketenanalyses, LCA's en *business modelling* moeten hierbij ondersteuning bieden. In een vroeg stadium zullen ondernemers hun project met deze *tools* en methodieken moeten toetsen, zodat ze enerzijds in staat zijn om de maatschappelijke waarde uit te drukken (wat weer helpt bij het 'verkopen' van een idee) en anderzijds in staat zijn om de maatschappelijke waarde te maximaliseren in de verdere uitwerking van hun project. Bij het ontwikkelen van deze *tools* kan mogelijk gebruik gemaakt worden van bestaande methoden, zoals de *environmental-LCA* en *social-LCA* die DSM heeft ontwikkeld.

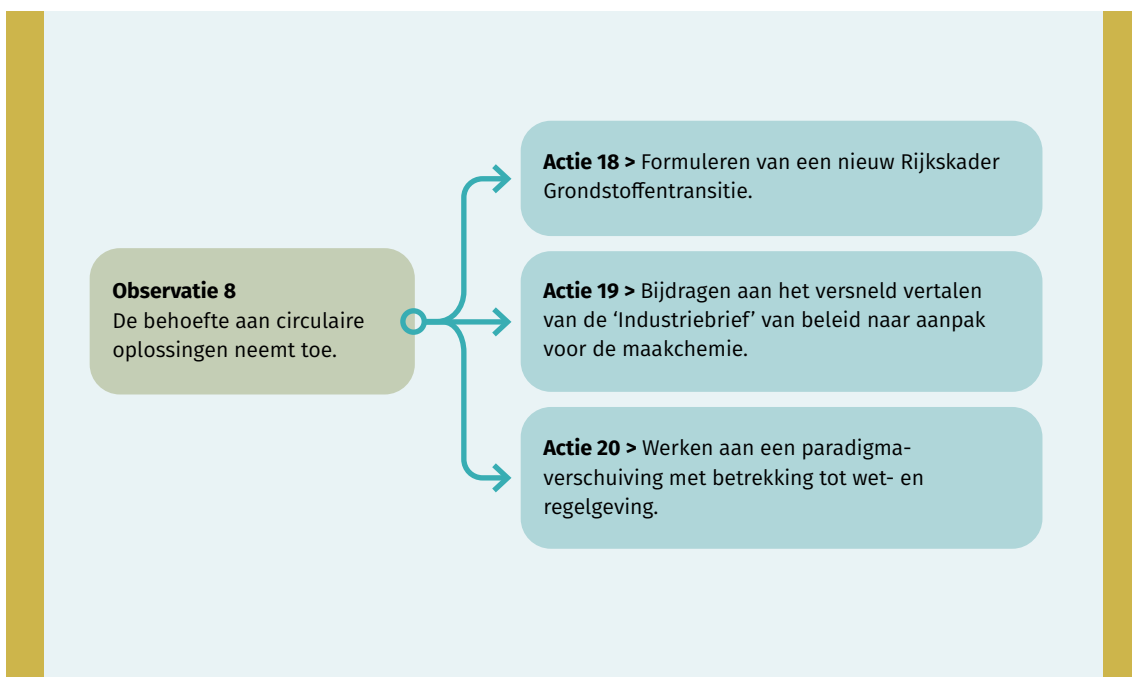
Actie 17 Onderzoeken hoe 'maatschappelijke waarde' meegenomen kan worden in investeringsbeslissingen.

Om de maatschappelijke waarde van projecten vervolgens mee te kunnen nemen in investeringsbeslissingen zal een *multi-stakeholder* model, gericht op langetermijn waardecreatie, ontwikkeld moeten worden, waarbij alle *environmental*, *social* en *governance* (ESG) criteria worden meegenomen. Zodra alle waarden in een systeem in kaart zijn gebracht, kunnen deze via businessmodellen aan investeringen worden gealloceerd. Geredeneerd vanuit '*impact investing*' biedt dit meer inzicht dan alleen het financieel-economische rendement van een investering. Ook het concept van '*true costing*', waarbij ook de milieukosten worden doorberekend in de prijs van een product, is hier van belang. Het maakt een eerlijker vergelijk tussen *fossil-based* en circulaire producten mogelijk.²¹ TNO werkt aan de ontwikkeling van dergelijke methodes.

Financieel-economisch kan de groene chemie op dit moment nog niet concurreren met de fossiele chemie.

2.4 Acties gericht op de invulling van publieke randvoorwaarden

De aanbevolen acties in deze paragraaf gaan over de aansluiting van wet- en regelgeving op de grondstoffentransitie in de chemie, over het vergroten van het maatschappelijk draagvlak voor vergroening in de chemie en over de ontwikkeling van *human capital*. De overheid speelt een belangrijke rol bij de uitvoering ervan.



Observatie 8

De behoefte aan circulaire oplossingen neemt toe. Ook in het licht van de energietransitie en toekomstig verdienvermogen is het belangrijk om grondstoffen zo slim en hernieuwbaar mogelijk in te zetten. Versnelling van de opschaling van circulaire oplossingen kan worden bereikt door stimulerende wet- en regelgeving.

Het is begrijpelijk en logisch dat de ontwikkeling van wet- en regelgeving zich vooralsnog vooral heeft gericht op de energietransitie en specifiek de rol van (bio)brandstoffen. Daar zijn immers het

snelst de grootste CO₂-besparingen te behalen. Richting 2030, en zeker richting 2050, zullen ook circulaire oplossingen hun steentje moeten bijdragen om de klimaatdoelen te behalen.²²

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 18 **Formuleren van een nieuw Rijkskader Grondstoffentransitie.** Er is integraal beleid nodig, met ruimte voor keteninnovatie in de maakchemie. Doel is het creëren van een gelijk speelveld voor energie en grondstoffen, opdat *resources* zo duurzaam mogelijk worden ingezet. Bij het opstellen van dit nieuwe kader kan worden overwogen om andere meetindicatoren dan de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen als uitgangspunt te nemen. Het zou wel eens effectiever kunnen zijn om in plaats daarvan deze *output* parameter meer te sturen op een vermindering van de fossiele instroom in het systeem; immers, wat er niet inkomt, gaat er ook niet uit. Dit kan regelingen eenvoudiger maken, voorkomt enorm complexe *output*-berekeningen rondom met name *scope 3*, en draagt bij aan het ontstaan van het gewenste gelijke speelveld. Regelingen die bij het opstellen van het nieuwe kader onder de loep genomen zouden moeten worden, zijn onder andere het ETS, de nationale CO₂-beprijzing, SDE++, de afvalregelgeving en de huidige *scope 1/2/3*-regelingen. Ook andere *incentives* spelen een rol, zoals stimulansen waarmee 'groene producten' aantrekkelijker worden gemaakt dan 'grijze producten'. Zo kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een btw-verlaging voor duurzaam geproduceerde producten en verpakkingen.

Actie 19 **Bijdragen aan het versneld vertalen van de 'Industriebrief' van beleid naar aanpak voor de maakchemie.** De facto gaat het hier om de ontwikkeling van heldere en stabiele kaders voor de Nederlandse maakchemie en haar stakeholders. De behoeften van de sector kunnen in kaart worden gebracht door met nieuwe en bestaande ketenspelers in gesprek te gaan. Met name voor bedrijven en financiers is het belangrijk dat het overheidsbeleid voorspelbaar is; onzekerheid in bijvoorbeeld de lange termijn regelingen voor CO₂-beprijzing schrikt investeerders af en remt innovatie.²³

Actie 20 **Werken aan een paradigmaverschuiving met betrekking tot wet- en regelgeving.** De huidige wetten en regels zijn nog niet op alle nieuwe mogelijkheden toegesneden, iets wat opschaling van vergroeningsinitiatieven in de weg staat. Zo weten vergunningverleners vaak niet hoe ze met nieuwe producten, zoals pyrolyse-olie, om moeten gaan, en zorgen knellende regels over afval bij verschillende recycling-initiatieven voor beperkingen: ondernemers lopen aan tegen belemmerende afval wet- en regelgeving, die dateert uit een tijd dat het ondenkbaar was dat afval (weer) een product zou worden. De beoordeling van groene innovaties wordt daarnaast vaak langs dezelfde lat gelegd als de bestaande situatie. Het moet allemaal direct hoogwaardig, maar dat kan niet. Een voorbeeld vormt de ontwikkeling van PEF-flessen: er moet uitgebreid aangetoond worden dat de reststromen meekunnen met die van PET. Ook de discussie over bio-ethanol is een voorbeeld: er kleven nadelen aan het inzetten van biomassa voor het maken van brandstoffen, maar we weten dat de winning en het gebruik van ruwe olie ook heel veel nadelen heeft. Waarom bekijken we het oude niet meer door de bril van het nieuwe, in plaats van omgekeerd?

Observatie 9

Er is steeds meer bekend over het belang van de maakchemie als motor voor de vergroening en verduurzaming van de vele waardeketens waar zij aan toelevert. Meer aandacht hiervoor zal bedrijvigheid, werkgelegenheid en verdienvermogen voor Nederland stimuleren.

Actie 21 > Opzetten van een publiekscampagne 'Groene chemie, nieuwe economie'.

Actie 22 > Investeren in talent voor 'Groene chemie, nieuwe economie'.

Observatie 9

De maakchemie kan fungeren als motor voor de vergroening en verduurzaming van de vele waardeketens waar zij aan toelevert. Dit is nog niet algemeen bekend, het publieke debat gaat nu met name over het behalen van doelstellingen van het Klimaatakkoord door de grote emitters. Meer aandacht voor de kansen die de maakchemie biedt zal bedrijvigheid, werkgelegenheid en verdienvermogen voor Nederland stimuleren.

Belangrijke drijfveren voor vergroening zijn, naast overheidsingrijpen, een voortschrijdend verlangen van consumenten om duurzaam te leven en een stijgende *cost of capital* voor niet-duurzame

investerings. *Enablers* voor vergroening zijn maatschappelijk draagvlak en vaardigheden om vergroening mogelijk te maken. Onderstaande acties richten zich op het invullen van die *enablers*.

AANBEVOLEN ACTIES

Actie 21 Opzetten van een publiekscampagne 'Groene chemie, nieuwe economie'.

Doel van deze campagne is om het (economische) belang van een groene chemie over het voetlicht te brengen. Veel burgers zien de chemie waarschijnlijk als een ver-van-mijn-bedshow, met een niet al te best imago. Een breed gedragen begrip van het maatschappelijke en economische belang dat de sector heeft voor Nederland, en van de mate waarin zij kan bijdragen aan het oplossen van grote maatschappelijke problemen, zou bedrijven en overheden helpen om de benodigde omslag te maken. Het maatschappelijk debat over bijvoorbeeld de *food-for-fuel*-problematiek en de inzet van biomassa als grondstof kan vanuit dit programma worden gevoed met objectieve argumenten en feiten. En de link tussen maakchemie en de consument kan gemaakt worden via innovatieve merken, zoals LEGO of IKEA. Als onderdelen van deze campagne wordt ook gedacht aan: zichtbaarheid geven aan

de opschalingsinitiatieven, succesvolle ondernemers een podium geven, organiseren van aansprekende lokale en internationale evenementen over bijzondere innovaties op het gebied van groene chemie, etc. Deze publiekscampagne wordt bij voorkeur samen met de VNCI opgepakt.

Actie 22 Investeren in talent voor ‘Groene chemie, nieuwe economie’. De sectoren van groene chemie en nieuwe economie groeien en nieuwe skills zijn nodig. Mensen moeten worden opgeleid en omgeschoold, ook in het kader van Leven Lang Ontwikkelen. Mede door de transitie op de arbeidsmarkt, onder meer ontstaan door de Coronacrisis en digitalisering, liggen er mogelijkheden om van overschotsectoren werk-naar-werk en opleidingstrajecten te organiseren naar deze groeisector. Dat kan bij uitstek in samenwerking met de arbeidsmarktregio's, onderwijs, de branches en hun O&O-fondsen. De verbinding met de topsectoren en hun *Human Capital* agenda's is essentieel, zoals de aansluiting op de ambitie om met de regio's honderd extra learning communities (*Fieldlabs, Skillslabs, Centres of Expertise*, Centra voor Innovatief Vakmanschap, lectoraten en practoraten) te realiseren in hechte samenwerking met organisaties uit de driehoek onderzoek, onderwijs en bedrijfsleven. Speciale aandacht gaat uit naar de aanpak voor de regio's Zuid-Limburg, West-Brabant en Zeeland voor een integrale arbeidsmarktaanpak in die regio's. Hiervoor zijn ook specifieke middelen vanuit JTF beschikbaar. Ook kan de ontwikkeling van Zuid-Nederland als koploper 'groene chemie' internationaal talent naar de regio trekken. Het verdient aanbeveling om, op basis van op korte termijn te starten analyses, te komen tot een samenhangende aanpak met alle betrokken partijen voor voldoende en gekwalificeerd talent voor 'Groene chemie, nieuwe economie'.

HOOFDSTUK

3

Uitvoering van de actieagenda



3.1 Actieagenda vertalen naar een programmatische aanpak

Na de agendering van het belang van de grondstoffentransitie en opschaling van innovaties in juni 2020, en de uitwerking van knelpunten, randvoorwaarden en de actieagenda tussen oktober 2020 en februari 2021, is de aanjaagperiode vanuit ENZuid succesvol afgerond.

Een coalitie van bedrijven, overheden, financiers en belangenorganisaties gaat 'kwartiermaken' om de actieagenda 'Groene chemie, nieuwe economie' invulling te geven. Om de klimaat- en werkgelegenheidsdoelen van 2050 te kunnen halen zijn concrete tussenresultaten in 2025 van belang. Het gaat erom te demonstren dat disruptieve innovaties bijdragen aan de enorme klimaatopgave, alsook 'meters' te maken richting grootschalige bedrijvigheid. In 2025 zullen de relevante technologieën gedemonstreerd moeten zijn in industrieel relevant volume, bijvoorbeeld 15 duizend ton verwerkt afval en/of biomassa, 3 MW inzet elektrificatie, enzovoorts. De coalitie streeft ernaar om aan het einde van dit jaar de eerste opschalingsprojecten gefinancierd te krijgen en daarmee de weg in te slaan naar substantiële volumes recycling, *biobased* grondstoffen, elektrificatie en vermeden CO₂ in 2025. Kortom: om een flinke stap maken in de noodzakelijke transitie in 2025 om zo de verdere nood-

zakelijke opschaling tot 2030 en 2050 mogelijk te maken. Het knelpunt in deze uitdaging is niet zozeer de ontwikkeling van nieuwe technologieën, maar de toepassing van reeds ontwikkelde technologieën in opgeschaald volume en mede gedragen door toeleverketens.

De acties die nodig zijn voor het aanpakken van knelpunten en het realiseren van gunstige randvoorwaarden voor versnelling van het opschalen van innovaties staan niet op zichzelf. Alle 22 acties hangen samen. De verschillende doelgroepen van de acties zullen daarom met elkaar samen moeten optrekken. Vanaf fase 1 van 'Groene chemie nieuwe economie' zijn er vijf doelgroepen aangesproken: grote bedrijven, innovatief mkb (waaronder *startups* en *scale-ups*), financiers, kennisinstellingen en overheden. De coalitie zal bestaan uit vertegenwoordigers van deze vijf doelgroepen. Het netwerk dient bovendien uitgebreid te worden met spelers in heel Nederland. Het organiserend

De coalitie streeft ernaar om een flinke stap maken in de noodzakelijke transitie in 2025, om zo de verdere noodzakelijke opschaling tot 2030 en 2050 mogelijk te maken.

vermogen dient versterkt te worden. Daarom wordt kwartiergemaakt door de coalitie in wording om een programmatische aanpak te organiseren, waarbij uitvoering van de actie-agenda wordt gecoördineerd en geborgd.

De coalitie zal zich richten op de volgende doelgroepen en activiteiten:

1 Aan de slag met grote bedrijven en innovatief mkb:

A Opzetten van een *funnel* om een robuust portfolio van initiatieven te ontwikkelen die gezamenlijk de transitie vormgeven. Nieuwe opschalingsinitiatieven worden geïdentificeerd en waar nodig gestimuleerd door het netwerk. Kennis en kunde rond opschaling uit andere sectoren, zoals de HTSM-sector, wordt ingebracht.

B De *community* 'Groene chemie, nieuwe economie' wordt verder ontwikkeld en uitgebreid. Nieuwe ketenvorming wordt gestimuleerd tussen eindgebruikers en toeleveranciers, tussen bedrijven en organisaties uit verschillende sectoren. Afstemming met bestaande organisaties in de verschillende sectoren zoals de topsectoren, brancheorganisaties, kennisinstellingen zullen worden verdiept.

C Nieuwe collaboratieve businessmodellen gericht op transitie zullen worden ontwikkeld.

2 Aan de slag met de financiële instellingen en publieke fondsen

De coalitie zet zich in voor ondersteuning en realisatie van financiering van kansrijke opschalingsinitiatieven. Begeleiding en het vinden van geschikte publieke en private middelen is van belang. Op dit niveau zal er vanuit twee invalshoeken worden gewerkt: '*bottom-up*' vanuit de individuele initiatieven en '*top-down*'

vanuit de financieringsopties uit Nederland en Europa die zich voordoen. Met name de '*top-down*' benadering biedt grote kansen om de integrale aanpak van deze actieagenda te realiseren.

3 Aan de slag met beleidsmakers

Knelpunten en randvoorwaarden zijn blijvend onderwerp van studie en advies. De coalitie zal in samenwerking met de verschillende partijen – overheden, financiers en bedrijven – adviseren naar de relevante beleidsmakers.

De coalitie zal een programmatische aanpak vormgeven en actiegericht tot de eerste resultaten komen. Dit leidt tot of een zelfstandig programma of een plan dat is ondergebracht bij een ander bestaand initiatief. Belangrijk in deze is dat het integrale karakter van deze actieagenda in stand blijft. Uitgangspunt is geen nieuwe institutie te ontwikkelen en juist de vele professionele partijen in te zetten (ROM's, triple helix-organisaties, kennisinstellingen, brancheorganisaties, adviesbureaus, en dergelijke), zowel in Zuid-Nederland als in de rest van Nederland.

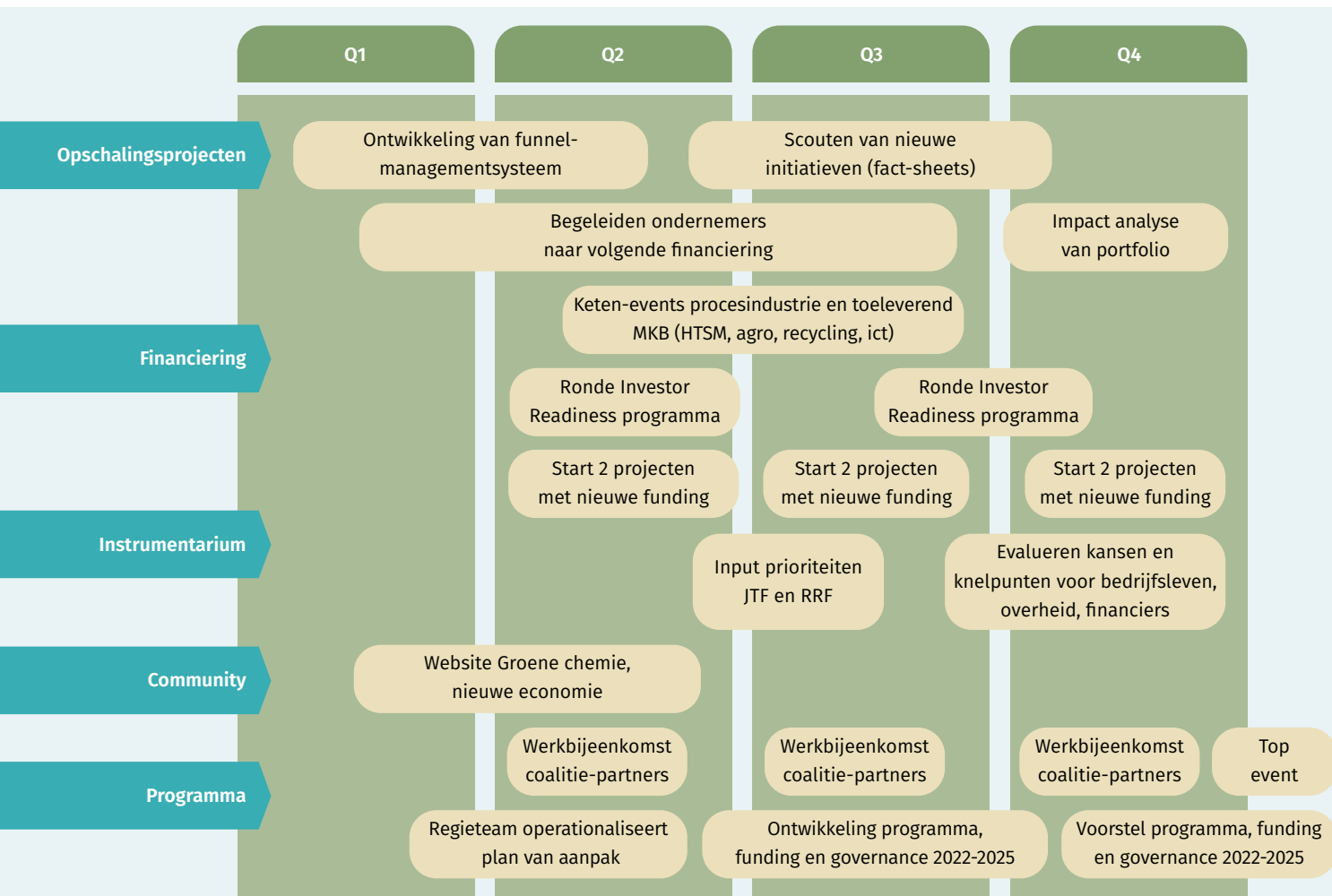
3.2 Plan van aanpak 2021

Met het maken van deze agenda is een stevig fundament gelegd voor de start van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie'. De daadwerkelijke uitvoering ervan vereist een verdere uitwerking van de beoogde resultaten en activiteiten. In de kwartiermaakfase gaat de coalitie in wording aan het werk met een geschikte organisatievorm, *governance*, meerjaren financiering en netwerkontwikkeling.

De kalender in **Figuur 3** geeft een indicatie van voorgenomen en mogelijke activiteiten. De ondersteuning van en door de coalitie in 2021, en de financiering daarvan, is essentieel voor het slagen van dit initiatief. De coalitie dient middelen vrij te maken en

te organiseren voor het vasthouden van de dynamiek. Het fundament onder dit initiatief zal worden versterkt in samenwerking met de industrie, overheid, financiële instellingen, belangenorganisaties, topsectoren en kennisinstellingen.

Figuur 3: Eerste gedachtelijnen van het programma 'Groene chemie, nieuwe economie' 2021.



Om de energie van dit initiatief vast te houden zal de coalitie een veelheid van activiteiten organiseren, waarbij zoveel mogelijk gebruik gemaakt zal worden van bestaande infrastructuur. Hierbij kan gedacht worden aan: *matchmaking events* voor ketenvorming, ontwikkeling van een website en online platform Groene chemie, inzet van het programma industriële transformatie (TNO), business development

capaciteit voor het uitbouwen van het netwerk van bedrijven, overheden, financiers, belangenorganisaties etc., organiseren van werkbijeenkomsten voor de coalitiepartners, periodieke analyse van kansen en knelpunten, uitwerking van adviezen voor het aanpassen of vernieuwen van het beleids- en financieringsinstrumentarium, funnelmanagement en het begeleiden van ondernemers naar succesvolle opschaling.

Om de energie van dit initiatief vast te houden zal de coalitie een veelheid van activiteiten organiseren.

3.3 Financiering van opschalingsinitiatieven

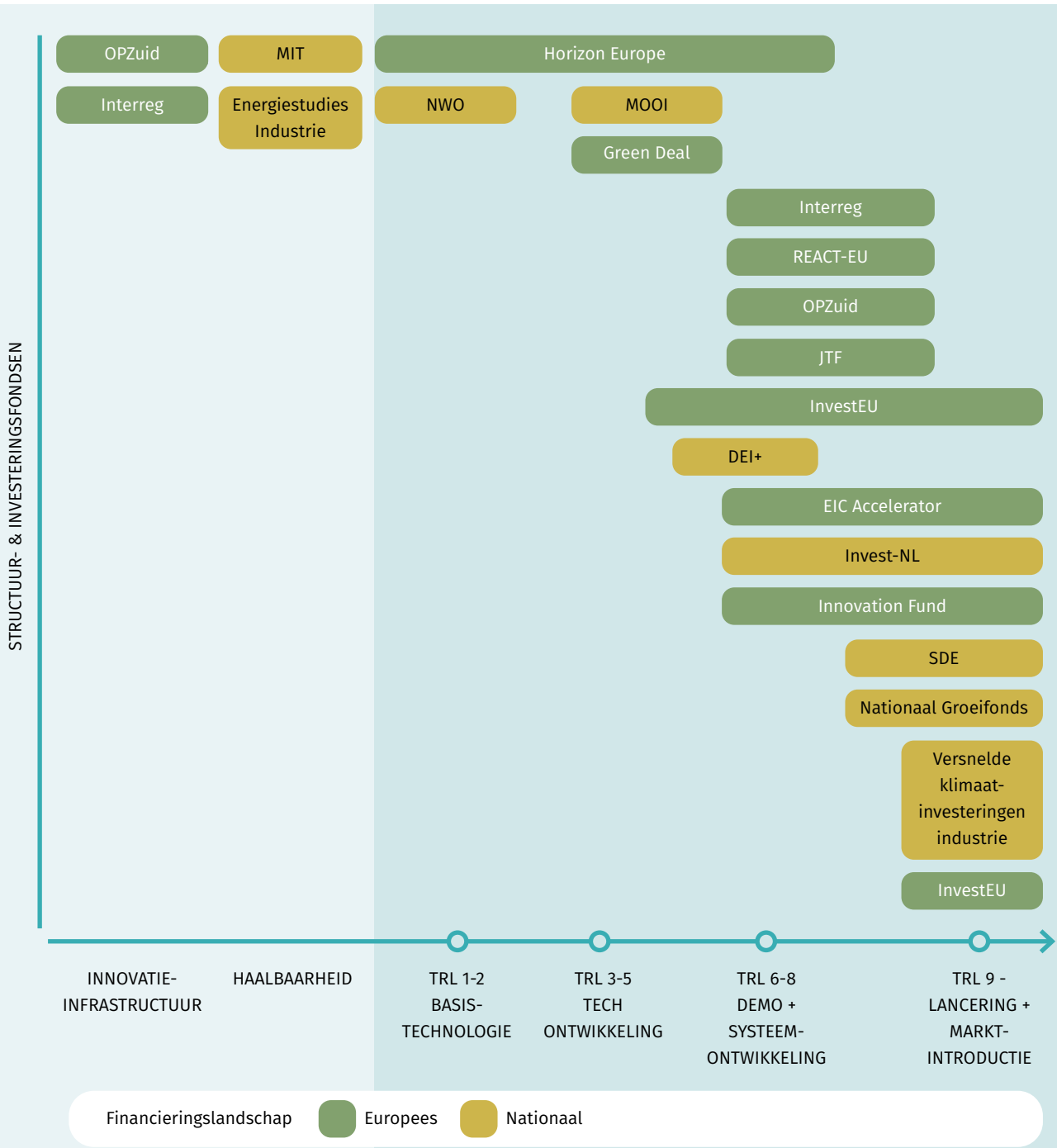
In [paragraaf 2.3](#) zijn de samenhangende financieringsacties voor opschalingsinitiatieven beschreven. Voor de financiering van het portfolio van opschalingsprojecten komt er binnenkort een aantal Nederlandse en Europese fondsen beschikbaar. Hierbij zijn het Nederlandse Groeifonds en de middelen van REACT-EU zeer actueel, in het najaar gevolgd door mogelijkheden van OPZuid en Interreg.

De coalitie zal aansluiting zoeken bij het Just Transition Fund (JTF), dat in het najaar 2021 significante middelen (175 miljoen euro voor Zuid-Nederland) ter beschikking stelt. Verder is het enorme Recovery and Resilience Fund van belang, met 5,6 miljard euro voor Nederland. Hiervoor moet nog een plan worden ingediend. De aanvraag wordt

gecoördineerd door het ministerie van EZK en bij de Europese Commissie ingediend na de verkiezingen.

In **Figuur 4** is het bredere financieringslandschap weergegeven voor Groene chemie, nieuwe economie.

Figuur 4: Financieringslandschap voor 'Groene chemie, nieuwe economie' (bron: ERAC).



DISCLAIMER: Overzicht bevat de Europees en nationale financieringsprogramma's. Voor de regionale fondsen wordt verwezen naar de factsheets. (status 18/02/2021)

Meer informatie over strategie en fondsen is te vinden in de publicaties 'Strategische aanpak publieke financiering Groene chemie' en 'Factsheets publiek financieringsland-

schap Groene Chemie' van het Economisch Netwerk Zuid-Nederland. Deze zijn beschikbaar op www.groenechemie.nl, bij het onderdeel 'Actieagenda'.



Voetnoten

- ◀ ¹ Brightsite is een samenwerkingsverband van Sitech, TNO, Universiteit Maastricht en Brightlands Chemelot Campus.
- ◀ ² Scope 1 is directe CO₂-uitstoot, veroorzaakt door eigen bronnen binnen de organisatie. Scope 2 omvat de indirecte uitstoot van CO₂ door opwekking van zelf gekochte en verbruikte elektriciteit of warmte. Scope 3 is indirecte uitstoot van CO₂, veroorzaakt door bedrijfsactiviteiten van een andere organisatie. Het betreft dan uitstoot door bronnen die niet in het bezit zijn van de eigen organisatie en waar ze ook geen directe invloed op kan uitoefenen. Bron: www.klimaatplein.com.
- ◀ ³ Kamerbrief met visie kabinet op verduurzaming basisindustrie 2050, 15 mei 2020.
- ◀ ⁴ Het is te vinden op de website www.groenechemie.nl.
- ◀ ⁵ Strengers, B. & H. Elzenga (2020), *Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa. Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen*, Den Haag: PBL.
- ◀ ⁶ Zie bijvoorbeeld WEF, *The New Plastics Economy, rethinking the future of plastics*, 2016.
- ◀ ⁷ *Roadmap Chemical Conversion, Process Technology & Synthesis*, ChemistryNL.
- ◀ ⁸ *Naar een economie zonder afval: brede maatschappelijke heroverweging*, Rijksoverheid, 2020 (inclusief referenties in dit document).
- ◀ ⁹ Grijpstra, D. & Meuwissen J. (2020), *Doorrekening scenario's arbeidsmarkt Zuid-Nederland*, Zoetermeer/Sittard: Panteia en Etil, in opdracht van ENZuid.
- ◀ ¹⁰ Weterings, A. et al. (2020), *Regionale arbeidsmarkteffecten van de energietransitie: een scenarioverkenning*, Den Haag: PBL.
- ◀ ¹¹ In een persbericht op news.bio-based.eu (2015), *A new study by nova-Institut: EU-28 bioeconomy is worth 2 trillion euro, providing 19 million jobs*, wordt het aantal fte benodigd in de agrarische sector voor het produceren van 1 miljoen ton biobased feedstock geraamd op 5000-6000.
- ◀ ¹² Zachariasse, V., et al. (2011), *Kennis-en innovatieagenda voor de biobased economy; Naar Groene Chemie en Groene Materialen*. Den Haag: Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de biobased economy.
- ◀ ¹³ Hestin M., et al. (2017), *Blueprint for plastics packaging waste: Quality sorting & recycling*. Londen: Deloitte.
- ◀ ¹⁴ In het op juni 2020 uitgebrachte boekje *Groene chemie, nieuwe economie – FICHES* worden veel van deze projecten nader toegelicht. Het is te vinden op de website www.groenechemie.nl.
- ◀ ¹⁵ Bij torrefactie wordt biomassa tot 200 tot 400 graden verwarmd zonder zuurstof, waarbij het een structuur krijgt die veel aan steenkool doet denken. Op deze wijze ontstaat een stabiele brandstof met een hoge energiedichtheid.
- ◀ ¹⁶ *Elektrolyzers: Kansen voor de Nederlandse Maakindustrie: regionale kansenkaart en aanbevelingen voor de ontwikkeling van een Nederlandse productieketen voor elektrolyzers*, TNO en FME, november 2020.
- ◀ ¹⁷ Het businessmodel van de coöperatieve datahub JoinData is een voorbeeld van een collaboratief businessmodel. Samen exploiteren de organisaties in JoinData een onafhankelijk dataplatform voor de melkveehouderij. JoinData beheert de data van de aangesloten boerenbedrijven en zet deze in voor de ontwikkeling van diensten en oplossingen gericht op verduurzaming van de agrarische sector.
- ◀ ¹⁸ *Technology Readiness Level* – een schaal van negen TRL-niveaus die de ontwikkeling van 'idee' tot en met 'geschikt voor commerciële toepassing' beslaan.
- ◀ ¹⁹ Vries, F. de (2020), *Bottlenecks voor deeptech scale-ups in de Klimaat & Energietransitie. Eindverslag stuurgroep Scale-up Financiering*, Amsterdam: Invest-NL.
- ◀ ²⁰ ICO staat voor 'initial coin offering', wat zoveel wil zeggen als eerste muntuitgave. Een ICO is eigenlijk de crypto-versie van *crowdfunding*. Je koopt als investeerder *tokens* van een blockchainstartup. Als de startup succesvol wordt kunnen de *coins* meer waard worden. Bron: btcdirect.eu/nl-nl/wat-is-een-ico.
- ◀ ²¹ Duurzame processen kunnen op dit moment economisch meestal niet concurreren met bestaande op fossiele olie- en gas-gebaseerde processen. Alleen als de maatschappij bereid is om de 'true cost' te betalen voor een product kunnen duurzame alternatieven ook in economisch opzicht prevaleren.
- ◀ ²² Zie ook de *Kamerbrief Duurzaamheidskader biograndstoffen* van 16 oktober 2020 en het SER-advies *Biomassa in balans* van juli 2020, waarnaar in de Kamerbrief verwezen wordt.
- ◀ ²³ Vooren, A. van der & A. Hanemaaijer, *De vallei des doods voor eco-innovatie in Nederland*, Den Haag: PBL.

GROENE CHEMIE NIEUWE ECONOMIE



Colofon

Titel

Groene chemie, nieuwe economie
Actieagenda

Contact

Luuk Hammecher (ENZuid)
l.hammecher@enzuid.nl

Aanjaagteam Groene Chemie, Nieuwe Economie

Arnold Stokking (Brightsite), Hugo Gelevert (TNO),
Kees Joosten (Bax & Company), Lotte Bernards
(Bax & Company), Luuk Hammecher (ENZuid),
Maxine Tillij (TNO), Noortje Bonenkamp (TNO),
Michael van Hulst (TNO)

Opdrachtgevers

Provincie Noord-Brabant, Provincie Zeeland,
Provincie Limburg. Met een eigen bijdrage van TNO.
'Groene chemie, nieuwe economie' is een initiatief
van het Economisch Netwerk Zuid-Nederland
(ENZuid, zie voor meer informatie: www.enzuid.nl).

Begeleidingscommissie

Edith Engelen (RVO), Frits de Vries (Invest-NL),
Gerard Keurentjes (EZK), Gido ten Dolle

(Provincie Noord-Brabant), Jeanine Hoffius
(Provincie Zeeland), Luuk Klomp (EZK),
Marc Glaudemans (Provincie Noord-Brabant),
Servi Verstappen (Provincie Limburg).

Werkgroep Kapitaal

Armand Thomassen (LIOF), Carina Tielemans
(ENZuid), Chantal de Schepper (Provincie Zeeland),
Edith Engelen (RVO), Edwin van Houte (Impuls Zee-
land), Frits de Vries (Invest-NL), Hans Klomp (ABN
Amro), Ilse Massart (BOM), Lucas Ruland (NIBC),
Louk Severens (RVO), Marc de Haas (BOM), Marlies
Veldhuijzen (Provincie Noord-Brabant), Maurice
Croux (Provincie Limburg), Paul Gosselink (BOM),
Peter Bijkerk (Impuls Zeeland), Raoul Oomen (BOM),
Reinier van der Vusse (Polestar Capital), Wendy
Willems-Wijnen (LIOF).

Werkgroep Ketenvorming

Alwin Hoogendoorn (Avans), Chantal de Schepper
(Provincie Zeeland), Cor van den Ham (EZK),
Daan Heijsters (Brainport Development), Didier
Barrois (Brainport Development), Dirk Vermaire
(Impuls Zeeland), Dorothé van den Bosch (ESZL),
Freek van den Heuvel (REWIN), Geert van Seggelen

(Brainport Development), Herman Gels (Midpoint Brabant), Ilse Massart (BOM), Jorg van der Meij (LIOF), Lucien Bongers (Crossroads), Paul Gosselink (BOM), Paulus Woets (provincie Zeeland), Raoul Oomen (BOM), René Verhoeven (ESZL), Rens Hamelink (provincie Zeeland), Renske Cox (Keyport), Ton Hagelstein (Keyport), Waldo Maaskant (provincie Noord-Brabant).

Illustratieve opschalingsinitiatieven

Ando Kuypers (TNO), Cees Biesheuvel (DOW), Dennis Chafâ (G.I. Dynamics), Dick Koster (TNO/Brightsite), Frank Vergunst (Alta Carbon Technologies), Gert Slager (Havenbedrijf Moerdijk), Grant Davis (Maastricht University), Hans Linden (TNO), Herman Worries (Maastricht University), Jaap Hoogcarspel (Circular Biobased Delta), Joop Groen (Circular Biobased Delta), Joost van Dijk (SDR), Laurens Meijering (SDR), Lennart van der Burg (TNO), Manon Baartmans (Havenbedrijf Moerdijk), Marc Prevoo (Synova), Marc van Doorn (BrigH2), Marcel van Berkel (Circular Biobased Delta), Marius Ponten (VDL), Martijn de Graaff (TNO), Roger Blokland (Relement), Ronald Stevelink (FME), Rop Zoetemeyer (Circular Biobased Delta), Ton Geurts (Maastricht University), Ton Voncken (BTC/Topsector Agrifood/BBE), Vincent Toepoel (Waste4ME).

Betrokken in gesprekken en bijeenkomsten

Albert Markusse (Cosun), Angeliq Erkenbosch (IQ), Anton van Beek (DOW), Bert Kip (Brightlands), Birgit van Dijk (BOM), David Pappie (EZK), Dick ter Voorde (Impuls Zeeland), Diederik Samsom (EU), Ed Buddenbaum (Topteam Energie), Emmo Meijer (Topteam Chemie), Eveline Otten (Shell), Faruk Dervis (TNO), Ferdinand van den Oever (Havenbedrijf Moerdijk), Focco Vijselaar (EZK), Frank Kuijpers (SABIC), Geert Huizinga (FME), Gustaaf Savenije (VDL), Hanna Lucas (IQ), Jan Harm Urbanus (TNO), Jay Baladien (Havenbedrijf Moerdijk), Jo-Annes de Bat (gedeputeerde Zeeland), Joep Brouwers (BOM), John Blankendaal (Brainport Industries), Joost van den Akker (gedeputeerde Limburg), Joost van Dijk (SDR), Kees de Gooijer (Topsector Agri & Food/TKI-BBE), Leo Leynse (Provincie Zeeland), Loek Radix (Chemelot), Louk Severens (RVO), Manon Bloemer (VNCI), Manon Janssen (Topteam Energie), Marc Hendrikse (Topsector HTSM), Marcel Wubbolts (Corbion), Marieke Schoots (Tilburg University), Marijn Rijkers

(Chemelot InSciTe), Martijn van Gruijthuisen (gedeputeerde Noord-Brabant), Michiel Peters (VDL), Naomi Montenegro Navarro (TNO), Nick Bos (Universiteit Maastricht), Nico van Dooren (Port of Rotterdam), Patrick Aarts (TNO), Paul Brandts (Brightlands), Paul de Krom (TNO), Paul van Nunen (Brainport Development), Peter Bijkerk (Impuls Zeeland), Piet Goossen (Economic Board Zeeland, vice-voorzitter ENZuid), Richard van der Sanden (DIFFER), Roald Suurs (TNO), Robert Thijssen (EZK), Robert-Jan Smits (TU/e), Robert de Kler (TNO), Roel Schutten (AgriFood Capital, voorzitter ENZuid), Saskia Lavrijssen (Tilburg University), Stijn Effting (Havenbedrijf Rotterdam), Tom Housmans (SABIC), Tys van Elk (LIOF), Willem Sederel (Circular Biobased Delta), Wim van den Donk (Tilburg University), Wouter Bos (Invest-NL).

Met speciale dank aan

Carin Römers (Brightsite), Simone van Trier (Dat Spreekt)

Vormgeving

Mirjam Wilbrink (studioBoven grafisch ontwerp)

Drukwerk

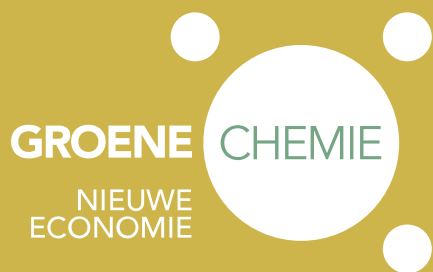
Impressed print en sign

Groene chemie, nieuwe economie is een initiatief van het Economisch Netwerk Zuid-Nederland.

Voor meer informatie www.enzuid.nl.

24 februari 2021

Zie ook www.groenechemie.nl.



www.groenechemie.nl