

PLAN

Groene chemie, nieuwe economie

Ketentransitie in de procesindustrie



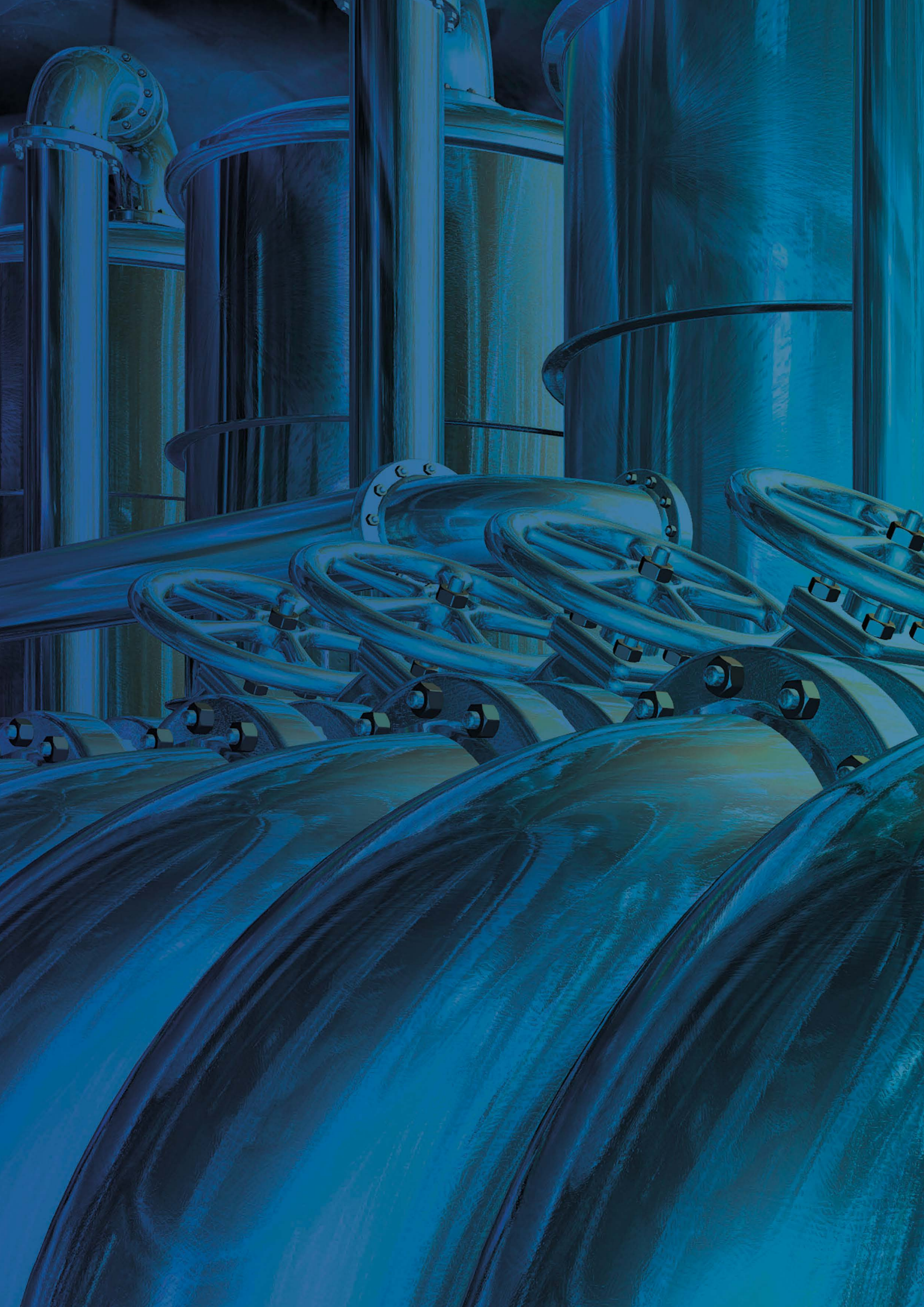
ECONOMISCH NETWERK
ZUID-NEDERLAND

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	6
1 Ketentransitie in de procesindustrie	8
1.1 De procesindustrie in Zuid-Nederland staat voor een grote opgave	9
1.2 Vergroenen van de chemie, demonstreren van een nieuwe economie	10
1.3 Aanpak van het programma 'Ketentransitie in de procesindustrie'	11
1.4 Verbinding met andere plannen en initiatieven	12
2 Drie vergroeningsrichtingen en hun randvoorwaarden	14
2.1 Elektrificatie van de industrie	15
2.2 Biomassa als grondstof	18
2.3 Recycling van materialen	23
2.4 Aandacht voor de randvoorwaarden	27
3 Startpunt en uitnodiging voor verdere samenwerking	30
Voetnoten	32
Colofon	34

Bijlage Projectfiches (separaat)

In de tekstkaders in dit plan worden de negen opschalingsprojecten die zijn aangedragen door de industrie beknopt beschreven. Een losse bijlage bij dit document bevat uitgebreide beschrijvingen van deze projecten.



Voorwoord

Dit plan beschrijft de kansen voor Zuid-Nederland om voorop te lopen in de noodzakelijke verduurzaming van de kunststoffen- en kunstmestindustrie.

De omvang van deze transitie is groot: zo wordt de opgave voor de industrie wel vergeleken met het 'vergroenen' van zes kolencentrales voor de periode tot 2030. Maar de omslag naar een groene chemie levert ook kansen op voor de economie.

Het economisch belang van de kunststoffen- en kunstmestindustrie is enorm. Er zijn in Zuid-Nederland direct en indirect zo'n 100.000 banen mee gemoeid. Ook de maatschappelijke impact is groot, want deze industrieën leveren de basismaterialen voor vele maakbedrijven 'downstream', die met deze duurzame materialen zelf ook duurzaam kunnen worden. Denk bijvoorbeeld aan isolatiematerialen, verpakkingen, textiel, de bouw en de auto-industrie.

De regio is kansrijk, omdat zowel de procesindustrie als de nieuwe en innovatieve toeleverende bedrijfstakken (de agrarische sector, de hightech-industrie en recyclingbedrijven) er goed zijn ontwikkeld. Zuid-Nederland beschikt bovendien over sterke innovatieclusters, zoals – naast vele andere voorbeelden – de Brightlands Chemelot Campus en de Circular Biobased Delta, die in goede samenwerking met de overheid functioneren.

Voor het verzilveren van de kansen voor de regio roepen we op tot het gezamenlijk maken van een Actieagenda 'Ketentransitie in de procesindustrie'. In dit plan schetsen we de contouren van die agenda en hebben we een negental concrete opschalingsinitiatieven van bedrijven bijgevoegd, waarmee we een doorkijk geven op hoe de 'Groene chemie' vorm zal krijgen en hoe de 'Nieuwe economie' eruit kan zien. Dit plan is het startpunt waar we graag op willen doorpakken en een uitnodiging aan iedereen die mee wil doen!



Arnold Stokking

Managing Director
Brightsite en aanjager
van het programma
'Ketentransitie in
de procesindustrie'

SAMENVATTING

Het belang

De procesindustrie in Zuid-Nederland staat voor een enorme opgave om de klimaatdoelen te halen en wordt in zijn huidige voortbestaan bedreigd als de forse CO₂-uitstoot niet tijdig wordt gereduceerd. De regio is de 'chemie-maak-regio' van Nederland voor kunststoffen en kunstmest. Deze industrie levert basismaterialen en bepaalt daardoor in belangrijke mate het duurzaamheidsprofiel van vele bedrijfstakken 'downstream' (bouw, textiel, auto's, etc.). Ze is van groot economisch belang met circa 100.000 banen in de provincies Zeeland, Noord-Brabant en Limburg. De drie grote industriegebieden Moerdijk, Terneuzen en Chemelot zijn verankerd in het Nationaal Klimaatakkoord en huisvesten samen vele honderden grote en kleine bedrijven in de (petro)chemie, de logistiek en de maakindustrie.

De kans en aanpak

Om aan de klimaatdoelstellingen te voldoen zullen hernieuwbare grondstoffen moeten worden ingezet en moet productie worden gebaseerd op schone energie, met name elektriciteit. Circulaire oplossingen zijn nog vrijwel nergens op industriële schaal aangetoond. Bovendien zijn ze vaak niet economisch rendabel, vanwege de huidige, zeer efficiënte, oplossingen gebaseerd op olie en gas. Een stapsgewijs realisatieplan, gedragen door bedrijven, kennisinstellingen en overheden, is daarom nodig. Dit plan moet leiden tot grootschaliger industriële toepassing van nieuwe grondstoffen en elektrificatie van de industrie – op relevante schaal in 2025. Deze opschaling zal naar

verwachting voorzien in enkele tientallen procenten van de te behalen doelen in 2030 en de routekaart naar 2030 en 2050 vergaand invullen.

Door het verbinden van de grote procesindustrie met innovatief MKB en scale-up bedrijven, ondersteund door kennisinstellingen, kunnen nieuwe groene waardeketens ontstaan, met nieuwe economische activiteit en werkgelegenheid. Verbinding, om te beginnen binnen de regio, moet worden bereikt op drie terreinen:

- met de landbouwsector voor biobased grondstoffen;
- met de recyclingsector voor hergebruik van materialen;
- met de hightech maakindustrie voor elektrificatie en digitalisering.

Door samenwerking te stimuleren worden kennis en kunde gedeeld en worden risico's gemeenschappelijk gedragen. De regio beschikt over diverse triple-helix-organisaties die het proces van opschaling kunnen faciliteren en begeleiden, waaronder de ENZuid-partners (Economische Samenwerking Zuid-Limburg, Keyport, Crossroads Limburg, Brainport Eindhoven, AgriFood Capital, Midpoint Brabant, REWIN, Economic Board Zeeland) en meer specifiek de Brightlands Chemelot Campus, Brightsite, Circular Biobased Delta, Port of Moerdijk, North Sea Port, Chemelot-InSciTe en Smart Delta Resources. Samenwerking met de haven van Rotterdam en de chemie-clusters in Vlaanderen en Noordrijn-Westfalen biedt mogelijkheden voor synergie en verdere opschaling.

Aan de slag...

... met de bedrijven: tal van MKB- en scale-up bedrijven in de regio staan klaar om tot realisatie te komen. Negen initiatieven met concrete plannen zijn beschreven in dit plan. Alle negen zijn kansrijk, maar geen ervan is laaghangend fruit. Knelpunten blijken veelal gemeenschappelijk van aard te zijn. Samen met de triple-helix-organisaties kunnen de waardeketens verder worden uitgewerkt en versterkt, waarbij aandacht zal zijn voor zowel het veiligstellen van langjarige toelevering, als langjarige afname door de procesindustrie.

... met de financiers: er zijn vele fondsen beschikbaar of aangekondigd: regionaal via de ontwikkelmaatschappijen, via nationale instrumenten, zoals het Toekomstfonds, SDE(+) en Invest-NL en op Europees niveau, zoals het Innovation fund en InvestEU. De negen uitgewerkte initiatieven uit de regio is het tot dusverre niet gelukt om financiering rond te krijgen. Dat is in lijn met wat de Kabinetsvisie Verduurzaming Basisindustrie 2050¹ zegt over dergelijke *high-risk-high-cost*-projecten: ze worden niet gefinancierd door de markt en komen moeilijk van de grond zonder overheidshulp. Een gemeenschappelijke inspanning is daarom vereist.

... met de overheden: samen optrekken om te onderzoeken hoe het instrumentarium van 'Den Haag' en 'Brussel' voor klimaatverbetering de opschaling van circulariteit en elektrificatie in de procesindustrie zo optimaal mogelijk kan stimuleren. Zuid-Nederland zet zich via de lopende structuren voor de inzet van

regionale EU-fondsen (OPZuid/Stimulus) maximaal in om (nieuwe) middelen uit Brussel voor de beoogde groene transitie in Zuid-Nederland aan te wenden en daar ook de programmatische samenwerking op te realiseren. Circulariteit, inclusief elektrificatie van productie, is benoemd in beleidskaders van Europa (Green Deal), Nederland (IKIA, Kamerbrief Basisindustrie, de Groeibrief, de Waterstofagenda) en de ENZuid Regio (RIS3). Onderwerpen die aandacht vragen zijn:

- bestaande instrumenten kunnen worden geoptimaliseerd, bijvoorbeeld toegang tot de SDE(+);
- inzet van biomassa richten op verwaarding in de chemie (thans worden vooral energietoepassingen gestimuleerd);
- het ETS-systeem en de daaraan gekoppelde wetgeving (bijvoorbeeld CO₂-heffing) kent geen stimulans voor inzet van circulaire materialen door de procesindustrie (geen erkenning voor reductie 'scope-3-emissies').

Uitnodiging om dit samen op te pakken

Het Plan Ketentransitie in de procesindustrie dient als startpunt om initiatieven voor 'Groene chemie, nieuwe economie' versneld te realiseren. Met de ambitie opschaling van duurzaamheidsinitiatieven op industriële schaal per 2025. De eerste negen voorbeelden staan klaar, diverse andere zullen volgen. Wij nodigen alle betrokkenen in de regio, in Den Haag en in Brussel uit om de volgende fase te ondersteunen, op weg naar een uitgewerkte Actieagenda op 4 november 2020!

HOOFDSTUK

1

Ketentransitie in de procesindustrie

1.1 De procesindustrie in Zuid-Nederland staat voor een grote opgave

Met het Nederlandse Klimaatakkoord zijn overheid en industrie overeengekomen dat de forse CO₂-uitstoot van de industrie in 2050 teruggebracht moet worden met 59% ten opzichte van 1990. Zuid-Nederland huisvest drie industriële clusters met een focus op de basischemie en alle vijf de in Nederland aanwezige naftakrakers. Gezamenlijk bedraagt de verwerkingscapaciteit van deze krakers maar liefst zo'n 14 Mton nafta per jaar.² Omdat de procesindustrie in Zuid-Nederland basismaterialen levert, bepaalt zij in belangrijke mate ook het duurzaamheidsprofiel van de bedrijven die deze materialen afnemen en verwerken tot eindproducten.

Vergroening van de procesindustrie betekent dat de energietransitie en grondstoffentransitie hand in hand moeten gaan: om aan de klimaatdoelstellingen te voldoen zullen grondstoffen circulair moeten worden ingezet en moet productie worden gebaseerd op schone energie, met name elektriciteit. Dat is een grote opgave, zeker voor Zuid-Nederland, als de 'chemie-maak-regio' van Nederland voor kunststoffen en kunstmest. Er zijn niet veel voorbeelden van situaties bekend waarin circulaire oplossingen al op industriële schaal zijn aangetoond. Bovendien zijn ze economisch vaak niet rendabel, vanwege de

huidige, zeer efficiënte, oplossingen op basis van olie en gas.

Een stapsgewijs realisatieplan, gedragen door bedrijven, kennisinstellingen en overheden, is daarom nodig. Dit plan moet leiden tot grootschaliger industriële toepassing van nieuwe grondstoffen en elektrificatie van de industrie – op relevante schaal in 2025. Deze opschaling zal naar verwachting voorzien in enkele tientallen procenten van de te behalen doelen in 2030 en de routekaart naar 2030 en 2050 vergaand invullen.

Vergroening van de procesindustrie betekent dat de energietransitie en grondstoffentransitie hand in hand moeten gaan.

1.2

Vergroenen van de chemie, demonstreren van een nieuwe economie

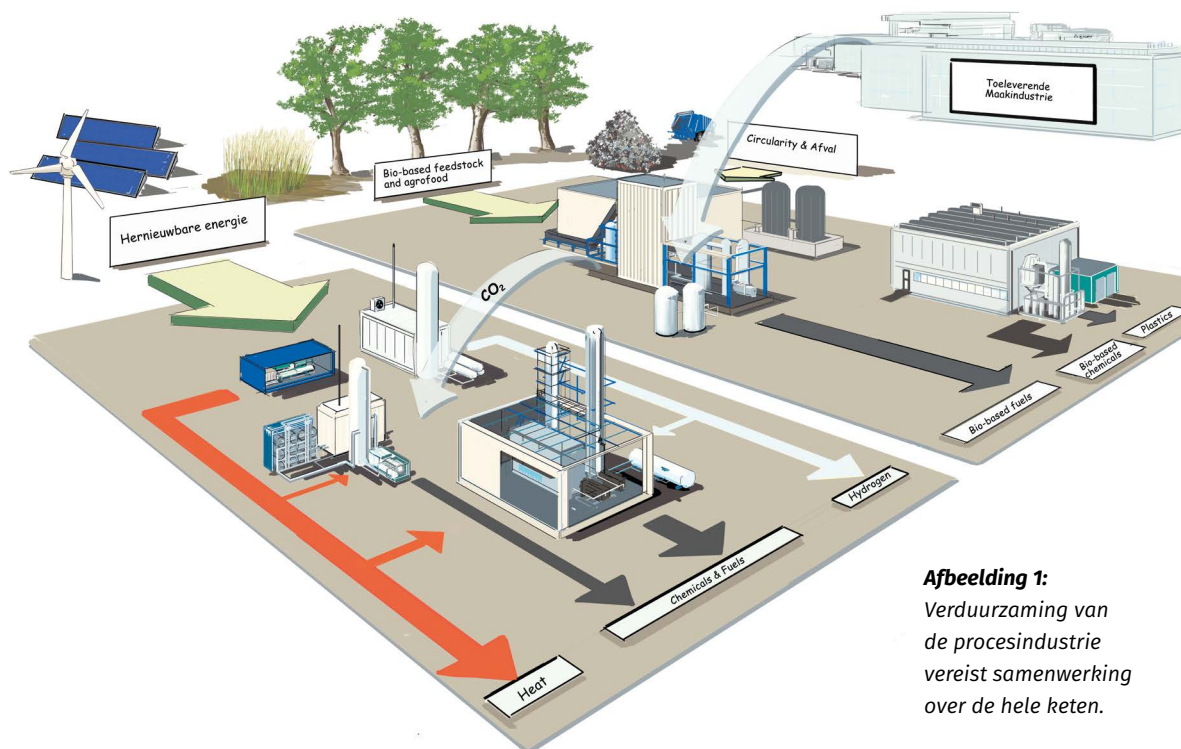
Vergroening van de chemie is een grote uitdaging, maar houdt tegelijkertijd een economische kans in voor de regio – ook vanwege de mondiale urgentie van het versnellen van de energietransitie. Het gaat immers niet alleen om het behoud van de chemiesector voor de regio, maar ook om de vorming van nieuwe, innovatieve ketens om die vergroening voor elkaar te krijgen. Circulariteit en elektrificatie betekenen namelijk dat er nieuwe toeleveringen komen, met afhankelijkheden die er eerder niet waren. Door het verbinden van de grote procesindustrie met innovatieve MKB- en scale-up bedrijven, ondersteund door kennisinstellingen, kunnen nieuwe groene waardeketens ontstaan, met nieuwe economische activiteit en werkgelegenheid tot gevolg.

Zuid-Nederland heeft een unieke kans om de nieuwe economie te demonstreren die zo ontstaat. Het is als 'kraakregio' een bijzondere regio, vanwege de concentratie van de productie van kunststoffen en kunstmest voor Nederland en de rest van de wereld. De grootste chemiecomplexen van Europa zijn geconcentreerd in Geleen, Moerdijk en Terneuzen. Deze drie industriegebieden zijn verankerd in het Nationaal Klimaatakkoord en huisvesten samen vele honderden grote en kleine bedrijven in de (petro)chemie, de logistiek en de maakindustrie. De regio is ook bijzonder vanwege haar kennis, kunde en toeleverende industrie en de deels grensoverschrijdende samenwerking met onder andere Zuid-Holland, Noordrijn-Westfalen en Vlaanderen. Dit zijn drie relevante bureaus die vanwege de klimaatdoelen voor een vergelijkbare opgave staan, een markt kunnen zijn voor de oplossingen die worden ontwikkeld en toeleveringen kunnen helpen opschalen (bijvoorbeeld Rotterdam).

Door een interessante marktvraag te creëren bij de procesindustrie kan de toepassing van nieuwe duurzame technologieën, processen en producten opgeschaald worden. Grote

bedrijven als DOW Chemical, SABIC, Yara, OCI Nitrogen, Cosun en Shell met kennisinstellingen als TU Eindhoven, Maastricht University, Brightsite, Chemelot-InSciTe, DIFFER, Avans, TNO, Fontys en de Universiteit van Tilburg bieden innovatieve MKB-bedrijven en scale-ups kansen om schaalgrootte te creëren in de toepassing van vernieuwende 'groene' technologieën, producten en processen. Dit is bij uitstek een kans voor scale-ups en MKB-bedrijven in de maakindustrie, ICT-, agro- en recyclingsector: ze kunnen samen met de industriële clusters de economische netwerken van de toekomst vormen.

Er ontstaat bovendien een geweldig nieuw exportpotentieel. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling en inzet van elektrolyzers, het bouwen van opwerkingsfabrieken voor biomassa en aan de productie en inzet van elektrische fornuizen. Er ontstaan tevens nieuwe afzetmogelijkheden voor biobased grondstoffen en diverse afvalstromen. Vergroening van de procesindustrie is daarmee niet alleen van groot belang voor de toekomstige welvaart en het toekomstige welzijn in de industrieclusters in de zuidelijke provincies, maar ook voor industrieclusters en sectoren elders.



Afbeelding 1:
Verduurzaming van
de procesindustrie
vereist samenwerking
over de hele keten.

1.3 Aanpak van het programma 'Ketentransitie in de procesindustrie'

Het programma 'Ketentransitie in de procesindustrie' heeft tot doel om initiatieven voor een groene chemie en nieuwe economie versneld te realiseren en om duurzaamheidsinitiatieven op te schalen naar industriële schaal per 2025. Het programma richt zich op de bulkchemie in de regio ENZuid, die getrokken wordt door het grootbedrijf (DOW Chemical, Shell, Sabic, Yara, Cosun en OCI Nitrogen). Het gaat daarbij om bestaande processen, maar er gloren ook nieuwe processen die al dan niet in nieuwe bedrijven tot leven komen, vanwege nieuwe grondstoffen (bijvoorbeeld suikerbieten) of nieuwe technologieën (bijvoorbeeld vergassing van biograndstoffen).

Samenwerking in de keten is cruciaal om deze ambitie te verwezenlijken, zoals **afbeelding 1** illustreert. Verbinding, om te beginnen binnen de regio, moet worden bereikt op drie terreinen: met de hightech maakindustrie voor elektrificatie en digitalisering van de industrie, met de landbouwsector voor biobased grondstoffen en met de recyclingsector voor verwerking en hergebruik van afvalmaterialen. Kortom, er is een ketentransitie nodig.

Om deze ketentransitie te helpen bewerkstelligen, volgt het programma een duale aanpak. Enerzijds is er het voornemen om een Actieagenda voor de langere termijn te maken, die is gebaseerd op een structurele analyse van de kansen en knelpunten die met de inzet van hernieuwbare grondstoffen en schone energie samenhangen. Deze Actieagenda omvat drie actielijnen: elektrificatie van de industrie, biomassa als grondstof en recycling van materialen. Daar-

naast gaat hij in op randvoorwaarden die moeten worden ingevuld. In hoofdstuk 2 van dit plan zijn deze onderwerpen op hoofdlijnen uitgewerkt, als contouren voor de Actieagenda.

Anderzijds richt het programma zich op het versnellen van concrete opschalingsinitiatieven met en door bedrijven. De analytisch gedreven top-down aanpak van de Actieagenda komt op deze manier mooi samen met een meer opportunistisch en praktisch gedreven bottom-up aanpak met stakeholders in de industrie. Dat maakt het programma uniek. Met de triple-helix samenwerking in het Economisch Netwerk Zuid-Nederland (ENZuid) wil het programma kansrijke innovaties opschalen en op substantiële schaal demonstreren in 2025, als aansporing tot grootschalige implementatie richting 2040 en met als doel om nieuwe ketens te ontwikkelen rondom energie, grondstoffen en infrastructuur. De acht triple-helix organisaties binnen ENZuid kunnen het proces van opschaling faciliteren en begeleiden, en hebben een essentiële rol in het betrekken en verbinden van scale-up bedrijven, MKB en kennis-

instellingen. Ook de Brightlands Chemelot Campus, Brightsite, de Circular Biobased Delta, Port of Moerdijk, North Sea Port, Chemelot-InSciTe en Smart Delta Resources zijn nauw betrokken, en op termijn kan samenwerking met de haven van Rotterdam en met de chemieclusters in Vlaanderen en Noordrijn-Westfalen mogelijkheden bieden voor synergie en verdere opschaling.

Op aangeven van en in samenspraak met de industrie is een negental kansrijke opschalingsprojecten geïdentificeerd om mee van start te gaan. In de tekstkaders verderop in dit plan worden ze kort toegelicht; uitgebreide beschrijvingen zijn opgenomen in een losse bijlage bij dit plan. In al deze projecten draait het om het maken van de stap van demonstratie naar opschaling tot serieuze volumes, om het vormen van nieuwe ketens en ecosystemen en om het opdoen van praktijkkennis en ervaring. Dit programma wil partijen verbinden, barrières helpen wegnemen en ondersteuning bieden bij het rondkrijgen van de financiering van deze eerste negen initiatieven – en andere initiatieven die in de nabije toekomst ongetwijfeld gaan volgen.

1.4 **Verbinding met andere plannen en initiatieven**

Het initiatief 'Groene chemie, nieuwe economie', zoals in dit plan beschreven, bouwt voort op de innovatiekracht van de ENZuid-regio (zie RIS3³) en past binnen de beleidskaders van Europa en Nederland.

Circulariteit is een essentieel onderdeel van een bredere transformatie van de industrie naar klimaatneutraliteit en concurrentievermogen op de lange termijn.

Circulariteit kan binnen de waardeketens en productieprocessen aanzienlijke materiële besparingen opleveren, extra waarde genereren en economische kansen ontsluiten.

In het Actieplan voor een circulaire economie⁴ en met de doelstellingen van de Strategie voor de industrie⁵ heeft de Europese Commissie uiteengezet hoe zij de circulariteit van de industrie en de toepassing van groene technologieën gaat bevorderen. De nieuwe MKB-strategie⁶ beoogt de circulaire industriële samenwerking van de industrie met het MKB bevorderen.

De Kabinetsvisie Verduurzaming Basisindustrie 2050 schetst de kans voor de economie voor Nederland om wereldwijd

een kweekvijver en accelerator van duurzame energie en industrie te worden. De beschikbaarheid van nieuwe technologieën is belangrijk bij de op- en ombouw van een duurzame basisindustrie. Het kabinet wil opschaling ondersteunen en zet daarbij in op een aantal belangrijke technische ontwikkelingen waaronder elektrificatie en circulaire technieken, zoals chemische recycling. Deze worden breed gezien als potentieel kansrijke opties voor verduurzaming en dragen bij aan het lange termijn verdienvermogen, zoals geformuleerd in de Groeibrief.⁷

Dit programma wil partijen verbinden, barrières helpen wegnemen en ondersteuning bieden bij het rondkrijgen van de financiering van deze eerste negen initiatieven – en andere initiatieven die in de nabije toekomst ongetwijfeld gaan volgen.

The background of the entire page is a dense, close-up photograph of numerous small, irregularly shaped pellets. These pellets have a mottled appearance with shades of blue, teal, and green, suggesting they might be made of a natural material like wood or a mineral. They are scattered across the entire frame, creating a textured, organic pattern.

HOOFDSTUK

2

Drie vergroenings-
richtingen en hun
randvoorwaarden

In het programma ‘Ketentransitie in de procesindustrie’ staan drie vergroenings-richtingen centraal: elektrificatie van de industrie, biomassa als grondstof en recycling van materialen. Geen van deze richtingen is op zichzelf voldoende om de duurzaamheidsdoelstellingen uit het Klimaatakkoord te behalen. Ze zijn alle drie belangrijk en hangen bovendien met elkaar samen. In dit hoofdstuk worden ze globaal behandeld, evenals de randvoorwaarden om ze tot een succes te maken.

2.1 Elektrificatie van de industrie

De Nederlandse industrie kent een finale vraag naar warmte en feedstock van zo’n 1.000 PJ, waarvoor nu vrijwel uitsluitend fossiele brandstoffen ingezet worden. Dit resulteerde in 2019 in een CO₂-uitstoot van 56 Mton CO₂-equivalent voor de industrie.

In een duurzaam energie- en grondstof-fensysteem is alleen plaats voor CO₂-neutrale energiedragers en feedstock. Met elektrificatie van de warmte- en feedstock-vraag wordt het mogelijk om elektriciteit uit hernieuwbare bronnen in te zetten voor decarbonisatie van de industrie. Tegelijkertijd kan elektrificatie een rol spelen als flexibiliteitsmechanisme, dat nodig is voor het balanceren van vraag en aanbod van energie in een duurzame energievoorziening.

Elektrificatie is een containerbegrip waarachter een palet aan verschillende technologieën en toepassingen schuilgaat, die zich in verschillende technologische 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 op technologieën op procesniveau (thermo- of elektrochemisch).

Op hoofdlijnen kunnen drie toepassings-gebieden worden onderscheiden⁸:

- **Power-to-heat:** hieronder vallen technieken als warmtepompen, stoom-recompressie, e-boilers en elektrisch kraken. De procesindustrie heeft vooral behoefte aan hoge temperatuurwarmte. Lagere temperatuurniveaus worden ingevuld met cascadering, waardoor er weinig kansen voor warmtepompen zijn. Elektrisch of plasmakraken is een belangrijke stap waarbij een van de meest energie-intensieve processen (namelijk kraken) verduurzaamd kan worden. Een aandachtspunt hierbij vormen de restgassen die bij raffinage- en kraakprocessen vrijkomen en in de huidige situatie weer als warmte-input gebruikt worden (75% van de warmte-voorziening in de petrochemie wordt ingevuld met restgassen). Zonder valorisatie van deze restgassen heeft het voor emissiereductie weinig zin om kraak-processen te elektrificeren.

Nederland heeft met haar ligging aan de Noordzee, haar grote industriële clusters én haar krachtige hightech maakindustrie een kans om een stevige rol te spelen in de opschaling van elektrolyzers.

- **Power-to-gas:** voor de procesindustrie gaat het hier vooral om het maken van groene waterstof met elektrolyse (Alkaline, PEM, Solid-Oxide). De kosten van elektrolyzers moeten flink dalen om groene waterstof concurrerend te maken. Nederland heeft met haar ligging aan de Noordzee, haar grote industriële clusters én haar krachtige hightech maakindustrie een kans om een stevige rol te spelen in de opschaling van elektrolyzers. Naast elektrolyse bestaan er nog andere concurrerende low-carbon waterstof-technologieën waarmee op de korte termijn waterstof tegen relatief lage kosten geproduceerd kan worden:

- › 'Blauwe waterstof' met ATR / Partiële Oxidatie van aardgas in combinatie met Carbon Capture and Storage (CCS). In het H-Vision project⁹ bestaan hier vergevorderde plannen voor. Blauwe waterstof is op dit moment weliswaar goedkoper dan groene waterstof, maar vereist nog altijd een CO₂-prijs van ongeveer 100 euro per ton en een CCS-infrastructuur, en blijft afhankelijk van fossiele bronnen.

- › 'Turquoise waterstof' met methaanpyrolyse. Hierbij wordt methaan bij hoge temperatuur gesplitst in waterstof en pure koolstof. Dit gaat niet gepaard met CO₂-emissies en de koolstof kan gevaloriseerd worden.

BASF, Shell en TNO zien veel potentieel in deze technologie, waarbij het scheiden van de koolstof nog wel een van de uitdagingen is. Deze route is duurder dan het tegenwoordig vooral toegepaste, niet-duurzame SMR¹⁰, maar voorlopig wel voordeliger dan elektrolyse.

- **Power-to-chemicals:** hier gaat het om het gebruik van elektriciteit om de productie van basischemicaliën te verduurzamen. Dit kan direct (elektrochemisch) of indirect via waterstof (thermokatalytisch, in combinatie met het Fischer Tropsch- en Haber Bosch-proces). De indirecte route heeft als voordeel dat waterstof met een geringe aanpassing ingezet kan worden als een schone vervanger van aardgas. De directe, elektrochemische routes (naar CO, HCOOH, C₂H₄, C₃H₆, etc.) zijn veelbelovend, maar zijn nog niet ver ontwikkeld (ze hebben een laag TRL-niveau). Naast elektriciteit (voor het maken van waterstofatomen) vergt power-to-chemicals ook koolstof- en stikstofatomen uit circulaire CO₂ of van biogene oorsprong.

Afbeelding 2 bevat een overzicht van de verschillende toepassingsgebieden en technologieën, met de verwachte tijdslijnen waarop ze tot wasdom komen.

Afbeelding 2: De verschillende toepassingsgebieden van elektrificatie met bijbehorende technologieën en tijdslijnen.

	2020-2025	2025-2030	>2030
P2Heat	Heat pumps MVR E-boilers	High-T Heat pumps Steam Recompression High-T E-boilers	E-cracking E-furnaces
P2Gas (H₂)	Electrolysis ALK/PEM demos (+ alternative low-carbon H ₂ with ATR/PO + CCS and CH ₄ pyrolysis)	Electrolysis ALK/PEM (+ alternative low-carbon H ₂ with ATR/PO + CCS and CH ₄ pyrolysis)	Electrolysis PEM/SOE GW-scale
P2Chemicals	Thermocatalytic conversion demos	Thermocatalytic conversion, Fischer Tropsch, Haber Bosch: MeOH, DME, e-fuels	Direct electrochemical conversion: CO, HCOOH, C ₂ H ₄ , C ₃ H ₆ , NH ₃

Met betrekking tot elektrificatie heeft de industrie vooralsnog twee kansrijke opschalingsprojecten aangedragen; een op

het gebied van plasmachemie en een over de standaardisering resp. opschaling van elektrolyse door de Nederlandse industrie.

OPSCHALINGSPROJECT

1

CO₂-vrij produceren van waterstof en etheen uit methaan en stookgas

Brightsite wil groene waterstof en etheen uit methaan (biogas) gaan maken met behulp van plasmatechnologie op basis van duurzame elektrische energiebronnen. Plasmatechnologie stamt uit de jaren '40, maar kan met enkele verbeteringen functioneren als een breed inzetbare doorbraaktechnologie. 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 momenteel hiervoor toegepaste processen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor circa 70% van de CO₂-uitstoot op Chemelot. Door gebruik te maken van plasmatechnologie kan voor vermindering van broeikasgasemissies worden gezorgd en wordt circulair gebruik van grondstoffen gestimuleerd.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Standaardisatie van elektrolyzersystemen

DOW is bezig met een standaardiseringsproject voor elektrolyzers. Deze technologie is nog relatief nieuw: de meeste systemen worden geleverd als 'containerized' oplossingen, en het design en de fabricage gaan case-by-case. Voor de opschaling van groene waterstof in de industrie wil DOW daarom het systeem, de productie-methodes en mogelijke applicaties

standaardiseren. Dit zal worden gedaan door in een testomgeving op te schalen naar een 2 à 3 MW elektrolyser bij een industriële gebruiker. Hierdoor kunnen partijen uit de elektrolyser-keten cruciale kennis opdoen over de inpassing van elektrolyzers in een industriële omgeving. Dit project sluit ook aan bij de kansenverkenning van FME en TNO.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

2.2 Biomassa als grondstof

Biomassa, zoals hout, suikerbiet, suikerriet, plantaardige oliën en vetten, zeewier en gras, is door haar structuur en functionaliteit cruciaal als alternatieve grondstof voor de nu grotendeels op petrochemie gebaseerde procesindustrie. Biomassa ontstaat door middel van fotosynthese, waarbij planten CO_2 uit de lucht onder invloed van licht omzetten in suikers. Dankzij dit circulaire karakter leidt het bij gebruik direct tot end-of-life CO_2 -emissie reducties.

Momenteel wordt biomassa slechts in beperkte mate ingezet als grondstof voor de Nederlandse procesindustrie. Zo wordt tallolie (een bijproduct uit de papier-industrie) 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 echter bij lange na niet voldoende voor het behalen van de klimaatdoelstellingen. Er is in potentie (veel) meer mogelijk met biomassa.

Uit verschillende rapporten (bijvoorbeeld een heel recent rapport van PBL ¹¹) blijkt, dat hoewel de Nederlandse biomassaproductie ontoereikend is voor de groeiende behoefte van de Nederlandse procesindustrie, er 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 dat biomassa op de lange termijn (richting 2050) niet kan fungeren als energie-

drager, maar wel een belangrijke rol zal spelen in de transitie richting elektrificatie van industrie, mobiliteit en gebouwde omgeving.

Er zijn verschillende voorbeelden waar het gebruik van biomassa een positieve businesscase had kunnen opleveren, maar waarin de complexiteit van het speelveld resulteerde in terughoudendheid. Knel-punten zijn het 'food versus fuel'-debat, het gebrek aan een level playing field, duurzaamheid en certificatie van biomassa, jaarronde leveringszekerheid en seizoens-variatie van biomassa, competitie met (interne) fossiele businesscases en de 'valley of death' voor technologieopschaling (waarbij het bovendien niet alleen gaat om nieuwe technologieën, maar ook om nieuwe grondstoffen). Er is daarom gemeenschappelijk gecoördineerde actie nodig om de kansen te verzilveren.

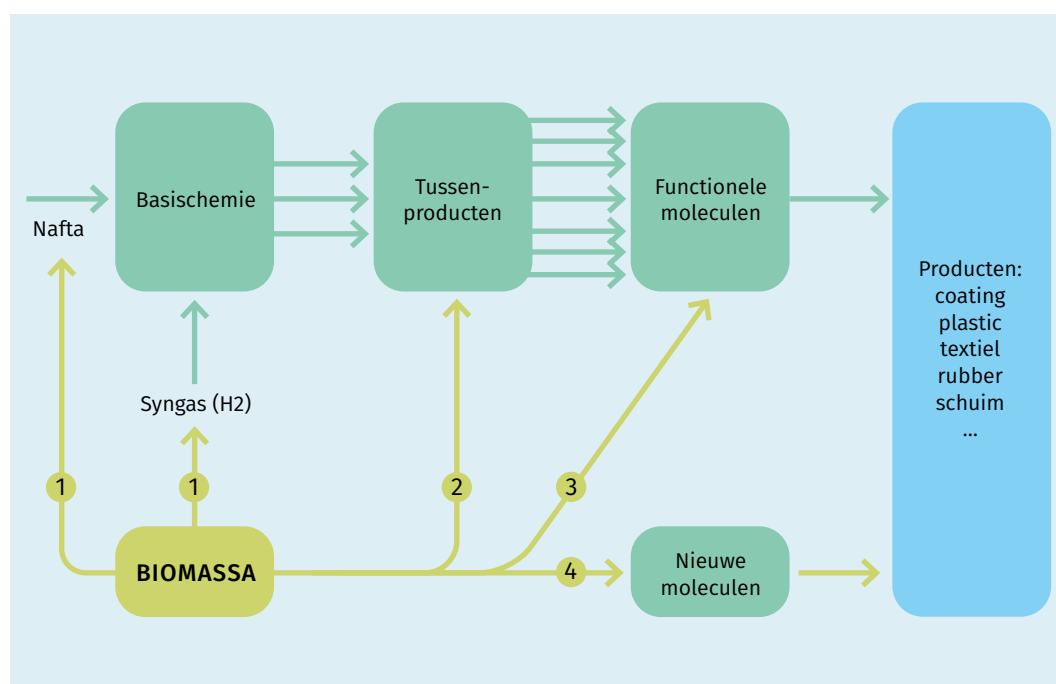
De mogelijkheden die biomassa biedt als grondstof voor de procesindustrie kunnen in vier groepen worden onderverdeeld,

zoals **afbeelding 3** illustreert. Biomassa kan worden gebruikt als grondstof voor de productie van:

- 1 bionafta of syngas/waterstof (H_2), het huidige startpunt van de basischemie;
 - 2 tussenproducten zoals ethyleen en BTX (zogenaamde drop-ins);
 - 3 functionele moleculen, die tot producten worden geformuleerd;
 - 4 nieuwe moleculen, met nieuwe eigenschappen.
- (De nummers corresponderen met de genummerde pijlen in de afbeelding.)

De productie van bionafta genereert de grootste impact met betrekking tot de klimaatdoelstellingen, want elke 10% 'kraker-voeding' levert per jaar grofweg 3 Mton aan CO_2 -reductie op. Significante volumes zijn echter pas vanaf 2030 te verwachten. Tot die tijd is het van belang concrete en generieke knelpunten aan te pakken, door middel van projecten die in 2025 al een eerste bijdrage kunnen leveren aan het behalen van de klimaatdoelstellingen.

Afbeelding 3: Verschillende toepassingsmogelijkheden voor biomassa in de procesindustrie.



In de tekstkaders staan kansrijke opschalingsprojecten beschreven, die door de industrie zijn aangedragen. Dit zijn allemaal illustratieve voorbeelden van concrete projecten, waarin in samenwerking met alle stakeholders in de triple-helix oplossings-richtingen kunnen worden geformuleerd voor de knelpunten die gepaard gaan met de inzet van biomassa. Zo raakt het project 'Suikerbieten als chemie-grondstof' (potentie van 1 Mton suikerbiet) aan het binnenlands productiepotentieel en de groei daarvan, aan het 'food versus fuel'-debat en aan leveringszekerheid.

In de projecten 'Groene waterstofproductie middels vergassing van getorreificeerd afvalhout' (50 MW installatie, 70 kton CO₂-reductie) en 'Bio-ethyleenoxide productie

uit bio-ethanol' (225 kton product, 100 kton CO₂-reductie) kan worden gewerkt aan de realisatie van een level playing field voor de inzet van biomassa als grondstof versus inzet voor energie (dus met aandacht voor de SDE++ regeling en CO₂-beprijzing), en aan de aan logistiek (import) en duurzaamheid van de biograndstoffen. Het laatstgenoemde project biedt bovendien gelegenheid om te onderzoeken wat er nodig is om biomassa als grondstof rendabel te maken in vergelijking met de inzet van (laaggeprijsd) olie en gas, bijvoorbeeld in relatie tot het ETS-systeem. Ook wordt in de regio veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van nieuwe biobased moleculen. Daar past bijvoorbeeld het project 'Specialty bio-aromaten productie uit hemicellulose', waarin de opschaling van de benodigde technologie centraal staat.

OPSCHALINGSPROJECT

3

Suikerbieten als chemie-grondstof

Het Bio Treat Center in Venlo werkt aan het opzetten van een nieuwe verwerkingsketen waarin suikerbieten worden verwerkt tot grondstoffen voor de chemie. Door suikerbieten na de oogst te verwerken tot een halffabricaat dat makkelijk kan worden opgeslagen, kan de chemiesector jaarrond worden voorzien. Suikerbieten zijn zeer geschikt als biograndstof. Ten eerste nemen ze tijdens de groei een grote hoeveelheid CO₂ op, wat een positief

effect heeft op de lokale CO₂-impact. Ook heeft de suikerbiet een zeer hoge energieopbrengst per hectare. Bovendien vormt de suikerbietenteelt momenteel een aantrekkelijk alternatief voor de veehouderij met de daarbij behorende landbouw voor veevoer. Deze bedrijfstak staat onder druk vanwege de stikstofproblematiek. Er is potentie voor een productie van 1 miljoen ton bieten per jaar in Nederland.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Groene waterstofproductie middels vergassing van getorreficeerd¹² afvalhout

De startup Brigh2 werkt aan het opzetten van een demonstratiefabriek voor het produceren van groene waterstof, door het vergassen van getorreficeerde biomassa (takken, bladeren, stro en hout). Deze waterstof kan als grondstof dienen voor een groot aantal toepassingen in de chemiesector in Limburg en Noordrijn-Westfalen. Daarnaast wordt in dit proces groene koolstof gegenereerd, in hogere

concentraties dan bij reguliere productie-methoden het geval is. Door gebruik te maken van getorreficeerde biomassa wordt de productie-efficiëntie verhoogd; er is minder massa nodig om tot eenzelfde hoeveelheid waterstofgas te komen. Daarnaast is deze technologie zeer goed opschaalbaar; de kosten voor het verhogen van de productie zijn ten opzichte van andere technologieën relatief laag.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Bio-ethanol productie op basis van bagasse pellets

Het bedrijf RJ BioEnergy in Zeeland zet een fabriek op voor de productie van bio-ethanol uit bagasse-pellets, door middel van stoomexplosie. Bagasse is het bijproduct van de suikerrietproductie en is overvloedig beschikbaar in onder andere Brazilië en Colombia. De geproduceerde bio-ethanol is homogeen van samenstel-

ling en kent vele mogelijke toepassingen binnen de chemie. Daarnaast komt bij dit proces lignine vrij, dat kan worden gebruikt voor de productie van biobased asfalt. De benodigde technologie voor bio-ethanol uit bagasse is al ver ontwikkeld in Brazilië, en kan hier direct door dezelfde partijen worden gerealiseerd.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Biogate: Bio-ethyleenoxide productie uit bio-ethanol

De Stichting Circular Biobased Delta wil met het project Biogate ethyleenoxide gaan produceren uit bio-ethanol. Dit proces is zeer efficiënt omdat er nagenoeg geen massaverlies optreedt. De technologie heeft zich al bewezen in Amerika, India en Taiwan, wat mogelijkheden geeft voor een commerciële productiefabriek in Nederland. Ethyleenoxide heeft een brede toepasbaarheid als biobased grondstof;

het kan worden gebruikt in eindproducten als matrassen maar kan ook worden doorontwikkeld tot PET en polyester. Ook biedt dit proces een afzetmarkt voor producenten van bio-ethanol, en een mogelijke koppeling met suikerbietenteelt waarop ook het elders in dit plan genoemde initiatief van het Bio Treat Center zich richt.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Specialty bio-aromaten productie uit hemicellulose

Aromaten zijn belangrijke bouwstenen in chemisch producten: ze zorgen voor eigenschappen als hardheid en smeerbaarheid van bijvoorbeeld verf. De startup Relement wil met de productie van twee biobased specialty aromaten een alternatief bieden voor fossiele aromaten. Biobased aromaten kunnen niet alleen

geproduceerd worden tegen lagere CO₂-emissies, ze leveren ook betere 'prestaties' dan hun fossiele tegenhangers. Momenteel voert Relement testen uit met verschillende afnemers, waarna het bedrijf wil starten met de batch-gewijze productie van haar product.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Tabel 1: Theoretisch potentieel van recyclingtechnologieën in 2030.

Technologie	Fase in 2030	Vervangings- potentieel (Mton/jaar)	CO ₂ -emissie die kan worden voorkomen (scope 3) (Mton/jaar)
Mechanische recycling	Commercieel	~0,7	~3,1
Pyrolyse	Commercieel	~1,4	~3,0 – 3,8
Vergassing	Commercieel	~1,4	~3,0 – 3,8
Depolymerisatie	Commercieel	~0,2 – 0,4	~0,6 – 0,8
Dissolutie	Opschaling commercieel	~0,02 – 0,05	
		Totaal ~3,7 – 3,9 Mton	Totaal ~9,7 – 11,5 Mton

gaat daardoor vooral uit naar de ontwikkeling van een duurzame vervanging van de plastics met het grootste volume¹⁴, waarbij zoveel mogelijk gebruik gemaakt kan worden van bestaande infrastructuur.

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 2000 kton per jaar (in 2030 naar verwachting gegroeid tot 2460 kton per jaar) aan plastic gebruikt, terwijl maar een kleine 14% van het gebruikte plastic gerecycled wordt. Het overgrote deel van het plastic afval gaat naar afvalverbrandingsinstallaties (AVI's), om daar te worden verbrand ten behoeve van de energieproductie.

Een van de redenen voor het beperkte hergebruik van plastics, is dat plastic afvalstromen heel zuiver van samenstelling moeten zijn voor de mechanische recycling

die tegenwoordig hoofdzakelijk wordt toegepast. Bij mechanische recycling worden plastic materialen verkleind en gesmolten voor hergebruik. De eigenschappen van deze plastics zijn echter vaak nog inferieur, doordat bijvoorbeeld de materiaalsterkte afneemt en de verkleuring toeneemt na elke cyclus. Betere sorteringmethoden en product design met oog voor de mogelijkheden en onmogelijkheden van mechanische recycling moeten in de toekomst tot oplossingen leiden en voor schaalvergroting zorgen.

Naast mechanische recycling wordt plastic ook chemisch gerecycled. Bij chemische recycling kunnen dissolutie, depolymerisatie en thermochemische technologieën zoals pyrolyse en vergassing worden onderscheiden. Met name thermochemische technologieën (en in mindere mate depolymerisatie) hebben potentie om al voor 2030 grootschalige plastic-recycling mogelijk te maken, omdat deze technologieën goed aansluiten bij de bestaande infrastructuur voor polymeerproductie. Met behulp van deze technologieën worden plastics afgebroken tot de oorspronkelijke

bouwstenen, die vervolgens opnieuw kunnen worden omgezet in zogenaamde 'virgin' plastics, ofwel plastics met eigenschappen gelijk aan die van de oorspronkelijke plastics. Pyrolyse en vergassing kennen zeker nog hun beperkingen, maar hebben zich in de praktijk op kleinere schaal wel al bewezen: pyrolyse bijvoorbeeld in de Pyrolyseproeftuin Zuid-Nederland en ook elders.

Ook van dissolutie zijn al verschillende commerciële toepassingen en pilots bekend. De schaal is op dit moment nog beperkt en verdere groei zal onder andere afhangen van de businesscase. Verwacht wordt dat dissolutie pas na 2030 echt een vlucht zal nemen. Dissolutie maakt het in principe mogelijk om polymeren in een zuivere toestand terug te winnen, op een efficiënte wijze en met een relatief heel zuinig energiegebruik.

Tabel 1 bevat een aantal schattingen voor 2030, voor elk van de vijf hierboven genoemde technologieën. De verwachting luidt dat alle vijf de genoemde recycling-technologieën in 2030 in meer of mindere mate commercieel 'ontsloten' zullen zijn (kolom 2). Wanneer we uitgaan van een realistisch geachte ontwikkeling van elke technologie (bijvoorbeeld dat pyrolyse in 2030 wordt toegepast in 5 à 6 fabrieken met een gezamenlijke capaciteit die gelijk staat aan 10% van de naftakraker-capaciteit in Nederland, hetgeen zich vertaalt in de potentiële vervanging van ongeveer 1,4 Mton aan fossiele grondstoffen per jaar), dan zou de doelstelling voor een circulaire economie op papier behaald worden¹⁵. Immers, volgens de tabel kan het totale vervangingspotentieel in 2030 in theorie zo'n 3,7 Mton bedragen (kolom 3) wanneer alle technologieën parallel worden ingezet, terwijl er dan ongeveer 2,5 Mton aan plastics wordt gebruikt in Nederland (zie afbeelding 4). Dat zou theoretisch betekenen dat in 2030 alle in Nederland

gebruikte plastics met behulp van de in deze paragraaf geschetste technologieën kunnen worden gerecycled.

Wanneer er meer plastic wordt gerecycled, zal er minder verbrand worden. Voor de afvalverwerkende industrie 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. Kolom 4 van tabel 1 bevat een schatting van het besparingspotentieel voor 2030. Volgens deze schatting kan door middel van recycling in theorie zo'n 9,7 à 11,5 Mton aan scope 3 CO₂-emissie voorkomen worden in 2030. Om dat te bereiken, is er echter veel meer plastic afval nodig dan dat er in Nederland beschikbaar is: er zou import van plastic afval nodig zijn. Daarom zijn naast recycling ook elektrificatie en inzet van biomassa noodzakelijk voor de transitie naar een duurzame industrie.

Zoals eerder gezegd, is er vanuit de industrie dan ook veel belangstelling voor recycling, zoals bleek uit de expertsessies en gesprekken die de afgelopen paar maanden zijn gevoerd. Daaruit zijn op dit moment twee opschalingsprojecten rondom recycling gedestilleerd, die in de kaders hieronder worden toegelicht. Dat de groene basismaterialen die dankzij dergelijke initiatieven ontstaan verderop in de keten ongetwijfeld aftrek zullen vinden, blijkt onder andere uit de behoefte van Midpoint Brabant, mede ondersteund door Rewin, PNB en Capi Europe, om de vraag vanuit plasticverwerkers naar niet-fossiel verkregen 'virgin' biobased en recycled plastics in beeld te gaan brengen. Ook vanuit de afvalverwerkende industrie is serieus belangstelling getoond. Zo sluit de keten!

Kraken van plastic afval

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 koolstofrijk 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 chemicaliën en brandstoffen. Deze technologie kent grote voordelen: het is effectief, reduceert CO₂-uitstoot en is al ver ontwikkeld. Vergassing van plastic afval zorgt voor hergebruik van huidige afvalstromen en is een alternatief voor plastic-productie. Daarnaast wordt de efficiëntie verhoogd door het overslaan van een stap in de verweringsketen.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

Crackerfeed uit afval plastic middels pyrolyse

Port of Moerdijk is bezig met het opschalen van twee initiatieven uit de Pyrolyseproeftuin Zuid-Nederland; Waste4ME en Teknow. Pyrolyse is een veelzijdig proces dat gemengde plastic afvalstromen kan verwerken. Het proces produceert pyrolyse-olie, dat kan worden

gebruikt voor de productie van verschillende chemicaliën. De beprijzing van afval plastics en de olieprijs spelen een grote rol bij het bepalen van de winstgevendheid van pyrolyse, omdat dit de voornaamste ingaande en uitgaande stromen zijn.

(Zie separate bijlage voor een uitgebreide projectbeschrijving.)

2.4 Aandacht voor de randvoorwaarden

Vergroening van de chemische industrie vergt een integrale aanpak, wil de transitie slagen. Daarbij moet de aandacht uitgaan naar alle drie de vergroeningsroutes zoals hiervoor beschreven: biomassa, recycling en elektrificatie. Alleen zo kan de chemische industrie op termijn een omslag maken naar een situatie waarin er significant minder of zelfs helemaal geen fossiele grondstoffen meer worden gebruikt. Maar ook wet- en regelgeving, vergunningen en subsidies spelen een belangrijke rol, waarbij financiering en fiscale vergroening gelijke tred met elkaar zullen moeten houden. De prijs van olie en de kosten voor het verbranden van afval zijn immers laag, waardoor groene initiatieven moeilijk van de grond komen. Bovendien wordt verwacht dat als gevolg van de energietransitie de olie-industrie haar focus zal verleggen naar plastics, met vermoedelijk nog meer prijsdruk tot gevolg.

Een nieuwe, groene economie ontstaat daarom niet vanzelf. Zo vereist de opschaling van startups in de petrochemie een forse kapitaalinjectie en dat maakt het moeilijk voor ze om aan te sluiten op de schaal van bestaande installaties. Ook de vaak lange weg naar winstgevendheid bemoeilijkt de financiering van vernieuwende initiatieven – de ‘valley of death’ laat zich niet gemakkelijk overbruggen. Dat zegt ook de Kabinetsvisie Verduurzaming Basisindustrie 2050: deze *high-risk-high-cost*-projecten worden

niet gefinancierd door de markt en komen moeilijk van de grond zonder overheidshulp. Het is de negen bedrijfsvoorbeelden uit dit plan dan ook nog niet gelukt om voldoende financiering te vinden. Er is gemeenschappelijke inzet nodig om deze plannen investeerbaar te maken en voldoende risicokapitaal ter beschikking te stellen voor circulariteit. De kans op succes wordt groter als bedrijven, financiers en overheden de handen ineenslaan om de markt voor vergroening te stimuleren en de juiste randvoorwaarden te scheppen.

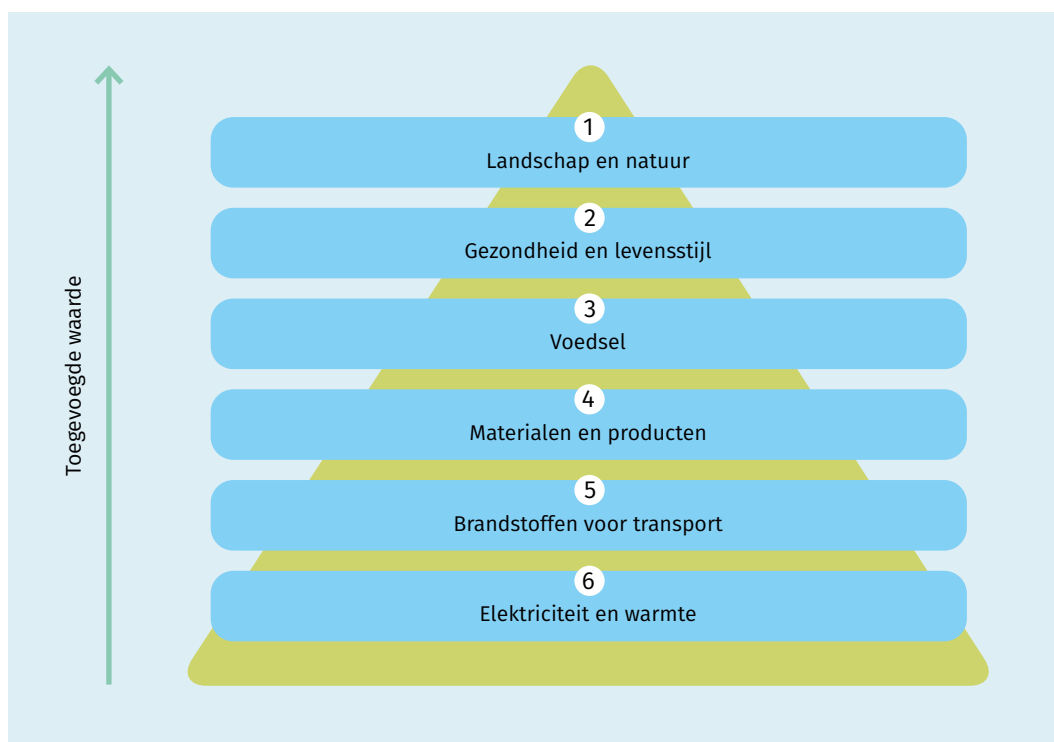
Een nieuwe, groene economie ontstaat niet vanzelf. Zo vereist de opschaling van startups in de petrochemie een forse kapitaalinjectie en dat maakt het moeilijk voor ze om aan te sluiten op de schaal van bestaande installaties.

Zo zou onderzocht kunnen worden of en hoe het instrumentarium en vergunningenstelsel van overheden geoptimaliseerd kan worden voor circulariteit en in lijn gebracht kan worden met de technologische ontwikkelingen. De basis is er, want er zijn op diverse niveaus fondsen beschikbaar of aangekondigd voor vergroening, en circulariteit en elektrificatie van productieprocessen worden in vrijwel alle beleidsdocumenten van de diverse lokale, nationale en Europese overheden genoemd. Maar omdat instrumentarium aanvankelijk veelal ontworpen is voor het verduurzamen van energiegebruik, blijkt in de praktijk toegang tot bestaand instrumentarium moeilijk. Het verdient aanbeveling om de bestaande instrumenten zoals de DEI en SDE(+) regelingen te evalueren voor toepassing op emissiereducties die dankzij de grondstoffentransitie worden bewerkstelligd.

Nieuwe stimulansen voor scope 3 emissiebeperking zouden namelijk een impuls geven aan implementatie van vernieuwende, duurzame 'maak-chemie'. Want van alle

koolstof die wordt gebruikt in de chemische industrie wordt ongeveer 30% direct uitgestoten als CO₂, terwijl de overige 70% besloten ligt in de materialen die worden gemaakt – totdat ook dit als CO₂ in de atmosfeer terecht komt na de verbranding van het plastic afval. Momenteel wordt het relatief laagwaardige gebruik van groene koolstof voor zogenoemde energetische toepassingen (brandstoffen voor transport en verbranding voor het opwekken van elektriciteit en warmte) gestimuleerd, terwijl het verwerken van (groene) koolstof in materialen en producten minstens zo belangrijk is (zie **afbeelding 5**). Door juist in de basisindustrie het gebruik van circulaire grondstoffen te stimuleren wordt de keten die gebruik maakt van de groene bouwblokken van de basischemie ook vergroend en krijgt de grote basischemie een funderende rol in de verduurzaming van vele waardeketens. Deze ingreep leidt tot een groot duurzaamheidseffect downstream in de waardeketen. Hoe duurzamer de materialen die de procesindustrie toelevert, hoe duurzamer ook de afnemers verderop in de keten.

Door juist in de basisindustrie het gebruik van circulaire grondstoffen te stimuleren wordt de keten die gebruik maakt van de groene bouwblokken van de basischemie ook vergroend.



Afbeelding 5: Het verwerken van groene koolstof in materialen en producten (4) leidt in principe tot meer toegevoegde waarde dan het 'verbranden' ervan (5 en 6).

The background of the entire page is a photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. It features a complex network of large, silver-colored metal pipes, some of which are insulated with white material. Several large, red-handled manual valves are visible, mounted on the pipes. The scene is captured from a low angle, looking upwards, which emphasizes the scale and complexity of the machinery. The overall color palette is dominated by the metallic greys of the pipes and the vibrant red of the valve handles, set against a slightly hazy, blue-tinted sky.

HOOFDSTUK

3

Startpunt en
uitnodiging voor
verdere
samenwerking

Doet
u mee?

Met de verschillende stakeholders in de procesindustrie, toeleverend MKB, overheden, intermediairs, kennisinstellingen en belangenorganisaties is in de afgelopen maanden onderzocht wat de belangrijkste barrières zijn voor opschaling van duurzame innovaties in de procesindustrie. Steeds in interactie met de drie provincies en de acht triple-helix organisaties van ENZuid. Een negental opschalingsprojecten is in deze periode uitgewerkt.

Gezien de economische kansen, de positie van het chemiecluster in Nederland, Europa en mondiaal én de noodzaak om de verduurzaming van de procesindustrie te versnellen moeten initiatieven voor ‘Groene chemie, nieuwe economie’ in de komende periode uitgewerkt en opgestart worden. Om tempo te maken en tot concrete projecten te komen heeft het programmateam het voornemen geformuleerd om een meerjarige Actieagenda op te stellen, in aanloop op de bestuurlijke top van het ENZuid netwerk, ‘het Kastelenoverleg’ van 4 november 2020.

Deze Actieagenda moet drie actielijnen bevatten: elektrificatie, biomassa als grondstof en circulariteit. Daarnaast dient hij de belangrijkste randvoorwaarden te behandelen, zoals wet- en regelgeving, beleid, financiering, infrastructuur, human capital en ecosystemen. De horizon van de agenda is 2050, waarbij de periode tot 2025 in meer detail zal worden uitgewerkt. Na het Kastelenoverleg kan de Actieagenda verder uitgewerkt worden tot een programma dat vanaf januari 2021 kan starten. Het is de verwachting dat rond de opschalingsprojecten flagship-projecten zullen ontstaan

zoals bedoeld in de Kabinetsvisie Verduurzaming Basisindustrie 2050. De Actieagenda kan dan tevens gebruikt worden voor de verwerving van substantiële middelen. Ook kan hij als input dienen bij de vorming van een nieuwe regeringscoalitie in 2021.

Om te komen tot de Actieagenda en de start van opschalingsprojecten is samenwerking nodig met bedrijven, financiers en overheden. Tal van MKB- en scale-up bedrijven in de regio staan klaar om tot realisatie te komen, er zijn vele fondsen beschikbaar of aangekondigd (regionaal, nationaal en Europees) en ook overheden zijn volop bezig met de uitdagingen waar het klimaatakkoord ons allen voor stelt. Het economisch netwerk Zuid-Nederland heeft de partijen bij elkaar gebracht en het onderwerp keten-transitie in de procesindustrie onder de noemer ‘Groene chemie, nieuwe economie’ op de agenda gezet. Dit plan vormt een eerste resultaat, en nodigt alle betrokkenen in de regio, in Den Haag en in Brussel uit om de volgende fase te ondersteunen, op weg naar een uitgewerkte Actieagenda op 4 november 2020.

Doet u mee?



Noten

- ¹ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/05/15/kamerbrief-met-visie-kabinet-op-verduurzaming-basisindustrie-2050>
- ² Zie <https://www.petrochemistry.eu/about-petrochemistry/petrochemicals-facts-and-figures/cracker-capacity/>
- ³ Zie <https://www.stimulus.nl/programmaperiode-2021-2027/>
- ⁴ COM (2020) 98.
- ⁵ COM(2020) 102.
- ⁶ COM(2020) 103.
- ⁷ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/12/13/kamerbrief-over-groeistrategie-voor-nederland-op-de-lange-termijn>
- ⁸ Zie ook de volgende publicaties van VoltaChem: https://www.voltachem.com/images/uploads/VoltaChem_Electrification_whitepaper_2016.pdf en https://www.voltachem.com/images/uploads/Voltachem_in_action_2019_lowres.pdf.
- ⁹ Het H-vision-project voor grootschalige productie en toepassing van (blauwe) waterstof biedt de industrie in Rotterdam de mogelijkheid nog vóór 2030 de CO₂-emissies aanzienlijk omlaag te brengen. H-vision is een samenwerkingsverband van partijen, overwegend uit het havenindustriegebied van Rotterdam, die de hele waterstofketen vertegenwoordigen, van productie tot eindgebruik.
(Bron: <https://www.deltalinqs.nl/h-vision>)
- ¹⁰ SMR staat voor Steam Methane Reforming. In dit proces worden aardgas en water onder grote hitte omgezet in koolstofmonoxide en waterstof. Op dit moment wordt verreweg het grootste deel van de geproduceerde waterstof wereldwijd gemaakt door middel van SMR.
- ¹¹ https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-beschikbaarheid-en-toepassingsmogelijkheden-van-duurzame-biomassa-verslag-zoektocht-naar-gedeelde-feiten-opvattingen_4188.pdf
- ¹² 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.
- ¹³ Het is een vereenvoudigd schema; zo zijn depolymerisatie en dissolutie er nog niet in verwerkt terwijl deze technologieën wel al toegepast worden.
- ¹⁴ Dat zijn polyethyleen en polypropyleen.
- ¹⁵ De doelstelling voor 2030 is dat er 50% van alle plastics wordt gerecycled.
Zie <https://www.government.nl/topics/circular-economy/circular-dutch-economy-by-2050>



Colofon

Titel

Ketentransitie in de procesindustrie
Groene chemie, nieuwe economie

24 juni 2020

Separate bijlage

In de tekstkaders die zijn opgenomen in dit plan worden negen opschalingsprojecten, die zijn aangedragen door de industrie, beknopt beschreven. Een losse bijlage bij dit document bevat uitgebreide beschrijvingen van deze projecten.

Contact

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

Opgesteld door:

Arnold Stokking (Brightsite), Maxine Tillij (TNO), Kees Joosten (Bax & Company), Hugo Gelevert (TNO), Lotte Bernards (Bax & Company), Manon van Ginkel (Bax & Company), Bart Kaas (TNO), Faruk Dervis (TNO), Jan Harm Urbanus (TNO), Patrick Aarts (Brightsite, TNO), Robert de Kler (TNO) en Karlien Sambell (Bax & Company).

Opdrachtgever en hoofdfinancier

Economisch Netwerk Zuid-Nederland (ENZuid)

Mede mogelijk gemaakt door:

TNO en Invest-NL

Tot stand gekomen met medewerking van o.a. de volgende personen (in alfabetische volgorde):

Bas Maase (Shell), Bert Bosman (SABIC), Dick Engelhardt (North Sea Port), Dick Koster (Brightsite, TNO), Didier Barrois (Brainport Eindhoven), Eric Appelman (Brightlands), Freek van den Heuvel (REWIN), Frits de Vries (Invest-NL), Gert Slager (Port of Moerdijk), Guy de Sevaux (Invest-NL), Herman Gels (Midpoint Brabant), Joanne de Jonge (Invest-NL), Kees Biesheuvel (DOW Benelux), Manon Baartmans (Port of Moerdijk), Marc Prevoo (Synova Power), Marc van Doorn (Brigh2 / Brightlands), Marcel Ernes (Green Chemistry Campus), Marcel Wubbolts (Corbion), Marijn Rijkers (Chemelot InSciTe), Marius Ponten (VDL), Nicolle Lambrechts (Provincie Noord-Brabant), Paul Gosselink (BOM), Paul Könst (TNO), Paul Sjoerds (GreenH2UB), Rajesh Mehta (TNO), Remco van Montfoort (Invest-NL), René Kurvers (Brightlands Campus Greenport Venlo), Richard van de Sanden (DIFFER, TU/e), Roland Korstanje (DPI), Ronald Stevelink (FME), Roger Blokland (TNO), Rop Zoetemeyer (Stichting Circular Biobased Delta), Tom Housmans (SABIC), Ton Voncken (Bio Treat Center Venlo), Vincent Toepoel (Waste4ME), Waldo Maaskant (Provincie Noord-Brabant) en Willem Sederel (Stichting Circular Biobased Delta).

Vormgeving

Mirjam Wilbrink (studioBoven grafisch ontwerp)

Drukwerk

Impressed print en sign

FICHES

Groene chemie, nieuwe economie

Ketentransitie in de procesindustrie



ECONOMISCH NETWERK
ZUID-NEDERLAND

Inhoudsopgave

1	CO ₂ -vrij produceren van waterstof en etheen uit methaan en stookgas	4
2	Standaardisatie van elektrolyzersystemen	6
3	Suikerbieten als chemie-grondstof	11
4	Groene waterstofproductie middels vergassing van getorreificeerd afvalhout	15
5	Bio-ethanol productie op basis van bagasse pellets	18
6	Biogate: Bio-ethyleenoxide productie uit bio-ethanol	20
7	Specialty bio-aromaten productie uit hemicellulose	22
8	Kraken van plastic afval	24
9	Crackerfeed uit plastic afval middels pyrolyse	27

PLAN Ketentransitie in de procesindustrie; Groene chemie, nieuwe economie

Deze fiches van kansrijke opschalingsprojecten zijn integraal onderdeel van het programma 'Ketentransitie in de procesindustrie; Groene chemie, nieuwe economie'. De negen opschalingsprojecten zijn aangedragen en uitgewerkt door ondernemers en andere initiatiefnemers uit de industrie.

1

OPSCHALINGSPROJECT

CO₂-vrij produceren van waterstof en etheen uit methaan en stookgas

Projectbeschrijving en status

De toepassing van plasmatechnologie, op basis van duurzame energiebronnen, is een potentieel breed inzetbare doorbraaktechnologie voor vermindering van broeikasgasemissies en verbetering van het circulair gebruik van grondstoffen in de chemische industrie. De CO₂-vrije productie van waterstof en etheen uit methaan (aardgas) is een eerste stap om deze technologie te ontwikkelen en op industriële schaal te demonstreren. Deze kan gedemonstreerd worden op Chemelot. Waterstof is hier namelijk een belangrijke grondstof voor de productie van ammoniak en kunstmest (OCI Nitrogen). Etheen is de basisgrondstof voor de fabricage van kunststoffen, waarvan de huidige processen gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor ca. 50% van de totale CO₂-uitstoot op Chemelot.

Met elektrisch gegenereerde plasmatechnologie kan waterstof uit methaan en eventueel stookgas worden vrijgemaakt, zonder dat daarbij CO₂ wordt gevormd. De waarde van koolstof kan worden behouden in bruikbare moleculen zoals acetyleen en etheen. Indien hiermee kunststoffen worden geproduceerd die circulair worden gebruikt, biedt plasmatechnologie perspectief op een substantiële en duurzame milieuwinst bij een financieel gezonde businesscase. Soortgelijke opties voor toepassing van plasmatechnologie in hoog-volume-chemie en recycling van kunststoffen kunnen op basis van deze ervaring in de toekomst ook voor andere processen en industriële sites worden ontwikkeld.

Voor de realisatie van deze technologie zullen nieuwe plasma-reactorprincipes,

meet- en regelsystemen, procesinstallaties en nabehandelingsprocessen moeten worden ontwikkeld. De plasmareactoren zullen een optimale omvang hebben, aan de hand waarvan sleutelprocessen en installaties modulair kunnen worden ontwikkeld. De modules kunnen parallel worden geïnstalleerd. Bij grootschalige toepassing ontstaat een wereldwijde markt die nieuwe afzetmogelijkheden kan bieden voor de Nederlandse hightech maakindustrie.

Een 1^e generatie plasmaproces voor CO₂-vrije vorming van waterstof en etheen wordt al op industriële schaal toegepast in Duitsland door het bedrijf Evonik. Hier wordt acetyleen uit aardgas geproduceerd, waarbij waterstof een bijproduct is. Acetyleen wordt vervolgens omgevormd tot etheen via een hydrogeneringsstap. Het ENZuid-project beoogt het bundelen en vertalen van huidige en nog te ontwikkelen plasmatechnologieën en nabehandeling voor in een 2^e generatie. Het doel is om de mogelijkheden te demonstreren voor opschaling naar moderne en kosteneffectieve installaties. Parallel hieraan wordt een projectplan uitgewerkt om op basis van NWO-financiering wetenschappelijk onderzoek te doen naar 3^e generatie plasmatechnologieën voor na 2030: efficiënter en breder toepasbaar.

Het project heeft als doelstelling om in 2025 CO₂-vrije vorming van 3-10 kton waterstof te demonstreren op Chemelot. Op basis van bestaande kennis uit de literatuur, marktstudies en informatie over momenteel toegepaste deelprocessen, is er zicht op

een positieve businesscase voor Chemelot en soortgelijke chemische sites.

Brightsite is de trekker van het project. Brightsite is een samenwerkingsverband van Sitech, TNO, Universiteit Maastricht en Brightlands Chemelot Campus. Brightsite verbindt de kennis, kunde en praktische

ervaring van de partners met die van aanvullende kennisontwikkelaars, toeleveranciers en potentiële eind-gebruikers op Chemelot. De programma-manager van het Brightsite Programma Elektrificatie zal fungeren als interne coördinator en extern boegbeeld van het project.

Bijdrage aan de transitie

Dit project past binnen het thema elektrificatie, doordat plasmatechnologie een elektrisch proces is. Dit project heeft daarmee een enorme duurzaamheidsimpact. De CO₂-emissie afkomstig van de huidige waterstofproductie uit aardgas en het gebruik van nafta voor de productie van kunststoffen op Chemelot kan volledig

worden vermeden. Dit komt neer op een vermindering van de totale CO₂-emissies (6 Mton) van 50%. Voor Limburg betekent dit een potentiële reductie van ca. 15% en op nationale schaal ca. 2%. Bij toepassing van de technologie op andere industriële sites bestaat soortgelijk reductiepotentieel.

Kansen en knelpunten voor opschaling

Dit project biedt kansen om de efficiëntie van plasmatechnologieën en de hieraan verbonden businesscase te verbeteren. Het project zal dit doen door de mogelijkheden voor 2^e generatie plasmatechnologie te verkennen en te ontwikkelen, in de eerste R&D-fase in het laboratorium en op bench-scale. Op basis hiervan zullen de mogelijkheden van alternatieve processen en systemen om het plasma te genereren en te beheersen nader worden onderzocht.

Als een meer uniform en stabiel plasma kan worden gegenereerd, is minder elektrische energie nodig en kan mogelijk de vorming van andere bijproducten dan acetyleen worden bevorderd. De efficiëntie kan mogelijk worden verbeterd door de plasma-activering bij hogere drukken te laten

plaatsvinden. Parallel aan de verkenning van de mogelijkheden voor verbetering van de primaire omzetting van methaan in het plasma, zal worden nagegaan welke methoden in aanmerking komen voor nabehandeling van daarmee gevormde (bij)producten. Een eerste “nabehandeling” vindt al direct na het plasma plaats door een snelle afkoeling (quenching) van de gevormde gassen die op verschillende manieren kan worden vormgegeven. De resulterende primaire gassen kunnen vervolgens via katalytische processen in of na de plasmareactor worden omgezet in de gewenste producten. Ook hiervoor zijn nog diverse opties nader te verkennen en te onderzoeken.

Indien methaan succesvol omgezet kan worden in waterstof en etheen, kunnen

experimenten worden uitgevoerd met stookgas. Stookgas wordt eerst naar methaan omgezet in een pre-reformer. Na afsluiting van de hiervoor geschetste R&D- en proof-of-concept fase zal de engineering van een 2^e generatie demo-installatie op de schaal van 3-10 kton waterstof beginnen. Parallel zal het R&D-programma doorlopen om verdere verbeteropties te onderzoeken en oplossingen te vinden voor uit de engineering voortkomende vragen en problemen.

Om in 2025 de beoogde 2^e generatie demo-installatie van 3-10 kton waterstof te realiseren, zal voor de daartoe in 2021 – 2025 uit te voeren R&D en Engineeringfase een budget van minimaal 5 mln euro per jaar, en in totaal 20 mln euro, nodig zijn. Vanuit partners en aanvullende financierings-

middelen kan hierin voor ca. 50% worden voorzien. Een aanvullende externe bijdrage van 10 mln euro zal nodig zijn.

Afhankelijk van de te implementeren primaire plasmatechnologie en nabehandelingsprocessen en daaraan verbonden infrastructuur, wordt momenteel uitgegaan van een aanvullend investeringsbedrag van ca. 20-30 mln euro.

Brightsite is de trekker van het project en coördineert de kennis en mogelijkheden van Sitech, TNO, Universiteit Maastricht en Brightlands Chemelot Campus, NWO-instituut DIFFER, potentiële eindgebruikers op Chemelot (OCI Nitrogen en SABIC), systeemontwikkelaars uit de high-tech industrie en industriële toepassers van plasmatechnologie zoals Evonik.

Klik hier terug
naar het PLAN.

2 OPSCHALINGSPROJECT

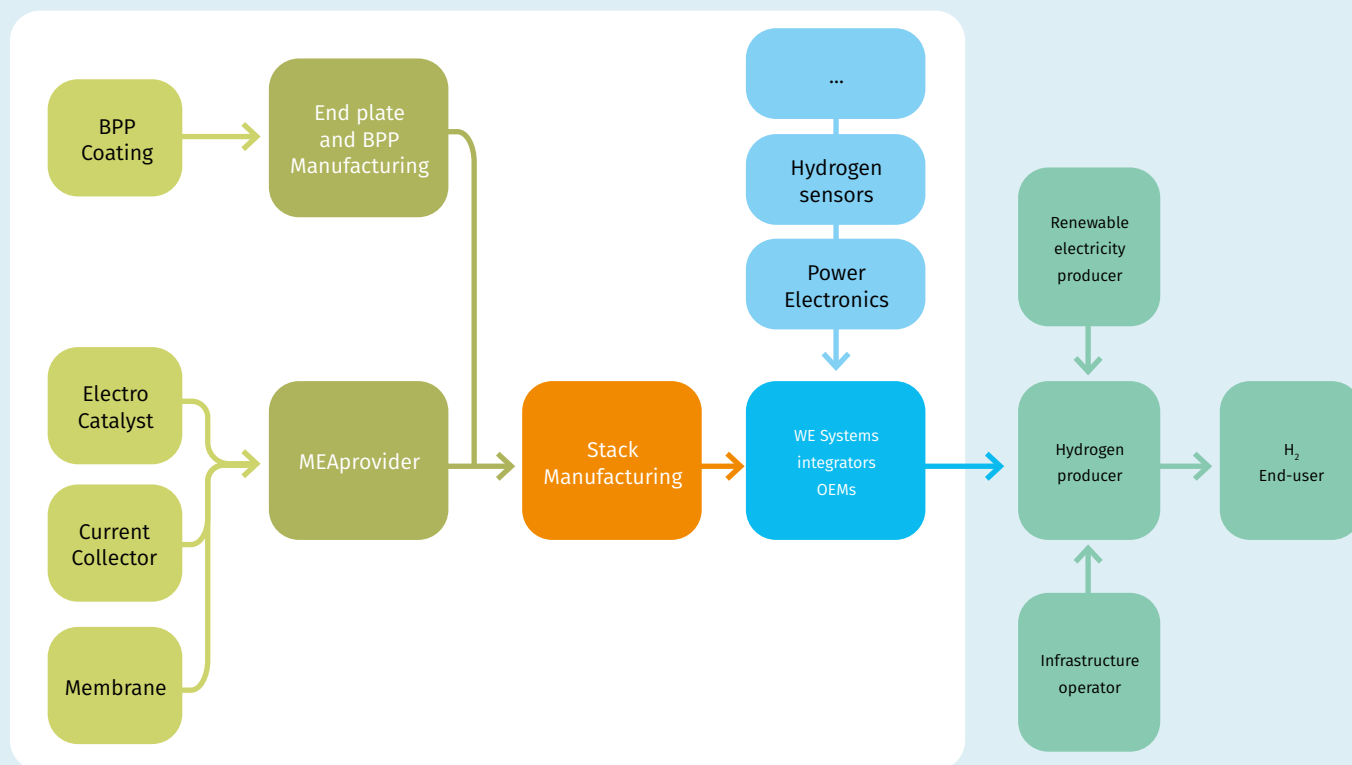
Standaardisatie van elektrolyzersystemen

Projectbeschrijving en status

Groene waterstof speelt op termijn een belangrijke rol bij de decarbonisatie van industriële processen en de integratie van hernieuwbare energie in het energiesysteem. Waterstof is onmisbaar als groene grondstof voor chemie en als schoon gas voor hoge temperatuurprocessen. In Europa is veel aandacht voor waterstof, met Nederland en Duitsland als koplopers. Duitsland publiceerde onlangs de waterstof-strategie met de ambitie om 5 GW productiecapaciteit in 2030 operationeel te hebben. Nederland streeft naar 3-4 GW in 2030.

Het is duidelijk dat de kosten van waterstof nog ver moeten dalen om grootschalige toepassingen mogelijk te maken. De (Zuid-) Nederlandse maakindustrie kan met haar innovatiekracht en technologie een belangrijke bijdrage leveren aan de opschaling van waterstof in de regio. Er ligt een enorme kans voor de maakindustrie om hier internationaal toonaangevend in te worden.

Elektrolyseren is een nog relatief nieuwe technologie. De meeste systemen worden geleverd als containerized oplossingen, en het design en de fabricage zijn maatwerk.



Waardeketen Water Electrolysers

Hierdoor zijn de kosten en de leveringstijden van een elektrolyser onnodig hoog. Voor opschaling van waterstofproductie in de industrie zijn gestandaardiseerde systemen, productiemethodes en applicaties nodig. Hierbij draait het om twee kanten:

1. de gebruikerskant: optimalisatie en standaardisatie van elektrolyzersystemen; en
2. de productiekant: industrialisatie en standaardisatie van elektrolyser productieprocessen.

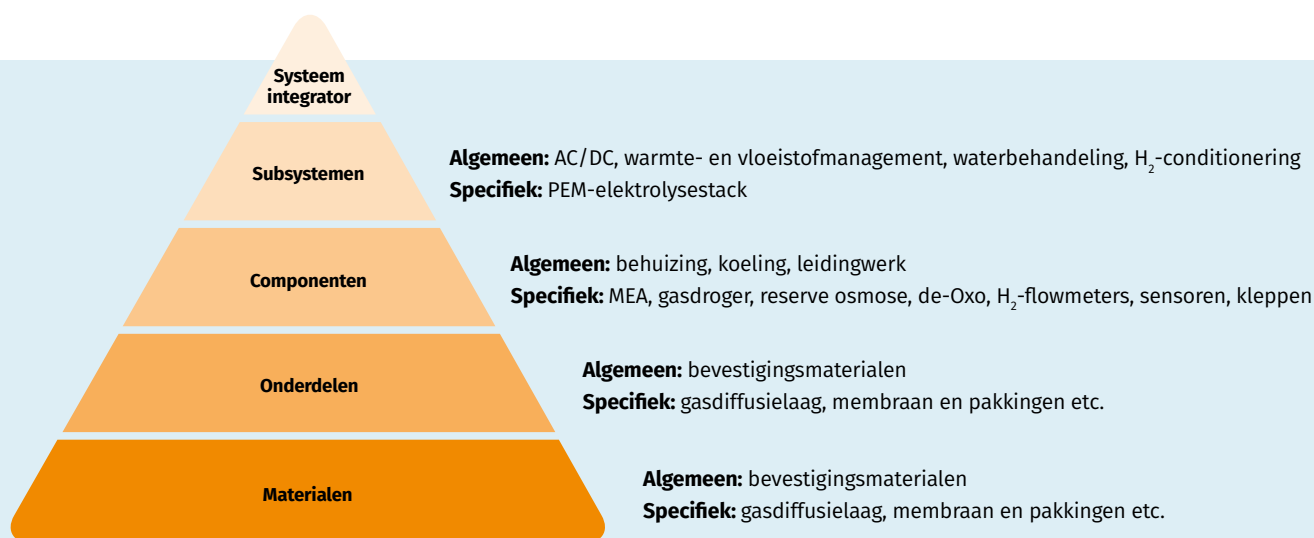
Hierbij is sprake van een wisselwerking: de maakindustrie kan productie alleen opschalen als er duidelijkheid is over de specificaties van de elektrolyzersystemen.

Er is op dit moment nog te weinig ervaring om direct op te schalen naar GW-schaal, ook al zijn er door diverse partijen al intenties uitgesproken. Tegelijkertijd wil de maakindustrie graag aan de slag met het opbouwen van een concurrentiepositie. Door

nu in een 'open community'-leeromgeving op te schalen naar een 2-3 MW elektrolyser bij een industriële gebruiker, kunnen partijen uit de elektrolyser-keten cruciale praktijkkennis opdoen rond de inpassing van elektrolyzers in een industriële omgeving. Deze kennis draagt bij aan standaardisatie van systemen en daarmee het opschalen van productieprocessen.

In dit project wordt er een 2-3 MW PEM elektrolyser on-site bij DOW Chemical ontworpen en gerealiseerd.

De ambitie is om een 'learning community' te creëren waarbinnen de Nederlandse maakindustrie ervaring opdoet met industriële toepassingen van elektrolyzers. De elektrolyser bevat zo veel mogelijk Nederlandse producten, technologie en kennis. Bij het maken van het ontwerp zal al rekening worden gehouden met geautomatiseerde assemblage op locatie. Zo wordt er gewerkt aan een Nederlandse



PEM-elektrolysesysteem (voorbeeld)

productieketen. In Q1 2021 begint de ontwerpfase en in 2022-2023 is de elektrolyser operationeel.

Dit schept duidelijkheid omtrent vereisten in termen van integratie in bestaande infrastructuur, processen en operatie. Hierbij gaat het naast techno-economische aspecten ook om regelgeving en HSE.

Op basis van de inzichten rond specificaties en systemen kan standaardisatie en vraagbundeling van systemen plaatsvinden. De maakindustrie kan daarmee opschalingskeuzes maken omtrent geautomatiseerde assemblage van elektrolyzers en massaproductie van componenten en materialen.

DOW kan op korte termijn beschikken over 30-50 MW aan zonnestroom. Er wordt een zonnepark van 30 hectare gerealiseerd aan de Braakmanhaven. De elektrolyser kan gevoed worden met deze groene stroom. In het project wordt ook de integratie van lokale waterstofproductie met nieuwe processen meegenomen, zoals chemische recycling (waarvoor waterstof nodig is) en elektrisch kraken, die momenteel door DOW ontwikkeld worden.

Bij de optimalisatie en standaardisatie van de elektrolyser gaat het o.a. om de volgende aspecten:

1 Technisch

- Koppeling met bestaande infrastructuur:
 - › Water, H₂, O₂, N₂, compressie, leidingen, opslag
 - › H₂ invoeding in leiding naar Yara (druk, zuiverheid)
 - › H₂ invoeding in processen op de site, zoals chemisch recycling
 - › Engineering specificaties moeten aansluiten op de best practices / engineering standaarden van de petrochemie
- Elektrolyser design & performance:
 - › Multi-stack configuration, degradatie, cross-over risico
 - › Balance of plant (gelijkrichting, waterbehandeling, koeling, gasconditionering)
 - › Modulariteit: in hoeverre is een modulaire bouwwijze praktisch realiseerbaar?
 - › Productietechniek
- Controlestrategieën (regeltechniek/energiemanagementsystemen)
 - › Operationele aspecten zoals dynamische responsetijden van de elektrolyser en BoP
 - › Monitoring: flows, storingen, onderhoud

2 Economisch

- CAPEX/OPEX, energy commodity/netwerk tarieven, time of use contracten met operator voor voordelige uren
- Businessmodellen en inkomstenstromen: valorisatie van H2 en O2, guarantees-of-origin, voordelen uit synergie met utility, etc.

3. Regulator

- HSE: veiligheidscodes en standaarden, kosten van compliance
- Vergunningen, veiligheidscontouren
- Certificatie, verzekering

Het project wordt on-site bij DOW gerealiseerd. DOW faciliteert het project, maar is geen projecttrekker. Omdat de resultaten van belang zijn voor de maakindustrie, ligt het voor de hand om een trekker uit die sector te hebben. Er wordt aangesloten op de kansenverkenning en sectorale roadmap vanuit FME, TNO en de provincies. Vanuit de maakindustrie moet een afspiegeling van alle niveaus aangehaakt zijn: systeemintegrator, componenten, stacks, materialen. Op dit moment is daar nog geen concreet consortium voor geselecteerd. Wel is duidelijk dat er diverse partijen zijn die ambities en relevante kwaliteiten hebben. Door kennisinstellingen te betrekken kunnen kennis en (leer)ervaringen worden geborgd.

Het is belangrijk dat regionale initiatieven aanvullend/versterkend zijn op landelijke en internationale. Dit vraagt samenwerking over sectoren en grenzen heen. De (Zuid-) Nederlandse maakindustrie moet zich hierbij richten op haar USPs.

Er zijn bestaande initiatieven rond dit thema. In het MOOI-consortium HyScaling hebben 25 partijen samen het voornemen geuit om te werken aan het opschalen van de elektrolyser capaciteit in Nederland tot 5 GW in 2030. De ambitie is om een sterke maakindustrie op te bouwen en een rol te

spelen in de wereldwijde uitrol naar 100 GW en verder. Ook hier worden twee sporen onderscheiden: 'manufacturing capabilities' en 'use case optimization & standardisation'.

In 2020 voeren TNO en FME samen met 11 Provincies een verkenning uit naar kansen die elektrolyserproductie biedt voor de (Zuid-)Nederlandse hightech maakindustrie. Dit resulteert in een regionale kansenkaart met daarop bedrijven en mogelijke activiteiten. Daarnaast wordt er een 'sector roadmap' gemaakt met acties gericht op onderzoek, ketenorganisatie en randvoorwaarden om deze kansen te verzilveren. Uit de eerdere studie 'Waterstof: kansen voor de Nederlandse industrie' bleek al dat de elektrolyser-productieketen kansen biedt voor tientallen bedrijven in de maakindustrie op verschillende niveaus: systemen, componenten, onderdelen en materialen.

In het Faraday Lab werkt TNO aan technologische doorbraken voor opschaling van elektrolyzers. De ambitie is om groene waterstofproductie met PEM-elektrolyzers tegen aantrekkelijke kosten mogelijk te maken en tegelijkertijd kansen voor de Nederlandse/Europese maakindustrie te creëren. Er wordt gewerkt aan kostenreductie van PEM door innovatie in materialen & design, aan reductie van productiekosten door high-volume manufacturing en aan opschaling naar GW-schaal industriële applicaties van PEM.

Er zijn daarnaast diverse 20-100 MW elektrolyser demo's aangekondigd voor de komende jaren, o.a. bij BP, Nouryon, Engie en RWE. Vooralsnog is de grootste installatie in Nederland 1 MW (Hystock). In Oostenrijk is sinds een 6 MW PEM elektrolyser bestaande uit 12 Siemens Silyzer 300 systemen operationeel. Shell realiseert in Keulen een 10 MW PEM elektrolyser.

Bijdrage aan de transitie

Dit project past in het thema elektrificatie; het maakt schaalvergroting van groene waterstof mogelijk door 1) standaardisatie van elektrolyser systemen en 2) organisatie van de productieketen. Eerdere studies hebben aangetoond dat er voldoende marktkansen aanwezig zijn voor de productie van elektrolyzers.

Op termijn kan grijze waterstof (12,5 Mton CO₂ per jaar) geheel vervangen worden door groene waterstof. Daarnaast gebruikt de petrochemie jaarlijks circa 250 PJ aan fossiele energie voor processen met een temperatuur van 100-600 graden Celsius. Dit betreft vaak thermocatalytische processen waar directe elektrificatie niet eenvoudig is in te passen. Waterstof zal hier op termijn een substantiële rol gaan spelen.

Deze activiteit levert werkgelegenheid op voor de maakindustrie op het gebied van elektrolyser stacks, gascompressie en -droging, waterbehandeling, hightech materialen, elektronica, meet- en regeltechniek, veiligheidssystemen, etc. CE Delft schatte de eenmalige werkgelegenheid (NL) als gevolg van elektrolyserproductie in 2030 op 50-1.000 fte per jaar en de terugkerende werkgelegenheid op 50-750 fte per jaar.

Een 3 MW elektrolyser maakt ca. 500 ton waterstof per jaar, en vermijdt daarmee c.a 5 kton CO₂-uitstoot. Het project moet gezien worden als een stap in opschaling, waarmee een veelvoud van deze reductie in het verschiet ligt.

Kansen en knelpunten voor opschaling

Het project richt zich juist op het gericht wegnemen van knelpunten voor opschaling, aan de kant van de industriële gebruiker. Om de 2-3 MW elektrolyser van de grond te krijgen moet allereerst organisatorisch en financieel het een en ander vastgelegd worden.

De aanpak tussen 2020 en 2025 is als volgt:

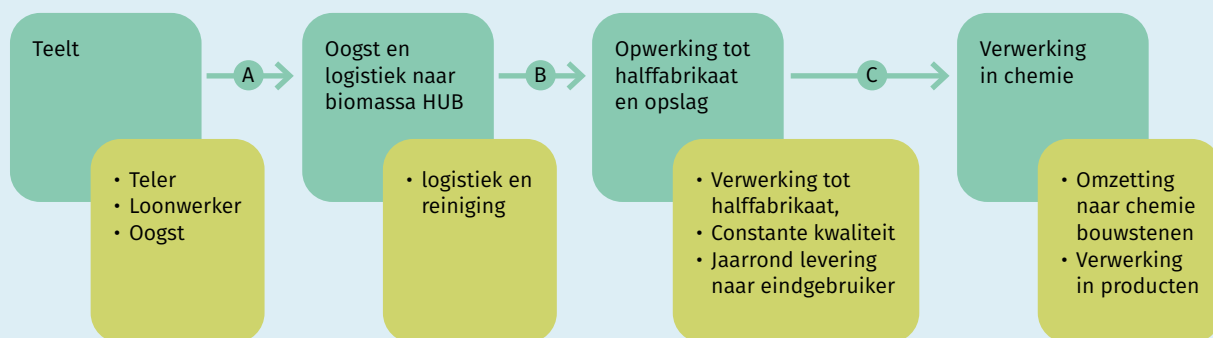
- Q4/2020: uitwerken van de organisatie-structuur en financiering
- Q1/2021: design en contractering
- 2022-2023: realisatie
- 2023-2024: operatie

De kosten om dit project mogelijk te maken worden ingeschat op 10 mln. Het beoogd consortium bestaat uit DOW, FME, de maakindustrie, TNO, de Zuidelijke Provincies en nog aan te haken vertegenwoordigers van de productieketen.

3

OPSCHALINGSPROJECT

Suikerbieten als chemie-grondstof



Projectbeschrijving en status

Het toepassen van suikerbietenteelt voor het produceren van biobased grondstoffen biedt kansen voor nieuwe grondstofstromen in de chemie. De suikerbiet is een gewas waar veel kennis over beschikbaar is en heeft een zeer hoge energieopbrengst per hectare vergeleken met andere gewassen. Voor de verwerking is beoogd een zo efficiënte mogelijke waardeketen op te zetten tussen primaire landbouw (teler) en chemieverwerking. Waarschijnlijk is dat een andere dan de nu gebruikelijke kristal-suiker-route. Door suikerbieten na de oogst te verwerken tot een bewaarbaar halffabrikaat, kan de chemiesector jaarrond voorzien worden van chemie grondstof.

In Duitsland worden suikerbieten al langere ingezet als biomassa grondstof voor groen-gasproductie. Jaarlijks wordt meer dan 3.000 ha verwerkt in vergisters voor de energievoorziening. Suikerbieten inzetten als chemie-grondstof geeft invulling aan de wens van maximale cascadering van biomassa en de verduurzaming van de chemiesector.

Dit project betreft het opzetten van een pilot met een paar honderd hectare suikerbieten. Er zijn een aantal stappen beoogd om hiertoe te komen.

- Organiserend vermogen creëren bij de agro-sector, verwerking en chemie:
 - › Opzetten van een (bij voorkeur) coöperatieve telersorganisatie. Deze zal dienen als collectieve gesprekspartner van de chemische (verwerkende) industrie. Het gebruik van een telersorganisatie voor bieten is een bekend systeem in de sector. Zorgt voor teelt, oogst, logistiek en toelevering naar voorbewerkingslocatie.
 - › Opzetten en organiseren van regionale biomassa hubs waar bieten verwerkt worden tot een houdbaar, stabiel halffabrikaat. Loonbedrijf Laarakker Groenteverwerking/Ecofuels in Well kan in deze als eerste voorbeeldhub ontwikkeld worden. Laarakker/Ecofuels is in de keten de samenwerkingspartner van de telers coöperatie. In samenwerking zal bepaald worden tot welk halffabrikaat de bieten verwerkt worden; snippers, pulp, methanol, ethanol of melkzuur.

- › Vanuit de chemie zijn Corbion en Chemelot InSciTe mogelijke partijen. Hier wordt echter pas een definitieve keuze gemaakt wanneer duidelijk is wat de precieze vraag is naar suikerbieten vanuit de chemie.
- Als eerste innovatie vraag moet geïdentificeerd worden in welke **vorm** de chemie biobased grondstoffen uit suikerbiet zou willen ontvangen.
- Pas als de gewenste vorm vastgesteld is kan de **technologische verwerkingsroute** uitgewerkt worden en de bijbehorende **logistiek** in beeld worden gebracht. Hieruit ontstaat de opzet voor een nieuwe verwerkingsketen, die verschillende producerende en verwerkende partijen bij elkaar zal brengen. Ook garandeert het een langjarige productie en afzet.
- Het verdienmodel moet worden vormgegeven, waarbij alle schakels in de

keten een duurzame business kunnen ontwikkelen. Daarnaast moet de onrendabele top bepaald worden.

- Laatste stap is het inrichten en uitrollen van locaties voor halffabricaatproductie en het opzetten van de infrastructuur.

Het Bio Treat Center is de trekker van dit project, met Ton Voncken als boegbeeld. Het Bio Treat Center focust zich op het opzetten van nieuwe biomassa-business en werkt daarin samen met vele partners uit overheid, kennis en bedrijfsleven. Bij dit project zijn de kennispartners WUR, HAS Hogeschool, Brightlands Campus Greenport Venlo en Universiteit Gent aangesloten.

Op basis van een succesvolle pilot is het de ambitie om suikerbietenteelt op te schalen naar 50.000 Ha grond en daarmee 1 mln ton bieten.

Bijdrage aan de transitie

Dit project sluit aan bij het thema biobased grondstoffen. Onlangs zijn er op nationaal niveau een aantal visies en routekaarten gepresenteerd over de inzet en rol van biomassa in de duurzaamheidstransitie. Vanuit de SER is opdracht gegeven om de tot kaders te komen voor de duurzaamheidseisen die gesteld moeten worden aan de teelt van Biomassa. Het onlangs gepubliceerde PBL-rapport Beschikbaarheid en toepassing van duurzame biomassa leert dat er in theorie meer dan voldoende biomassa in de EU18 beschikbaar is, maar dat er ook nog veel discussie is over de wijze waarop we dit in gaan zetten. Ook is duidelijk dat de potentiële groei vooral zal moeten komen vanuit de landbouw en dat het biomassa potentieel vanuit bosbouw beperkt is. Dit alles vraagt

over dus om innovatie, samenwerking en organiserend vermogen. Daarnaast is onlangs de routekaart Biomassa Cascadering & Maximaal hergebruik van koolstof uit biomassa uitgekomen, en de routekaart Nationale Biobased grondstoffen. Deze zijn opgesteld vanuit respectievelijk partners in de industrie en het ministerie van LNV. Het voorgestelde project sluit naadloos aan op de uitdagingen geschetst in beide routekaarten en onderschrijven de noodzaak van dit pilotproject.

Suikerbietenteelt levert namelijk een positieve duurzaamheidsimpact. Door inzet van biobased grondstoffen uit suikerbieten worden fossiele grondstoffen vervangen. CO₂ uit de lange kringloop wordt vervangen door CO₂ uit de korte kringloop. Hiermee wordt een grote impact op de CO₂ footprint

gerealiseerd. Door de nieuw te produceren chemieproducten recyclebaar te maken komt het nu bestaande End of Life-systeem van verbranding van afval te vervallen. De teelt van suikerbieten is een bewezen grote vastlegger van CO₂.

Om werkgelegenheid te stimuleren is het plan om in de regionale economie ver-

werkingslocaties voor biobased grondstoffen te ontwikkelen. Geteelde stromen en biomassa reststromen kunnen op deze wijze verwerkt worden tot halffabricaten als biobased grondstof voor de chemie. Dit levert niet alleen extra werkgelegenheid op in de producerende regio, maar draagt ook bij aan een stevige verankering van de bestaande chemiebedrijven.

Kansen en knelpunten voor opschaling

Het opzetten van de juiste verwerkingsketen vormt tot nu toe het grootste knelpunt. Tot op heden is deze keten nog niet van de grond gekomen omdat bestaande industrieën, zowel chemie als de suikerverwerkende industrie, vanuit hun bestaande activiteiten blijven denken en handelen. De chemie zal na moeten denken over verwerking van nieuwe biobased grondstoffen, in plaats van biobased grondstoffen omgevormd tot 'look-a-likes' van fossiele grondstoffen. Het is belangrijk om vast te stellen welke aanpassingen in de technische verwerkingsinstallaties moeten plaatsvinden zodat substantiële hoeveelheden biobased grondstoffen verwerkt kunnen worden. Dit vraagt voor een omslag in technische engineering.

Aan de andere kant moeten de primaire verwerkers van agrarische producten nadenken over een andere logistieke structuur. Nu bestaat er een verwerkingsketen die momenteel puur is gericht op het produceren van kristalsuiker. Kristalsuiker is een te dure grondstof voor de chemie en dit schept vraag naar een nieuwe verwerkingsroute. Hierbij wordt de biet in de oogstperiode voorbereid tot een houdbaar halffabricaat. Het hele jaar door kan dit halffabricaat dan worden verwerkt tot een grondstof voor de chemie

met een constante samenstelling. Cosun is op dit moment de grootste en enige partij die grootschalig suikerbieten verwerkt. Ze hebben weliswaar de kennis en het organiserend vermogen, maar nog niet de urgentie om te investeren in deze nieuwe verwerkingsroute.

Daarom is als eerste van belang dat het perspectief op haalbaarheid van dit idee duidelijk wordt. Pas dan is het mogelijk om commitment van alle benodigde keten partners te verkrijgen. Om de haalbaarheid aan te tonen moet een gezonde businesscase worden geschetst. Uitgangspunt hierbij is een duurzaam saldo per hectare voor een duurzame keten, met een gelijke waarde verdeling. Als partijen zien dat een goed verdienmodel mogelijk is, zullen ze aansluiten in deze ontwikkeling.

De eerste belangrijke uitdaging voor het opzetten van een gezonde businesscase, is helder krijgen wat de absolute minimumeisen zijn die de chemiesector stelt aan de biobased grondstoffen uit suikerbieten. Van daaruit moet onderzocht worden welke technieken halffabricaten produceren die voorzien in een constante, stabiele kwaliteit biobased grondstof, en welke technieken reststromen kunnen verwaarden. In een later stadium kan ook

gekeken worden naar het gehalte van de verschillende typen suikers in de biet, om beter aan te sluiten bij de eisen of eigenschappen van de chemie grondstof.

Daarnaast zijn verschillende randvoorwaarden beoogd om aan te pakken.

- Betrokkenheid van ministeries voor het toekennen van de benodigde subsidies. Het innovatiebeleid is gericht op de energietransitie; de grondstoffentransitie komt minder prominent in beeld.
- De scope 3 problematiek aanpakken. De incentive om te vergroenen is bij bedrijven nog niet groot genoeg, waardoor de overstap op suikerbieten niet aantrekkelijk is.
- Producenten richten zich voornamelijk op 'yield' en opbrengst van landbouwgrond.
- Het creëren van een level playing field door regelgeving of subsidies. Momenteel wordt er alleen geïmplementeerd door een afnemer als er perspectief op continuïteit is of subsidie bestaat om onrendabele top te financieren.

Concreet zijn de volgende stappen beoogd tot 2025.

- Het voltooien van een afnameonderzoek: in welke vorm wil de chemie suikerbieten ontvangen
- Het opstellen van de juiste verwerkingsketen
- Vinden van de juiste afnemers
- Pilot met een paarhonderd ha suikerbieten

De kosten voor het voltooien van de pilot opstelling omvatten de installaties voor de teelt en oogst en verwerking, opslag, transport, en opwerking tot een stabiele grondstof.

Voor dit project is het volgende, nog niet definitieve, consortium beoogd:

- Bio Treat Center
- Loonbedrijf Laarakker/Ecofuels
- Corbion volgt dit project met interesse, maar bindt zich nog niet
- Andere partijen moeten nog gevonden worden, aan de hand van de vraag vanuit de chemie

4

OPSCALINGSPROJECT

Groene waterstofproductie middels vergassing van getorreficeerd afvalhout

Projectbeschrijving en status

Het vergassen van getorreficeerde biomassa uit takken, bladeren, stro en grassen tot waterstof biedt kansen voor de chemische industrie. De geproduceerde waterstof kan nadrukkelijk worden gebruikt als grondstof en niet als opslagmedium van elektriciteit. Daarnaast wordt in dit vergassingsproces groene koolstof gegenereerd, in hogere concentraties dan bij reguliere productiemethoden.

Momenteel wordt een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor een demo-plant met bijbehorende financiering. Op basis daarvan kunnen de benodigde vergunningen, engineering en contracten worden gerealiseerd. Dit zet een belangrijke stap richting de installatie van 50 MW. In Duitsland is in het verleden veel kennis opgebouwd. Deze kennis is steeds verder ontwikkeld. De eerste installatie van 1 MW in Groningen heeft bewezen dat het mogelijk is om teevrij synthesesgas te produceren uit deze biomassa. De torrefactiestap is hierbij essentieel. In Delfzijl wordt op dit moment een installatie van 12,5 MW ontwikkeld, welke eerst synthesesgas en vervolgens groen gas gaat produceren. Op Chemelot is meer behoefte aan waterstof en groene koolstof. Synthesesgas zal hier dan ook worden omgezet in deze twee producten. Er is gekozen om de productieschaal voor deze demo met een factor 4 te vergroten en het proces onder druk uit te voeren.

Het is belangrijk om in deze fase voldoende ondersteuning te krijgen om het engineering-

werk te completeren en de juiste informatie te genereren om tot een milieuv vergunning te komen. Opereren onder druk maakt een verdere schaalvergroting mogelijk tegen lagere investeringen. De haalbaarheidsstudie moet alle voorwaarden invullen om de uiteindelijke fabriek van 50 MW te kunnen gaan opstellen, met betrekking tot vergunningen, contracten, financiering, operationele subsidies en investeringssubsidies.

Dit project wordt getrokken door de startup Brigh2, met Marc van Doorn als boegbeeld. Brigh2 is een samenwerking van Brightlands Chemelot Campus en Torrgas projects. Torrgas projects is de kennisfirma die de eerdergenoemde projecten in Groningen trekt. Brightsite (de samenwerking tussen TNO, Sitech en de universiteit Maastricht) is ook betrokken bij de opschalingsvraagstukken van de nieuwe Brigh2 installatie.

Additioneel worden minimaal twee investerende (chemie)bedrijven gezocht die een aandeel willen hebben in de waterstofproductie, de groene CO₂- en koolstofproductie of de Syngas productie. Inmiddels hebben verschillende bedrijven hiervoor interesse getoond, maar zijn nog niet alle mogelijke partners in deze gepolst.

Naast de ambitie om op kortere termijn een demo plant op te zetten van 50 MW, is het doel om een 200 MW plant te bouwen bij een succesvolle demo. 200 MW is de schaal die zonder subsidies reeds rendabel is te bedrijven.

Bijdrage aan de transitie

Dit project past in het thema biobased grondstoffen. Het betreft een schaalbare technologie die grondstoffen van hoge kwaliteit kan leveren; waterstof en groene koolstof. Daarmee grijpt het in op de ambitie om de basisindustrie te vergroenen, zodat de maatschappij op diverse plaatsen vergroent. De schaalbaarheid van de technologie maakt uitrol en export mogelijk, na realisatie van de eerste fabriek(en) in de regio. Tot slot is er een duidelijke koppeling met lokale initiatieven enerzijds (voor de 50 MW-installatie), en met de havens anderzijds (met name voor de aanvoer voor de 200 MW installatie).

In praktijk kan met een input van 50 MW getorreficeerde biomassa 6000 tot 6500 ton waterstof geproduceerd worden. Daarnaast komt 95 kton groene CO₂ vrij, om direct om te zetten in Ureum, Melamine en duurzame vloeibare CO₂. Laatstgenoemde wordt gedaan door Carbolim op Chemelot en levert 10 tot 13 kton vloeibare CO₂ op. Zodra de CCU-opties uitgeput zijn (bijvoorbeeld na opschaling naar 200 MW), kunnen negatieve CO₂-emissies gerealiseerd worden door aan te sluiten op de te ontwikkelen CCS stromen op Chemelot. Voorbeelden hiervan zijn BioKool ter vervanging van fossiele kolen (PetCoke), en een vervanging

van 33 kton Stoom in plaats van fossiele stoom op Chemelot.

Daarmee realiseert dit project een positieve duurzaamheids-impact. Vergassing van getorreficeerd hout kan zorgen voor een vermindering van de huidige emissies ten opzichte van fossiele bronnen. Hiermee wordt een concurrerend alternatief voor fossiel aardgas geboden. Verder is deze methodiek voor het produceren van hernieuwbare waterstof gunstig voor bedrijven die zich niet dicht bij de kust bevinden. Grijs waterstofproductie heeft een CO₂-belasting van 11 ton CO₂ per ton waterstof. De 50 MW installatie zal 70 kton CO₂-emissie uit grijs waterstofproductie vervangen. Verder levert de inzet van de hernieuwbaar opgewekte stoom ook een CO₂-besparing op locatie in de ordegrrootte van maximaal 50 kton CO₂ additioneel.

Ook voor de werkgelegenheid liggen er kansen in het opleveren voor de operatie van de unit. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat dit beperkt zal zijn tot enkele tientallen fte's. Het ontwikkelen van alternatieve technologieën voor hernieuwbare waterstof zal echter ook een belangrijke bijdrage geven aan de continuïteit van Chemelot als locatie.

Kansen en knelpunten voor opschaling

Voor het opschalen van dit project zijn momenteel een aantal knelpunten voorzien.

- 'Valley of death' doorkomen in de haalbaarheidsfase.
- Beperkte middelen zijn voorhanden om de engineering te starten op basis van de technologie van Torrgas Projects. Echter om tot een bouwrijp pakket te

komen, inclusief vergunning, locatie, gedetailleerde engineering, financiering en contracten is een investering van 1,5 tot 2 mln noodzakelijk.

- Om de 50 MW-installatie te kunnen laten draaien is tevens een operationele subsidie noodzakelijk om de onrendabele top ten opzichte van een 1 GW+ ammoniakfabriek

te kunnen overbruggen. Vergassing van biomassa is opgenomen in de huidige subsidieregelingen, echter alleen voor het doel Warmte of Biogas productie. Het gebruiken van de identieke Syngas productie uit de vergasser voor waterstofproductie valt nog niet onder de huidige regelingen.

- Het doel van de eerste fase is te kunnen komen tot een positieve SDE++ toekenning. Hiervoor is een vergunning (complete engineering), een locatie (Chemelot) en een (voorwaardelijke) financiering voor de complete installatie (circa 50 mln) een voorwaarde.
- Garantie op financiering voor met name de engineering van de demo-plant.

Daarnaast zijn enkele randvoorwaarden geformuleerd om aan te pakken.

- Ondersteuning richting PBL dat deze technologie met de verhoogde prioriteit behandeld zou kunnen worden.
- Ondersteuning bij de toekenning van haalbaarheidsgelden om de engineering gefinancierd te krijgen en het project van de grond te kunnen trekken.
- Meer aandacht voor torrefactie als een duurzame techniek voor het homogeniseren en transporteerbaar maken van breed scala aan verschillende soorten biomassa.

Concreet zijn de volgende stappen beoogd tot 2025.

- Het voltooien van de haalbaarheidsstudie, vergunning en financiering.
- Het bouwen van en produceren met de demo-plant.
- Het opschalen en engineering van een 200 MW plant.

De kosten voor het completeren van de engineeringsfase zijn geraamd op 1,5 tot 2 mln. Dit betreft de engineering van 50 MW demo-installatie, het verkrijgen van bouw- en milieuvergunningen, het opstellen van contracten voor leveranciers en afnemers, een toezegging voor de financiering van de installatie en aanvraag van een SDE++ subsidie.

Voor dit project is het volgende consortium beoogd, maar nog niet volledig bevestigd:

- Brightlands Chemelot Campus
- Torrgas projects
- Brightsite
- Air Products of Air Liquide als afnemer van groene CO₂
- Fibrant, DSM of OCI Nitrogen als afnemer van waterstof
- SABIC voor de afname van synthesesegas

5

OPSCALINGSPROJECT

Bio-ethanol productie op basis van bagasse pellets

Projectbeschrijving en status

Het produceren van bio-ethanol op basis van bagasse pellets is kansrijk voor de chemische industrie. Bagasse is het bijproduct van de rietsuikerproductie en is overvloedig aanwezig. In het productieproces wordt de bagasse ontsloten door stoom-explosie. De ontsloten suikers worden gebruikt om producten als bio-ethanol te maken. Tijdens dit proces komt ook een fractie lignine vrij, dat in de toekomst in Nederland grootschalig kan worden ingezet als een vervanger van bitumen in de asfaltproductie. De benodigde bagasse pellets worden ingekocht vanuit Brazilië. Deze toevoer is hier ruimschoots voorhanden, met name in São Paulo. De geproduceerde bio-ethanol is homogeen en geschikt voor gebruik in de chemie en ook – op de korte termijn – als bijmenging in biobrandstoffen, zoals gepropageerd in de Renewable Energy Directive II (REDII). In de chemie fungeert bio-ethanol als bouwsteen voor de industrie; er zijn vele toepassingen mogelijk. Daarnaast kan er in de toekomst gebruik worden gemaakt van andere reststoffen, die lokaal geproduceerd worden.

Dit geeft de mogelijkheid voor een toekomstige lokale toevoer van grondstoffen aan de bioraffinaderij.

In Brazilië is deze techniek toegepast in een commerciële plant van het bedrijf Raizen. Raizen is een Joint Venture tussen COSAN (een grote Braziliaanse producent van suiker uit de provincie São Paulo) en Shell. Deze opereert sinds 2014. Raizen zal de leiding nemen in het construeren van de Nederlandse plant en daarnaast de plant opereren en onderhouden. Een pilot is dus niet aan de orde. Momenteel is het consortium gevormd en zit men in de feasibility-fase. Er is een installatielocatie beoogd in North Sea Ports Slogebied (gemeente Vlissingen). Dit project wordt getrokken door RJ Bioenergy (directeur Jos Bos), met Rop Zoetemeyer als boegbeeld vanuit de Stichting Circulair Biobased Delta (CBBDD).

De ambitie is om in 2025 de beoogde plant draaiende te hebben voor commerciële productie van bio-ethanol en lignine van de voor de markt gewenste kwaliteit.

Bijdrage aan de transitie

Dit project past binnen het thema biobased grondstoffen. Het grijpt in op logistiek, gecascadeerd verwaarden van biomassa en raakt aan knelpunten zoals SDE++ en de CO₂-beprijzing. Er is een duidelijke link naar andere projecten binnen het thema, namelijk de binnenlandse grondstofproductie,

zoals suikerbieten (fiche 3), maar ook de verdere verwaarding van bio-ethanol richting basisgrondstoffen voor de chemie, zoals het Biogate project (fiche 6). Zo betekent dit project een versterking van het Nederlandse ecosysteem en een sluiting van de keten.

Daarnaast kan dit project een concrete duurzaamheidsimpact leveren.

- Vermindering van CO₂-emissies ten opzichte van de productie van fossiele ethanol. Dit komt neer op 0,5 Mton CO₂ per jaar.
- Vermindering van CO₂-emissies bij het gebruik van lignine uit de bioraffinaderij als vervanger van bitumen bij de asfaltproductie.
- Omzetten van watervervuiling uit de bioraffinaderij direct naar Groen Gas.

- Gebruik van restwarmte vanuit North Sea Ports (met name Zeeland Refinery en Energiecentrale Borssele) richting de bioraffinaderij, waardoor ook stikstofbelasting van het milieu wordt voorkomen.

De komst van de bio-ethanolinstallatie levert 200 fte aan werkgelegenheid op in de constructiefase, en 50 fte wanneer de installatie productie draait. Op jaarbasis kan op deze manier 84 kton bio-ethanol geproduceerd worden met een input van 430 kton aan bagasse.

Kansen en knelpunten voor opschaling

Voor de opschaling van dit project zijn momenteel een aantal knelpunten gedefinieerd:

- De vrijgekomen ligninefractie moet ook verwaard worden (multi-verwaard) om een gezonde businesscase te kunnen neerzetten. Dit kan eventueel gedaan middels asfaltproductie, maar moet verder ingericht worden.
- Het subsidielandschap sluit nog niet goed aan bij grondstoffenproductie. Alleen voor bijmenging in brandstof wordt momenteel subsidie verleend.
- Financiering voor feasibility-studie van de installatie en daarna de financiering voor de installatie zelf.
- Scope 3 problematiek aanpakken: het is belangrijk dat er voor afnemers een incentive is om fossiele grondstoffen te vervangen.

De eerstvolgende kosten zullen gemaakt worden bij de uitvoering van de feasibility-studie, deze bedragen ca. 100.000 euro.

Het consortium bestaat, naast de genoemde partners (RJ Bioenergy, Raizen, CBBD) uit:

- Shell als afnemer van de bio-ethanol
- DSM als leverancier van de enzymen die gebruikt worden bij het ontsluitingsproces
- OVET Zeeland: overslag en logistiek
- Bareau als kennispartner voor waterzuivering: omzetting van de vervuiling die in het afvalwater terechtkomt naar Groen Gas

Vanuit Zeeland zijn Impuls, Invest in Zeeland en Hogeschool Zeeland (met name het Center of Expertise Biobased Economy) bij dit project betrokken.

Voor 2025 zijn de volgende actiepunten beoogd:

- Feasibility-studie afronden
 - Financiering voor de fabriek ophalen
 - Bouwen van de fabriek
 - Eerste commerciële productie
-

6

OPSCHALINGSPROJECT

Biogate: Bio-ethyleenoxide productie uit bio-ethanol

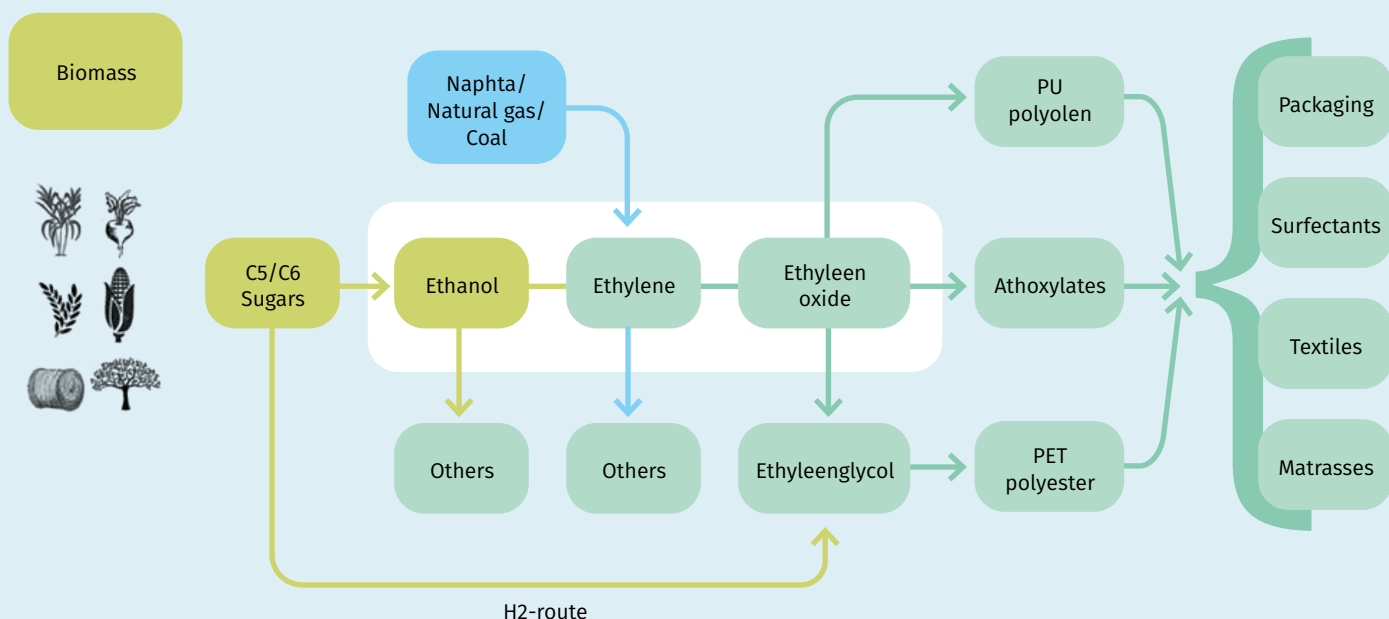
Projectbeschrijving en status

Het gebruik van bestaande bio-ethanol voor productie van (drop-in) bio-ethyleenoxide (bio-EO) levert een nieuwe biobased bouwsteen op voor de chemie. Bio-EO heeft een brede toepasbaarheid; het wordt bijvoorbeeld toegepast in schoonmaakmiddelen, en kan worden doorontwikkeld naar PET, polyesters (verpakking, textiel) en materialen op basis van polyurethaan (matrassen, meubelen, autostoelen). Bij het productieproces vindt zeer weinig massaverlies plaats, wat het een stuk gunstiger maakt dan een omzetting naar bio-ethaan. Ook de energiebalans van bio-EO is veel gunstiger. De grote hoeveelheid warmte die vrijkomt in de eerste processtap kan worden gebruikt in de tweede, wat het proces

zelfvoorzienend maakt. De benodigde bio-ethanol wordt geleverd vanuit de bestaande marktstromen. Hier zitten kansen voor levering vanuit Rotterdam, maar ook de suikerbietenteelt kan hiervoor worden ingezet. Daarnaast heeft Vlaeynatie recentelijk de Zeeuwse Suiker Terminal laten bouwen waar suiker uit Frankrijk en Duitsland opgeslagen ligt voor export of andere toepassingen.

Het Biogate project betreft het realiseren van een installatie voor productie bio-ethyleenoxide. De benodigde technologie voor de omzetting van bio ethanol naar bio-EO is al bewezen middels commerciële fabrieken in Amerika, India en Taiwan. Dit verlaagt het risico van de opzet van een Nederlandse plant. Daarnaast is

The ethanol value chain



het hierdoor niet nodig om een pilot- of demofabriek op te zetten, en kan direct op grote schaal gewerkt gaan worden.

Het project heeft de pre-feasibility fase afgerond voor het opzetten van de businesscase met de benodigde plantinvestering, de operationele kosten, technisch economische-analyse met gevoeligheden, grondstofbeschikbaarheid en inkooprijzen, marktontwikkeling en productafname met verkoopprijzen. Een eerste LCA-benadering is toegepast en door de veelbelovende uitkomst werkt het project momenteel naar de feasibility-fase toe. Het heeft de potentie van een high-impact project voor de regio.

Dit project wordt getrokken door Circular Biobased Delta (CBBD) en partners, met Willem Sederel (voorzitter) als de trekker

mede namens de betrokken industrie. De partners hebben een NDA getekend en zijn niet vrij om informatie over de details publiekelijk te delen.

De ambitie van dit project is om in 2025 een installatie te laten draaien die 240 kton bio-ethanol omzet in ruim 200 kton bio-EO. De fabriek wordt zo opgezet dat uitbreiding naar productie van bio-PPL op een geïntegreerde wijze mogelijk is als een vervolgstap. Bio-PPL is een veilige en stabiele opslagvorm voor het zeer reactieve acrylzuur, dat onder andere toegepast wordt in superabsorbers en in coatings. Bio-PPL kent ook toepassingen als variant op polymelkzuur (PLA), een bekend biodegradeerbaar plastic materiaal dat toegepast wordt in voedselverpakkingen, zoals yoghurtcupps.

Bijdrage aan de transitie

Door het gebruik van de bestaande stroom bio-ethanol past dit project in het thema biobased grondstoffen. De koppeling met lokale productie van bio-ethanol is sterk, net als de impact op CO₂-reductie. De verdere uitbouw richting bio-PPL (vervolgstap na dit project), maakt integratie met houtachtige biomassa of huishoudelijk afval mogelijk, waarmee de productiebouwsteen koolstof monoxide kan worden geproduceerd. Daarmee wordt verdere vergroening van de chemie mogelijk gemaakt.

In samenwerking met de CE Delft zal een gedetailleerde en onderbouwde berekening worden gemaakt van de mogelijke CO₂-reductie. Met standaard software is al een berekening gemaakt binnen de gekozen

systeemgrenzen. Bij een productie van 205 kton bio-EO per jaar komt dit neer op ca. 100 kton CO₂, enkel binnen de omzetting van bio-ethanol naar bio-EO in vergelijking met de fossiele route. Hier komt 470 kton CO₂ vermijding bij als men rekening houdt de emissies aan het einde van de levensduur van 200 kton bio-EO (-2,35 tCO₂/ton product). Ook zullen de NOx- en SOx-uitstoot lager uitvallen dan in het geval van fossiele grondstoffen.

Daarnaast is er een positieve impact voor de werkgelegenheid beoogd:

- Ruim 500 banen tijdens de projecten
- Ruim 200 banen staf, operatie, service uitvoering etc.
- Ruim 200 banen indirect

Kansen en knelpunten voor opschaling

Momenteel zijn er een aantal knelpunten gedefinieerd:

- Momenteel is de inkoop van 1 ton bio-ethanol van de 1^e generatie (mais, biet, suikerriet) ongeveer 150 euro duurder dan fossiele ethanol. Dit resulteert in een IRR van 13 tot 15%. Deze moet naar 25% om een gezonde businesscase te genereren. 2^e generatie bio-ethanol (hout, mais-stengels, tarwestro, miscanthus) dat niet concurreert met voedseltoepassingen is nog veel duurder vanwege dubbeltelling binnen biobrandstoffen.
- Om bio-ethanol als bouwsteen voor de chemie te stimuleren, werkt de subsidie op biobrandstoffen beperkend. Mogelijk kan de doorvoering van een subsidie op materialen deze beperking ook verminderen.
- Zonder level playing field is cascadering van biomassatoepassingen niet goed mogelijk.
- Het vinden van een geschikte operator die in zee wil gaan met een langdurige terugverdientijd.
- De food-versus-fuel discussie (afhankelijk van 1^e of 2^e-generatie bio-ethanol) schrikt partijen af.
- Financiering voor de feasibility studie.

Concreet zijn de volgende realisatiestappen beoogd tot 2025:

- Uitvoeren feasibility studie met alle specifieke locatiefactoren
- Vinden van de juiste operator
- Afstemmen van de technologiekeuze door de operator (2 opties)
- Vinden van financier(s) voor de plant
- Gedetailleerd ontwerp van de plant
- Consortium formeren dat de bouw en realisatie van de fabriek ter hand gaat nemen

Voor de feasibility fase zijn kosten geraamd op 800.000 euro. De kosten van de plant zijn geraamd op ca 250 mln voor de eerste fase naar bio-EO.

Er wordt momenteel gebouwd aan het feasibility consortium, de operator moet nog gevonden worden. Dit kan zowel een grote chemiespeler als een afnemer zijn. De operator treedt bij voorkeur toe voor de start van de feasibility studie, maar kan ook tijdens of na de feasibility studie aansluiten.

Klik hier terug naar het PLAN.



OPSCHALINGSPROJECT

Specialty bio-aromaten productie uit hemicellulose

Projectbeschrijving en status

Voor de chemische industrie liggen kansen in het produceren van specialty aromaten (HMA, MPA, HHPA's) uit furfural, dat wordt gewonnen uit hemicellulose biomassa-

restanten, zoals suikerbietenpulp.

Hemicellulose biomassa is een niet-eetbare biomassafractie die voldoende voorhanden is. Aromaten zijn een belangrijke bouwsteen

in de chemie en verzorgen verschillende functies in een breed scala aan eindproducten. Huidige aromaten kunnen alleen uit aardolie worden gemaakt. Relement kan met behulp van technologie ontwikkeld door TNO bio-aromaten maken. Voor de marktintroductie kiest Relement voor specialty bio-aromaten. Deze hebben betere eigenschappen dan hun fossiele tegenhangers: de performance van eindproducten als verf, kleefstoffen, smeermiddelen en isolatiemateriaal wordt verhoogd.

Op dit moment vinden performance-testen plaats met mogelijke afnemers, waaronder Baril coatings, binnen het publieke project

Bio Aromatics 4 Coatings. Daarnaast wordt gezocht naar financiering voor het opbouwen van het bedrijf Relement en de eerste loonproductie in batches. Op dit moment worden op kilogram-schaal monsters gemaakt op de Green Chemistry Campus in Bergen op Zoom, in de labs van TNO. Dit project wordt momenteel getrokken door Relement, met Roger Blokland als boegbeeld.

Het is binnen dit project de ambitie om in 2024 1 kton specialty bio-aromaten te produceren. Daarnaast is het doel om toe te werken naar een eerste commerciële installatie.

Bijdrage aan de transitie

Dit project sluit aan bij het thema biobased grondstoffen. Specifiek speelt dit project in op 'nieuwe moleculen', met hoge toegevoegde waarde en een positief economisch plaatje, zonder subsidies. Dit project kan bovendien gekoppeld worden aan lokale grondstofproductie (reststromen uit de agrarische sector, of afvalmanagement in de industrie) en het bio-ethanol project (verwaarding van zijstroom C5-suikers). De impact in 2025 is weliswaar nog klein, maar het betreft een platformtechnologie met de potentie om een groot deel van de huidige aromaten (BTX) te vervangen. Hierdoor heeft het veel potentie om een grote CO₂-reductie te realiseren. De CO₂-

besparing kan bij één draaiende fabriek oplopen tot 90 kton per jaar.

De omvang van de productie zal 1 kton per jaar bedragen in de eerste loonproductiefase, oplopend naar 7 kton per jaar.

De eerste commerciële fabriek zal een capaciteit van 30 kton per jaar hebben.

In de opstartfase tot 2025 levert dit project 32 fte aan werkgelegenheid op voor de regio (direct en indirect). Zodra de eerste fabriek draait kan deze voor 200 fte aan werkgelegenheid opleveren (ook direct en indirect).

Kansen en knelpunten voor opschaling

Voor dit project zijn een aantal knelpunten gedefinieerd met betrekking tot opschaling.

- De eerste financiering voor de opstartfase moet nog bemachtigd worden. Hier zitten grote aanloopverliezen in, wat de financiering onaantrekkelijk maakt.
- Het vinden van de juiste afnemers (markt) en toepassingen. De markt is gewend aan petrochemische moleculen en moet hiervoor dus zijn blik verbreden.
- Het grootste voordeel van biobased specialty aromaten zit in scope 3. Voor afnemers is er echter geen incentive om te vergroenen in scope 3, waardoor het voordeel voor hen klein is.
- De overstap van specialty aromaten naar de productie van bulkmoleculen in de toekomst zorgt voor een kosten-technische uitdaging; deze zijn op dit moment kostbaarder om te maken van fossiele aromaten.
- Een stimulans voor het verkrijgen van een groenlabel op het eindproduct vanuit de chemie, zou het gebruik van bio-aromaten aantrekkelijker kunnen maken.

- Subsidiëring gaat nu richting biobased brandstof - de mogelijkheden voor toepassing in de chemie zijn nog beperkt.

De volgende stappen zijn beoogd om de ambities in 2024 te behalen.

- Financiering ophalen
- Loonproductie opzetten voor de aromaten in batches (uitbesteding)
- Contracten voor afname
- Team en bedrijf opbouwen
- Toewerken naar een eerste fabriek

De kosten voor dit traject bedragen ca. 6 mln voor de komende 3 jaar.

Voor dit project wordt momenteel een consortium gevormd. Er zijn hierbij een aantal mogelijke spelers beoogd:

- Relement als trekker
- Baril coatings als mogelijke afnemer
- Andere afnemers zoals coating en resin fabrikanten, met name met locaties in de grote chemieclusters in West-Europa
- Loonproducent en opschalingspartner
- Kennispartner voor mede ontwikkelen van toepassingen

Klik hier terug naar het PLAN.

8

OPSCHALINGSPROJECT Kraken van plastic afval

Projectbeschrijving en status

De MILENA technologie maakt het mogelijk om (plastic)afval te kraken, waarbij een koolstofrijk productgas wordt geproduceerd. Na reiniging van dit productgas van teerachtige stoffen en andere onzuiverheden

met de OLGA technologie, kan dit productgas gebruikt worden als bouwsteen voor nieuwe plastics. Hierbij valt te denken aan olefinen als etheen en propaan, als ook aan BTX (benzeen, toluen en xyleen). De MILENA en

OLGA technologieën kwalificeren zich voor de realisatie van de beoogde transitie naar een circulaire economie.

Synova is (mede)eigenaar van de door ECN/TNO ontwikkelde en ondersteunde MILENA en OLGA technologieën en heeft tot doel deze als technologie-provider te commercialiseren. De technologieën hebben zich op brede schaal op laboratorium- en pilotschaal bewezen. De eerstvolgende stap in de verwezenlijking van deze ambitie is het demonstreren van de technologieën op industriële schaal.

De doelstelling van het project is om een demonstratiefabriek in volcontinu bedrijf op Chemelot te realiseren. Deze demonstratiefabriek zal per jaar 10 kton plastic-afval kunnen verwerken, waarbij plastic-rijk huisafval wordt omgezet in BTX en energie. De aanvang van het project is beoogd in de tweede helft 2020 om dan begin 2022 operationeel te zijn. Na positieve demonstratie is een commerciële uitrol van grotere systemen mogelijk.

Bijdrage aan de transitie

Het proces heeft een aantal kenmerkende factoren die zorgen voor een grote duurzaamheids- en economische impact.

- **Brede feedstock-variëteit:** de kraker kan een grote variëteit aan (huis)afvalstromen verwerken, zowel plastics als biogeen. Het grote verschil ten opzichte van pyrolysetechnieken is hierbij dat de feedstock minder voorbewerking en selectie nodig heeft. Het is dus goedkoper en in grotere hoeveelheid aanwezig. (Opmerking: de biogene component in het huisafval bestaat veelal uit etensresten die enkel met veel moeite uit het afval kunnen worden verwijderd).
- **Lage CO₂-footprint en hoge plastic circulariteit:** de biogene component in de feedstock wordt gebruikt als brandstof voor de kraker en de plastic component wordt in zijn geheel in nieuwe plastic bouwstenen omgezet. Dit resulteert in een hoge mate van plastic circulariteit, als ook een aanzienlijk lagere CO₂-footprint ten opzichte andere manieren van afvalverwerking. Voorlopige resultaten van een

LCA-studie laten zien dat het MILENA/OLGA proces een van de meest efficiënte processen is voor het recyclen van plastics (zoals PE en PP).

- **Proces efficiëntie:** de MILENA kraker wordt gevoed met de teerachtige stoffen die door het OLGA proces zijn afgescheiden. Hierdoor ontstaat een efficiënt proces waarbij geen externe energie nodig is.
- **Product equivalent nafta kraker:** het productgas dat wordt geproduceerd is in samenstelling gelijk aan de typische samenstelling van het productgas geproduceerd door een naftakraker. Dit maakt het mogelijk om het MILENA/OLGA productgas in bestaande downstream installaties te verwerken.
- **Schaalbaar en winstgevend:** huidige analyses en modellen laten zien dat de MILENA/OLGA technologieën zich goed laten opschalen en dat toepassingen goede rendementen kunnen laten zien.

Kansen en knelpunten voor opschaling

De verwachte uitdagingen en knelpunten zijn:

- **Validatie technologie:** het operationeel/commercieel demonstreren van MILENA/OLGA op industriële volcontinu schaal.
- **Financiering:** het Technology Readiness Level (TRL) is klaar voor commercialisatie maar vormt tegelijk nog technisch/operationeel risico op het eerste industriële project. Het resultaat is een beperkte winstgevendheid ten gevolge van kleine schaal, first-of-a-kind en doorlooptijd. Het vinden van financiering voor de onderneming en het demonstratieproject blijkt geen sinecure:
 - › Voor venture capitalists blijkt onze propositie niet aantrekkelijk gezien de looptijd en (technisch) risicoprofiel.
 - › (Publieke) impactfondsen blijken geïnteresseerd, doch stellen zij een Strategic Lead als pre-conditie ter validatie van de technologie.
 - › Diverse petrochemische bedrijven laten interesse zien uit hoofde van beoogde transitie, maar volgen lange selectie-procedures om het grote aanbod aan alternatieven en geboden technieken te valideren. Hierbij komen ook de vele ecosysteem verandering en uitdagingen van de beoogde transitie aan de orde.
- **Ecosysteem & transitie:** van fossiele brandstoffen naar afvalverwerking infrastructuur vraagt met name betrokkenheid en overtuiging van de afvalverwerkende bedrijven. Hierbij is het vinden en zeker stellen van voldoende aanlevering van de kwalitatief juiste feedstock een uitdaging. Er is een keten verandering nodig. Voor-

beelden zijn: gevestigde olie- en chemie-bedrijven moeten als afvalverwerkers gaan denken en vice versa; kleine technologiebedrijven en grote partijen moeten samenwerken; de logistiek voor afval verandert. Er is een lange weg te gaan om middels alternatieve productie de volumes van vandaag te realiseren.

Er zijn verschillende randvoorwaarden gedefinieerd:

- Ketensamenwerking (afvalverwerkende industrie, petrochemische industrie, maakindustrie, brand owners) en het gezamenlijk ondersteunen van de introductie van nieuwe technologieën.
- Steun van de overheid op financiering van een innovatieve technologieën met een lange 'valley of death'. Hierbij valt ook te denken aan een gestandaardiseerd framework ter beoordeling van nieuwe kansen in plaats van case-by-case beoordeling door potentiële Strategic Leads, waarmee overheid gesteunde financiering kan worden aangetrokken.
- Aanpak van de scope 3 problematiek. Met de huidige CO₂ beprijzingsstructuur is er geen incentive voor chemiebedrijven om CO₂-reducerende maatregelen te nemen. Keten gerelateerde CO₂-reductie valt buiten de beloningsstructuur.

Het project heeft financiering nodig voor de CAPEX investering en aanloopverliezen in het eerste jaar en zal naar verwachting een positief rendement laten zien. Verwachte kosten voor het demonstratieproject zijn 15-17 mln euro.

9

OPSCHALINGSPROJECT

Crackerfeed uit afval plastic middels pyrolyse

Projectbeschrijving en status

Bij de verwerking van reststromen tot grondstoffen voor de kunststofindustrie leveren pyrolysetechnologieën een aantoonbare bijdrage aan het vergroten van de recyclebaarheid van onze reststromen. In tegenstelling tot technieken als oplossen en depolymeriseren, waar met name monostromen als input gebruikt kunnen worden, kunnen bij het pyrolyse proces verschillende mixstromen behandeld worden. De pyrolysetechnologie verbreedt dus de mogelijkheden tot recycling van kunststoffen en mixstromen aan de invoerzijde, en draagt met de grondstoffen voor de kunststofindustrie aan de outputzijde tevens bij aan de transitie naar een circulaire economie.

De doelstelling van dit project is om 1 mln ton crackerfeed uit plastic afval op Moerdijk te produceren. Verschillende pilotinstallies hebben bewezen een goede kwaliteit pyrolyseolie te kunnen produceren. Een aantal van deze installaties staan op de Pyrolyse Proeftuin Zuid-Nederland op Moerdijk. Deze partijen, maar ook anderen, zijn nu consortia aan het vormen om op te schalen. Concreet hebben twee partijen uit de Pyrolyse Proeftuin Zuid-Nederland vergevorderde plannen om op te schalen. Dit zijn Waste4me en Teknow. Het realiseren van deze opschaling wordt hier beschouwd als het 'project'.

Dit project wordt getrokken door het Port of Moerdijk, met Manon Baartmans als de trekker en tevens penvoerder van de Pyrolyse Proeftuin Zuid-Nederland.

Het beoogd consortium is als volgt:

- Gericht op de ketentrekkers basischemie, zoals Shell, DOW en SABIC.
- Kernspelers van het project zijn Waste4me met een 35 Kton -installatie en Patpert Teknow met een 15 kton-installatie.
- Betrokken partners in de omgeving en tevens de deelnemers aan de Pyrolyse Proeftuin Zuid-Nederland zijn: Port of Moerdijk(penvoerder), Ontwikkelingsmaatschappij REWIN West-Brabant, Avans Hogeschool, Bewa, SABIC Petrochemicals, Goodfuels Marine, Patpert Teknow Systems, Nettenergy, Nimaro Ageno Consult, CharcoTec, Waste4ME, Van der Kooy, Viktor Goes Green, Delphy en TU Eindhoven.

De ambitie is om in 2025 de eerste 5 commerciële initiatieven succesvol te hebben opgestart. Het uiteindelijke doel voor Moerdijk is om 1 mln ton crackerfeed te produceren. Hiervoor is ca 1,5-2 mln ton plastic afval nodig.

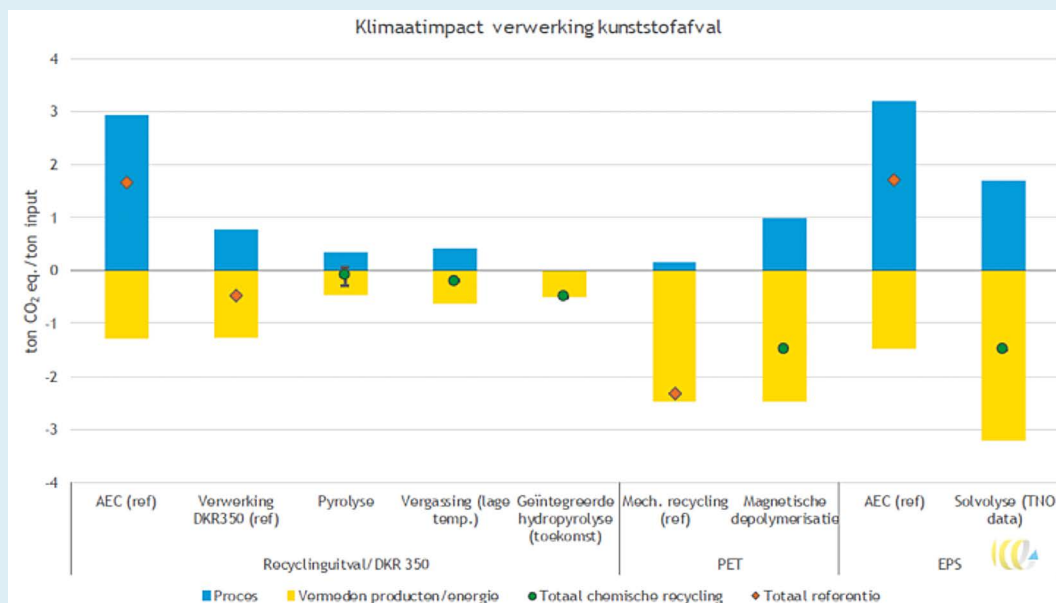
Bijdrage aan de transitie

Dit project past binnen het thema recycling. Het plan doet een voorstel tot verwerking van plastic afvalstromen door middel van het cascaderingprincipe. Stroom die niet passen en/of uitvallen uit een bepaalde technologie kunnen ingezet worden in een andere technologie. Uit analyse blijkt dat op deze manier afvalstromen het meest efficiënt en met de hoogste opbrengst verwerkt kunnen worden. Een cascadering-keten eindigend bij vergassingstechnologie kan bijvoorbeeld gevoed worden met stromen die niet verwerkt kunnen worden met pyrolysetechnologie. Deze kan op zijn beurt gevoed worden met stromen die afgewezen zijn en/of voortkomen uit bijvoorbeeld mechanische recycling.

Zo heeft iedere technologie een bijdrage in de keten en kan de plastic afvalstroom in Nederland op de meest efficiënte en effectieve manier verwerkt worden. Het voorliggende pyrolysevoorstel past goed in deze visie.

In samenwerking met technologieleveranciers binnen de Pyrolyse Proeftuin voert Avans Hogeschool onderzoek uit op de milieu-impact van de pyrolysetechnologie in vergelijking met andere recycling- en verwerkingstechnieken. Uit een studie uitgevoerd in samenwerking met Teknow komen de volgende inzichten wanneer de milieu impact vergeleken wordt met een afvalverbrandingsinstallatie:

MIDPOINTS IMPACT CATEGORIES COMPARATIVE RESULTS							
Database version + date model run:		v38 2/4/20		With Avoided Burden		Performs better	
Midpoint Impact categories	Unit	Comparative results		Factor	Fraction A1 of A2	Savings when choosing A1 over A2	Comments
		Pyrolysis (A1)	Incineration (A2)				
Climate change, excl biogenic carbon	[kg CO2 eq.]	99.60	657.00	6.60	15.16%	84.84%	
Climate change, incl biogenic carbon	[kg CO2 eq.]	100.00	795.00	7.95	12.58%	87.42%	
Fine Particulate Matter Formation	[kg PM2.5 eq.]	-0.22	-2.28	10.36	9.65%	90.35%	
Fossil depletion	[kg oil eq.]	-750.00	-513.00	1.46	146.20%	-46.20%	
Freshwater Consumption	[m3]	3.53	3.51	1.01	100.57%	-0.57%	
Freshwater ecotoxicity	[kg 1,4 DB eq.]	-0.25	-0.05	4.61	461.25%	-361.25%	
Freshwater eutrophication	[kg P eq.]	0.00	-0.0001	6.67	-567.18%	667.18%	
Human toxicity, cancer	[kg 1,4 DB eq.]	-0.38	-0.24	1.54	154.32%	-54.32%	
Human toxicity, non-cancer	[kg 1,4 DB eq.]	-103.00	-22.40	4.60	459.82%	-359.82%	
Ionizing radiation	[Bq C-60 eq. to air]	4.32	-14.60	4.38	-29.59%	129.59%	
Land-use	[Annual crop eq.-yr]	4.06	0.02	253.75			Incomplete, so taken out
Marine ecotoxicity	[kg 1,4 DB eq.]	-0.91	-0.32	2.84	283.70%	-183.70%	
Marine Eutrophication	[kg N eq.]	0.002	-0.001	2.33	-133.33%	233.33%	
Metal depletion	[kg Cu eq.]	-0.02	0.17	11.50	-9.52%	109.52%	
Photochem. Ozone Form, Ecosystems	[kg NOx eq.]	633.00	1190.00	1.88	53.19%	46.81%	
Photochem. Ozone Form, Hum. Health	[kg NOx eq.]	392.00	737.00	1.88	53.19%	46.81%	
Stratospheric Ozone Depletion	[kg CFC-11 eq.]	0.00	0.00	132.79	0.75%	99.25%	
Terrestrial Acidification	[kg SO2 eq.]	-0.73	-7.23	9.97	10.03%	89.97%	
Terrestrial ecotoxicity	[kg 1,4 DB eq.]	7.02	-353.00	51.28	-1.99%	101.99%	



Het project zorgt voor beschikbare werkgelegenheid voor zowel voor constructie als productie: 10 tot 50 banen. De eerste commerciële initiatieven zien we nu met een omvang van 10-15 kton tot 35 kton. Deze zullen komende jaren doorgroeien naar 100-200 kton. Dit is afhankelijk van het feedstock aanbod en de prijs van de commodity. Grotere fabrieken zullen naar alle waarschijnlijkheid in havengebieden ontstaan waar de supply goed georganiseerd kan worden.

Ter bevestiging en in aanvulling op de eerdergenoemde studie heeft Avans tevens

een studie uitgevoerd in samenwerking met Waste4Me. Daaruit blijkt dat de pyrolysering van 1 ton plastic 72% minder broeikasgasuitstoot (in CO₂-equivalenten) genereert dan de verbranding van dezelfde hoeveelheid plastic. Het gaat hier om een preliminair resultaat binnen een onderzoek dat verder voortgezet zal worden in 2020. Onderzoek gedaan door CE Delft laat ook zien dat de pyrolyse technologie voor de verwerking van kunststofafval een CO₂-voordeel biedt ten opzichte van de verwerking in een Afval Energie Centrale (AEC).

Kansen en knelpunten voor opschaling

De belangrijkste knelpunten voor scale-ups zijn op dit moment vergunningen en financiering. Op termijn gaat het ook om de aanvoer van plastics. Dit moet uiteindelijk aangevoerd 'mogen' worden vanuit het buitenland.

1. Erkenning van pyrolyse als chemische recycling i.v.m. LAP3 - Red2 discrepanties. Tevens een vereenvoudiging dan wel verheldering van de 'end of waste' problematiek en het REACH registratieproces.

Omdat het beleid en de regelgeving voor chemische recycling nieuw en nog niet af is, is het voor uitvoerende overheden lastig om volledig op te hoogte te zijn van de laatste stand van zaken. Dit maakt dat het bewustzijn en het inhoudelijke kennisniveau van medewerkers bij overheden en publieke instanties – ondanks de objectieve houding van betrokken instellingen – van invloed is op de perceptie van nieuwe technologieën bij het behandelen en/of beoordelen van aanvragen en verzoeken. Hierdoor is het een onzeker, tijdrovend en kostbaar traject wat partners, die nodig zijn bij opschaling, afschrikt.

2. Het bieden van middelen waarmee het financieringsgat wordt ondervangen voor opschalingsprojecten.

Uit eerdere onderzoek (Actieplan Chemische Recycling, studie uitgevoerd door Rebel in opdracht van VNO-NCW) is gebleken dat met name projecten die bezig waren met opschaling naar een eerste demo of commerciële installatie (rond Technology Readiness Level, oftewel TRL, 5-9) de meeste belemmeringen ervaren in het vinden van financiering. Dit geldt specifiek voor starten-de en/of kleine bedrijven. Dit komt doordat:

- Deze opschalingsstap kapitaalintensief is en een relatief forse investering vraagt;
- Het om technieken gaat die zich nog niet op commerciële schaal bewezen hebben en financiers vaak op zoek zijn naar bewezen technieken/bewezen trackrecord;
- Het een output is die niet zomaar concurrerend is qua kosten en tarieven in de huidige markt (virgin materiaal), o.a. door volatiele marktprijzen en hoge productiekosten;
- De afzetmarkt nog niet is gecontracteerd (geen lange termijn afname contracten)

vanwege onzekerheid over volume en leveringszekerheid van nieuwe installaties. Afnemers vragen om zekerheid en bewijs;

- De feedstock (nog) niet gecontracteerd is voor langere termijn, vaak omdat deze belegd zijn in contracten met huidige verwerkingsinstallaties zoals AVI's/mechanische recycling/export;
- Het startende bedrijven zijn zonder bewezen ervaring in het succesvol opzetten en opschalen van bedrijven.

De beschreven kenmerken dragen niet bij aan de voorkeur van banken en financiers om leningen te verstrekken aan startende ondernemers die zich richten op de ontwikkeling van een nieuwe technologie.

3. Het organiseren van voldoende aanvoer.

Import is noodzakelijk. Het is van belang dat hier voldoende draagvlak is en/of wordt gecreëerd.

Tot 2025 zijn de volgende actiepunten beoogd:

- 2020 consortia vormen en vergunning aanvraag voorbereiden/ indienen
- 2021 detail uitwerking plants en plotplannen, aanvang bouw
- 2022 opstart commerciële productie
- 2023-25 doorschalen naar beoogde 1 mln ton crackerfeed

De benodigde investering voor de eerste plants liggen hierbij tussen de 15 en 30 mln.

Voor dit project ontstaan momenteel diverse consortia rondom Shell, Sabic en Dow. Teknow is in een ver gevorderd stadium met Vopak en Nowit. Ook Neste is actief maar er zijn er meer mogelijke initiatieven.



Colofon

Het programma 'Ketentransitie in de procesindustrie' is geïnitieerd door Economisch Netwerk Zuid-Nederland (ENZuid) en ontwikkeld met ondersteuning van TNO, Bax & Company en InvestNL.

24 juni 2020

Contact

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



