

# KIA Sleuteltechnologie: Meerjarenprogramma "Circulaire plastics"

## *Van afvalstromen naar nieuwe grondstoffen voor de maakindustrie.*

1. *Titel van MJP:* Duurzame Chemische Industrie door Gesloten Kringlopen (Circulaire plastics)
  - o Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden
2. *Tot welk(e) van de 8 cluster(s) van technologieën behoort dit MJP:*
  - o Chemical technologies
  - o Advanced Materials
  - o Engineering and Fabrication technologies

3. *Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal:*

Chemical technologies: Katalyse (Catalysis) en Biokatalyse (BioCat), Scheidingstechnologie (SepTech), Procestechnologie (BioProcTech),

Advanced Materials: Structural Materials (StructMat)

Engineering and Fabrication technologies: Sensors and actuators (SensActua)

4. *Positie NL:* Wat is de relatieve positie van Nederland in deze technologie(ën) in de EU en mondiaal?

Nederland is internationaal zeer sterk in de chemie en academisch en industrieel leidend in procestechnologie en katalyse, en heeft sterk geïntegreerde gemeenschappen in katalyse (COI NIOK/VIRAN) en procestechnologie (COI ISPT). De Nederlandse polymeer-gerelateerde industrie is een belangrijke motor voor binnenlandse en Europese economische groei. Met het geplande onderzoek binnen dit initiatief kan Nederland zijn internationale positie als een key player op polymeer gebied versterken en nieuwe kansen creëren. Nederland is één van de EU landen die een voortrekkersrol kan vervullen in zowel het collecteren/sorteren, als het verwerken, opzuiveren en hergebruiken van plastics en/of grondstoffen voor plastics.

5. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*

### **Uitdaging**

Er zijn drie grote uitdagingen voor de plastics industrie: i) plastic afval en afvalmanagement, ii) CO<sub>2</sub> emissies en iii) uitputting van grondstoffen. De mondiale koolstofkringloop is momenteel niet gesloten waardoor koolstof weglekt in de vorm van CO<sub>2</sub>, met grote gevolgen voor ons klimaat. Het sluiten van de koolstofkringloop is van belang om de manier van leven die wij nu kennen veilig te stellen voor toekomstige generaties. Een groot gedeelte van de koolstofkringloop bestaat uit polymeren van kunstmatige of biologische oorsprong. Plastics worden overwegend gemaakt uit aardolie. Omdat polymeerafval intrinsiek slecht recyclebaar is, wordt het merendeel momenteel verbrand met CO<sub>2</sub> uitstoot tot gevolg. Het afvangen en eventueel later omzetten van CO<sub>2</sub> is nog steeds een grote uitdaging. Ook leidt het lineaire gebruik van aardolie naar plastics tot hoog grondstofverbruik en ontstaan er grote problemen door niet adequate management van afval en gevolgen van zwerfplastic.

### **Oplossing**

Voor de transitie naar circulaire grondstoffen zijn er drie strategieën gedefinieerd: redesign (herontwerp), reuse (hergebruik) en recycling. De kernactiviteiten van recycling zijn het inzamelen, sorteren en recyclen van afvalstromen, zodat deze weer als grondstof kunnen worden ingezet. Er zijn twee soorten recycling: mechanisch en chemisch. Mechanische recycling van Post Consumer Recycled (PCR) plastics wordt momenteel op relatief grote schaal toegepast, maar heeft als nadeel dat door verontreinigingen een lage kwaliteit recycleaat wordt geproduceerd. Hierdoor is het vaak niet mogelijk om recycleaat in voedselverpakkingen in te zetten. Chemische recycling maakt het in potentie mogelijk om plastics, biomassa, of andere afvalstromen om te zetten in grondstoffen voor de chemische industrie. Chemische recycling biedt een oplossing voor de afnemende kwaliteit van de materialen na elke kringloop, maar ook voor stromen die niet zijn te recyclen met mechanische scheiding, of verontreinigde

stromen. Er is een grote diversiteit aan technologieën mogelijk, elk met een eigen potentie qua milieurendement, toepassingen en schaal. Regie is noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de toegestane technologieën een goed milieurendement en de benodigde kwaliteit opleveren. Belangrijk is optimalisatie van het koolstofrendement van de hele levenscyclus incl. het afvalstadium. Nieuwe 'lock-ins' moeten worden voorkomen. Chemische recycling is momenteel al op kleine schaal mogelijk; inzet is om de toepassing ervan te vergroten.

## Scope

De scope van deze MJP richt zich op de gehele waardeketen van circulaire plastics met als hoofddoel CO2 reductie door sluiten van de industriële grondstofketen voor plastics. Dit meerjarenprogramma is onderverdeeld in de volgende key topics:

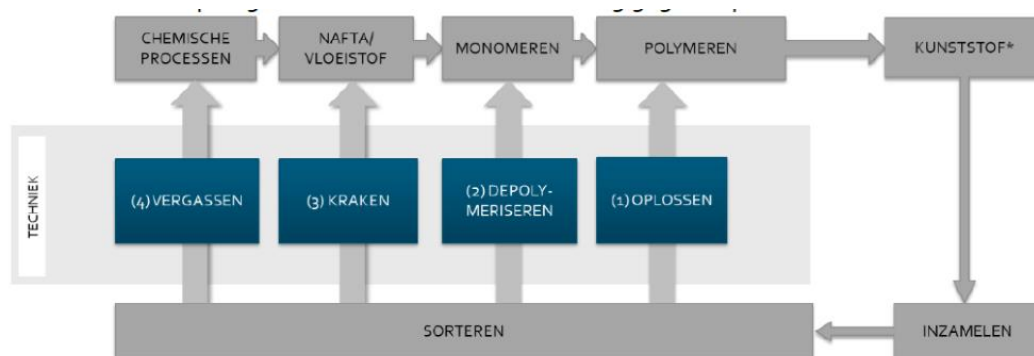
### 1. Design for recycling

- Het ontwerpen van grootschalige (bulk)toepassingen via polymeren die makkelijker afbreekbaar, oplosbaar en/of te scheiden zijn (o.a. met katalytisch-thermische technieken) en een nieuwe generatie van slimme materialen die intrinsiek recyclebaar zijn. Bij al deze nieuwe materialen zal er aandacht zijn voor het inbrengen van monomeren gebaseerd op biomassa.
- Het ontwikkelen van betere ontwerp- en productiemethoden voor circulaire plastics inclusief samengestelde (meerlaagse) materialen als composieten en meerlaagse flexibele voedingsverpakkingen, die momenteel lastig zijn te recyclen. De focus zal liggen op materiaaleigenschappen en huidige en toekomstige recyclingsmogelijkheden.

### 2. Ketenganalyse

- Het ontwikkelen van een ketensamenwerking gericht op eco-efficiënte circulariteit door o.a. grondstof- en plasticproducenten, industriële (afval) inzamelaars – en verwerkers en toepassers/retailers (o.a. verpakkingindustrie). Ontwikkeling van methodologie en validatie voor circulair materiaal- en ketenontwerp, o.a. LCA (life cycle analyse).
- Het beter inzamelen, scheiden en karakteriseren van gebruikte plastics (nu afvalstadium) om daarmee te komen tot betere kwaliteit inputmateriaal voor opzuivering en hergebruik
- Het ontwikkelen van meet- en detectietechnologieën voor circulaire processen van plastics. Deze technologieën omvatten zowel sensoren (inclusief early warning systemen) voor in-line- en on-line-monitoring als ook analysetechnologieën welke at-line of in het laboratorium kunnen worden ingezet voor accurate kwantificatie van de materiaalsamenstelling en voor het detectie en identificatie van toxische contaminanten zowel in inputstromen, processen en in het product.
- Het ontwikkelen van safe-by-design principes voor recyclingprocessen: bij het ontwerp van het (circulair) recyclingproces wordt rekening gehouden met volledige veiligheid voor werknemers, het milieu, de consument en een lange levensduur van de assets.

### 3. Chemische recycling



Het veld van Chemisch Recyclen strekt zich uit van het oplossen van polymeren, via depolymeriseren naar het vormen van kleinere bouwstenen via pyrolyse of zelfs de productie van synthegas middels vergassing (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) waaruit weer nieuwe grondstoffen kunnen worden verkregen. Deze recyclingstechnieken worden altijd gecombineerd met

scheidingstechnologieën. Hier zijn echter nog grote stappen te maken om tot schaalbare processen te komen. Hiervoor is van belang ontwikkeling van enerzijds materialen en procestechnologie en anderzijds de opschaling en business cases. Het is belangrijk om ook na te denken hoe dergelijke technologieën in bestaande werkwijzen/machineparken/processen kan worden ingepast.

Bij chemisch recycelen worden verontreinigingen en additieven op koolstofbasis afgebroken. Zware metalen en bijvoorbeeld halogenen (chlor, broom) worden apart afgescheiden en ook deze kunnen een nieuwe toepassing krijgen. Chemische recycling biedt daarmee ook perspectief op het volledig uitfasen van schadelijke polymeer-additieven zoals katalysatorresten of vlamvertragers, zonder dat de transitie naar de circulaire economie daardoor wordt afgeremd. Het probleem op dit moment is dat zowel milieubaten als economische baten van chemische recycling nog niet altijd opwegen tegen het energiegebruik en de daarmee gepaard gaande kosten.

Het sluiten van koolstofkringloop door thermisch-katalytisch ontleden van (bio)polymeren tot monomeren als bouwstenen voor nieuwe plastics en andere materialen en synthesegas als grondstof voor een breder spectrum aan bouwstenen voor een hernieuwbare chemische industrie. Bij het ontwerpen van deze nieuwe thermische processen wordt ook de koppeling gemaakt met de beschikbaarheid van duurzame energie (denk aan andere manieren van verwarmen processen), waardoor het proces netto nog meer CO<sub>2</sub> winst oplevert.

6. *Ecosysteem*: Welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologie(ën) en onderschrijven dit MJP?

Dit MJP is van belang voor de chemische industrie, de rubber- en kunststofindustrie maar ook voor materiaalverwerkers, product ontwerpers, afvalverzamelaars en afvalverwerkers, brand owners, retailers, en de consument.

- o *Topsectoren HTSM, Chemie, Energie, TKI BBE*
- o COI ISPT (procestechnologie), COI NIOK/Viran (katalyse), MCEC, ARC CBBC, TNO, DPI, Biobased Performance Materials, MaterialenNL, PTN, Soft Advanced Materials (Public-private consortium), Brightsite, Platform Chemische Recycling Nederland
- Voorbeelden van private partijen:**
- o Conversie/scheiding: Ioniqa (start-up), Albemarle, BASF, TOTAL, LyondellBasell, Covestro Material Science, Avantium, SABIC
- Afvalverwerking: o.a. Van Gansewinkel Groep, SUEZ, Aterro
- Eindgebruikers: Dow, BASF, SABIC
- Brand-owners als Unilever, P&G, Ferrero.
- o Een nauwe samenwerking met universiteiten (RuG, UvA, WUR, TU/e, UT, UU, UM, RU), research communities als BMC, BrightSite, ISPT, DPI en ARC CBBC, rijkskennisinstellingen (RIVM, NVWA) en hogescholen (Windesheim, Zuyd, ...) is voorzien en essentieel.
- o Op het gebied van de chemische recycling van polymeren is internationaal al een aantal initiatieven bekend: Neste heeft een fabriek in Engeland aangekondigd voor de chemische recycling van plastic. SABIC heeft recent een pyrolyse demonstratie aangekondigd op Chemelot. Ioniqa is een pilot plant aan het bouwen op Chemelot voor PET depolymerisatie.

7. *Organiserend vermogen*: Welke organisatie treedt op als nationale penvoerder?

**Platform Chemische Recycling Nederland** met support van ARC CBBC, Brightsite, COI ISPT, COI Katalyse NIOK/Viran en TNO.

8. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn*: Op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische Kennis- en Innovatieagenda's?

Het programma zal bijdragen aan de langdurige missie **Energie en Duurzaamheid**

- o deelthema **Circulaire Economie** met onderdeel **Plastics**
- o deelthema **Energietransitie en Duurzaamheid** met onderdeel **Sluiting van industriële kringlopen (MMIP6)**

Benodigde **Sleuteltechnologieën** zijn Geavanceerde Materialen, Chemische Technologie, Geavanceerde Fabricagesystemen- en Processen. Daarnaast is kennis m.b.t. nieuwe verdienmodellen en sociaal-economische impact (consumentengedrag bijv.) van groot belang.

9. *Kans op economische impact op korte en lange termijn*: Beschrijf de investeringsbereidheid van private partijen, de technologische rijpheid (TRL-niveau), en de timing waarop de impact naar verwachting grootschalig zal plaatsvinden in de markt (binnen vijf jaar, tussen vijf en tien jaar en na tien jaar).
- Door een kanteling van de publieke opinie, neemt de investeringsbereidheid van private partijen toe. Het ontwerpen van nieuwe recyclebare plastics (route 1) zal op de lange termijn tot grootschalige toepassing leiden (>10 jaar). Op de korte (<5 jaar) termijn lijkt TRL niveau 5 haalbaar.
  - Het verbeteren van de recycling van huidige generatie plastics (route 2) zal tussen 5 en 10 jaar grootschalig plaatsvinden. De bovengenoemde voorbeelden (inleiding) geven aan dat het mogelijk moet zijn op vrij korte termijn minimaal TRL-niveau 7 te halen

	Technologie	TRL
1	Vergassing van plastic, huishoudelijk afval en biomassa	3-9
2	Pyrolyse van plastic	2-8
3	Dissolutie van plastic, solvolyse en de-polymerisatie	2-8

10. *Krachtenbundeling*: Met welke andere nationale, regionale, Europese en/of internationale (inhoudelijke) initiatieven en programma's wordt samengewerkt of is het voornemen om samen te werken?
- Transitieagenda Kunststoffen (onderdeel van Nederland Circulair)
  - Regionale tafels: Rotterdam-Moerdijk, Noordzee-kanaal, Noord-Nederland, Chemelot, Zeeland, 75% industriële CO<sub>2</sub> uitstoot, 25% industriële uitstoot
  - Topsectoren (Chemie, Energie, HTSM, Creatieve Industrie, AgroFood, Water) en daarbijbehorende KIAs en de uitvoering daarvan door TO2, NWO e.d.
  - Agenda brancheorganisaties o.a. NRK, Plastics Europe, VNCI, KIDV, verpakkingen
  - Rijksbrede Programma Circulaire Economie (TA Plastics, TA Consumentengoederen, TA Maakindustrie, Versnellingshuis Circulaire Economie)
  - Nationale Wetenschapsagenda NWA route Circulaire Economie
  - Nederlands Platform Chemische Recycling
  - Europa: EU cPPP Sustainable Process Industry, SPIRE, ECP4, ECERA, SuSChem, Ceflex, Circular Plastics Alliance, Chemical Recycling Europe, Cefic.
  - Een grote groep bedrijven, waaronder DOW, Veolia, P&G, BASF, DSM, Shell, Sabic Exxon-Mobil etc., zijn een grote alliantie gestart voor de eliminatie van plastic afval, vooral gericht op ontwikkelingslanden (Alliance End Plastic Waste).
11. *Cross-over karakter*: Op welk(e) snijvlak(ken) van wetenschaps- en technologievelden en bedrijfstakken zullen innovaties plaatsvinden? Welke sleutelmethodeën uit de alfa, bèta, gamma en engineering disciplines zijn hierbij essentieel?

Systeem analyse van een transitie naar circulaire plastics gebeurt op meerdere niveaus en snijvlakken: technologie en wetenschap, waardeketen en netwerken, consument en samenleving, overheid. Relevante onderzoeksvragen richten zich op de interacties tussen de belangrijkste actoren in de verschillende disciplines: alpha (cultuur en maatschappij), beta (scheikunde, materials & data science), gamma (socio-economische richting, business modellen, consumentengedrag, logistiek), engineering (chemische technologie, materiaalkunde, product ontwerp).

Bij het beter recyclebaar maken van plastics zullen de innovaties voornamelijk plaatsvinden binnen de chemie en de procestechologie/engineering disciplines. Gammawetenschappen zullen vanaf de start moeten worden betrokken voor de maatschappelijke acceptatie van de benodigde logistiek van afval verzamelen/scheiden. Ook zal de industrie en de afvalinzamelingssector betrokken moeten worden zodat er een afzetmarkt is voor de grondstoffen (o.a. monomeren) die gewonnen worden en er voldoende plastic afval van de juiste kwaliteit op de juiste plaats duurzaam voorradig is. De nieuw te ontwikkelen recyclebare plastics en bijbehorende recycling technologieën leiden tot innovaties binnen de chemie en HTSM. Er is een nadrukkelijke koppeling met de gammawetenschappen om draagvlak te creëren binnen de maakindustrie voor deze nieuwe plastics (met wellicht andere eigenschappen) en bij de consument die wellicht meer

zal moeten betalen voor CO<sub>2</sub>-neutrale producten.

12. *Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023*

<b>Bron</b>	<b>Totaalbedrag (in mln EUR per jr)</b>	<b>Waarvan reeds gecommitteerd</b>	<b>Waarvan te mobiliseren</b>
<i>Private middelen</i>	6.5	3.5	3.0
<i>PPS toeslag</i>	3.0	1.0	2.0
<i>TO2 middelen</i>	4.0	2.0	2.0
<i>NWO</i>	6.0	0.0	6.0
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	2.0	1.0	1.0
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>	3.0	0.5	2.5
<i>Departementale middelen</i>	1.0	0.0	1.0
<i>EU middelen</i>	2.0	0.5	1.5
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
<b>Totaal bedrag (in mln EUR per jr)</b>	27.5	8.5	19.0