



Voor de nieuwe economie



Voorwoord

De ontwikkeling van een circulaire economie heeft sinds 2016 veel aandacht gekregen en er is al veel bereikt. Nederland loopt in Europa voorop. Maar we weten ook dat we met het huidige tempo de vastgestelde doelen niet zullen halen; we moeten opschalen, versnellen en inzetten op valorisatie, marktcreatie en impact. Deze noodzaak staat centraal in het Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030 en komt ook tot uiting in de Kennis- en innovatieagenda Circulaire Economie 2024-2027 (KIA CE).

Het innovatielandschap overziend zijn wij optimistisch over de toegenomen belangstelling en inzet op de circulaire economie. Onder andere door toekenningen uit het Nationaal Groeifonds zijn in de afgelopen jaren waardevolle innovatieprogramma's ontstaan die bijdragen aan circulariteit, maar ook in het Missiegedreven Innovatiebeleid wordt de komende periode meer geïnvesteerd in circulaire innovaties. Er wordt bijvoorbeeld door veel partijen samengewerkt aan circulaire kunststoffen en duurzamer bouwen. Wij maken daarom samen met onze partners de keuze om binnen de KIA CE nog meer focus aan te brengen; we richten ons primair op circulariteit van kritieke grondstoffen en consumptiegoederen, omdat die nog beperkt aan bod komen in andere innovatie-programma's. Door nog scherper te kiezen waar we op inzetten, willen we de komende vier jaar meer impact realiseren.

De kern van deze KIA bestaat uit drie meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's (MMIP's):

1. Ontwerpen voor circulariteit
2. Circulaire grondstofketens en processen
3. Systeemtransitie en acceptatie

De uitwerking van deze drie MMIP's sluit nauw aan bij de urgentie en bij de veranderde context waarin de Europese grondstoffenstrategie en de nieuwe richtlijnen een belangrijke rol spelen.

De KIA CE geeft richting aan publiek-private samenwerking, met een duidelijke focus op de doelen van 2030 en 2050. Daarom is het zo belangrijk dat het uitgebreide netwerk van de stakeholders en de Transitieteams voor de prioritaire waardeketens meewerkte aan de totstandkoming van deze agenda en dat er een goede afstemming was met de schrijvers van de andere kennis- en innovatieagenda's.

Deze agenda is richtinggevend voor de periode 2024-2027, maar de wereld blijft veranderen en passende reacties op nieuwe ontwikkelingen zullen noodzakelijk zijn. De korte lijnen in het netwerk en de kennis en kunde van de betrokken organisaties en hun medewerkers zullen het mogelijk maken de juiste reacties voor te bereiden. Deze KIA CE vormt daarvoor de basis.

Afke van Rijn

*Directeur-Generaal Milieu en Internationaal
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*

Jacqueline Vaessen

*Boegbeeld
Topsector Chemie*

Inhoud

Voorwoord	2		
Leeswijzer	4		
1. Aanleiding en beleidscontext	6		
1.1 Circular Economy Action Plan en duurzaamheidskaders	6		
1.2 Critical Raw Materials Act	7		
1.3 Concrete doelen op EU-niveau voor 2030	7		
1.4 Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE)	8		
1.5 De Nationale Grondstoffenstrategie	10		
1.6 Kennis en innovatie	10		
2. Het innovatielandschap voor circulaire economie	12		
2.1 Het kader voor de KIA CE 2024-2027	12		
2.2 Focus op prioritaire waardeketens en samenhang met innovatieprogramma's	13		
2.2.1 Bouw	13		
2.2.2 Consumptiegoederen	16		
2.2.3 Kunststoffen	16		
2.2.4 Maakindustrie	17		
2.2.5 Overige waardeketens	20		
2.3 Relatie met ondersteunende KIA's	22		
2.3.1 Maatschappelijk Verdienvermogen	22		
2.3.2 Sleuteltechnologieën/Nationale Technologiestrategie	22		
2.3.3 Digitalisering	23		
2.4 Ondersteunende netwerken	23		
3. Programmering en werkwijze 2024-2027	25		
3.1 MMIP's en focus 2024-2027	25		
3.1.1 MMIP 1: Ontwerpen voor circulariteit	25		
3.1.2 MMIP 2: Circulaire grondstofketens en processen	27		
3.1.3 MMIP 3: Systeemtransitie en acceptatie	30		
3.2 Missiegedreven portfolio-aanpak KIA CE 2024-2027	32		
4. Financiering	4		39
5. Valorisatie, marktcreatie en flankerend beleid	6		42
5.1 Valorisatie	6		42
5.1.1 Inzet van het Rijk	6		42
5.1.2 Regionale samenwerking	7		45
5.2 Marktcreatie	7		46
5.3 Gedragsbeïnvloeding met flankerend beleid	8		48
5.3.1 Producteisen	10		48
5.3.2 Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid	10		48
5.3.3 Van afval naar secundaire grondstoffen	10		49
5.4 Verbetermogelijkheden voor het flankerend beleid	12		49
5.4.1 Beprijzing	12		49
5.4.2 Training voor ondernemers	13		49
5.4.3 Coherent beleid rondom afvalstromen in de EU	16		49
5.4.4 Herijking staatssteunregels	16		50
Bijlagen			51
• Prioritaire kennisvragen			52
• Detailoverzicht innovatieprogramma's op het gebied van kunststoffen			75
• Groeifondsprogramma's voor productgroepen van de Maakindustrie en de Nationale Grondstoffenstrategie			77
• Lijst van kritieke grondstoffen			78
• Voetnoten			79
• Lijst van afkortingen			80

Leeswijzer

De Kennis- en innovatieagenda Circulaire Economie (hierna: KIA CE) is een actualisatie van de KIA CE 2020-2023 en een uitwerking van de **Missie CE** die in 2023 is vastgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna: IenW). De KIA CE beschrijft welke kennis- en innovatievraagstukken er zijn op het gebied van circulariteit om de transitie naar een circulaire economie te kunnen realiseren. Ook geeft zij richting aan de benodigde samenwerking tussen bedrijven, kennisinstellingen, overheid en ook maatschappelijke partijen (quadruple helix), zowel voor onderzoek en innovatie als voor opschaling. De huidige KIA CE geldt voor de periode 2024-2027.

Deze KIA is tot stand gekomen op initiatief van de Topsector Chemie en het ministerie van IenW. In het schrijfproces is afstemming gezocht met de schrijvers van andere KIA's, de Transitieteams voor de prioritaire waardeketens van het CE-beleid (waar CE staat voor circulaire economie) en een grote groep stakeholders in het CE-domein. De uiteindelijke tekst is de verantwoordelijkheid van de Topsector Chemie en IenW. Daar waar in de tekst "wij" wordt vermeld, wordt de **KIA CE-organisatie** bedoeld. De KIA CE is de agenda voor de periode tot en met 2027. Zij vormt een kader voor het monitoren van de voortgang en is een belangrijk instrument om regie te voeren en de versnelling van de CE-transitie aan te jagen.

Het **eerste inleidende hoofdstuk** beschrijft de relevante en recente beleidsontwikkelingen. Een belangrijk punt hierin is de constatering dat de aandacht voor circulariteit de afgelopen jaren duidelijk is gegroeid, maar dat de effecten van de genomen maatregelen voornamelijk beperkt zijn geweest om de doelen voor 2030 en 2050 binnen bereik te brengen. De nieuwe beleidsaccenten gericht op het wél realiseren van de doelen worden toegelicht.

In **hoofdstuk 2** staat het kader van de KIA CE en schetsen wij het landschap van bestaande en geplande innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit, waarmee KIA CE in verbinding staat.

Hoofdstuk 3 beschrijft de drie herziene Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's). Deze MMIP's en de focus op specifieke onderwerpen geven vorm aan de activiteiten in het kader van de KIA CE voor de periode 2024-2027. Dit hoofdstuk gaat ook in op onze missiegedreven portfolioaanpak.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de budgetten en instrumenten voor onderzoek, innovatie en opschaling van CE-oplossingen, zoals die op het moment van schrijven bekend zijn.

De transitie naar een circulaire economie wordt niet alleen mogelijk gemaakt door nieuwe kennis en innovatie; ook maatregelen die ervoor zorgen dat niet-circulaire productie en consumptie minder aantrekkelijk of zelfs onmogelijk worden, zijn van groot belang. Daarnaast is het vaak nodig om te werken aan het actief creëren van vraag naar circulaire producten en bedrijfsmodellen. Flankerend beleid van overheden is dan ook noodzakelijk.

Hoofdstuk 5 laat zien welke initiatieven op het gebied van flankerend beleid reeds zijn genomen en welke maatregelen nog worden verwacht. Ten slotte geeft de KIA CE enkele suggesties voor maatregelen die het effect van circulaire innovaties sterk vergroten.

Waar in dit document termen in groen zijn afgedrukt, betreft het een link naar een eindnoot of naar een externe bron. Eindnoten hebben tevens een nummer. Door op de groen afgedrukte term te klikken, komt u bij de eindnoot of bron. U kunt door het document navigeren met de knoppen onderaan de pagina's. In de inhoudsopgave, bereikbaar via de knop rechtsonder, kunt u op de titels van hoofdstukken en paragrafen klikken om direct naar het betreffende onderdeel te gaan.

Aan het eind van het document zijn onder andere de volgende bijlagen opgenomen:

- de prioritaire kennisvragen voor de periode 2024-2027;
- een uitgebreide toelichting op de innovatieprogramma's op het gebied van kunststoffen die in de periode 2024-2027 zullen worden uitgevoerd;
- een overzicht van de toegekende Groeifonds-programma's voor productgroepen van de Maakindustrie en de Nationale Grondstoffenstrategie;
- een overzicht van de door de EU erkende kritieke grondstoffen.



1. Aanleiding en beleidscontext

In 2016 stelde het kabinet zich tot doel een volledig circulaire economie te realiseren in 2050. Sinds de start van het CE-beleid met het Rijksbrede programma in 2016 is de urgentie om aan circulariteit te werken alleen maar toegenomen. Het Planbureau voor de Leefomgeving constateerde in de Integrale Circulaire Economie Rapportage 2023 (ICER 2023) dat Nederland niet dichterbij het kabinetsdoel uit 2016 van een volledig circulaire economie in 2050 en een halvering van het grondstoffengebruik in 2030 is gekomen: *“Met de huidige trends en het huidige ingezette beleid wordt die halvering niet bereikt”*.

De urgentie om de praktische impact te vergroten en effectief te reageren op de geconstateerde tekortkomingen staan centraal in het nieuwe beleid – het moet anders. In het Missiegedreven Innovatiebeleid is CE een van de **vijf centrale missies**. De belangstelling en de waardering voor innovatie rond het thema circulariteit is de afgelopen jaren toegenomen, dit vormt een goede basis. De KIA CE brengt daarom focus aan en wordt met instrumenten ondersteund die meer inzet op valorisatie mogelijk maken voor versnelling en opschaling.

Hieronder schetsen wij de ontwikkelingen in achtereenvolgens het CE-beleid op EU-niveau en dat van Nederland. Dit biedt context en laat ook zien waaraan de KIA CE haar legitimiteit ontleent.

In paragrafen 1.1 tot en met 1.3 gaan we in op het EU-beleid; ontwikkelingen in het Nederlandse beleid volgen in 1.4 tot en met 1.6.

1.1 Circular Economy Action Plan en duurzaamheidskaders

In maart 2020 nam de Europese Commissie het nieuwe **Circular Economy Action Plan (CEAP)** aan, met 35 “actions” om de voortgang te bewaken. Dit CEAP is een van de bouwstenen van de Europese Green Deal, het beleidsplan voor duurzame groei.

De transitie naar een circulaire economie is een voorwaarde voor het behalen van het klimaatdoel voor 2050 en het beëindigen van de teruggang van de biodiversiteit.

Uit het CEAP:

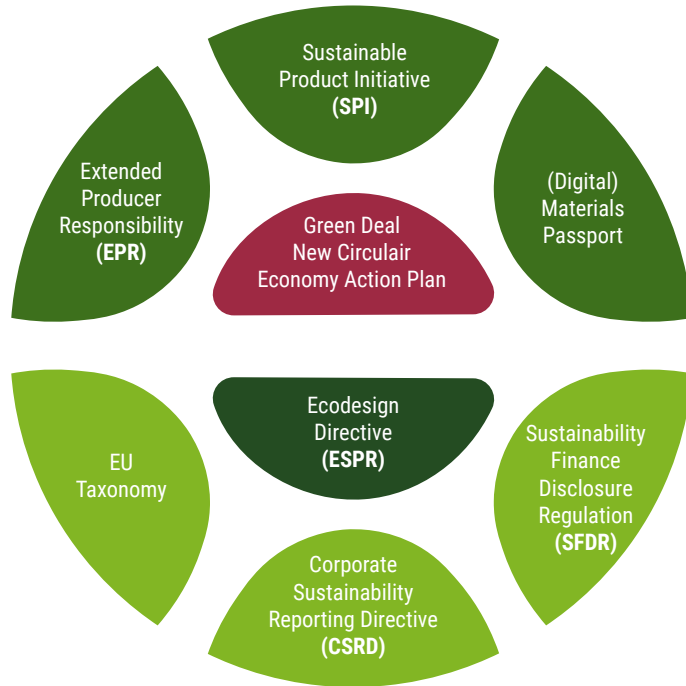
Dit actieplan voor de circulaire economie voorziet in een toekomstgerichte agenda voor het verwezenlijken van een schoner en concurrerender Europa, dat samen met marktdeelnemers, consumenten, burgers en het maatschappelijk middenveld wordt verwezenlijkt en waarbij niemand achterblijft.

De samenhang met de diverse EU-richtlijnen (directives) en andere instrumenten wordt weergegeven in de afbeelding op de volgende pagina, met centraal de Green Deal en het CEAP.

Een uitwerking van de CEAP is het Sustainable Products Initiative, het belangrijkste uitvoeringsinstrument daarvan zal de **Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)** worden (de invoeringsdatum is nog onbekend). Deze zal de huidige Ecodesign Directive uit 2009 vervangen. Voor een grote groep producten zullen bindende Ecodesign-richtlijnen worden opgesteld en er wordt een digitaal paspoort ontwikkeld voor alle gereguleerde producten. De ontwikkeling van dat alles wordt uitgewerkt in het **Ecodesign and Energy Work Plan**. Afbeelding 1 toont de samenhang tussen de verschillende EU-beleidsprogramma's.

Afb. 1: Het beleidskader van de EU, met centraal de Green Deal en de CEAP.

Het Europese beleidskader



Afbeelding van J. Jonker, overname met toestemming.

1.2 Critical Raw Materials Act

Naast het bovenbeschreven kader is in het voorjaar van 2023 de **Critical Raw Materials Act** (CRMA) door de Europese Commissie voorgelegd aan de lidstaten en het Europees Parlement. In de CRMA staan vier onderdelen centraal:

- het versterken van de toeleveringsketens van kritieke grondstoffen in de EU;
- maatregelen om de EU-capaciteit voor kritieke grondstoffen in de hele waardeketen te versterken;
- maatregelen om de paraatheid van de EU te verbeteren, bevoorradingsrisico's te verminderen en de veerkracht van de toeleveringsketens te waarborgen;
- een CRM-bestuur, bestaande uit de EU-lidstaten en de Commissie, met overgehevelde bevoegdheden vanuit de Europese Commissie om te adviseren (onder andere over het niveau van aan te houden strategische voorraden) en de uitvoering van de maatregelen van de verordening te coördineren.

Deze inzet op het zekerstellen van de beschikbaarheid van kritieke grondstoffen vormt een belangrijk kader voor de Nederlandse Nationale Grondstoffenstrategie (paragraaf 1.5).

Naast het CEAP en de CRMA is ook de **Net-Zero Industry Act** (NZIA) van belang. Met dit voorstel wil de Europese Commissie de voorwaarden creëren voor een snelle opschaling van technologieën voor het opwekken, opslaan en transporteren van groene energie. Omdat veel van deze technologieën afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van kritieke grondstoffen, biedt de NZIA aanvullende beleidscontext bij de opgave van de CRMA.

1.3 Concrete doelen op EU-niveau voor 2030

In deze beleidskaders stellen de lidstaten en de Europese Commissie de volgende (tussen)doelen voor 2030:

- **CEAP:**
 - meerdere circulariteitsdoelen rond productgroepen;
- **CRMA:**
 - mijnbouw binnen de EU voor 10% van de EU-behoefte aan kritieke grondstoffen;
 - raffinage binnen de EU voor 40% van de EU-behoefte aan kritieke grondstoffen;
 - recycling van ten minste 15% van de binnen de EU gebruikte kritieke grondstoffen;
- **NZIA: productie binnen de EU van ten minste 40% van de benodigde:**
 - Fotovoltaïsche en thermische zonne-energie;
 - Elektrolyse-installaties en brandstofcellen;
 - Onshore-windenergie en hernieuwbare offshore-energie;
 - Duurzaam biogas/biomethaan;
 - Batterijen en opslag;
 - Koolstofafvang en -opslag (CCS);
 - Warmtepompen en geothermische energie;
 - Netwerktechnologie.

1.4 Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE)

De staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat presenteerde op 3 februari 2023 namens het kabinet het Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2027 aan de Tweede Kamer. In het voorwoord schrijft de staatssecretaris:

Waar het om gaat is dat het kabinet met dit nationale programma perspectief geeft op waar we naartoe werken en op welke manier we dit willen bereiken. Er is grootschalige actie nodig van alle betrokkenen om deze versnelling in te zetten: bedrijfsleven, overheden en burgers.

In het NPCE is het doel van het CE-beleid vastgelegd:

Nederland wil in 2050 volledig circulair zijn. De milieueffecten van grondstoffengebruik in een circulaire economie, dus van alle Nederlandse productie en consumptie, vallen dan binnen de 'planetaire' grenzen.

Het NPCE noemt vier circulaire strategieën of “knoppen” (zie o.a. pagina 17 van het NPCE en afbeelding 2 in deze KIA CE) waaraan gedraaid zal worden:

- Vermindering van grondstoffengebruik;
- Substitutie van grondstoffen;
- Levensduurverlenging;
- Hoogwaardige verwerking.

Voor elke “knop” zijn doelen geformuleerd of worden deze in 2023-2024 nog nader uitgewerkt in targets. De nu bekende doelen worden hieronder genoemd en aangevuld met een citaat uit de NPCE-tekst.

Vermindering van grondstoffengebruik:

Minder (primaire) grondstoffen gebruiken door af te zien van producten, deze te delen of ze efficiënter te produceren.

We sturen aan op reductie van de grondstoffenvoetafdruk, zowel vanuit productie- als consumptieperspectief. We kijken in hoeverre we aansluiting kunnen zoeken bij de voorgestelde reductiepercentages voor de grondstoffenvoetafdruk binnen de EU-taxonomie van 50 procent in 2030 en 75 procent in 2050.

Substitutie van grondstoffen:

Primaire grondstoffen vervangen door secundaire grondstoffen of duurzame biograndstoffen die zo hoogwaardig mogelijk toegepast worden, of door andere meer algemeen beschikbare grondstoffen met minder milieudruk.

Verhoging van het percentage van toegepaste hernieuwbare grondstoffen, zowel secundaire grondstoffen als duurzaam geproduceerde biograndstoffen.

Levensduurverlenging:

Producten en onderdelen langer en intensiever gebruiken door hergebruik en reparatie, dit verlaagt de vraag naar nieuwe grondstoffen.

We gaan sturen op een lange levensduur voor producten en onderdelen, onder meer door hergebruik, refurbishment en reparatie.

Hoogwaardige verwerking:

De kringloop sluiten door recycling van materialen en grondstoffen, zodat er minder afval wordt verbrand of gestort én er meer hoogwaardig aanbod van secundaire grondstoffen ontstaat.

In een circulaire economie recyclen we materialen tot op een gelijkwaardig niveau als het oorspronkelijke materiaal. Dit vraagt om een verbetering van schone, goed gesorteerde inzamelstromen en terugwinning van materialen. Voor 2030 geldt (cf. de EU-kaderrichtlijn afvalstoffen): een doel van 55 procent recycling van stedelijk afval in 2025 en 60 procent in 2030 (stedelijk afval betreft huishoudelijk afval plus het afval uit de kantoor-, winkel- en dienstensector).

Deze doelen zijn nader gedetailleerd (hoofdstuk 2 NPCE) en voorzien van drie interventies: **stimuleren**, **beprijzen** en **normeren**. De KIA CE valt daarbij in de categorie stimuleren. Met verwijzing naar de¹ zal de nadruk in de KIA CE liggen op de hogere R-treden, boven Recycle. Hoe hoger op de R-ladder hoe groter het waardebehoud. Deze generieke benadering zal per product of keten anders toegepast kunnen worden en er zullen product-specifieke strategieën nodig zijn. Daarbij mag de aandacht voor (door)ontwikkeling van recyclingtechnologieën niet verslappen en blijft technologische innovatie en ketensamenwerking voor opschaling belangrijk.

Bij de “hogere” strategieën zal de gehele keten veranderen, met effecten voor de sociaalmaatschappelijke omgeving; dit vraagt om andere ontwerpen en ketensamenwerkingen. In afbeelding 2 wordt de samenhang geïllustreerd en onderstreept dat hogere R-strategieën meer effect sorteren, de Engelstalige R-termen zijn vertaald naar de Nederlandse termen.

Afb 2. De circulariteitsstrategieën en de R-ladder (bron: NPCE)

Vermindering grondstoffen



Afwijzen

Een product niet aanschaffen of gebruiken, door van de functie af te zien of de functie op een andere manier in te vullen.

Heroverwegen

Het gebruik van een product intensiveren door te delen met anderen of door het product meer functies te geven.

Verminderen

Een product efficiënter fabriceren door minder grondstoffen en materialen te verwerken en efficiënter maken in gebruik.

Substitutie grondstoffen



Vervangen

Primaire grondstoffen vervangen door secundaire grondstoffen en duurzame biogrondstoffen die zo hoogwaardig mogelijk toegepast worden, of door meer algemeen beschikbare grondstoffen met minder milieudruk.

Levensduurverlenging



Hergebruiken

Hergebruik van een product in dezelfde functie door een andere gebruiker.

Repareren

Repareren en onderhouden van een kapot product om het te gebruiken zijn in de oude functie.

Opknappen

Opknappen of moderniseren van een oud product.

Herfabriceren

Onderdelen van een afgedankt product gebruiken in een nieuw product met dezelfde functie.

Herbestemmen

Een product, of onderdelen ervan, gebruiken in een nieuw product met een andere functie.

Hoogwaardige verwerking



Recyclen

Materialen verwerken tot een nieuw product van dezelfde (hoogwaardige) of, indien niet mogelijk, mindere (laagwaardige) kwaliteit.

Circulair ontwerp

Circulair ontwerpen gaat in principe verder dan uitsluitend het ecologische product zelf. Bij circulair ontwerpen wordt ook gekeken naar de functie van een product, de oorsprong van de grondstoffen en energie om het te fabriceren, de manier waarop een afnemer het gebruikt, herstelt en afdankt, en het businessmodel waarin dit allemaal gebeurt.

Het NPCE beschrijft vier prioritaire waardeketens met daarin 15 prioritaire productgroepen:

Consumptiegoederen: elektrische en elektronische apparaten; verpakkingen en wegwerpproducten; textiel; meubels;
Kunststoffen: plastic verpakkingen; plastic in de bouw; landbouwplastic;
Bouw: woningen; kantoren en bedrijfshallen; betonnen viaducten en bruggen; wegverharding;
Maakindustrie: kapitaalgoederen; windparken; zon-PV-systemen; klimaatinstallatie.

De vier prioritaire waardeketens zijn aangevuld met een vijfde waardeketen (Biomassa & Voedsel), met zes deelprogramma's van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

1.5 De Nationale Grondstoffenstrategie

Op 9 december 2022 boden de minister van Economische Zaken en Klimaat, de minister voor Buitenlandse Handel en Ontwikkelingssamenwerking en de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, de Tweede Kamer de **Nationale Grondstoffenstrategie** van het kabinet aan.

Het kabinet zet in op de volgende vijf handelingsperspectieven:

1. circulariteit en innovatie;
2. duurzame Europese mijnbouw en raffinage;
3. diversificatie;
4. verduurzaming internationale ketens;
5. kennisopbouw en monitoring.

Deze handelingsperspectieven hangen nauw samen met de Europese CRMA (zie 2.1) en met het NPCE. De KIA CE draagt bij aan het handelingsperspectief 1. circulariteit en innovatie.

1.6 Kennis en innovatie

In de Kamerbrief **Innovatie en Impact** van 11 november 2022 van de ministers van Economische Zaken en Klimaat en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap wordt het Actieplan voor innovatie en impact toegelicht dat de basis is voor het beleid van de komende jaren. Dit correspondeert met het missiegedreven innovatiebeleid uit het Coalitieakkoord, gericht op de klimaat- en energietransitie, digitalisering en sleuteltechnologieën en circulaire economie. Een verandering is de keuze voor meer aandacht voor de toepassing en de valorisatie en de maatschappelijke impact van kennis en innovatie, uitgewerkt in twee visies:

Innovatie

Een citaat uit de Kamerbrief:

We moeten een tandje bijzetten als we een antwoord willen op urgente maatschappelijke vraagstukken en geopolitieke ontwikkelingen. De kracht van publiek-private samenwerking, zoals we die in Nederland kennen, moeten we hierin volop benutten (pag. 1 van de Kamerbrief).

Valorisatie en maatschappelijke impact

Een citaat uit de brief:

Om daadwerkelijke innovatie tot stand te brengen is veel meer nodig dan onderzoek. Een brede toepassing van opgedane kennis en innovatie is nodig door de hele maatschappij: ondernemers, overheden én burgers (pag. 20 van de Kamerbrief).



2. Het innovatielandschap voor circulaire economie

Hoewel het ICER constateert dat we nog niet dichterbij het kabinetsdoel van 2016 komen, constateren wij wel dat de belangstelling voor kennisontwikkeling en innovatie op het gebied van circulariteit in de looptijd van de KIA CE 2020-2023 sterk is toegenomen.

Een voorbeeld is de derde ronde van het Nationaal Groeifonds waarin 18 projecten (voorwaardelijk) werden toegekend; vijf daarvan richten zich op circulariteit:

- BioBased Circular
- Circulaire geïntegreerde hoogrendement zonnepanelen
- Circular batteries
- Groeien met Groen Staal
- Re-Ge-NL (regeneratief landbouwsysteem)

Deze toekenningen volgen op de CE-toekenningen in de tweede ronde:

- Circular Plastics NL
- Toekomstbestendige Leefomgeving (gericht op de sector bouw & infra)
- Groeiplan Waternotechnologie

Andere voorbeelden zijn de regionale programma's gefinancierd door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) waarin circulariteit een vast thema is. De regionale platforms als Vereniging Circulair Friesland, Vereniging Circulair Groningen, Circulair West Friesland, Dutch Circular Textile Valley en Groene Chemie, Nieuwe Economie manifesteren zich ook steeds duidelijker met eigen agenda's en initiatieven. De Nederlandse inzet in EFRO komt nader aan bod in hoofdstuk 5.

2.1 Het kader voor de KIA CE 2024-2027

De agenda voor de periode 2024-2027 bouwt voort op dat wat in de voorgaande periode werd bereikt en sluit aan bij de veranderende maatschappelijke context en

de grotere urgentie om de gestelde doelen te bereiken. De centrale missie Circulaire Economie, zoals deze is beschreven in het NPCE, levert een bijdrage aan vier maatschappelijke opgaven:

1. Het tegengaan van klimaatverandering, door broeikasgasemissies te voorkomen tijdens het maken en gebruiken van producten en na het einde van de levensduur;
2. Een schoner milieu en een schonere leefomgeving (een betere lucht-, water- en bodemkwaliteit), door minder primaire-grondstoffengebruik en schadelijke effecten hiervan bij de winning en verwerking, door zo mogelijk zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) uit te faseren en door zwerfafval te voorkomen;
3. Het herstel van biodiversiteit, door minder landgebruik voor primaire-grondstofwinning en -teelt; minder uitstoot van vervuilende stoffen naar de lucht (waaronder CO₂), het water en de bodem tijdens het productieproces, de gebruik en afvalfase en minder verdroging;
4. Een grotere leveringszekerheid van kritieke grondstoffen (onder meer voor nieuwe energietechnologieën), door waardebehoud centraal te stellen en grondstoffen dus hoogwaardig opnieuw te gebruiken. Dit geldt in toenemende mate ook voor schoon zoetwater.

Omdat de Missie CE een dwarsdoorsnijdend karakter krijgt in het KIC 2024-2027 zullen, naast de KIA CE, de andere KIA's ook een bijdrage leveren aan de Missie CE. Daarom wordt een onderscheid gemaakt tussen toepassings specifieke en toepassingsoverstijgende activiteiten. Toepassings specifieke activiteiten vinden zoveel mogelijk plaats in het kader van de meest betrokken KIA. Denk hierbij bijvoorbeeld aan inzet op innovaties op het gebied van circulariteit van kunststoffen, die onderwerp zijn van MMIP 6 - Circulariteit van de Integrale Kennis- en Innovatieagenda (IKIA) Energie & Klimaat. De KIA CE richt zich primair op de toepassingsoverstijgende aspecten van CE en adresseert daarnaast alleen toepassings specifieke innovatieactiviteiten die in de periode 2024-2027 geen onderdeel zijn van een ander innovatieprogramma.

Het kader voor de KIA CE wordt gevormd door vier begrenzings:

- de missie CE en de specifieke rol van de KIA CE;
- prioritaire waardeketens en productgroepen in het NPCE, aangevuld met in belang toenemende waardeketens en kritieke grondstoffen;
- ontwikkelingen in (EU- en nationaal) beleid en de deelname van nieuwe actoren (zie o.a. paragraaf 2.2 en de subparagrafen daaronder);
- de aandacht voor opschaling, versnelling, impact en marktcreatie/valorisatie.

Vanuit dit vierzijdige kader sluit de KIA CE aan op de nationale, regionale en lokale initiatieven en de financieringsmogelijkheden die de EU-programma's en de nationale- of regionale programma's kunnen bieden.

2.2 Focus op prioritaire waardeketens en samenhang met innovatieprogramma's

Voor de toepassings specifieke innovatieprogrammering ligt het initiatief vaak bij andere actoren in het innovatielandschap. Hierbij gaat het om Topsectoren en TKI's, departementen, TO2-instellingen en uitvoerders van Groeifonds-programma's. Voor een belangrijk deel gaat het hier om innovatieprogrammering die deze organisaties eigener beweging en samen met partners in gang hebben gezet. Deze programma's zijn in gesprekken in het voorjaar van 2023 geïnventariseerd.

Voor zover die programmering bijdraagt aan het realiseren van de doelen van KIA CE, is deze hieronder per sector/waardeketen beschreven. In de gesprekken die zijn gevoerd, werd in kaart gebracht aan welke prioritaire productgroepen van het NPCE wordt gewerkt en hoe de programmering eruitziet. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de bedragen die worden ingezet in de hieronder beschreven innovatieprogramma's. Innovatievragen die zijn geïnventariseerd, zijn in de bijlage opgenomen.

2.2.1 Bouw

Een groot deel van al het afval in Nederland is bouw- en sloopafval en circa 35% van de CO₂-uitstoot is toe te rekenen aan de **bouwketen**. Voor de nieuwbouw, renovatie, onderhoud en verduurzaming van gebouwen is veel meer materiaal nodig dan op dit moment vrijkomt door sloop en vervanging. Als alle vrijkomende materialen uit sloop hoogwaardig zouden kunnen worden hergebruikt, dekt dit **maximaal 20% van de behoefte**. Daarom is inzet op het verminderen van het materiaalgebruik in de bouw, en het vervangen van milieubelastende materialen door hernieuwbare alternatieven van groot belang.

Tabel 1. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit in de bouw

Productgroep	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Bouw algemeen	TKI Bouw en Techniek MMIP 1 en 2	Toekomstbestendige Leefomgeving	TNO-programma Emissieloos Bouwen²
Woningen	TKI Bouw en Techniek MMIP 1 en 2 TKI Urban Energy MMIP 2, 3 en 4	Toekomstbestendige Leefomgeving	TNO-programma Circular Structures TNO-programma Emissieloos Bouwen Interdepartementaal
Kantoren	TKI Bouw en Techniek MMIP 1 en 2 TKI Urban Energy MMIP 2, 3 en 4	Toekomstbestendige Leefomgeving	TNO-programma Circular Structures TNO-programma Emissieloos Bouwen
Viaducten en bruggen	TKI Bouw en Techniek MMIP 1 en 2	Toekomstbestendige Leefomgeving	TNO-programma Circular Structures
Wegverharding	MMIP 1 en 2		

Op 1 juli 2022 is het Topconsortium voor Kennis en Innovatie in bouwontwerp, bouw en bouwtechniek (kortweg: TKI Bouw en Techniek) opgericht door de bouwsector, met steun van de ministeries die verantwoordelijk zijn voor de bouw- en infrasector, te weten het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK), het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). TKI Bouw en Techniek streeft naar een **CO₂-vrije en toekomstbestendige gebouwde omgeving**. Onder de term toekomstbestendige leefomgeving vallen meerdere vormen van bouwen met inachtneming van klimaatbehoefes en toekomstige generaties, zoals natuurinclusief, klimaatadaptief en met een gezond binnenklimaat bouwen. Hier ligt een mogelijkheid voor synergie met de KIA Gezondheid & Zorg.

Om dit doel te bereiken, heeft TKI Bouw en Techniek drie meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's geformuleerd:

1. Circulaire bouw en infrastructuur
2. Levensduurverlenging gebouwde omgeving
3. Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen

Het eerste en tweede programma dragen sterk bij aan circulariteit. Zo gaat het eerste dieper in op circulair ontwerp voor de gebouwde omgeving; (industriële) productie waaronder modulaire en prefabricage bouw en circulair materiaalgebruik (van steenachtige materialen; hout en andere biobased materialen; bitumen; metalen; kunststoffen). Hierbij wordt ook aandacht besteed aan een brede ketenbenadering voor innovaties in het ontwerp-, (ver)bouw- en demontageproces voor levering van circulaire bouwwerken, componenten en (biobased) materialen, specifiek levensduurverlenging van beton. Daarnaast is er een niet-technisch deelprogramma circulaire enablers, dat barrières bij ketensamenwerking, financiering en verdienvermogen weg moet nemen, onder meer door ondersteunend beleid. Uitgangspunt hierbij is dat de transactiekosten te hoog zijn om circulaire producten commercieel toe te passen in de bouw. Zo hebben geogoste gebouwonderdelen, doorgaans na reparatie of refurbishment, een niet-standaard maatvoering waar tekenaars en installateurs rekening mee moeten houden bij het hanteren van deze onderdelen in een nieuw ontwerp. Hier komt extra werk bij kijken, waardoor een circulair geogost product zich snel uit de markt prijst.

Het programma Levensduurverlenging gebouwde omgeving heeft tot doel om middels innovatie de levensduur van de huidige voorraad van gebouwen en droge civiele infrastructuur veilig en duurzaam te verlengen.

Het programma richt zich hiervoor op vier deelvragen:

- **Inzicht en vooruitzicht:** in beeld brengen van de huidige situatie en potentie van gebouwen en civiele droge infrastructuur. Innovaties betreffen onder meer geautomatiseerde inspectietechnieken (gevalideerd en genormeerd), uniforme digitalisering van bestaande fysieke assets en gevalideerde en betrouwbare reststerkte- en voorspellingsmodellen in het kader van toekomstig functioneel gebruik;
- **Maatregelen en technieken:** identificeren, ontwikkelen en toepassen van circulaire materialen en (circulaire) renovatie- en vervangingstechnieken, leidend tot de gevraagde levensduurverlenging met minimale impact op de omgeving;
- **Programmatistische aanpak:** ontwikkelen, valideren en toepassen van een programmatistische aanpak om op grote schaal woningen, utiliteitsgebouwen en civiele kunstwerken;
- **Kennisdisseminatie:** het monitoren van de impact en bijdragen aan verdere opschaling naar 7 miljoen bestaande gebouwen en 85.000 bestaande bruggen, viaducten en tunnels middels kennisdisseminatie in de sector, onder meer door scholing en opleiding.

Het derde programma draagt meer indirect bij, omdat het grotendeels gericht is op dezelfde maatschappelijke uitdagingen als het CE-beleid, maar niet inzet op oplossingen via de verlaging van het gebruik van primaire niet-hernieuwbare grondstoffen.

Alle informatie over de programma's is te vinden op <https://tki-bouwentechniek.nl/programmas>. De informatie wordt ook steeds bijgewerkt als er nieuws is over de programma's, of als de programma's worden aangepast. In de bijlage is de tekst van de programma's opgenomen zoals die was gepubliceerd door het TKI Bouw en Techniek op het moment van verschijnen van deze KIA CE.

De hiervoor beschreven inzet van TKI Bouw en Techniek valt nagenoeg samen met de prioriteiten die voor de bouwsector zijn gedefinieerd in het NPCE. Het verschil is te vinden in twee aspecten:

- Circulariteit van de ingrepen voor levensduurverlenging was initieel geen expliciet onderdeel van het tweede programma. Zeker ook in het kader van energetische renovatie van gebouwen behoeft dit nu extra aandacht. Dit onderwerp is nu meer verankerd en zal in de komende periode verder worden vormgegeven, inclusief de samenwerking met andere relevante programma's zoals Circulaire bouw en infrastructuur en de MMIP's 3 en 4 voor de gebouwde omgeving in het kader van de IKIA Energie & Klimaat. Een basis hiervoor kan worden ontleend aan een onderzoek dat in 2023 in opdracht van het ministerie van EZK is gestart. Doelstelling is om de markt van circulaire energierenovaties verder vorm te geven. Een kanskaart als basis voor een innovatieagenda die met partijen aan de vraagzijde en aanbodzijde wordt vertaald in een convenant wordt naar verwachting eind 2023 opgeleverd. Het uitvoerings- en ondersteuningsprogramma **Verbouwstromen**³ brengt vanaf 2023 vraag- en aanbodzijde van energierenovaties bij elkaar om innovatieve schaalvoordelen te creëren in onder meer renovatiedeals. Marktpartijen kunnen met hun marktervaring bijdragen aan de innovatieagenda voor circulaire renovatie en daarna dienen als opschalingsplatform voor impact en innovatieadoptie van circulaire renovatieoplossingen richting woningcorporaties en andere belanghebbende partijen.
- De waardeketen Bouw deelt in het NPCE twee productgroepen met andere waardeketens. Het gaat dan om:
 - Plastics in de bouw (raakvlak met Kunststoffen) als PUR, PVC en EPS (ook polyethyleen en polypropyleen komen voor) vormen 20% van alle plastics in Nederland en dit is de **op-een-na grootste plasticstroom in Nederland (na plastic verpakkingen)**. Bij TKI Bouw en Techniek valt deze productgroep binnen de MMIP Circulaire bouw en infrastructuur. De nadruk ligt binnen dit MMIP echter primair op beton (vanwege het grote aandeel in de materiaalstromen en de daaraan gerelateerde milieu-impact in de bouw) en biobased materialen, als mogelijk substitutiemateriaal voor CO₂-intensieve materialen. Deze innovatieopgave is ook belegd bij TKI Urban Energy in het meerjarig missiegedreven innovatieprogramma

versnelling energierenovaties (MMIP 3). Het onderwerp komt slechts zeer beperkt aan bod in het Groeifondsprogramma Circular PlasticsNL en MMIP 6 van de IKIA Energie & Klimaat.

- Klimaatinstallaties voor verwarming, koeling en ventilatie in gebouwen en installaties rond beweegbare bruggen, sluisen en ventilatie van tunnel hebben sterke raakvlakken met Maakindustrie. De bouw- en technieksector is hier, nog meer dan bij andere bouwcomponenten, afhankelijk van de producenten. Het circulair maken van installaties kent specifieke uitdagingen rondom toepassing van ontwerpen voor hergebruik en met biobased materialen. Bovendien kennen installaties een snelle technologische en economische veroudering, waardoor bij vernieuwing de afweging gemaakt moet worden tussen nieuwe installaties met hogere prestaties en energetische efficiëntie en hergebruik van bestaande installaties. Op deze onderwerpen vindt afstemming plaats met TKI Urban Energy omdat deze innovatieopgave is belegd in het meerjarig missiegedreven innovatieprogramma Duurzame warmte en koude (MMIP 4).

Vanuit de Topsector Energie werkt TKI Urban Energy aan de verduurzaming van bestaande gebouwen (woningen en utiliteit) in het kader van de energietransitie in de gebouwde omgeving. Circulariteit en het beperken van de milieu-impact van de daarvoor gebruikte (en vrijkomende) materialen is integraal onderdeel van deze opgave. Onder andere op het gebied van circulariteit en milieu-impact van materialen wordt nauw samengewerkt met TKI Bouw en Techniek.

Binnenkort gaat daarnaast het Interdepartementale Opschalingsplan Biobased bouwen (IDOB) van start. Dit is een initiatief van de ministeries van BZK, IenW, LNV en EZK, dat wordt gefinancierd uit het Klimaatfonds. Ook zet het ministerie van BZK sterk in op flankerend beleid; dit wordt toegelicht in paragraaf 5.1.1.

KIA CE levert de komende KIC-periode periode inzet om deze belangrijke productgroepen en innovatie-uitdagingen opgenomen te krijgen in innovatieprogramma's. Daarnaast bouwen wij de samenwerking met het TKI Bouw en Techniek verder uit en kan KIA CE een inhoudelijk aanvullende bijdrage leveren via bijvoorbeeld de ontwikkeling van digitale productpaspoorten en bijbehorende standaarden.

2.2.2 Consumptiegoederen

Consumptiegoederen zijn een bijzondere waardeketen omdat het producten betreft die meestal niet voortkomen uit één waardeketen, maar een samengesteld karakter hebben en bestaan uit verschillende materialen. Veel consumptiegoederen worden niet in Nederland gemaakt, maar geïmporteerd, vaak ook van buiten de EU. Anders dan bij de andere prioritaire waardeketens van het NPCE (Bouw, Kunststoffen en de Maakindustrie), die meer gericht zijn op een halffabricaat en een bedrijf of overheid als afnemer, worden de consumptiegoederen via de retailsector in fysieke of online (Nederlandse of buitenlandse) winkels aan consumenten aangeboden. Dat betekent ook dat kennis, houding en gedrag van consumenten bij het aanschaffen van deze producten een nog grotere rol spelen dan bij de producten van de andere sectoren en dat het circulaire alternatief dus ook door consumenten vertrouwd en geaccepteerd moet worden, voor het tot opschaling kan komen. Bij de uitwerking van MMIP 3 in hoofdstuk 4 wordt hier nader op ingegaan.

Tabel 2. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit van consumptiegoederen

Productgroep	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Consumptiegoederen - alle productgroepen	KIA CE ⁵ , met name MMIP 2 en 3	N.v.t.	N.v.t.
Elektrische en elektronische apparaten, meubels, textiel, verpakkingen ⁴ en wegwerpproducten			

De tabel hierboven laat duidelijk zien dat Consumptiegoederen en de prioritaire waardeketens in deze sector niet aan bod komen in andere KIA's en dat hierop ook

geen Groeifonds-programma's zijn gefinancierd⁶. Het ministerie van IenW heeft in het kader van KIA CE de afgelopen jaren wel subsidies verstrekt voor innovatieprojecten op het gebied van circulariteit in deze **productgroepen**⁷. Omdat deze prioritaire waardeketen geen aandacht krijgt in andere innovatieprogramma's, besteedt KIA CE hier in de periode 2024-2027 veel aandacht aan.

2.2.3 Kunststoffen

De productgroepen binnen de waardeketen Kunststoffen vertegenwoordigen meer dan de helft van de Nederlandse plastics. **Plastic verpakkingen zijn goed voor ca. 30% van het totaal, plastics in de bouw ca. 28% en landbouwplastics ca. 6%.**

Tabel 3. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit van kunststoffen

Productgroep	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Kunststoffen algemeen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Plastic verpakkingen	IKIA Energie & klimaat MMIP 6	Circular PlasticsNL en Circular Biobased	TNO VP Circulaire Economie
Land- en tuinbouwplastic	KIA CE, MMIP 1	N.v.t.	Lopend onderzoek in opdracht van IenW naar de problematiek
Plastics in de Bouw (raakvlak met Bouw)	KIA CE, MMIP 1 en 2	Circular PlasticsNL (vnl. PUR, andere bouwplastics alleen in onderdeel systeemintegratie)	TNO VP Circulaire Economie

Aan plastic verpakkingen is de afgelopen jaren de meeste aandacht besteed in beleid en onderzoek, en ook in de innovatieprogrammering van de verschillende actoren zien we dat terug. Deze aandacht voor plastic verpakkingen, gecombineerd met het gegeven dat Nederland een relatief grote chemiesector heeft die een significante bijdrage levert aan de werkgelegenheid en het bbp, heeft er ook toe geleid dat er al grootschalige initiatieven zijn ontstaan voor het recyclen van plastics en innovatie op dat gebied. Dit is onder andere vormgegeven in het Groeifondsprogramma **Circular PlasticsNL**, dat inzet levert op zowel herbruikbaarheid als het doorontwikkelen van bestaande technologieën voor mechanische, fysische, thermische en chemische recycling.

Omdat het verbranden van plastic afval dat niet kan worden gerecycled leidt tot CO₂-emissies in de hele keten (denk aan het produceren van virgin plastics uit olie), is er sinds 2020 in het kader van de IKIA Energie & Klimaat gewerkt aan circulariteit van plastics en andere koolstoftoepassingen. In MMIP 6 van de IKIA wordt dit gedaan langs drie routes, die overeenkomen met de drie alternatieven voor het maken van plastics van fossiele grondstoffen die in 2018 werden gepresenteerd in de **Transitieagenda Kunststoffen**:

- plastics op basis van gerecycled plastic afval - hieraan wordt ook gewerkt in het Groeifondsprogramma Circular PlasticsNL;
- plastics op basis van biograndstoffen - hieraan wordt ook gewerkt in het Groeifondsprogramma **BioBased Circular**;
- plastics op basis van CO- en CO₂-moleculen - dit is ook het onderwerp van het in ronde 3 door het ministerie van EZK ingediende, maar niet gehonoreerde Groeifondsvoorstel **Future CarbonNL**.

In het kader van MMIP 6 van de IKIA Energie & Klimaat wordt ook in de periode 2024-2027 ingezet op deze drie oplossingsrichtingen. Daarbij ligt voor de route van recycling de focus vooral op plasticstromen die goed worden ingezameld en gesorteerd en dus in grote volumes beschikbaar zijn, waardoor voornamelijk plastic verpakkingen worden gerecycled. Voor de bouwplastics en landbouwplastics is dit veel minder het geval. Plastics in de bouw worden vaak niet apart ingezameld en gerecycled, en van landbouwplastics is de indruk dat deze vaak op het land achterblijven en vervallen tot microplastics. Om in het gebruik en de circulariteit van landbouwplastics meer inzicht te krijgen heeft lenW opdracht gegeven tot een onderzoek, waarvan de resultaten naar verwachting begin 2024 beschikbaar komen. Zoals in 2.2.1 aangegeven zal KIA CE de komende KIC-periode inzet leveren om plastics in de bouw en de bijbehorende

innovatie-uitdagingen opgenomen te krijgen in innovatieprogramma's, in aanvulling op de initiatieven die de ministeries van BZK en lenW al nemen om in te zetten op **beter sorteren van plastic afval uit de bouw (Zie het Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030, pagina 88-89)**.

De inzet in alle genoemde innovatieprogramma's sluit nauw aan bij de innovatieopgaven van KIA CE. KIA CE richt zich in de periode 2024-2027 met name op die innovaties die niet of beperkt zijn opgenomen in deze bestaande programma's, daar waar deze urgent extra aandacht vragen, zoals:

- het circulair maken van landbouwplastics, waarvoor de scope zal worden bepaald na afloop van het lopende onderzoek in opdracht van het ministerie van lenW;
- het circulair maken van plastics die worden toegepast in de bouw – zoals in 2.2.1 aangegeven zet KIA CE zich de komende KIC-periode periode in om plastics in de bouw en de bijbehorende innovatie-uitdagingen opgenomen te krijgen in innovatieprogramma's, in aanvulling op de initiatieven die de ministeries van BZK en lenW al nemen om in te zetten op **beter sorteren van plastic afval uit de bouw** (Zie het Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030, pagina 88-89);
- het ontwikkelen van plastics die zowel biobased en biodegradeerbaar zijn (en dus volledig afbreken in de natuur, zonder dat ze plastic afval of microplastics achterlaten);
- het vinden van technische en sociale oplossingen die plastic zwerfafval helpen voorkomen.

Een gedetailleerd overzicht van alle deelprogramma's op het gebied van kunststoffen is opgenomen in de bijlage.

2.2.4 Maakindustrie

De maakindustrie onderscheidt zich van andere transitieketens omdat de productengroepen binnen de waardenketen bestaan uit samengestelde systemen, opgebouwd uit componenten en halffabricaten. Hierdoor zijn de waardenketens binnen circulaire maakindustrie uitermate geschikt om hogere R-strategieën te implementeren (waarbij meer dan alleen materialen wordt teruggewonnen). Ook is de maakindustrie een mondiale industrie met complexe ketenrelaties. Veel productie binnen de Nederlandse maakindustrie betreft bewerkingen van grondstoffen en halffabricaten en/of assemblage van componenten zoals plaatwerk, elektronica, mechanische onderdelen naar finale producten zoals een (hybride) cv-ketel.

In het hoofdstuk circulaire maakindustrie van het NPCE is de volgende doelstelling opgenomen: "In 2030 heeft 25% bedrijven circulaire innovaties in de bedrijfsvoering geïmplementeerd". Dat innovaties in de maakindustrie daadwerkelijk kunnen bijdragen aan het verminderen van de milieu-impact, heeft onderzoek van TNO in 2021 aangetoond. In die studie werd de milieu-impact van 14 concrete cases uit de kapitaalgoederen-maakindustrie geanalyseerd op basis van een grove LCA.

Deze cases zijn onder te verdelen in:

- smart maintenance: de inzet van ICT om tot predictive maintenance te komen;
- smart materials: de inzet van nieuwe materialen en nieuwe productietechnologie als metal injection moulding en 3D-metaalprinten;
- refurbishment en remanufacturing;
- circulaire businessmodellen en waardecreatie.

De reductie in broeikasgasemissies (vanuit consumptie-perspectief) voor de in deze studie onderzochte cases bedroeg 25 tot 70%. Veel van deze innovaties zullen in toenemende mate toepasbaar zijn als gevolg van de introductie van digitale technologie in de maakindustrie (Smart Industry, Industry 4.0). Al deze activiteiten kunnen een bijdrage leveren aan het verbeteren van de leveringszekerheid (van materialen, halffabricaten en componenten) van de sector, omdat ze meer zicht bieden op de beschikbaarheid, toestand en locatie van op de markt gebrachte assets en businessmodelveranderingen die daar gebruik van maken.

De bovenstaande innovatierichtingen moeten bijdragen aan de gestelde doelen voor de huidige prioritaire productgroepen van de circulaire maakindustrie die zijn genoemd in het NPCE. Deze zijn kapitaalgoederen (machines, werktuigen, en industrieel gebruikte elektrische apparaten), zon-pv-systemen, windparken en klimaatinstallaties. De innovatieprogramma's voor deze productgroepen staan in tabel 4.

Tabel 4. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit in de maakindustrie

Productgroep	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Maakindustrie algemeen	N.v.t.	Circular Batteries & Material Independence	TNO VP Circulaire Economie
Kapitaalgoederen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Windparken	KIA Energie & Klimaat, MMIP 1	N.v.t.	TNO VP Renewable Electricity
Zon-PV-systemen	KIA Energie & Klimaat, MMIP 2	SolarNL: Circulaire geïntegreerde hoogrendementszonnepanelen	TNO VP Renewable Electricity
Klimaatinstallaties (raakvlak met Bouw)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.

Gezien de doelen (verminderde afhankelijkheid van kritieke grondstoffen) en de scope van de CRMA (hernieuwbare energie, digitalisering, defensie en ruimtevaart) en de Nationale Grondstoffenstrategie zal echter breder (moeten) worden ingezet op innovatie dan in de prioritaire productgroepen van het NPCE. De nieuwe productgroepen die daarvoor in aanmerking komen, zijn weergegeven in tabel 5, met daarbij de innovatieprogramma's per productgroep.

Naast de in de CRMA genoemde productgroepen wordt in de KIA Veiligheid (MMIP 5) ook het belang van kritieke grondstoffen voor defensietoepassingen onderkend. In het kader van die KIA wordt in kaart gebracht om welke grondstoffen het precies gaat waarvoor leveringszekerheid geborgd moet worden. Met deze missie draagt de KIA Veiligheid bij aan de doelen van de Critical Raw Materials Act. Circulariteit is daarbij mogelijk een oplossingsrichting.

Tabel 5. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit van kritieke grondstoffen

Productgroep CRMA	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Elektrolyzers	IKIA Energie & Klimaat, MMIP Waterstof	Groenvermogen	TNO VP Renewable Electricity
Geëlektrificeerde transportmiddelen (o.a. e-mobiliteit, maritiem)	IKIA Energie & Klimaat, MMIP 9 en 10 technologieën en Veiligheid	Maritiem Masterplan	
Batterijen	N.v.t.	Circular Batteries & Material Independence	TNO VP Circulaire Economie
Energie-infrastructuur (transformatorren, netwerkdonderdelen, kabels)	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Basismetalaal-producten	Nog vast te stellen, n.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Halfgeleiders	KIA Digitalisering	N.v.t.	N.v.t.
Verven en coatings	N.v.t.	N.v.t.	TNO VP Sustainable Chemistry
Dual use-technologieën	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.

Bij de productgroepen in tabel 4 en 5 is het belangrijk om op te merken dat uit onderzoek van het **Internationaal Energie Agentschap** blijkt dat de belangrijkste toename in de vraag naar kritieke grondstoffen veroorzaakt zal worden door:

- batterijen voor elektrische mobiliteit en opslag van energie voor andere toepassingen;
- het verzwaren van elektriciteitsnetwerken.

Veel prioritaire productgroepen hebben (degene die rechtstreeks nodig zijn voor de energietransitie) van de circulaire maakindustrie al een goede verankering in nationale groeifondsprogramma's en de IKIA. De KIA CE zal op productgroep niveau de komende KIC-periode periode met name inzet leveren om de overige productgroepen uit het NPCE en innovatie-uitdagingen opgenomen te krijgen in innovatieprogramma's. Hierbij is het voor de hand liggend om daar waar mogelijk de verbinding te maken met de productgroepen uit het CRMA. Zo zou de ontwikkeling van circulaire elektrolyzers speciale aandacht kunnen krijgen binnen ontwikkeling van circulaire kapitaalgoederen.

Hierbij zijn innovaties in de volgende technologieën in de komende jaren van groot belang:

- verfijndere sorteerinstallaties om kritieke grondstoffen uit reststromen te sorteren en zo kwaliteit en kwantiteit te verhogen en deze beschikbaar te stellen voor nieuwe inzet;
- hydrometallurgische processen met een lagere CO₂-uitstoot dan traditionele pyrometallurgische processen op hoog-TRL-niveau brengen;
- pyrometallurgische processen elektrificeren (plasmatechnologie);
- innovatief verwerkingsproces voor ijzerhoudende residuen uit de zinkindustrie en zinkhoudende residuen uit de staalindustrie;
- monitoring- en evaluatiesysteem, om inzicht te krijgen in waar en wanneer (kritieke) grondstoffen in welke hoeveelheden vrijkomen, om de benodigde logistiek en verwerkingsinstallaties op te kunnen bouwen;
- tijdens het ontwerp van nieuwe producten het gebruik van beschikbare reststromen bevorderen en de R-strategieën nadrukkelijk opnemen om waardebehoud van (kritieke) grondstoffen te verhogen;
- ontwikkeling van innovaties om substitutie van kritieke grondstoffen met niet-kritieke grondstoffen mogelijk te maken.

Daarnaast zal de samenwerking geïntensiveerd en verder worden uitgebouwd. Hierbij kan gedacht worden aan:

- Topsector Energie voor het verder stimuleren van innovatie om de energietransitie met circulaire middelen vorm te geven;
- TKI HTSM waarmee vanuit een gedeeld transitieteam verder gebouwd wordt aan een CE-roadmap voor de hightech sector en de stimulering van CE-innovatieprojecten;
- TKI Bouw en Techniek voor innovatie en ontwikkeling op de gedeelde productgroep circulaire klimaatinstallaties.

Naast de in de CRMA genoemde productgroepen wordt in de KIA Veiligheid (MMIP 5) ook het belang van kritieke grondstoffen voor defensietoepassingen onderkend. In het kader van die KIA wordt in kaart gebracht om welke grondstoffen het precies gaat waarvoor leveringszekerheid geborgd moet worden. Met deze missie draagt de KIA Veiligheid bij aan de doelen van de Critical Raw Materials Act. Circulariteit is daarbij mogelijk een oplossingsrichting.

EZK heeft TNO in samenwerking met Stichting Open de opdracht gegeven om de *urban mine* in Nederland beter in kaart te brengen en inzichtelijk te maken hoe de bestaande inzamelings-, ontmantelings- en recyclinginfrastructuur kan worden geoptimaliseerd. Om kritieke grondstoffen goed te integreren in de drie MMIP's van de KIA CE, zal in lijn met de missiegedreven innovatie-portfolioaanpak (zie 3.2) een routekaart kritieke grondstoffen worden opgesteld in 2023. Deze verwerken wij in de programmering van de 3 MMIP's (zie 3.1) in de volgende jaren.

2.2.5 Overige waardeketens

Gezondheid & Zorg

De zorg draagt bij aan klimaatverandering en milieuschade. De Nederlandse zorgsector genereert 7% van de nationale CO₂-emissie. Zij produceert 4% van al het afval en is verantwoordelijk voor 13% van het grondstoffengebruik. Klimaatverandering en milieuverontreiniging zijn daarnaast een forse bedreiging voor de gezondheid, door onder andere hittestress, nieuwe infectieziekten en luchtwegklachten⁸.

In het NPCE worden op verschillende plekken ambities genoemd voor meer circulariteit in de zorgsector. Het gaat dan om het verminderen van het gebruik van

plastics en kritieke grondstoffen (metalen) via verschillende circulaire strategieën. Daarnaast worden ook de mogelijke negatieve effecten van microplastics op het milieu, biodiversiteit en menselijke gezondheid genoemd in het NPCE. Dit is in lijn met missie van de KIA Gezondheid & Zorg 2024-2027, waarin wordt ingezet op het verlagen van de ziektelast als gevolg van een ongezonde leefstijl en ongezonde leefomgeving. In de KIA Gezondheid & Zorg zijn circulaire strategieën niet alleen gericht op zorginstellingen en (onderzoeks)laboratoria, maar houden ze ook rekening met een transitie van de zorg naar de eigen leefomgeving (missie III van de KIA GZ) en de daarmee samenhangende logistiek.

In het kader van de **Green Deal Duurzame Zorg** van een consortium van zorgorganisaties en het ministerie van VWS is gestart met het inventariseren van kennis- en innovatievragen om de klimaat- en milieufootprint van de zorg te verkleinen. De KIA Gezondheid & Zorg bouwt hierop voort, door aandacht te besteden aan:

- preventie van zorggebruik door een gezondere leefstijl (missie I van KIA Gezondheid & Zorg), waarmee minder grondstoffen in de zorg worden gebruikt;
- het keren van de trend naar meer wegwerpmaterialen en -instrumenten, door in te zetten op herontwerp, hergebruik en servitisation;
- het duurzamer produceren van geneesmiddelen, onder andere middels 3D printen;
- het inzetten op duurzamer vastgoed in de zorg, waar een kans ligt voor samenwerking met het TKI Bouw en Techniek.

Water

Schoon water is in toenemende mate te beschouwen als een schaars goed.

Droogte, milieuschade die verschillende economische sectoren veroorzaken en het toenemende gebruik van water door bedrijven en huishoudens leggen druk op de beschikbare voorraad aan zoet water.

Ook de circulaire economie kan het watergebruik doen toenemen, bijvoorbeeld doordat hergebruik van kunststoffen met zich meebrengt dat deze gewassen moeten worden alvorens ze goed herbruikbaar zijn. Dit moet dus een aandachtspunt zijn en blijven bij het ontwikkelen van circulaire processen, overigens net als het gebruik van andere hulpbronnen en hulpstoffen. Anderzijds kan de circulaire economie een grote bijdrage leveren aan de waterkwaliteit door het gebruik van zeer zorgwekkende stoffen te verlagen en daarmee de emissies van deze stoffen naar het watersysteem en de waterketen.

Tabel 6. Innovatieprogramma's die bijdragen aan circulariteit in overige sectoren en waardeketens

Waardeketen	Missiegedreven Innovatiebeleid	Nationaal Groeifonds	Overige programmering
Kringlooplandbouw (eiwittransitie, terugdringen van voedselverspilling, teelt van biograndstoffen voor de bouw)	KIA Landbouw Water Voedsel, programma's WR	NL2120, BioBased Circular, RE-GE-NL	TNO VP Circulaire Economie
Gezondheid & Zorg (preventie, het ontwerp en hergebruik van materialen, instrumenten en geneesmiddelen, duurzamer vastgoed)	KIA Gezondheid & Zorg	N.v.t.	MOMENTUM – ZonMW/TNO (gezondheidseffecten van microplastics)
Water (verminderen watergebruik, vergroten waterhergebruik, verbeteren waterkwaliteit, terugwinnen grondstoffen uit afvalwater)	KIA Landbouw Water Voedsel, programma's WR	NL2120 (verbeteren waterkwaliteit)	Groeiplan watertechnologie (verbeteren waterkwaliteit en -beschikbaarheid; grondstoffen-terugwinning)

Met de Topsector Water & Maritiem is het gesprek gestart over twee aspecten van circulariteit:

- het terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater;
- zuivering van afvalwater na gebruik als grondstof in de bouw of de industrie.

Voor deze onderwerpen zullen de mogelijkheden tot samenwerking nader worden verkend.

Kringlooplandbouw

In het NPCE worden zes programmalijnen genoemd die zijn gepresenteerd in de LNV-visie op kringlooplandbouw "**Waardevol en Verbonden**" (NPCE, pagina's 116-118). De meest concrete bijdrage aan circulaire doelen zien wij terug in de eiwittransitie, het terugdringen van voedselverspilling en de teelt van biograndstoffen voor de bouw. Deze onderwerpen zijn belegd in de KIA Landbouw Water Voedsel en de programmering van Wageningen Research.

In Missie 2 van de nieuwe KIA LWV wordt ingezet op de productie van biograndstoffen, die als alternatief kunnen dienen voor fossiele of anderszins belastende grondstoffen. In Missie 4 van de nieuwe KIA LWV is aandacht voor meervoudige verwaarding van zij-en reststromen vanaf de agrifoodsector naar food en non-food. Mits de biograndstoffen zonder extra milieubelasting worden geteeld, kan dit een circulaire oplossing zijn. Toepassingen in het kader van CE zijn bijvoorbeeld biobased kunststoffen of bouwen met hout. Op deze toepassingen van biograndstoffen wordt actief inzet gepleegd in de Groeifondsprogramma's BioBased Circular en Toekomstbestendige leefomgeving.

Biograndstoffen worden in toenemende mate een schaars goed. Zo kan de stimulatie van een van de biobased toepassingen een negatieve impact hebben op de beschikbaarheid van reststromen en biograndstoffen in een andere toepassing. Zonder hier kennis over te ontwikkelen en de integrale duurzaamheid en het waardebehoud over meerdere levenscyclen in ogenschouw te nemen en hier geïnformeerd keuzes in te maken, bestaat het risico dat biomaterialen naar de hoogste bidder gaan. Hiervoor is een systeembenadering nodig, die wij samen met KIA LWV willen ontwikkelen.

Ten slotte is in de KIA LWV missie 4 gericht op onder andere de eiwittransitie en het verlagen van de verspilling van voedsel. Dit zijn in zichzelf circulaire oplossingen, omdat hiermee de (bio)grondstoffen die nodig zijn voor de productie van voedsel in mindere mate gebruikt worden en daarmee minder belastend zijn voor milieu en klimaat.

2.3 Relatie met ondersteunende KIA's

In het KIC 2024-2027 zijn er drie ondersteunende KIA's:

- de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen (KIA MV), die is gericht op de niet-technologische aspecten van innovatie; en
- binnen het thema Sleuteltechnologieën:
 - de KIA Sleuteltechnologieën, die beschrijft op welke technologieën Nederland een goede kennisbasis moet ontwikkelen om voorbereid te zijn op toekomstige uitdagingen;
 - de KIA Digitalisering, die beschrijft welke rol digitalisering als doorsnijdend thema in alle KIA's speelt.

2.3.1 Maatschappelijk Verdienvermogen

Er is een sterke relatie tussen de KIA CE en de KIA MV, beide besteden aandacht aan de systemische aanpak en de rol van sociale innovatie. De KIA MV zal een prominente plek geven aan de kennisbasis van de KEMs (Key Enabling Methodologies) en er zal samengewerkt worden met de KIA CE rond specifieke activiteiten op het snijvlak van maatschappelijk verdienvermogen en de circulaire economie.

Samen met het ministerie van OCW start KIA MV een programma dat de inzet van ontwerpkracht voor complexe maatschappelijke uitdagingen gaat ondersteunen. Het doel is vooral de professionalisering van de ontwerpers en de overheden.

2.3.2 Sleuteltechnologieën/Nationale Technologiestrategie

De Nationale Technologiestrategie zet een aantal voor Nederland cruciale sleuteltechnologieën centraal. Tabel 7 laat zien dat sommige van deze sleuteltechnologieën meer en andere minder relevantie hebben bij het realiseren van de CE-transitie. Ten tijde van het schrijven van de KIA CE was de NTS nog in wording. De komende jaren kan worden verkend of samenwerking mogelijk is aan de voor CE relevante technologieën.

Tabel 7. Relatie tussen sleuteltechnologieën en de KIA CE

NTS-technologie	Relatie met CE	Relevantie	Relatie met KIA CE
Artificial intelligence and data science	Data mining uit bijvoorbeeld productpaspoorten	Beperkt	MMIP 1d en 2e
Biomolecular and cell technologies	Circulaire alternatieven voor chemische producten	Groot	MMIP 1b
(Bio) Process technology, including process intensification	Het optimaal, stabiel en veilig inrichten van (groene) chemische productieprocessen	Groot	MMIP 2
Energy materials	Energiedragende en -geleidende materialen	Beperkt	N.v.t.
Imaging technology	Kwaliteitscontrole bij innovatieve circulaire productieprocessen	Beperkt	Ondersteunend bij MMIP 2
Mechatronics and Optomechanics and data science	Geen	Geen	Geen
Microelectronics	De fabricage, het ontwerp, de verpakking en het testen van halfgeleidercomponenten	Beperkt	MMIP 1b en 2
Optical systems and Integrated photonics	Geen	Geen	Geen
Quantum technologies	Betere sensoren (op lange termijn)	Beperkt	Ondersteunend bij MMIP 2

2.3.3 Digitalisering

Digitalisering is in het Coalitieakkoord van het kabinet Rutte-IV genoemd als een van de drie grote transitieën waarop wordt ingezet in het missiegedreven innovatiebeleid (naast klimaat en circulaire economie). Ook in de **Innovatiebrief** van de ministers van EZK en OCW (najaar 2022) is digitalisering zo gepositioneerd. Vanuit BZK (**de digitaliseringsagenda 'Waardegedreven Digitalisering'**) en vanuit EZK (**de strategische agenda 'Digitale Economie'** en de 'Nationale Technologie Strategie') wordt dit beleidsmatig vorm gegeven. De Topsector ICT is binnen het missiegedreven innovatiebeleid coördinerend op de KIA Digitalisering. In de komende periode wordt een eigenstandige KIA Digitalisering gevormd.

Op het raakvlak van digitalisering en circulaire economie zien we een aantal kansrijke samenwerkingsmogelijkheden (zie tabel 8). Denk hierbij aan machine learning om verbeteringen te realiseren in het beheer van materialen en afvalstromen of blockchain voor transparantie en traceerbaarheid in toeleveringsketens. Deze verkennen wij de komende periode in samenwerking met de Topsector ICT.

2.4 Ondersteunende netwerken

Het netwerk van CE actoren ontwikkelt zich. Voorbeelden zijn:

- De samenwerking van zestien hogescholen in het Lectorenplatform Circulaire Economie. Het platform is gericht op het versnellen van de transitie naar een circulaire economie door kennisontwikkeling met behulp van praktijkgericht onderzoek;
- Op academisch niveau is een gelijksoortig netwerk van professoren en onderzoekers ontstaan onder de naam DAN-CE, het Dutch Academic Network for Circular Economy.

Tabel 8. Raakvlakken van de KIA CE met digitalisering

Programmalijn KIA CE	Raakvlak digitalisering
Ontwerpen voor circulariteit	<ul style="list-style-type: none"> • Materialenpaspoort en levenscyclus analyse; • 3D printing; • Traceerbaarheid en ketenlogistiek.
Circulaire grondstofketens en processen	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial Intelligence & Neuromorphic technologies voor geavanceerde analyse- en voorspellingsmodellen voor efficiënter gebruik van grondstoffen en het optimaliseren van productieprocessen; • Digitale marktplaatsen.
Systeemtransitie en acceptatie	<ul style="list-style-type: none"> • Digital Twinning voor systeemanalyse en -modellering, in combinatie met testen/voorspellen van effecten van incentives; • Blockchain technologie voor transparantie, traceerbaarheid en vertrouwen in toeleveringsketens.



3. Programmering en werkwijze 2024-2027

De kern van de KIA CE wordt, net als in de periode 2020-2023, gevormd door drie meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's (MMIP's). Deze geven richting aan de inzet in projecten. In dit hoofdstuk laten we zien waarop we binnen elk MMIP de focus leggen. Aan het eind van dit hoofdstuk is in **tabel 9** een totaaloverzicht getoond. Ook gaan we in op het ontwikkelen van een innovatieportfolio en het maken van keuzes in de periode 2024-2027.

3.1 MMIP's en focus 2024-2027

De KIA CE richt zich op specifieke thema's in de drie MMIP's:

1. Ontwerpen voor circulariteit
2. Circulaire grondstofketens en processen
3. Systeemtransitie en acceptatie.

MMIP 1 sluit aan bij de strategieën vermindering en substitutie van grondstoffengebruik en levensduurverlenging uit het NPCE. MMIP 2 sluit aan bij procesontwikkeling voor levensduurverlenging en hoogwaardige terugwinning en verwerking. Het is zeer goed mogelijk dat binnen één project aspecten van alle drie de MMIP's bij elkaar komen. Dit is in de KIC-periode 2020-2023 al meermaals gebeurd.

Tabel 9 laat zien welke onderwerpen voor de periode 2024-2027 prioritair zijn binnen deze MMIP's en de in paragraaf 3.2 beschreven prioritaire waardeketens. In samenwerking met de Transitieteams is de set kennisvragen uit de periode 2020-2023 geactualiseerd. Dit heeft geleid tot 107 kennisvragen, opgenomen in de bijlage Prioritaire kennisvragen. Opvallend is dat het merendeel van de kennisvragen betrekking heeft op MMIP-1 (47%) en MMIP-3 (40%). Dit kan deels verklaard worden door de huidige fase van de circulaire transitie waarin juist niet-technologisch onderzoek wordt gedaan om de eerste generaties circulaire product- en materiaal oplossingen te schalen in de maatschappij. Een aanvullende verklaring kan worden gevonden in de ontwikkeling van sector- en productspecifieke innovatieprogramma's vanuit o.a. het Nationale Groeifonds. Deze programma's zijn veelal zeer technisch vormgegeven, mede door reeds bestaande bedrijven. Daardoor komen fundamentele herzieningen van waardeketens, ontwerpaspecten en niet-technologische innovatie beperkt aan bod. Binnen de KIA CE kan daar wel op worden ingezet.

3.1.1 MMIP 1: Ontwerpen voor circulariteit

Bij het ontwerp van nieuwe producten en diensten moet het potentieel voor hergebruik en recycling het uitgangspunt zijn.

Het MMIP 'Ontwerpen voor circulariteit' richt zich op product- en systeeminnovaties, met als doel de producten beter geschikt te maken voor langdurig gebruik en hoogwaardige herinzet aan het einde van de gebruiksduur. Er is generieke aandacht voor de hogere R-strategieën, maar de best passende strategie zal per product of keten anders zijn. De praktische toepasbaarheid van de strategie wordt mede bepaald door het ontwerp.

In MMIP 1 staan vier deelthema's centraal:

- Ontwerpprincipes, -methodes en -instrumenten
- Circulair materiaalontwerp
- Circulair product- en systeemontwerp
- Traceerbaarheid en ketenlogistiek.

De aandacht voor technische innovaties kan alleen tot succes leiden in samenhang met de thema's van MMIP 2 en MMIP 3. Voor nieuwe materialen die in het materialensysteem geïntroduceerd worden, dient niet alleen de recyclebaarheid, maar ook de daadwerkelijke recycling zoveel mogelijk geregeld te worden. Dat betekent bijvoorbeeld dat de inzamel- en recyclingstructuur aanwezig moet zijn (of bij lancering van een nieuw product moet worden ontwikkeld) en gebruikers moeten worden gestimuleerd om het gewenste gedrag daadwerkelijk te vertonen.

1a. Ontwerpprincipes, -methodes en -instrumenten

Om circulaire ontwerpstrategieën doelmatig toe te passen, zodat deze effectief bijdragen aan het verminderen van de milieudruk en toename van circulariteit, dienen deze ontwerpstrategieën onderzocht en ontwikkeld te worden in sector-, keten- en productspecifieke contexten. Een nieuwe generatie ontwerpprincipes, -methodes en -instrumenten moet leiden tot een afwegingskader voor ontwerpers en ontwikkelaars. Een voorbeeld van een afweging: ontwerpen voor langdurig behoud van kwaliteit kan

Circulair systeem voor bruggenbouw geeft ontwerpers creatieve ruimte

Nederland staat aan de vooravond van een grote infrastructurele operatie. Voor de komende jaren staan 40.000 bruggen en viaducten op de lijst om vervangen of vernieuwd te worden. Omdat Rijkswaterstaat het voornemen heeft om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te werken, ligt hier een stevige uitdaging.

De vervangingsopgave vraagt om een nieuwe manier van ontwerpen en produceren waarbij modulaire ontwerpen en hernieuwbare materialen de oplossing moeten bieden. Voorafgaand aan dit project is een concept ontwikkeld voor een familie van bruggen. In dit concept worden componenten in 3D geprint waarbij een van de materiaalsoorten duurzaam beton is. In dit project wordt voortgebouwd op deze ontwikkeling. Er wordt gezocht naar aanvullende materialen die zowel lang mee gaan als een lage milieu-impact hebben.

Het modulaire ontwerpsysteem is te vergelijken met lego: het systeem voorziet in een beperkt aantal bouwstenen die gecombineerd kunnen worden tot een scala aan ontwerpen. Dat zorgt ervoor dat er voor de meeste praktijksituaties een geschikte brug is te ontwerpen. Bovendien geeft dit de ontwerper ook voldoende artistieke vrijheid. Om de ontwerper te ondersteunen, wordt een configurator ontwikkeld waarmee een brug ontworpen kan worden die én voldoet aan de praktische eisen én een eigen karakter heeft.

Op het vlak van materiaalontwikkeling zijn inmiddels prototypes van twee componenten ontwikkeld. In de zomer van 2023 worden de eigenschappen van de prototypes uitgebreid getest. Als het nodig is, passen de projectpartners daarna de prototypes aan tot een bruikbaar ontwerp dat in de praktijk optimaal fungeert. Hiermee wordt dan een basis gelegd voor de volgende fase: het realiseren van een eerste brug op locatie.

Projectpartners zijn: 3D Makers Zone B.V., Bouwlab R&Do, Bureau Arjan Karssen, Thijs Asselbergs Architectuurcentrale, White Lioness, Axionomic en I-SAAC en AplusV.

ten koste gaan van de reparerbaarheid. Anderzijds kan het ontwerpen gericht op reparerbaarheid door lokale reparateurs of door de gebruiker zelf, ten koste gaan van de robuustheid. Welke keuze is het meest circulair, als we rekening houden met zowel de verwachte gebruiksduur, als de eisen in de tweede, derde of vierde gebruiksfase? Er is behoefte aan een "handboek circulair". Maar op welk niveau? Sector? Keten? Product? Producttype? Component? Is standaardiseren mogelijk? Deze vragen staan de komende jaren centraal.

De urgentie van circulair ontwerpen wordt versterkt door de aanscherping van de Europese Ecodesign voorschriften (Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR). Deze gelden momenteel voor **31 productgroepen**, vrijwel alle energie consumerend. De voorschriften en de bijbehorende etikettering (de bekende energie labels) richten zich dan ook hoofdzakelijk op het terugdringen van het energieverbruik van de producten gedurende het gebruik. Binnen het Green Deal pakket dat op 30 maart 2023 aangekondigd werd door de Europese Commissie worden vergaande herzieningen van ESPR aangekondigd, waar naast uitbreiding van producten die onder de ESPR vallen ook materiaalselectie en -terugwinning worden inbegrepen.

1b. Circulair materiaalontwerp

Bij de materiaalkeuze liggen de uitdagingen bij het verminderen van de emissies, het verlengen van de levensduur van het product en het waardebewoud van de toegepaste materialen. De centrale vraag hierbij is dan: "wat is het meest geschikte materiaal?" Vier onderwerpen krijgen hierbij extra aandacht:

- eliminatie van de zeer zorgwekkende stoffen;
- substitutie door materialen uit hernieuwbare (biobased) bronnen, reststromen en/of recycleat en door materialen gebaseerd op overvloedige en niet-kritieke grondstoffen;
- monomaterialisatie en de "losmaakbare" materialen;
- meest effectieve R-strategieën voor producten (met daarin kritieke grondstoffen).

De eliminatie van zeer zorgwekkende stoffen krijgt al aandacht in het **Vermijdings- en reductieprogramma zeer zorgwekkende stoffen**, daarin onderzoeken de betrokken organisaties voortdurend de mogelijkheden voor bronaanpak en reductiemaatregelen. Het terugdringen van zeer zorgwekkende stoffen en andere schadelijke stoffen kan leiden tot vermindering van de materiaaleigenschappen als waterafstotendheid, kleuren- en vormvastheid of brandvertragings. Daarin ligt een belangrijke opgave, hoe kunnen de

specificaties en eigenschappen gehandhaafd en verbeterd worden bij een vergaande reductie van de milieuschade?

Bij de keuze van de materialen zal er meer aandacht moeten uitgaan naar de herkomst. Door eindige materialen te vervangen door recycleert of hernieuwbare grondstoffen kan milieudruk worden verlaagd en beschikbaarheid in de toekomst worden veiliggesteld.

Bij een product dat is samengesteld uit één soort materiaal of waarvan de componenten bestaan uit een materiaal is het onderhoud en herstel eenvoudiger uit te voeren en bij de demontage zijn de materialen beter beschikbaar te maken voor hergebruik. In de ontwerpfase kan dit leiden tot beperkingen voor de ontwerper en/of de functionaliteit en eigenschappen van het product.

1c. Circulaire product- en systeemontwerpen

In de ontwikkeling van de circulaire economie verschuift de aandacht van recycling naar de **hogere R-strategieën als: rethink, repurpose, re-use, remanufacture, refurbish en repair**⁹, waarvoor andere ontwerpen nodig zijn. De mogelijkheden zijn per product of keten verschillend en dit vraagt om productspecifieke keuzes. Om dit mogelijk te maken moeten de ontwerpers de best passende strategie integreren in hun ontwerp; het beter mogelijk maken van een modernisering (upgrade) van het product in de gebruiksfase of het repareerbaar en recyclebaar maken van het product of de onderdelen leidt tot andere ontwerpen.

1d. Traceerbaarheid en ketenlogistiek

Naarmate de circulaire economie zich ontwikkelt, zal de infrastructuur voor inzamelen, verwerken, registratie en controle zich ook ontwikkelen. De komende tijd moeten vragen beantwoord worden als:

- Welke locatienmerken zijn vereist om verwerkingshubs te kunnen ontwikkelen?
- Hoe kunnen aan- en afvoerlogistiek doelmatig gecombineerd worden?
- Hoe integreren we de ontwikkeling van traceerbaarheidssystemen en de zich ontwikkelende regelgeving (zoals het productpaspoort) in deze bedrijfstakontwikkeling? De inzet van ICT is hierbij cruciaal.

3.1.2 MMIP 2: Circulaire grondstofketens en processen

Het MMIP Circulaire grondstofketens en processen geeft richting aan innovaties gericht op

- het verlengen van de levensduur van producten en materialen door processen te ontwikkelen en geschikt te maken voor het uitvoeren van reparatie, refurbishing, remanufacturing en andere levensduurverlengende bewerkingen;
- het terugwinnen van materialen en (kritische) grondstoffen aan het einde van de levensduur van producten;
- het optimaliseren van productie-, collectie-, sorteer-, reparatie-, refurbishing- en recyclingsprocessen.

Deze onderwerpen vallen onder de circulaire strategieën slow the loop (levensduurverlenging) en close the loop (hoogwaardige verwerking). In een volledig circulaire economie is recycling van grondstoffen pas een oplossing als alle mogelijkheden voor hergebruik en langer gebruik optimaal zijn benut. Toch blijft het cruciaal om aan het eind van de gebruiksfase (dus na een aantal keren hergebruik met behulp van bijvoorbeeld repareren en refurbishen) materialen en grondstoffen zo hoogwaardig mogelijk terug te winnen en toe te passen in producten. Hiermee minimaliseren we het gebruik van primaire grondstoffen. Ook worden hierdoor producten aan het einde van de levensduur niet verbrand, hetgeen leidt tot een vermindering van de uitstoot van CO₂ en andere schadelijke gassen en een laagwaardig restproduct (bodemas) creëert, dat bij toepassing risico's van milieuschade kent. Een relatief nieuw thema is verminderen van het gebruik van primaire kritieke grondstoffen voor de energietransitie en andere toepassingen van producten van de maakindustrie. Het betreft hier primaire of secundaire materialen (waaronder non-ferro metalen) die niet (voldoende) primair in Nederland of Europa gewonnen of geraffineerd worden waardoor er een afhankelijk ontstaat van andere landen.

Het realiseren van een circulaire economie is een logistieke uitdaging. Zo zullen retourprocessen optimaal geregiseerd moeten worden. Nieuwe waardeketens creëren nieuwe uitdagingen en vragen op het gebied van transport, voorraadbeheer, ketenregie en service logistiek.

Superzuiver silicium gered uit afgedankte zonnepanelen

Zonnepanelen bestaan voor een groot deel uit silicium. Gezien de enorme hoeveelheden waarin silicium op de aarde voorkomt, lijken er geen circulaire problemen te bestaan rondom het gebruik ervan in zonnepanelen. Toch zorgt de benodigde extreme zuiverheid (99,99999999%) van het gebruikte silicium voor flinke uitdagingen op het gebied van duurzaamheid. Om tot deze zuiverheid te komen zijn zeer energie-intensieve zuiveringsstappen nodig. Daarnaast leidt het een exponentieel toenemend aantal afgedankte zonnepanelen binnen een aantal jaren tot een gigantisch afvalprobleem. In een door KIA CE gefinancierd project wordt een technologie ontwikkeld waarmee het silicium met behoud van de zuiverheidsgraad wordt teruggewonnen uit oude zonnepanelen en opnieuw hoogwaardig ingezet kan worden.

Het doel van het project is om het silicium op een hoger niveau te hergebruiken dan wat nu het geval is. Daarbij hebben de projectpartners in eerste instantie twee toepassingen voor ogen: silicium-aluminiumlegering en verbeterde lithiumbatterij-anoden. Voor deze toepassingen kan volstaan worden met silicium met een iets lagere zuiverheidsgraad. Met de ervaring die hiermee wordt opgedaan moet uiteindelijk het ultieme doel gehaald worden: inzet in zonnepanelen.

In het project zijn al grote stappen gezet in het ontwikkelen van een recyclingstechnologie. In het voorjaar van 2023 zijn succesvolle experimenten gestart waarin het silicium uit afgedankte zonnepanelen wordt gewonnen. Daarmee is het proof-of-principle geleverd. De projectpartners verwachten dat het verfijnen van de procesparameters op korte termijn kan leiden tot een zuiverheidsgraad die hoog genoeg is voor hoogwaardigere toepassingen dan nu. Over vijf jaar komt dan hergebruik in zonnepanelen in zicht. Precies op tijd, want vanaf dat moment komen de eerste zonnepanelen retour die zo'n 25 jaar geleden zijn geïnstalleerd.

Projectpartners zijn: TNO, Damco-Aldel en E-magy.

In MMIP 2 staan vijf deelthema's centraal:

- processen ter ondersteuning van substitutie;
- sorteren en scheiden;
- processen voor hergebruik (inclusief reparatie, refurbishing, remanufacturing en andere levensduurverlengende bewerkingen) en verwerking;
- terugwinning en raffinage van kritieke en secundaire grondstoffen;
- optimalisatie van processen.

2a. Processen ter ondersteuning van substitutie

De substitutie door materialen uit hernieuwbare bronnen (secundaire grondstoffen, biobased grondstoffen, ruim beschikbare primaire grondstoffen) is een onderwerp dat ook van belang is in MMIP 1 (Ontwerpen voor circulariteit). In MMIP 2 worden de kennisvragen ondergebracht die beantwoord moeten worden om de substitutie van grondstoffen werkelijk toe te kunnen passen in diverse processen. Zo kan biomassa een alternatief zijn voor fossiele grondstoffen, mits deze biomassa afkomstig is van duurzame teelt, waarbij rekening is gehouden met het welzijn van mens, dier en milieu. De belangrijkste vraagstukken hebben betrekking op de substitutie van grondstoffen waarbij de functionaliteit en kwaliteit van het eindproduct tenminste vergelijkbaar moet zijn met het originele product.

Dit geldt ook voor de toepassing van recycklaat in productieprocessen. De kwaliteit van het recycklaat is van belang voor de toepassing waarin het gebruikt kan worden. De wens van de overheid om meer recycklaat toe te passen zal leiden tot vraagstukken die te maken hebben met de relatie tussen kwaliteit van het recycklaat en de uiteindelijke producteigenschappen. Om recycklaat op grote schaal te kunnen toepassen in allerlei productieprocessen, is onderzoek nodig naar welke bewerkingen het recycklaat kan ondergaan, hoe de kwaliteit kan worden verhoogd en welke kwaliteitstesten eventueel moeten worden toegevoegd.

2b. Sorteren en scheiden

Veel consumptiegoederen en producten uit de maakindustrie zijn samengesteld uit verschillende componenten. Dit geldt ook voor woningen, kantoren en infrastructuur. Het hergebruik van componenten stelt hoge eisen aan het terugwinnen van secundaire onderdelen en grondstoffen. Ook het inzamelen en sorteren van de goederen aan het einde van hun levenscyclus zal efficiënt moeten gebeuren met als doel het hoogwaardig hergebruiken of kwalitatief goed terugwinnen van de grondstoffen. In de KIA CE periode 2024-2027 zal kennis moeten worden opgedaan om samengestelde producten te de-assembleren en componenten en materialen te kunnen scheiden in onderdelen en grondstoffen die weer te hergebruiken zijn.

2c. Processen voor hoogwaardige levensduurverlenging en verwerking

Een centraal thema binnen een circulaire economie is het optimaliseren en verduurzamen van processen voor hergebruik van producten en componenten en recycling van materialen. Het optimaliseren van ketens over de gehele R-ladder is van belang.

Daarbij gaat de voorkeur uit naar reparatie, refurbishment, remanufacturing en andere levensduurverlengende processen, omdat deze (waar technisch mogelijk, rekening houdend met de staat van het materiaal) meer toegevoegde waarde creëren dan recycling. Het automatiseren en industrialiseren van al deze processen staat dan ook centraal in dit deelprogramma. Voorbeelden zijn het optimaal hergebruiken en recyclen van metalen of kunststoffen. Voor bijvoorbeeld de recycling van kritieke grondstoffen moeten hydrometallurgische processen of geëlektrificeerde pyrometallurgische processen verder worden ontwikkeld.

Een ander aandachtspunt is de karakterisering van de materialen voor en tijdens de recycling. Het is van groot belang dat de kwaliteit van de grondstoffen voldoet aan de eisen die gesteld worden aan hergebruik en recycling.

2d. Terugwinning en raffinage van kritieke- en secundaire grondstoffen

In de CRMA worden doelen gedefinieerd om in Europa kritieke grondstoffen te gaan winnen en raffineren. Ook Nederland heeft eind 2022 een Nationale Grondstoffenstrategie gelanceerd om de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen te vergroten. Een van de handelingsperspectieven hiervoor is circulariteit en innovatie.

In Europa heeft het EIT Raw Materials (een van de EU Knowledge en Innovation Communities van European Institute of Innovation and Technology) al enkele projecten gestart om strategisch voordeel te behalen uit innovatie op het gebied van grondstofafhankelijkheid. Van groot belang daarbij is samenwerking in de keten van mijnbouw-raffinage-productie-gebruik-terugwinning-hergebruik. In Nederland is op initiatief van de Topsector Chemie een kennisagenda opgesteld op het gebied van strategische autonomie voor grondstoffen, die op 21 augustus 2023 is aangeboden aan minister Adriaansens van Economische Zaken en Klimaat. Voor een circulaire economie is het vergroten van de kennis op het terugwinnen en/of raffineren van kritieke grondstoffen van groot belang. In de periode 2024 – 2027 zal onderzoek moeten plaatsvinden om de vraag te kunnen beantwoorden welke grondstoffen in Nederland concurrerend geraffineerd en gerecycled kunnen worden.

2e. Optimalisatie van processen

Efficiëntie in het gebruik van zowel primaire als secundaire grondstoffen is cruciaal om verspilling tegen te gaan. Afbeelding 3 laat zien dat ondersteuning van processen (“operating strategies”) van belang is in het werken aan circulariteit in een industriële omgeving.

Afb. 3: Strategieën voor circulariteit (bron: TNO)

	R-Strategies	O-Strategies		
Narrowing the loop:	R0 - Refuse R1 - Rethink R2 - Reduce	01 - Renewable energy use	02 - Minimize material losses	03 - Renewable feedstock
Slowing the loop:	R3 - Reuse R4 - Repair R5 - Remanufacture R6 - Refurbish R7 - Repurpose			
Closing the loop:	R8 - Recycle R9 - Recover R10 - Remine			

Procesanalyse en -monitoring zijn belangrijk om de grondstofstromen in kaart te brengen en waar nodig te optimaliseren. Ook zal digitalisering een belangrijke rol spelen in het modelleren om inzicht te krijgen in ingewikkelde processen en op een efficiënte manier (zowel qua tijd en grondstoffengebruik als investeringskosten) te kunnen optimaliseren.

Ten slotte behoeft het gebruik van CO₂ als koolstofbron voor producten de chemische industrie (CCU) nog veel onderzoek. Dit is belegd in de IKIA Energie & Klimaat en behoort daarom niet tot dit deelthema.

3.1.3 MMIP 3: Systeemtransitie en acceptatie

Voor de transitie naar een circulaire economie is meer nodig dan technologische innovatie en ontwikkeling alleen. De transitie vraagt naast technologische ook maatschappelijke innovatie.

Het MMIP Systeemtransitie en acceptatie richt zich op systeem- en sociale innovaties, zoals gedragsverandering van bedrijven en consumenten, meervoudige waardecreatie, ketenanalyse en ketensamenwerking, standaardisering en normering. Ook de daarbij horende systeemanalyse en -oplossingen en de systeemtransitie als zodanig zijn

Gedeeld eigenaarschap van consumentenartikelen

Peerby is een platform waarmee consumenten spullen, al dan niet tegen betaling, van elkaar kunnen lenen. Op die manier worden nu al veel grondstoffen en geld bespaard.

In dit project wil Peerby een stap verder gaan door een concept te ontwikkelen met gedeeld eigenaarschap en opslag en reparatie op wijkniveau. Daarbij wordt de ketensamenwerking rondom circulaire consumentengoederen ondersteund door een data-gedreven ketenmanagementplatform. Dit maakt een efficiënte beheersing van alle productroutes door de keten mogelijk waardoor (groepen van) burgers autonoom in staat zijn om het aanschaffen en uitlenen van goederen te organiseren op een manier die past bij de lokale omstandigheden.

Projectpartners: Peerby B.V., Except B.V.

onderdeel van dit MMIP. Innovatievragen bevinden zich zowel op operationeel niveau (vaak gerelateerd aan een product of keten) als op tactisch-strategisch niveau (grotere vraagstukken gerelateerd aan het systeem).

Met dit MMIP ontwikkelen we de nieuwe kennis die nodig is voor het meekrijgen van alle actoren in de transitie naar een circulaire economie en die essentieel is voor het realiseren van de transitie.

De drie deelprogramma's in dit onderdeel zijn:

- Meervoudige waardecreatie en circulaire businessmodellen
- Gedragsverandering
- Systeemanalyses en -oplossingen

3a Meervoudige waardecreatie en circulaire businessmodellen

Meervoudige waardecreatie is een strategie waarbij een organisatie zich laat leiden door waardecreatie op alle relevante beleidsterreinen. Dit betekent dat een organisatie niet uitsluitend stuurt op financieel-economische waarde, maar ook expliciet aanstuurt op de realisatie van sociaal-maatschappelijke en ecologische waarde. Dit doet een organisatie in nauwe verbinding met **stakeholders in de omgeving**. Er is de laatste jaren al veel kennis ontwikkeld over verschillende vormen van **waardecreatie en circulaire businessmodellen**. Dit zal de komende jaren ook nog nodig zijn, waarbij het accent vanuit de huidige kennis meer zal komen te liggen op valorisatie, toepassingsmethodieken en evaluatie van deze kennis. De huidige generatie circulaire businessmodellen is onvoldoende om vanuit een systeem perspectief bij te dragen aan transitie. Er moet nadrukkelijk onderzoek komen naar een nieuwe generatie businessmodellen vanuit dat perspectief, inclusief ondersteunende processen en flankerend beleid. Specifieke aandacht is nodig voor de haalbaarheid van businessmodellen gebaseerd op de hoogste circulariteitsstrategie 'refuse'; hoe haalbaar is een businessmodel als we afzien van producten?

Dat vraagt om meer onderzoek naar de betekenis van ondersteunende processen zoals digitalisering/dataficatie, kwaliteitsbewaking, voorraadbeheer, retourlogistiek, competenties, betaal- en administratiesystemen, etc. Hierbij moet aandacht zijn voor het voorkomen van rebound en lock-in effecten, zoals beschreven in hoofdstuk 5. Ook moet er aandacht zijn voor het logistieke dilemma dat het combineren van stromen welliswaar schaalvoordelen opleveren, maar tegelijkertijd de kwaliteit, samenstelling en scheidbaarheid hiervan kan beperken. Deze processen moeten

daarbij ook worden gezien vanuit een veranderkundige opgave op het niveau van individuele bedrijven, waardeketens en het economisch systeem én de maatschappij als geheel. Hierbij is onderzoek naar de transformatieve en de transitionele impact nodig. Hoe hangen businessmodellen, waardecreatie, organisatievormen en verandering met elkaar samen?

Verder kan de overheid helpen door regelgeving en/of fiscale instrumenten aan te passen, om zo de conversie van afvalstromen naar secundaire grondstoffen, grondstoffenwaardering in de boekhouding en de internationale handel in recyclelaar beter te ondersteunen. Belemmeringen zijn wel inzichtelijk, maar strategieën om veranderingen in standaarden en regelgeving mogelijk te maken, vragen nader onderzoek. Verder verdient de effectiviteit van overheidsinstrumenten op de schaalbaarheid van circulaire businessmodellen nog verder onderzoek en specifiek ook hoe dit kan doorwerken op verbreiding van 'refuse'-strategieën. Zie voor de inzet van overheden op flankerend beleid ook hoofdstuk 5.

3b. Gedragsverandering

De strategie voor de transitie naar een circulaire economie gaat om een herstructurering van waardenetwerken. Die transitie gaat gepaard met een grote variëteit aan vernieuwingen waar ondernemers, werknemers en consumenten mee moeten leren omgaan. Denk hierbij aan nieuwe product- en procesontwerpen, nieuwe businessmodellen en gedragsverandering. Participatief samenspel van burgers, bedrijven en overheid is essentieel voor het succes van de transitie. Daarom is onderzoek naar hoe bestaande dominante gewoonten, opvattingen, standaarden en wet- en regelgeving de transitie naar een circulaire economie belemmeren relevant. Ook onderzoek naar hoe deze instituties kunnen worden gewijzigd en in welke vorm zij de transitie het best aanjagen is van groot belang.

Om vertrouwen te vergroten is het nodig om zicht te krijgen op de risicofactoren: welke negatieve gevolgen kan de transitie naar een circulaire economie hebben voor bedrijven en burgers, waardoor zij wellicht afhaken? En wat kunnen we doen om die negatieve gevolgen te voorkomen? Ook gaat het om vertrouwen in de kwaliteit van circulaire (met name refurbished en remanufactured) producten en bedrijfsmiddelen. Immers, zekerheid is een belangrijke basisbehoefte voor de mens.

Er is behoefte aan een breed gedragen stelsel van producenten- en consumentenverantwoordelijkheden in de circulaire economie.

De hieraan ondersteunende gedragsverandering moet lekkage en verspilling van (kritieke) grondstoffen en contaminatie van recyclestromen beperken, waardebehoud van producten en vertrouwen in secundaire materialen stimuleren, en rebound-effecten voorkomen. Hierbij kunnen modellen voor garanties op retournering van materialen een belangrijke rol spelen, alsmede de marktstandaarden die daarvoor vereist zijn.

Bij het creëren van gedragsverandering in het waardenetwerk met o.a. producenten en consumenten bieden de **Key Enabling Methodologies (KEMs)** een waardevol handelingsperspectief. De meest relevante KEM-categorieën in het kader van gedragsverandering zijn: 'institutionele verandering en gedragsverandering' en 'visievorming, participatie en waardecreatie'.

Rond bovenstaande thema's is onderzoek en instrumentontwikkeling nodig om de noodzakelijke versnelling in de transitie mogelijk te maken.

3.c. Systeemanalyses en-oplossingen

De overgang naar een circulaire economie vraagt begrip van het totale systeem waarop deze overgang ingrijpt, op verschillende schaalniveaus (landelijk, regionaal etc.), tijd omdat diverse ontwikkelingen zich de komende decennia ook op verschillende schaalniveaus afspelen. Afhankelijk van de systeemdefinitie en uitgangspunten zijn er verschillende modellen ontwikkeld, die inzicht geven in de fasering van de transitie en handreikingen zijn voor sturing. Voor de komende periode ligt de nadruk op valorisatie van deze modellen en versnelling van de effectieve toepassingen.

Gezien het belang van kritieke grondstoffen voor het realiseren van de energietransitie is het belangrijk dat er nieuwe modelinstrumenten ontwikkeld worden voor de relatie tussen de transitie naar een circulaire economie, de energietransitie en de beschikbaarheid van grondstoffen. Breed geaccepteerde en toegankelijke standaardtools voor deze analyses zijn de komende jaren hiervoor van groot belang. Andere modelinstrumenten dienen inzicht te geven in de risico's voor de leveringszekerheid van kritieke metalen en hernieuwbare grondstoffen voor in Nederland belangrijke waardeketens en via welke circulaire strategieën deze waardeketens weer worden versterkt. Tenslotte dienen er nieuwe businessmodellen ontwikkeld te worden voor waardebehoud van materialen, producten en daarmee de beschikbaarheid van grondstoffen.

De komende decennia zal het meeste materiaal dat beschikbaar komt voor terugwinning van (kritieke) grondstoffen afkomstig zijn uit de urban mine. Juist van deze materiaalstroom is weinig bekend over de kwaliteit en kwantiteit. De samenstelling van legeringen is door de jaren heen ingrijpend veranderd. Door het opzetten van een monitoring- en evaluatiesysteem evenals een dataplatform en het ontwikkelen van (simulatie)modellen kan gedetailleerde data inzichtelijk gemaakt worden. Hiermee kunnen voorspellingen gedaan worden welke (kritieke) grondstoffen, met welke kwaliteit, in welke materiaalcombinaties en hoeveelheden, waar en wanneer op de markt komen. Zonder die kennis kan geen inschatting gemaakt worden van de benodigde capaciteit en flexibiliteit van de benodigde logistieke infrastructuur en fysieke verwerkingsinstallaties. Een gedetailleerde systeemanalyse zal ook antwoord moeten geven op de vraag of, en zo ja, van welke kritieke grondstoffen, een strategische voorraad zou moeten worden aangehouden ten behoeve van de Nederlandse maakindustrie.

Belangrijk onderdeel in de systeemtransitie is visievorming/verbeelding die meer richting kan geven aan het zoekproces. Wat zijn de maatschappelijk opgaven precies, hoe draagt circulaire economie hieraan bij en op welke manier kunnen de maatschappelijk opgaven het beste worden opgelost? Hoe kunnen we hierbij ook bijdragen aan Brede Welvaart doelstellingen en de Sustainable Development Goals? Of hoe kunnen we met circulaire economie ervoor zorgen dat we weer binnen de planetaire grenzen gaan leven? Door richting te geven aan het zoekproces, worden prioriteiten duidelijk en kunnen allerlei partijen gericht hun tijd en geld inzetten. Met systeemdenken en -analyses is het mogelijk om een vooruitziende blik te creëren en hierbij ook de betekenis en impact van mogelijke toekomstscenario's zoals Degrowth beter uiteen te zetten. Toepassing van KEMs rondom visievorming en verbeelding zijn hierbij waardevol. Daarbij dient nadrukkelijk meer aandacht te zijn voor hoe we meervoudige waardecreatie definiëren, welke impact we willen bereiken en de manier waarop we dit moeten programmeren. Hierin ligt een sterke cross-over met de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen, waar sleutelmethodologieën nadrukkelijk zijn benoemd. Samenwerking met KIA Maatschappelijk Verdienvermogen ligt voor de hand om de KEMs toepasbaar te maken voor circulaire economie (KEMs CE).

3.2 Missiegedreven portfolio-aanpak KIA CE 2024-2027

Vanuit de KIA CE hebben we als ambitie om de komende jaren een nieuwe aanpak te ontwikkelen om technologische en sociale innovaties, nodig om de 2030-doelen

uit het NPCE te realiseren, versneld door te ontwikkelen en toe te passen. De effect- en circulariteitsdoelen zoals beschreven in het NPCE voor 15 prioritaire productgroepen zijn het uitgangspunt. Voor de komende jaren eventueel nieuw toe te voegen productgroepen aan het NPCE zullen de bijbehorende 2030 effect- en circulariteitsdoelen moeten worden geformuleerd, zodat deze aanpak ook kan worden toegepast.

Belangrijk is te vermelden dat in het licht van de doelen van de CRMA, vanuit de Nationale Grondstoffen Strategie leveringszekerheidsdoelen worden ontwikkeld en toegepast op de prioritaire productgroepen binnen het NPCE, waar relevant. Dit betekent een toevoeging van effectdoel(en) en grondstoffendoelen op het gebied van raffinage.

Transitieraamwerk als basis

De basis van de missiegedreven innovatie portfolio-aanpak is het nieuwe transitieraamwerk **TransMission**. Dit raamwerk voor duurzame groeiemarkten geeft aan dat belangrijke oplossingen om maatschappelijke uitdagingen aan te pakken, via een vijftal marktfasen volwassen worden. Daarin moet een vijftal sleutelprocessen (probleemdefinitie en oplossingsrichting; kennisontwikkeling en -deling; marktformatie en ondernemerschap; mobilisatie van middelen; sectorcoördinatie en -organisatie) met bijbehorende interventies in elke fase worden ingezet door verschillende maatschappelijke partijen (overheid, bedrijfsleven, kennis- en financiële instellingen, maatschappelijke organisaties, media). Voor de KIA CE willen we het TransMission-raamwerk gebruiken door drie stappen toe te passen.

Stap 1: Selecteren en valideren van relevante innovaties

In het NPCE zijn er visies en doelen opgesteld voor de 15 prioritaire productgroepen. Hierdoor ontstaat er een basis voor het selecteren van relevante en potentieel impactvolle oplossingen. In de KIA CE richten we ons op het opschalen van de benodigde technologische en sociale innovaties voor het behalen van de 2030 doelen van de huidige 15 prioritaire productgroepen van het NPCE en nieuw toe te voegen productgroepen. Zaken zoals sectorcoördinatie en wettelijke randvoorwaarden worden in de andere onderdelen van het NPCE opgepakt.

De KIA CE zal met haar partners tussentijds een 'omgevingscan' uitvoeren. Deze update is nodig om nieuwe en combinerende innovaties niet over het hoofd te zien.

Stap 2: Programmeren van kennisvragen

Samen met het op ondernemers gerichte Versnellingshuis Nederland Circulair! en het kennisplatform over circulair ontwerpen Circonnect stellen wij een plan van aanpak op.

Stap 3: versnelde opschaling van innovaties

Naast de gealloceerde gelden in het KIC 2024-2027, zullen wij met het Versnellingshuis, de Regionale Ontwikkeling Maatschappijen en de Kopgroep Circulair Financieren zoeken naar de juiste instrumenten en privaat commitment om de vragen rondom toepassing en opschaling van innovaties op te pakken. Het kennisplatform Circonnect zal de kennis op het gebied van circulair ontwerpen die wordt opgedaan in de innovatietrajecten verwerken in haar instrumenten zodat de negen aangesloten CIRCO hubs deze kunnen toepassen.

Tabel 9: Prioritaire waardeketens en de KIA CE MMIP's

Prioritaire waardeketens en productgroepen	MMIP 1 - Ontwerpen voor circulariteit	MMIP 2 - Circulaire grondstofketens en processen	MMIP 3 - Systeemtransitie en acceptatie
Bouw			
Woningen	<ul style="list-style-type: none"> • Circulair ontwerp, mede in de context van levensduurverlenging, met specifiek focus op (energie)renovaties. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulaire productie: industrieel, modulair en met hergebruik van materialen en componenten; • Levensduurverlenging van gebouwen; • Biobased materialen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact; • Circulair inkopen op basis van true pricing; • Acceptatie van secundaire en duurzame materialen bij bouw en verbouw.
Kantoren en bedrijfshallen	<ul style="list-style-type: none"> • Circulair ontwerp, mede in de context van levensduurverlenging, met specifiek focus op (energie)renovaties. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulaire productie: industrieel, modulair en met hergebruik van materialen en componenten; • Levensduurverlenging van gebouwen; • Biobased materialen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systeemanalyse en -oplossingen voor hogere impact; • Circulair inkopen op basis van true pricing; • Acceptatie van secundaire en duurzame materialen bij bouw en verbouw; • Betere benutting lege kantoorpanden en bedrijfshallen.
Betonnen viaducten en bruggen	<ul style="list-style-type: none"> • Circulair ontwerp, mede in de context van levensduurverlenging. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulaire productie: industrieel, modulair en met hergebruik van materialen en componenten, circulair beton en nieuwe bindmiddelen; • Levensduurverlenging van infrastructuur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen.
Wegverhardingen	<ul style="list-style-type: none"> • Circulair ontwerp, mede in de context van levensduurverlenging wegverhardingen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulaire productie: industrieel, modulair en met hergebruik van materialen en componenten, biobased materialen en nieuwe bindmiddelen; • Levensduurverlenging van infrastructuur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen.

Prioritaire waardeketens en productgroepen	MMIP 1 – Ontwerpen voor circulariteit	MMIP 2 - Circulaire grondstofketens en processen	MMIP 3 - Systeemtransitie en acceptatie
Consumptiegoederen			
Elektrische en elektronische apparaten	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor hogere R-strategieën¹⁰; • Substitutie van kritieke grondstoffen en zeer zorgwekkende stoffen¹¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzameling en sortering voor hoogwaardig hergebruik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service; businessmodellen en tweedehandseconomie • Vertrouwen en samenwerken in keten voor hogere R-strategie; • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact.
(niet-kunststof) verpakkingen en wegwerpproducten	<ul style="list-style-type: none"> • Substitutie met biobased; • Reusable packaging; • Verpakking op maat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectiemethoden voor nieuwe materialen; • Nieuwe detectiemethoden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gedragsverandering om verspilling en zwerfafval te voorkomen; • Verpakkingsvrij systeem (incl. business model) (o.a. retail); • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact.
Textiel	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor hogere R-strategieën; • Substitutie met recycleert en biobased; • Eliminatie zeer zorgwekkende stoffen (coatings). 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzameling en sortering voor hoogwaardig hergebruik; • Vergaande (automatisering van) sortering en scheiding van materialen en recycling. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Vertrouwen en samenwerken in keten voor hogere R-strategie, waaronder gedragsverandering.
Meubels	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor hogere R-strategieën; • Eliminatie zeer zorgwekkende stoffen (coatings). 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzameling en sortering voor hoogwaardig hergebruik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Vertrouwen en samenwerken in keten voor hogere R-strategie, waaronder gedragsverandering; • Systeemanalyse en oplossingen voor grotere impact.

Prioritaire waardeketens en productgroepen	MMIP 1 – Ontwerpen voor circulariteit	MMIP 2 - Circulaire grondstofketens en processen	MMIP 3 - Systeemtransitie en acceptatie
Kunststoffen			
Plastic verpakkingen	<ul style="list-style-type: none"> • Reusable packaging; • Combineren aan en afvoer (b2b). 		<ul style="list-style-type: none"> • Gedragsverandering voor voorkomen zwerfafval en plastic soup; • Standaardisatie/vermindering variatie voor hogere kwaliteit recyclelaat
Plastic in de bouw (excl. verpakkingen)	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminatie zeer zorgwekkende stoffen (coatings); • Substitutie met recyclelaat en biobased. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectiemethoden scheiden en sorteren, recycling. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gedragsverandering (refuse en reduce) voor voorkomen zwerfafval; • Standaarden voor stimulering recyclebaarheid; • Stimulering bronscheiding op de bouwplaats.
Landbouwplastic ¹²	<ul style="list-style-type: none"> • Biodegradeerbaar materiaal; • Eliminatie zeer zorgwekkende stoffen (coatings). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hergebruik, inzameling, sorteren en recycling. 	
Maakindustrie			
Kapitaalgoederen	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor hogere R-strategieën, optimalisatie R-strategie per product(groep)⁹; • Substitutie van kritieke grondstoffen en zeer zorgwekkende stoffen; • Materiaal-/productpaspoorten, tracking & tracing van materialen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfijndere sorteerinstallaties voor recovery kritieke grondstoffen; • Recyclelaat geschikt maken voor gebruik in de sector; • Ontwikkeling innovatief verwerkingsproces voor ijzerhoudende residuen uit de zinkindustrie en zinkhoudende residuen uit de staalindustrie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen; • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact.
Windparken	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor refurbishment en remanufacturing – stimuleren; levensduurverlenging; • Materiaal-/productpaspoorten, tracking & tracing van materialen; • Substitutie van kritieke grondstoffen & zeer zorgwekkende stoffen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfijndere sorteerinstallaties voor recovery kritieke grondstoffen; • Recyclelaat geschikt maken voor gebruik in de sector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen; • Systeemanalyse en -oplossingen voor grotere impact.

Prioritaire waardeketens en productgroepen	MMIP 1 – Ontwerpen voor circulariteit	MMIP 2 - Circulaire grondstofketens en processen	MMIP 3 - Systeemtransitie en acceptatie
Maakindustrie			
Zon-PV-systemen			<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen.
Klimaatinstallaties	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpen voor hogere R-strategieën, optimalisatie R-strategie per product(groep); • Substitutie van kritieke grondstoffen en zeer zorgwekkende stoffen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfijndere sorteerinstallaties voor recovery kritieke grondstoffen; • Recycelaat geschikt maken voor gebruik in de sector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deeleconomie en product-as-a-service businessmodellen en tweedehandseconomie; • Acceptatie en standaardisatie van innovatieve of secundaire materialen.



4. Financiering

Onderstaande tabel toont welke budgetten via verschillende instrumenten beschikbaar zijn voor onderzoek, innovatie en opschaling van CE-oplossingen. Voor alle bedragen geldt dat deze indicatief zijn en de beste inschatting die de auteurs van deze KIA bekend is op het moment van schrijven.

Tabel 10: Beschikbare budgetten voor circulaire innovaties in de periode 2024-2027 (en daarna)

Instrument	Inhoudelijke focus	TRL	Budget (M€/jr) ¹³	Toelichting
Circulaire Plastic Hub	Ondersteuning van o.a. ketenvorming en recyclingtechnieken voor circulaire plastics ketens.	Ntb	38,1 (gem. 2024-2030)	Faciliteit nog in ontwikkeling, start in 2024.
DEI+ CE	Circulariteit gericht op CO ₂ -emissiereductie en experimentele ontwikkeling.	7-8	7,9 (gem. 2024-2030)	Max. €3M subsidie per project.
DEI+	Recycling van afval, hergebruik, biobased grondstoffen en CCU.	7-8	65 (2023)	Tussen €3M-15M subsidie per project.
Interdepartementaal Opschalings-programma Biobased Bouwen (IDOB)	Opschaling biobased bouwketens.	8-9	25 (gem. 2023-2030)	
NWA	Wetenschappelijk onderzoek, gericht op CE als maatschappelijke uitdaging.	1-3	3	Twee calls van ca. €6M in een periode van 4 jaar.
NWO KIC	Wetenschappelijk onderzoek met cofinanciering van bedrijven, geen specifieke waardeketen.	1-3	6	
Stimuleringsregeling implementatie en opschaling circulaire strategieën (SIOCS)	Focus op productgroepen Consumptiegoederen: textiel, luiers en incontinentiemateriaal; wegwerpbekers en maaltijdverpakkingen, meubilair; elektrische en elektronische apparaten.	7-8	8	Faciliteit nog in ontwikkeling, start in 2024.
Subsidieregeling circulaire ketenprojecten	Samenwerking van MKB-ondernemers in een keten.	8-9	4,5	

Instrument	Inhoudelijke focus	TRL	Budget (M€/jr) ¹³	Toelichting
TNO-programmering	Toegepast onderzoek programma Circulaire Economie, met focus op: <ul style="list-style-type: none"> • kunststoffen; • kritieke metalen; • systeemtransitie en businessmodellen. 	3-6	5,5 (2023)	Twee calls van ca. €6M in een periode van 4 jaar.
TSE Industrie-regeling en MOOI-regeling, specifiek projecten in het kader van MMIP 6 van de IKIA Energie & Klimaat	Toegepast onderzoek, met focus op: circulariteit van kunststoffen (biograndstoffen, recycling, CCU).	4-7	Varieert	De regelingen worden voor verschillende MMIP's opengesteld.
TSE-regeling ihkv KIA CE	Toegepast onderzoek, met focus op focusonderwerpen van KIA CE zelf.	4-6	2,5 (2024)	Maximaal €500k subsidie per project.
VEKI	Recycling en hergebruik van afval, CO ₂ -emissiereductie.	8-9	138 (2023)	Max. €15M subsidie per project.
Programma's in het Nationaal Groeifonds				
BioBased Circular	Realiseren van een nieuwe bedrijfstak voor kunststoffen op basis van biograndstoffen.	2-9	37,6 (gem. 2024-2032)	NGF-budget is deels voorwaardelijk, deels reservering.
Circular PlasticsNL	Sluiten van de kunststofketens: <ul style="list-style-type: none"> • Systeemtransitie; • Ontwerp voor circulariteit; • Karakteriseren, wassen en sorteren; • Recycling (mechanisch, dissolutie en (thermo) chemisch). 	3-8	27,6 (gem. 2023-2030)	NGF-budget is deels voorwaardelijk.
Groeien met Groen Staal	Circulariteit en vergaande reductie van klimaatmissies in de staalproductie.	6-9	15,5 (gem. 2024-2031)	NGF-budget is deels voorwaardelijk.
Groeiplan Watertechnologie	Het waarborgen van voldoende schoon water in Nederland, zowel voor drinkwater en natuur als voor sectoren die veel water verbruiken.	4-8	13,5 (gem. 2023-2032)	

Instrument	Inhoudelijke focus	TRL	Budget (M€/jr) ¹³	Toelichting
Material Independence & Circular Batteries	<ul style="list-style-type: none"> • Duurzame materiaalvoorzienin; • Duurzame technologie; • Circulaire batterijsystemen. 	1-8	42,3 (gem. 2024-2030)	NGF-budget is deels voorwaardelijk, deels reservering.
RE-GE-NL	Succesvolle transitie naar regeneratieve landbouw van 1.000 boerenbedrijven en 5 focusgebieden.	4-8	18,4 (gem. 2024-2030)	NGF-budget is voorwaardelijk.
SolarNL	<ul style="list-style-type: none"> • Hoog-rendements silicium heterojunctie 'HJT' cellen; • Flexibele perovskiet folies; • Zon-PV-producten op maat voor integratie in gebouwen en automotivetoepassingen. 	3-8	51,5 (gem. 2024-2031)	NGF-budget is deels voorwaardelijk.
Toekomstbestendige Leefomgeving	<ul style="list-style-type: none"> • Biobased woningbouw; • Digital twins van infrastructurele objecten voor onderhoud, vervanging en renovatie. 	4-8	20 (gem. 2024-2028)	

5. Valorisatie, marktcreatie en flankerend beleid

Vanuit de publiek-private samenwerking rond kennisontwikkeling en innovatie kan een belangrijke bijdrage geleverd worden aan de doelen van 2030 en 2050. Om met nieuwe technologische en sociale oplossingen daadwerkelijk het maatschappelijke effect van minder grondstoffengebruik te bereiken, is echter nog veel nodig. Daarom gaan we in dit hoofdstuk in op drie aspecten die niet binnen het werkterrein van KIA CE vallen, maar wel van groot belang zijn om de inzet op kennisontwikkeling en innovatie economisch en maatschappelijk maximaal te laten renderen:

1. valorisatie: het naar de markt brengen van bewezen effectieve nieuwe technische en sociale oplossingen - innovation-push;
2. marktcreatie: het creëren van vraag naar deze oplossingen bij potentiële (publieke en/of private) afnemers - demand-pull;
3. flankerend beleid dat het gedrag van bedrijven consumenten effectief beïnvloedt, waardoor zij bijdragen aan een nieuwe economie waarin minder niet-hernieuwbare primaire grondstoffen worden verbruikt - changing the rules of the game.

Tot slot gaan wij in op een aantal verbetermogelijkheden die de transitie naar een circulaire economie zullen versnellen.

5.1 Valorisatie

Valorisatie is gericht op het tot economische en maatschappelijke waarde brengen van bewezen nieuwe oplossingen. In innovatiejargon gaat het om oplossingen van TRL 6 naar TRL 9 brengen.

5.1.1 Inzet van het Rijk

De Rijksoverheid zet verschillende instrumenten in gericht op valorisatie. Voor CE ziet het landschap er als volgt uit:

- gericht op TRL 7 is er de **DEI+ CE-regeling**¹⁴, hiermee kunnen ondernemers bewezen technologieën verder brengen in een pilot- of demonstratieproject;
- voor TRL 7-8 is er de **DEI+-regeling**, waarin in het verleden soms 60% van de projecten demonstratie van een circulaire technologie betroffen;
- voor ondernemers die willen investeren in productiecapaciteit biedt InvestNL de mogelijkheid om financiering aan te vragen, waar private financiering niet mogelijk blijkt;
- ondernemers die circulaire bedrijfsmiddelen willen kopen, komen mogelijk in aanmerking voor de **Milieuinvesteringaftrek**, waarmee aanschaf van een circulair bedrijfsmiddel onder voorwaarden financieel kan worden ondersteund;

- ondernemers die vragen hebben over circulair ondernemen, willen zoeken naar nieuwe samenwerkingen of kennis over circulaire innovaties om deze te kunnen toepassen of tegen belemmeringen aanlopen, kunnen terecht bij het **Versnellingshuis Nederland Circulair!** Samenwerken in ketens wordt gefaciliteerd middels de regeling **Circulaire Ketenprojecten**, die jaarlijks wordt opengesteld, en voor grotere projecten in moonshots en ketendoorbraakprojecten;
- voor bedrijven met een nieuw businessmodel (bijvoorbeeld Product-as-a-Service) is het lastiger om financiering te krijgen. Dit is door de Rijksoverheid onderkend. Daarom worden financieringen van duurzame projecten door banken of investeringsfondsen gefaciliteerd met de Regeling groenprojecten. Ook de Kopgroep Circulair Financieren probeert hier verbetering in aan te brengen;
- ook in de programma's van het Nationaal Groeifonds wordt nadrukkelijk ingezet op valorisatie en marktcreatie.

Het Versnellingshuis Nederland Circulair! is een samenwerking van het Ministerie van IenW, VNO-NCW/MKB-Nederland, Het Groene Brein en MVO Nederland. Sinds februari 2019 helpt het Versnellingshuis de circulaire ondernemer. Het Versnellingshuis doet dat samen met een groot netwerk van andere partijen en loketten, waaronder RVO.nl.

Het Versnellingshuis helpt mkb-ondernemers de (volgende) stap te zetten in de circulaire economie door:

- te inspireren en informeren o.a. met financieringstool, kenniskaart, voorbeelden, de Week van de CE;
- te begeleiden met expertise en kennis door specifieke hulp op maat;
- te leren van belemmeringen van ondernemers in CE door jaarlijks de Rode Draden notitie te publiceren.

Daarnaast werkt Het Versnellingshuis ook aan sectorbrede transitie. De weg naar circulariteit gaat immers niet altijd over zware technische innovaties, maar ook over organisatie en samenwerking tussen de schakels in een keten. Om die reden biedt Het Versnellingshuis ondersteuning bij circulaire ketenprojecten om de kanteling naar circulariteit binnen de gehele keten mogelijk te maken. Dat doet Het Versnellingshuis in verschillende fases van ketenprojecten.

Tabel 11. Activiteiten Het Versnellingshuis

Subsidie voor ketenprojecten	Ketenregie voor grote ketenprojecten			
	Initiatiefase	Verkenningfase	Uitvoeringsfase	Competitieve fase
Circulaire projecten 1	Marktidee	Moonshots 2	Ketendoorbraakprojecten 3	Markttoetreding
Realiseren	Initiëren ambitie	Verkennen	Uitvoeren	Marktwerking
(1 tot 2 jaar)		(6 maanden - 1 jaar)	(3 tot 5 jaar)	
<p>Gericht op MKB (3 tot 6 MKB'ers, met max 1 grootbedrijf) om binnen 2 jaar met hulp van een projectleider een deel van de ketten circulair te maken.</p> <p>Ondersteuning Versnellingshuis lenW/RVO subsidie tot max 50% van de totale kosten inclusief procesbegeleider.</p>	<p>Pre-verkenning om draagvlak in de keten te genereren op de ambitie</p> <p>Resultaat Er is voldoende massa in de markt bijeengekomen die zich heeft uitgesproken voor het circulair maken van de keten.</p> <p>Het Versnellingshuis heeft hier geen actieve rol.</p>	<p>Consortium van bedrijven in een keten met ambitie vergroot het draagvlak bij ketenpartners, voert een probleemanalyse uit en destilleert oplossingsrichtigen.</p> <p>Resultaat Ambitiedocument en Plan van Aanpak inclusief financieringsplan hoe te komen tot realisatie</p> <p>Ondersteuning Versnellingshuis Ondersteuning bij vergroten draagvlak, uitvoeren probleemanalyse en opstellen Plan van Aanpak via Moonshot aanpak.</p>	<p>Gecommitteerde ketenpartners met een ondertekende ambitie voeren gezamenlijk de plannen uit om de kanteling naar een circulaire keten in z'n geheel te kunnen maken.</p> <p>Resultaat Komen tot investeringen in haalbare businesscases</p> <p>Ondersteuning Versnellingshuis Meerjarige ondersteuning door inzet van een Ketenregisseur via Ketendoorbraak projecten aanpak</p>	<p>Er is sprake van een opschaalbare businesscase die gefinancierd wordt door investeringen van marktpartijen.</p> <p>Het Versnellingshuis heeft hier geen actieve rol.</p>

1 **Circulaire projecten**

Subsidie: Van 2020 t/m 2022 zijn ruim 575 mkb'ers ondersteund met subsidie in 138 projecten. Van projecten die voedselverspilling tegengaan, kunststofrecycling tot reparatie van apparatuur. Van pure innovatie tot pure samenwerking.

2 **Moonshots**

18 projecten ondersteund in de verkenningfase. Van circulaire windmolenparken, circulaire vloerbedekking tot hoogwaardige verwerking van voedselverpakkingen.

3 **Ketendoorbraakprojecten**

Nieuwe ondersteuning per februari 2023. Het Versnellingshuis biedt nu ook in de uitvoeringsfase meerjarige ondersteuning aan projecten die een bijdrage leveren aan het Nationale Programma Circulaire Economie.

Beleid op het gebied van circulair bouwen van het ministerie van BZK

Reguleren

Om de transitie naar de circulaire bouweconomie te helpen versnellen, worden de eisen aan de milieuprestatie van gebouwen (MPG) periodiek aangescherpt, als **stimulans om meer milieuvriendelijke materialen toe te passen**¹⁵. Momenteel wordt er gewerkt aan een nieuwe aanscherping en een verbreding van de milieuprestatie gebouwen voor ook andere gebruikersfuncties (inwerkingtreding in 2025).

Stimuleren

De Rijksoverheid stimuleert de vraag naar circulaire bouwoplossingen en marktontwikkeling met o.a. het circulair Rijksinkooptraject. Daarin wordt geëxperimenteerd met uitvragen met een bepaald percentage secundair of biobased materiaal (of andere circulaire strategie). Hiermee nemen Rijksvastgoedbedrijf, Rijkswaterstaat en ProRail een voorbeeldrol voor inkoop en aanbesteding. Ook via de inzet van buyer groups waarin partijen gezamenlijk werken aan een gedeelde marktvisie en -strategie en uiteindelijk een concrete aanbesteding. Onder meer op het terrein van circulaire bouwmaterialen, biobased bouwmaterialen en houtbouw wordt circulair bouwen zo gestimuleerd.

Daarnaast wordt gewerkt aan het stimuleren van isolatie met een lage milieu-impact in de subsidieregelingen ISDE (Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing), SVOH (de Subsidie verduurzaming en onderhoud huurwoningen) en SVVE (de Subsidieregeling verduurzaming verenigingen van eigenaars). Tot slot is gestart met de uitvoering van een programma voor de ontwikkeling en mogelijke invoering van de normering en flankerend beleid voor circulair slopen en hoogwaardig hergebruik.

Samenwerken

Naast normeren en stimuleren werkt BZK ook samen, onder andere in het **Lenteakkoord 2.0 circulair industrieel bouwen**, de City Deal Circulair, Conceptueel Bouwen en in het Programma MOOI Nederland, met LNV en boeren als partners. Daarnaast zijn er in de **Woondeals** afspraken gemaakt op het gebied van duurzaamheid op vrijwillige basis van markt en lokale overheid, als voorloper op voorgenomen toekomstige wetgeving.

Recentelijk is de DigiDeal circulaire marktplaatsen gestart, begeleid door DigiGO. Dit traject dient tevens een eerste stap in de richting van een datastrategie voor de circulaire bouw. Vanuit het NWA-onderzoeksprogramma '**Transitie naar een circulaire en emissievrije bouw**' worden handelingsperspectieven ontwikkeld die bijdragen aan de transitie van de bouwsector (waarbij een focus is op renovatieprojecten).

Tot slot is BZK met de sector in overleg voor een bouwmaterialenakkoord, om afspraken te maken met de bouwmaterialenindustrie over emissie- en grondstoffenreductie in de ketens en hoe het Rijk kan ondersteunen in het helpen versnellen van de verduurzaming van de ketens.

Kamerbrief Beleidsagenda normeren en stimuleren circulair bouwen

Voor specifieke waardeketens levert de overheid ondersteuning via het Interdepartementaal Opschalings-programma Biobased Bouwen en de nieuwe Stimuleringsregeling ontwikkeling en opschaling circulaire strategieën (voornamelijk gericht op consumptiegoederen).

Het platform circulair design, dat opereert onder de naam “Circonnect”, richt zich op het beschikbaar maken van concreet toepasbare kennisinstrumenten op het gebied van circulair ontwerp voor (MKB-) bedrijven en ontwerpers. In dit stadium van de circulaire transitie waarin de meeste bedrijven zelf de kracht van circulaire innovatie nog niet volledig zien en ze er in zeer beperkte mate door drang en dwang toe aangezet worden, is het zaak hen met circulaire ontwerp instrumenten actief te verleiden om en te faciliteren bij de stappen in de circulaire reis om van de huidige manier van lineair ondernemen naar circulair ondernemen te komen.

Sinds 2022 is Circonnect actief als multi-stakeholder platform met kennis- en toepassingspartners. Kennispartners zijn onderzoeks- en onderwijsinstellingen die circulaire ontwerp kennis ontwikkelen. Toepassingspartners zijn regionale innovatie Hubs en branche- en beroepsverenigingen die bedrijven en professionals vanuit hun (publieke) taak faciliteren bij circulaire innovatie met onder andere ontwerpinstrumenten. Het kernproces van Circonnect is er op gericht om reeds bij kennisinstelling beschikbare circulaire ontwerp kennis in een gecoördineerde samenwerking tussen deze partners toepasbaar, distributeerbaar en communiceerbaar te maken voor (MKB-) bedrijven en ontwerpers. Om deze instrumenten vervolgens via het netwerk van toepassingspartners actief en gericht aan te bieden en in te zetten. Met deze samenwerking wordt reeds ontwikkelde kennis gevaloriseerd ten behoeve van de maatschappelijk relevante circulaire transitie. De toepassingspartners die zorgdragen voor de disseminatie verhogen met het verrijkte en verbeterde aanbod van ontwerpinstrumenten de circulaire impact van de bedrijven en ontwerpers die zij faciliteren.

De samenwerking tussen KIA CE en Circonnect wordt in de komende periode steeds verder vorm gegeven. Drie opties voor samenwerking worden hierbij verkend. Toepassingspartners identificeren kennislacunes bij het ondersteunen van bedrijven op basis waarvan de behoefte aan nieuwe ontwerp kennis in beeld wordt gebracht. De eerste optie is om met de kennisinstellingen te kijken of een geïdentificeerde behoefte kan worden ingevuld met in de KIA CE ontwikkelde kennis. Indien de benodigde kennis niet beschikbaar is, volgt de tweede optie waarin de geconstateerde kennisvraag binnen de KIA CE geagendeerd kan worden. De derde optie is om samen te werken om de circulair ontwerp kennis die via de KIA CE beschikbaar komt met behulp van Circonnect distributeerbaar en communiceerbaar voor (MKB-)bedrijven te maken en actief via het netwerk van toepassingspartners aan te bieden.

In de periode 2024-2027 onderzoeken we welke mogelijkheden er zijn om concrete afspraken te maken met het Versnellingshuis Nederland Circulair! en Circonnect over:

- het verspreiden van kennis over nieuwe circulaire technologieën en businessmodellen;
- het begeleiden van ondernemers die deze innovaties willen toepassen, bijvoorbeeld bij het vinden van partners of financiering;
- het clusteren van gelijksoortige innovaties, om kennisdeling te bevorderen.

5.1.2 Regionale samenwerking

Circulaire economie is een landelijke opgave, maar de realisatie van de innovatie en de sluiting van de ketens vindt plaats op regionaal niveau. Inzameling vindt op lokaal niveau plaats en de eerste stappen in de verdere verwerking zijn meestal regionaal georganiseerd (denk aan bouw), maar hebben landelijke leereffecten nodig om richting opschaling te komen. In sommige verwerkingsketens vindt verzameling/ aggregatie en verwerking van bepaalde fracties meer centraal (landelijk of zelfs Europees) plaats maar is regionale verankering (locatie, vergunningen, ketenpartners) nodig om tot opschaling te komen. Denk hierbij aan meer specialistische scheidings- en verwerkingstechnologieën. Of omdat vanuit “economies of scale” een technologie alleen economisch rendeert bij verwerking van grote hoeveelheden (denk aan thermochemische recycling). Daarom is er juist bij circulaire innovaties en bij de gewenste versnelling en valorisatie behoefte aan samenwerking en coördinatie op regionaal niveau. De regionale overheden (gemeenten, provincies en de waterschappen) en hun koepelorganisaties (VNG, IPO, UvW) hebben hierin een belangrijke rol. Daarnaast is het landelijk dekkende netwerk van regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROMs) belangrijk, onder andere bij:

- Innoveren: stimuleren van innovatie in het regionale MKB en het versterken van het ecosysteem door het aanjagen van samenwerkingsverbanden tussen partijen zoals ondernemers, kennisinstellingen en overheden;
- Investeren: investeren in innovatieve en snelgroeiende bedrijven vanuit eigen fondsen en fondsen in beheer;
- Internationaliseren: aantrekken (acquisitie) en behouden van buitenlandse bedrijven naar en in de regio. Daarnaast ondersteuning van bedrijven bij ‘internationalisering’ en exportambities op het vlak van circulaire technologie.

Naast de ROMs kunnen ook de regionale clusters, regioversnellers, het Versnellingshuis Nederland Circulair! en zijn regionale partners, VNO-NCW en CIRCO-hubs betrokken worden.

Vanuit het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) worden projecten gefinancierd die de economie versterken en bijdragen aan een slimmer en groener Europa. Voor Nederland is er voor de periode 2021-2027 506 miljoen euro beschikbaar, verdeeld over vier landsdelen. Circulaire Economie heeft in alle Nederlandse landsdelen een plek gekregen binnen de regionale prioriteiten:

- In Noord-Nederland (Drenthe, Friesland, Groningen) is circulaire economie als een van de vier transities binnen de Regionale Innovatie Strategie (RIS) benoemd. Voor Noord-Nederland is 108 miljoen euro aan EFRO-subsidie beschikbaar. Hiervan is zo'n 10 à 15 miljoen direct verbonden aan interventies voor specifieke doelstellingen voor de circulaire economie, naast een substantieel indirect deel meer gericht op bijvoorbeeld de energietransitie en digitalisering die ook betrekking kunnen hebben op circulaire economie.
- In Zuid-Nederland (Limburg, Noord-Brabant en Zeeland) is circulaire economie als een van de vijf transities binnen de RIS benoemd (onder de noemer "grondstoffentransitie"). Voor Zuid-Nederland is 105 miljoen euro aan EFRO-subsidie beschikbaar. Hiervan is ca. 65% gereserveerd voor de Beleidsdoelstelling 1 "een slimmer Europa" waar de grondstoffentransitie - evenals drie andere transities - onder valt. Het exacte bedrag wordt per jaar gepubliceerd. Voor het najaar van 2023 bedraagt dit 7,3 miljoen euro specifiek voor de Grondstoffentransitie. Voor 2024 zijn de openstellingen nog niet bekend.
- In Oost-Nederland (Gelderland en Overijssel) is circulaire economie duidelijk benoemd, maar opgenomen in verschillende deelprogramma's over thema's als clean tech, energietransitie en grondstoffen. Daardoor is het niet mogelijk hier een eenduidig bedrag aan te wijzen.
- In West Nederland is circulaire economie als één van de speerpunten binnen de Regionale Innovatie Strategie (RIS) benoemd en komt op basis daarvan ook terug in het EFRO-programma West Nederland. Voor West Nederland is €237 miljoen aan EFRO-subsidie beschikbaar. Hiervan is zo'n €17,5 miljoen direct verbonden aan interventies voor specifieke doelstellingen voor de circulaire economie. Een substantieel indirect deel wordt ingezet op innovaties die ook betrekking kunnen hebben op de circulaire economie. Er zijn in 2022 en 2023 al een aantal openstellingen geweest voor de circulaire economie. Inmiddels zijn er al tientallen projecten beschikt en gestart, gericht op de circulaire economie met een nadruk op circulaire chemie. Daarnaast is circulair een belangrijk thema in de JTF-programma's, er is €58 miljoen beschikbaar in IJmond en €58 miljoen in Rijnmond, hiervan zal naar schatting 25% benut worden voor de circulaire economie.

5.2 Marktcreatie

Als het gaat om het creëren van vraag naar nieuwe circulaire oplossingen, verschilt per waardeketen en productgroep wie de potentiële afnemers zijn. Het ligt voor de hand dat overheden meer geld uitgeven aan bijvoorbeeld infrastructuur en kantoren dan consumenten, en dat bedrijven eerder de launching customer zijn voor circulair ontworpen kunststoffen of machines. Consumptiegoederen worden voornamelijk door consumenten gekocht, al zijn er natuurlijk uitzonderingen, bijvoorbeeld als het gaat om bedrijfskleding of ICT-hulpmiddelen voor zakelijk gebruik.

Vanwege het hoge aantal potentiële afnemers van innovatieve circulaire producten en diensten is het ondoenlijk om een overzicht te geven van alle inzet die gericht is op marktcreatie. Wel kunnen we inzoomen op de overheid en aangeven wat deze groep organisaties doet om haar rol als launching customer voor circulaire oplossingen in te vullen. Jaarlijks geven Nederlandse overheden samen voor ruim € 85 miljard uit aan producten, werken en diensten (**Het MVOI is een initiatief van de staatssecretaris van IenW**). Het merendeel daarvan betreft werken, zoals (onderhoud aan en vervanging van) infrastructuur en kantoorgebouwen.

De volgende programma's lopen om overheden te helpen launching customer te worden voor (onder andere) innovatieve circulaire oplossingen:

- Op 24 november 2022 is het Manifest Maatschappelijk Verantwoord Opdrachtgeven en Inkopen ondertekend door ruim 70 bestuurders die zo'n **90 verschillende (semi) overheidsorganisaties vertegenwoordigen**¹⁶. De zes thema's van het MVOI zijn: **milieu en biodiversiteit, klimaat, circulair (inclusief biobased), Internationale Sociale Voorwaarden (ISV ofwel ketenverantwoordelijkheid), diversiteit en inclusie en social return**. Aan deze thema's wordt gewerkt langs 4 hoofdlijnen:
 - brede borging van maatschappelijk verantwoord inkopen in de organisatie;
 - strategische inzet op sectoren;
 - minder vrijblijvendheid;
 - **integrale aanpak van maatschappelijk verantwoord inkopen (pagina 59)**.
- Binnen de overheid bestaat PIANOo, het Expertisecentrum Aanbesteden van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. PIANOo heeft als taak het inkopen en aanbesteden bij overheden te professionaliseren en faciliteert onder andere het delen van kennis tussen overheden over hoe duurzaam in te kopen, bijvoorbeeld door inkopers samen te brengen in zogenaamde buyer groups.

Een voorbeeld van kennis die gedeeld wordt, is de **Roadmap Circulair Inkopen en Opdrachtgeverschap die is opgesteld door de Metropoolregio Amsterdam**. Een ander voorbeeld is de website <https://ikwilcirculairinkopen.nl>.

- Sinds 2020 werken het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat en ProRail samen aan het programma Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur. De focus ligt daarbij op de objecten met de meeste klimaatimpact:
 - wegverharding;
 - kunstwerken (bruggen, sluizen, spooronderdoorgangen, tunnels, duikers, damwanden en wegmeubilair);
 - spoor;
 - kustlijnverzorging en vaargeulonderhoud;
 - **weg-, dijk- en spoormaterieel**.

Naast de overheid zien we ook voorbeelden waarin bedrijven zich als groep committeren om via hun inkoop bij te dragen aan meer circulariteit. Dit is bijvoorbeeld te zien door de ondertekening van het Plastic Pact (dat zowel in Nederland als in EU-verband is gesloten) door bedrijven die op grote schaal plastic verpakkingen afnemen (in de voedings- en drankensector en de retail). **Zie ook de lijst van deelnemers aan het Nederlandse Plastic Pact.**

Ten slotte werkt de overheid ook aan het informeren, en ondersteunen en activeren van consumenten om zich circulair(der) te gedragen. De gedragsstrategie **Burgers en Circulaire Economie** is hiervoor de leidraad. De kern van de strategie richt zich op het anders inrichten van de omgeving zodat circulair gedrag makkelijk, logisch en eerlijk wordt. En daarnaast is het benutten van drijfveren en het wegnemen van obstakels door aanvullende maatregelen specifiek per doelgroep, doelgedrag en product van belang. Een recent voorbeeld is de klimaatcampagne **Zet ook de knop om**, waarin ook circulair gedrag aan bod komt.

Enkele voorbeelden van regionale CE initiatieven:

Circulair Friesland	Regio Foodvalley Circulair	De Groene Metropool Regio Arnhem Nijmegen
<p>Friesland wil in 2025 één van de meest circulaire regio's van Europa te zijn en is daarin hard op weg. De Vereniging Circulair Friesland organiseert de samenwerking in de regio Friesland. Ze heeft met ruim 150 leden vanuit het Friese bedrijfsleven, overheden, kennis- en onderwijsinstellingen, en maatschappelijke organisaties een enorm bereik om de circulaire economie te versnellen.</p> <p>Er wordt onder andere gewerkt aan circulair inkopen, circulair ondernemen, leren & onderwijs, en ketens & projecten. Daarbij met specifieke programma's over bouw, water, plastics, energie, gastvrijheid/toerisme, onderwijs, etc.</p> <p>Door samenwerking en bundeling van programma's en projecten worden er jaarlijks vele miljoenen geïnvesteerd in de circulaire economie.</p>	<p>In Regio Foodvalley werken ondernemers, onderwijs- en kennisinstellingen en overheden samen aan een gezonde en duurzame regio. Regio Foodvalley is een regionale netwerkorganisatie met gemeenten, provincies, onderwijs- en kennisinstellingen en ondernemers. De regio profileert zich als de topregio op het gebied van agrifood.</p> <p>Innovatie, clustervorming en circulaire economie – is één van de strategische thema's. Circulaire voorbeeldprojecten zijn: Living Lab Regio Foodvalley Circulair, werkplaats circulaire voedselketens, Meetbaarheid voor ondernemers, etc.</p> <p>Jaarlijks is er ca. €220.000 beschikbaar voor het thema innovatie, clustervorming en circulaire economie vanuit Regio Foodvalley.</p>	<p>De Groene Metropoolregio Arnhem-Nijmegen wil toonaangevend worden in circulair denken en duurzaam handelen, in Nederland én Europa. Die ambitie vraagt om inzet van bedrijven, inwoners, maatschappelijke organisaties, de gemeenten en vele andere overheidsorganisaties.</p> <p>De regionale circulaire agenda bestaat uit vier speerpunten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Circulaire bouw en infrastructuur 2. Grondstoffen en ketens 3. Water en klimaatadaptatie 4. Transitie naar duurzame energie <p>Jaarlijks is er tot 2026 zo'n €700.000 beschikbaar voor uitvoering van het programma.</p>

5.3 Gedragsbeïnvloeding met flankerend beleid

Bij deze derde categorie maatregelen gaat het om het veranderen van de economische spelregels waardoor bedrijven en consumenten in hun gedrag worden beïnvloed. Ook hier zijn veel voorbeelden van te noemen. Wij beperken ons tot belangrijke ontwikkelingen op het gebied van wet- en regelgeving, aangezien die het meest concreet en effectief zullen zijn om bedrijven het vertrouwen te geven te investeren in nieuwe oplossingen. Wetten en regels kunnen zowel bindende normen voorschrijven als bepaalde handelingen beprezen of juist financieel ondersteunen. Hiermee verandert voor bedrijven de ruimte waarbinnen zij mogen opereren, en waarbinnen dat economische rendabel blijft. Het gewenste circulaire gedrag wordt hierdoor logischer en eerlijker.

Naast wetten en regels, bestaat het beleid uiteraard uit veel meer, zoals onderwijs en training op het gebied van circulaire kennis en vaardigheden of voorlichting over de gevolgen van duurzaam en niet-duurzaam gedrag. Deze hebben echter een kleiner of indirecter effect op het tot opschaling komen van innovaties.

Het bestaande beleid kan op hoofdlijnen worden gecategoriseerd naar:

- producteisen;
- uitgebreide producentenverantwoordelijkheid;
- regelgeving over afval.

5.3.1 Producteisen

Producteisen worden vooral gesteld in EU-regelgeving. In het kader van het beleid om een circulaire economie te realiseren binnen de EU (zie 2.1) worden onder andere gewerkt aan beleid dat een minimumaandeel recycleert of biobased content in producten vereist.

Enkele voorbeelden:

- In 2019 is de **Single-Use Plastics-richtlijn** aangenomen door de Raad van Ministers en het Europees Parlement. De richtlijn stelt doelen voor het verminderen van de vraag en productie van kunststoffen voor eenmalig gebruik. Inmiddels is de richtlijn in 2022 in Nederland geïmplementeerd.
- Met de Batterijenverordening wil de Europese Commissie “geharmoniseerde producteisen voor batterijen realiseren, een goed functionerende markt voor secundaire grondstoffen opzetten en negatieve milieueffecten in de productie,

gebruiks- en einde-levensfasen van batterijen reduceren”. Onderdeel van de verordening is ook het verplichten van een **batterijenpaspoort**, waarin gegevens over samenstelling van de batterijen worden vastgelegd.

- In 2022 heeft de Europese Commissie een voorstel gedaan voor een herziene bouwproductenverordening. Als de verordening door de lidstaten en het parlement wordt aangenomen, kunnen eisen worden vastgesteld over **“de fundamentele werkvereisten en -modaliteiten voor vaststelling van de essentiële kenmerken (gebaseerd op prestaties, bv. gerecycleerde inhoud) van bouwproducten, pagina 14”**.
- Als onderdeel van het Europese Greendeal pakket is de Europese Unie in 2023 naar buiten gekomen met een richtlijn ter bevordering van de reparatie van door consumenten gekochte goederen voorgesteld, beter bekend als “Right to Repair”. Het voorstel behelst een reparatieverplichting voor producenten binnen de garantietermijn, een reparatierecht voor consumenten na garantietermijn en een productenverplichting om de consument hierop te informeren en deze binnen de Europese kwaliteitseisen uit te voeren.

Dergelijke eisen zullen de komende jaren naar verwachting aan meer productgroepen worden gesteld.

5.3.2 Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid

Het Planbureau voor de Leefomgeving en het Centraal Planbureau definieerden **uitgebreide productenverantwoordelijkheid (UPV, pagina 7)** in 2021 als volgt:

“UPV is een beleidsbenadering waarin de verantwoordelijkheid van producenten wordt uitgebreid tot na het einde van de levensduur van een product. Het omvat een divers palet aan beleidsinstrumenten met als doel producenten verantwoordelijk te maken – in financiële, en soms ook in organisatorische zin – voor de inzameling, sortering en verwerking van afgedankte producten. Het overdragen van verantwoordelijkheid gebeurt om een verhoogde inzameling en meer circulaire afvalverwerking mogelijk te maken.

(...)

UPV is een veelgebruikt onderdeel van het transitiebeleid naar een circulaire economie, zowel in Nederland als in de rest van de EU. In de gehele Europese Unie zijn UPV-systemen geïmplementeerd op het gebied van batterijen, autowrakken, elektrische en elektronische apparatuur, en verpakkingen. In Nederland geldt er ook UPV voor autobanden, papier en karton en vlakglas. Nieuw UPV-beleid in Nederland is in de maak voor andere productgroepen, waaronder matrassen, textiel, en sommige vormen van wegwerpplastic.”

Nota bene: de UPV's voor matrassen, textiel en wegwerpplastic zijn inmiddels van kracht. Een actueel overzicht van alle UPV's in Nederland is te vinden op <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/afvalregelgeving/producentenverantwoordelijkheid>.

5.3.3 Van afval naar secundaire grondstoffen

Het beschikbare instrumentarium van de Rijksoverheid is ondersteunend om bijvoorbeeld de conversie van afvalstromen naar secundaire grondstoffen, grondstoffenwaardering in de boekhouding of de ontwikkeling van businessmodellen voor internationale handel van recycleert te realiseren. Op tal van onderdelen van de circulaire economie wordt het beschikbare instrumentarium al ingezet en waar nodig aangepast. Voorbeelden zijn het tot stand brengen van een CE-wet, het omzetten van het Landelijk Afvalbeheerplan naar het Circulair Materialenplan, de inrichting van het Kennisplatform 'Afval of niet', de inzet van Nederland op het terrein van relevante Europese wetgeving en publiekscampagnes/informatie gericht op een goede afvalinzameling en -verwerking. Dit instrumentarium heeft een dynamisch karakter en kan indien nodig op bijvoorbeeld voortschrijdende politieke en (uitvoerings-)technische inzichten worden aangepast.

5.4 Verbetermogelijkheden voor het flankerend beleid

Hieronder signaleren wij enkele verbetermogelijkheden voor het flankerend beleid die kunnen helpen om innovaties sneller op te schalen en commercieel te implementeren.

5.4.1 Beprijzing

Een belangrijke ontbrekende schakel in het flankerend beleid om circulaire innovaties snel te laten opschalen, is het beprijzen van niet-circulaire praktijken. Er is veel wetenschappelijke en maatschappelijke aandacht voor het fenomeen true pricing, waarbij door het beprijzen van bijvoorbeeld het gebruik van fossiele grondstoffen de prijzen in de productieketen en uiteindelijk voor de consument worden verhoogd. Hiermee worden de zogenaamde negatieve externe effecten op geld gewaardeerd en worden circulaire producten relatief goedkoper. Onder andere het Planbureau voor de Leefomgeving heeft geadviseerd om beprijzingsmaatregelen in te voeren. Ook in de Brede Maatschappelijke Heroverweging **Naar een economie zonder afval (2020)** is deze optie expliciet opgenomen.

Als voorbeeld kan de door de beweging **ExTax** gepropageerde belastingverschuiving van arbeid naar grondstoffen bijdragen aan langduriger gebruik van producten en het rendabel maken van (inzameling van defecte producten voor) reparatie, hergebruik en recycling.

5.4.2 Training voor ondernemers

De inzet op technologieontwikkeling van TRL 6 naar TRL 9 die is beschreven in 5.1.2 kan het beste hand in hand gaan met het verder brengen van de ondernemer en onderneming zelf voor wat betreft het benaderen van de markt en potentiële investeerders. Circulaire ondernemers hebben vaak een blinde vlek als zij vanuit een zeker idealisme te werk gaan, maar bij het vinden van partners voor hun groeiplannen worden geconfronteerd met primair commerciële en financiële afwegingen. Dit aspect is nog maar beperkt belegd in het flankerend beleid.

5.4.3 Coherent beleid rondom afvalstromen in de EU

Onduidelijkheid in de uitvoeringspraktijk over de beoordeling of iets afval is of niet en de bijbehorende einde-afvalstatus zou mogelijk kunnen leiden tot koudwatervrees bij bedrijven als het aankomt op innovaties. De Rijksoverheid spant zich dan ook in om die onduidelijkheid weg te nemen en streeft daarbij naar een goede samenwerking/overleg met bedrijven en bevoegde gezagen. Hierdoor kunnen bedrijven zich beter op mogelijkheden richten bij het recyclen van materialen en de bijbehorende vereisten voor het beschermen van mens en milieu.

Er zijn verschillende instrumenten om producenten en bevoegde gezagen te ondersteunen bij de vraag of een bepaald materiaal de afvalstatus heeft of niet. Zo is er onder andere een **helpdesk bij Rijkswaterstaat**, is er uitgebreide schriftelijke uitleg over belangrijke begrippen en organiseert Rijkswaterstaat informatiebijeenkomsten voor bevoegd gezag over dit thema. Bovendien is er de **Leidraad Afvalstof of Product**, die ondersteuning biedt in de beoordeling of een materiaal een afvalstof is of een niet-afvalstof. Deze wordt regelmatig herzien, om aan te sluiten bij actuele vragen en ontwikkelingen. Ook stelt het Rijk nationale einde-afvalcriteria op en handreikingen waarin uitleg over de afvalwet- en regelgeving wordt gegeven voor bepaalde materialen. Denk bijvoorbeeld aan cellulose uit afvalwater.

Daarnaast wordt er onder leiding van ODNL gewerkt aan het oprichten van een Kennisplatform "Afval of niet". Dit platform is naar verwachting in 2024 operationeel. In het platform kunnen omgevingsdiensten overleggen over de afvalstatus van materialen in concrete gevallen en ze kunnen elkaars oordelen op vrijwillige basis overnemen. Dit om meer uniformiteit te krijgen in de oordelen en om het beoordelingsproces in het geval van meerdere bevoegde gezagen te versnellen. Tevens zal er een procedurebeschrijving komen die duidelijkheid verschaft over de verschillende stappen, rollen en verantwoordelijkheden ten aanzien van de beoordeling.

Naast inzet op nationaal niveau zijn voor bepaalde materialen ook Europese einde-afvalcriteria zijn opgesteld, te weten ijzer-, staal- en aluminiumschroot, kringloopglas en koperschroot. Ook werkt de Europese Commissie op dit moment aan einde-afvalcriteria voor textiel en plastic. Daarnaast is de digitalisering van de kennisgevingsprocedure bij internationaal transport een onderdeel van de lopende herziening van de Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen (EVOA). Deze digitalisering vergemakkelijkt en versnelt het indienen en afhandelen van EVOA-aanvragen en -meldingen, het uitwisselen van informatie tussen EU-lidstaten en het opstellen van verplichte internationale rapportages. Door de digitalisering beschikken lidstaten over dezelfde informatie, ook daar waar het gaat om de einde-afvalbeoordeling van andere lidstaten.

Daarnaast zijn geharmoniseerde einde-afvalcriteria van groot belang. In een communicatie noemde de Europese Commissie de EU-regels over einde afval als een van de vier kritieke kwesties waarop de wetgeving inzake chemicaliën, producten en afval samenwerkt en hoe deze de ontwikkeling van de circulaire economie belemmeren. Het gemeenschappelijk centrum voor onderzoek (JRC) heeft als start een **lijst gepubliceerd met prioriteitsstromen** waarvoor op EU-niveau einde-afvalcriteria voor moeten worden opgesteld.

5.4.4 Herijking staatssteunregels

De komende jaren worden specifieke instrumenten ingezet om circulaire en andere duurzame oplossingen op te schalen tot commerciële toepassing, zoals genoemd in 5.1. In het NPCE (pag. 128) worden de beperkingen van de instrumenten en het voornemen de mogelijkheden te vergroten beschreven. Belangrijk is dat onderzocht wordt of er financieringsmogelijkheden geboden kunnen worden voor sociale en systeeminnovaties zoals genoemd in 3.1.3 bij de beschrijving van MMIP 3. De staatssteunregels, waaronder met name de Algemene groepsvrijstellingsverordening (AGVV), beperken de mogelijkheden nu sterk voor de TRLs 4 t/m 9. Weliswaar is er met de recente herijking van de AGVV op bepaalde punten meer ruimte gekomen voor technologische innovatie die breder is dan alleen het nuttig toepassen van een afvalstroom, maar deze ruimte is er nog niet voor niet-technologische innovaties. Ook is de ruimte voor grootschalige toepassingen van biobased materialen juist verder beperkt.

Bijlagen



Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
1	Welke aspecten moeten worden meegenomen in een breed-gedragen en uniforme methode om de mate van circulariteit van een ontwerp te bepalen?	1A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
2	Welke ontwerpprincipes kunnen we herleiden voor circulair ontwerpen die leiden tot verminderd gebruik van schaarse materialen, een betere reparatiebaarheid van producten en een verlenging van de levensduur?	1A						x	x	x	x					x			x	x
3	In hoeverre is het mogelijk en zinvol een methode die de circulariteit van een ontwerp bepaalt integraal in verband te brengen met aspecten van veiligheid (Safe-by-Design) en de Sustainable Development Goals.	1A	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x
4	Is het mogelijk de functie van het product centraler te stellen en het product te zien en in te zetten als een dienst, ook wel servitization genoemd? Welke product-dienstcombinaties lenen zich hiervoor en hoe bereiken we deze transitie in de achterliggende ketens?	1A						x								x		x	x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
5	Waar moeten modellen aan voldoen om veroudering en levensduur te voorspellen van nieuwe generatie circulaire materialen? Hoe kan de informatie vanuit sensing/inspecties optimaal worden ingezet?	1A	x	x	x	x	x	x	x							x			x	x
6	In hoeverre zijn de bestaande methodieken als EPG, MPG en MKI -en de combinatie ervan- in staat inzicht te geven in de circulariteit van gebouwen? En, als het daar nog aan ontbreekt, wat dient te gebeuren in de aanpassing / uitbreiding van de methodieken om circulariteit inzichtelijk te maken?	1A	x	x	x	x	x													
7	Hoe zien modellen eruit die inzicht geven in de relaties tussen structuur en eigenschap en tussen structuur en prestatie van (chemische) bouwstenen van circulaire materialen en producten?	1A	x	x	x	x	x											x		
8	Hoe kan circulariteit meegenomen worden in designmodellen (recyclaat kwaliteit, meerder cycli, ...)	1A						x	x	x	x	x	x	x	x					

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
9	Hoe kom je tot een product design vanuit het belang van de hele keten en circulariteit?	1A														X	X	X	X	X
10	Voor welke schaarse materialen kunnen alternatieven gebaseerd op overvloedige materialen worden aangereikt? Kan hiervoor een vervangingstabel worden samengesteld?	1B							X	X						X				
11	In welke producten/toepassingsgebieden kunnen biobased grondstoffen als waardige (gelijk of hoogwaardiger) vervanger dienen van fossiele grondstoffen?	1B	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Hoe verhoudt de milieubelasting van composieten zich tot andere bouwmaterialen gemeten over meerdere levenscycli?	1B												X						
13	Wat is de mogelijke rol van 3D printing in de circulaire economie? Welke circulaire grondstoffen zijn geschikt voor 3D-printmethoden?	1B								X	X						X		X	

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
14	Hoe kunnen we ZZS karakteriseren. Hoe kunnen we ZZS vervangen en safe by design toepassen met behoud van functionaliteit?	1B										X	X	X	X	X		X		X
15	Hoe kunnen we de vorming van microplastics voorkomen /micoplastics mitigeren a.d.h.v. (door) ontwikkeling van kunststoffen?	1B										X	X	X	X		X			X
16	Hoe kunnen we microplastics karakteriseren en wat zijn de effecten risico's van microplastics (voor de volksgezondheid en biodiversiteit)?	1B										X	X	X	X		X	X		X
17	Hoe kunnen we verontreinigen van materialen voorkomen/verwijderen ten behoeve van reuse en recycling?	1B										X	X	X	X	X	X		X	X
18	Welke stoffen zijn in omloop die bij circulariteit een risico vormen in Nederland? Wat is de dynamiek van die stoffen in recycling en voor welke stoffen moet een alternatief gevonden worden?	1B						X	X			X	X	X	X	X	X		X	X

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
19	Welke handvatten, bijvoorbeeld stoffen- en materiaalkennis, methoden, tools en risk assessment data, zijn nodig of wenselijk om Safe-by-Design te kunnen toepassen?	1B						x												
20	Welke veilige circulaire alternatieven zijn beschikbaar en kunnen ontworpen worden voor materialen met de volgende eigenschappen: afstoting van water, vet en vuil, brandveiligheid, flexibiliteit, conservering, bescherming van oppervlakten, adhesie (bv. Harsen), lage dichtheid (bv. schuimen)?	1B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
21	Wat is een effectieve methode om te voorkomen dat zeer zorgwekkende stoffen (bijlage) in de afvalstromen aanwezig zijn?	1B						x								x	x	x	x	x
22	Wat zijn de effecten van microplastics en plastic soep voor de volksgezondheid?	1B										x	x				x	x		x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
23	Hoe krijgen we in 2030 alle kunststofverpakkingen recyclebaar, herbruikbaar of composteerbaar?	1B										x	x				x			
24	Welke verontreinigingen komen voor tijdens het gebruik van verpakkingen voor levensmiddelen? Hoe kunnen deze effectief worden vermeden of weggehaald door reinigingstechnieken, om veilig hergebruik mogelijk te maken?	1B											x				x			
25	Hoe krijgen we alle ZZS stoffen uit de consumptiegoederen?	1B														x	x	x	x	x
26	Welke ZZS stoffen worden gebruikt en welke alternatieven zijn hiervoor beschikbaar?	1B														x	x	x	x	x
27	Hoe kunnen we volledig biodegradeerbare materialen ontwikkelen?	1B											x	x	x		x	x		
28	Hoe kunnen we product design ontwikkelen op basis van maximale recyclebaarheid van materialen?	1B						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszalen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
29	Hoe kunnen we product redesign toepassen voor zwerfafvalgevoelige producten?	1B											X		X		X			
30	Kunnen we toe naar meerlaags monomaterialen ter vervanging van de multimaterialen?	1B											X				X			
31	Welke mogelijkheden bieden meerlaags monomateriaal opties, bijvoorbeeld PP decorative film, PP-kern, PP-schuim als vervangers van lastig te recyclen stoffen? alternatief: kunnen we toe naar meerlaags monomaterialen?	1B										X					X		X	X
32	Aan welke kenmerken moeten nieuwe materialen voldoen om het karakteriseren en scheiden uit gemengde afvalstromen te verbeteren?	1B						X									X			
33	Welke eisen moet men stellen aan de zuiverheid van materialen om hergebruik over meerdere cycli mogelijk te maken? En welke (logistieke) gevolgen heeft dat voor materiaalstromen die gescheiden moeten blijven?	1B	X	X	X	X	X	X					X			X	X		X	X

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszalen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
34	Wat zijn mogelijkheden om multi-material laminated flexibles geschikt te maken voor ontmanteling en recycling?	1B	x	x	x	x	x	x	x				x				x			
35	Hoe ontwikkelen we standaarden voor de modulariteit, ontmanteling en hergebruik van onderdelen van elektronische producten?	1C					x	x								x				
36	Hoe kunnen toepassingsafhankelijke levensduurmaximalisatie ontwikkelen van kunststoffen?	1C										x	x	x	x		x			
37	Welke circulaire oplossingen kunnen toegepast worden bij onderhoud en renovatie van bouwwerken?	1C	x	x	x	x	x													
38	Hoeveel kan condition based maintenance bijdragen aan de levensduur en circulariteit van producten? In welke (product)sectoren is hiermee de meeste winst te halen?	1C			x	x										x			x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszalen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
39	Hoe kan een optimalisatie van de technologie van 'remote maintenance' de levensduur van producten en productie-apparatuur verlengen?	1C					X		X		X									
40	Wat zijn de randvoorwaarden voor het materialenpaspoort? Denk aan certificering, combinatie met gebruikshistorie en daadwerkelijke metingen aan het materiaal?	1D	X	X	X	X	X	X	X		X					X			X	X
41	Hoe krijgen we grip op de grootte, voorspelbaarheid van kwaliteit en kwantiteit van reverse logistics?	1D	X	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X	X	X
42	Wanneer is het zinvol sensortechnologie toe te passen, en wanneer is het voldoende om gegevens over materiaaleigenschappen en gebruik uit een materialenpaspoort te halen?	1D	X	X	X		X	X	X		X					X	X		X	X
43	Hoe moeten we de logistiek inrichting zodat afvalstromen op de juiste plaatsen beschikbaar is?	1D							X			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszalen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
44	Welke stromen kunnen het best decentraal (met fijnmazige logistiek) worden verwerkt, en welke stromen juist meer centraal en met een meer op bulk gericht logistiek? Welke aspecten spelen bij die keuze een rol?	1D	x	x	x	x	x									x	x	x	x	x
45	In welke mate speelt transport een rol in de elk van de prioritaire grondstofstromen, ten aanzien van de milieu-impact en kosten?	1D							x							x	x	x	x	x
46	Hoe kan vraag en aanbod van secundaire materialen bijeen worden gebracht? Is er noodzaak voor fysieke opslaglocaties? Zo ja, welke strategieën kunnen worden ingezet om de behoefte aan fysieke opslag te minimaliseren?	1D	x	x	x	x	x		x							x	x		x	x
47	Voor welke materialen moet je op welke schaal een grondstofhub inrichten?	1D	x	x	x	x	x		x							x	x		x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
48	Hoe kunnen de last-mile logistiek en first mile reverse logistics gecombineerd worden en wat is daarvoor nodig? Welke rol kan 'physical internet', waarbij onafhankelijke partijen de laatste mijl kunnen verzorgen voor meerdere partijen tegelijk, hierbij spelen?	1D							x		x					x	x		x	x
49	Wat is er voor nodig om de logistiek een pro actieve rol te laten spelen in de weg naar de circulaire economie? - link met vraag 82	1D														x	x	x	x	x
50	Hoe regelen we registratie, tracking, etc. van materialen geregistreerd in materiaalpaspoorten?	1D						x	x	x	x					x	x		x	x
51	Welke meetmethoden moeten ontwikkeld worden om de kwaliteit van gerecyclede kunststoffen beter te kunnen beschrijven in termen van polymeerzuiverheid, deeltjesverontreiniging en moleculaire verontreiniging, alsmede het niveau van ketendegradatie?	2A							x			x	x	x	x	x	x			x

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
52	Hoe kunnen we biobased/biogene materialen grootschalig inzetten?	2A										X	X	X	X		X			X
53	Hoe kunnen we AI, ML, MVDA toepassen voor detecteren, sorteren en een optimale recyclingroute te kiezen?	2B						X				X	X	X	X	X	X	X	X	X
54	Hoe kunnen nieuwe materiaalstromen beter worden gesorteerd?	2B										X	X	X	X		X			
55	Welke bron- en nascheidingstechnologiën zijn het best inzetbaar voor het bereiken van een volledige circulaire economie?	2C										X	X	X	X		X		X	
56	Welke randvoorwaarden moeten gesteld worden om de waarde en het hergebruik van recyclaat te bevorderen?	2C						X	X							X	X		X	X
57	Welke innovatie en technologie ontwikkeling is nodig voor verbeterde mechanische en chemische recycling?	2C										X	X	X	X		X	X	X	X

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
58	Hoe kan mechanische recycling verder worden geoptimaliseerd op verschillende treden van de R-ladder? Wat is hiervoor nodig?	2C	x	x	x	x	x										x		x	x
59	Hoe richten we de procesmonitoring dermate flexibel in dat hoogwaardige recycling ook mogelijk is wanneer de samenstelling van de reeds in omloop zijnde grondstofstromen divers is?	2C						x								x	x		x	x
60	Hoe kunnen we ervoor zorgen dat metalen 100% worden teruggewonnen?	2D	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
61	Welke nieuwe karakteriserings- en scheidingsmethoden zijn nodig om complexe of gemengde afvalstromen, waaronder zeldzame of kritieke metalen, met een hoge efficiëntie te kunnen recyclen?	2D	x	x	x	x	x	x	x							x				
62	Welke (nieuwe) materialen kunnen CO ₂ afvangen/vastleggen en of direct gebruiken? En wat is de potentiële bijdrage aan de circulaire economie?	2E						x	x		x					x		x	x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
63	Welke CCU-toepassingen kunnen een bijdrage leveren aan de circulaire economie?	2E										x	x	x	x			x		x
64	Wat laat een material flow analysis op zowel object- als componentniveau zien in de circulaire grondstofstromen, de accumulatie van contaminanten en de kwaliteit van de gerecyclede materialen, en hoe kan industriële symbiose worden bereikt?	2E											x	x	x	x	x	x	x	x
65	Wat zijn aanvaardbare risico's van circulaire materialen en producten voor acceptatie en hoe borgen we de kwaliteit en garantie?	3A										x	x	x	x	x	x	x	x	x
66	Hoe krijgen we de true price breed toegepast en geaccepteerd?	3A										x	x	x	x	x	x	x	x	x
67	Hoe stimuleren we de toepassing van circulaire businessmodellen en meervoudge waardecreatie?	3A						x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
68	Hoe kunnen inzichten rondom meervoudige waardecreatie een eerlijke weging krijgen in de investeringsbeslissingen en het verkrijgen van financiering en/of subsidie?	3A	x	x	x	x	x	x	x		x					x	x	x	x	x
69	Wat zijn de consequenties van circulaire grondstofketens op het eigenaarschap van en garantie op die materialen?	3A											x	x	x	x	x	x	x	x
70	Wat zijn effectieve overheidsinstrumenten (waaronder financiële steun) voor valorisatie en opschaling van circulaire economie?	3A	x	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x
71	Bij welke productgroepen binnen de circulaire economie is servitization een kansrijke strategie voor een circulair verdienmodel en bijpassend draagvlak en adoptie?	3A						x	x	x	x					x			x	x
72	Hoe ontwikkelen we een breed gedragen methodiek voor restwaardeberekening en welke veranderingen moeten er plaats vinden in de keten om de restwaarde te benutten voor een circulair verdienmodel?	3A	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x			x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
73	Hoe zien de logistieke businessmodellen van circulaire diensten en producten eruit? Zowel voor producenten als distributeurs en logistiek dienstverleners?	3A														X	X	X	X	X
74	Hoe past reduce in het businessmodel van bedrijven?	3A														X	X	X	X	X
75	Op welke manier kan de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV/EPR) ook worden benut voor stimuleren algehele systeemtransitie en het ontwerp van producten en diensten?	3A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
76	Wat is een effectieve standaard voor grondstoffenefficiëntie en ecofootprint? Welke rol kan het materialenpaspoort daarin spelen?	3A						X	X							X	X	X	X	X
77	Wat zijn momenteel belemmerende regels, normen en standaarden voor meervoudige waardecreatie en circulaire businessmodellen? Met name in de accountancy en financiering, bijvoorbeeld ten aanzien van as-a-service businessmodellen en restwaarde waardering?	3A	X	X	X	X	X		X		X					X	X	X	X	X

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
78	Hoe definiëren we meervoudige waardecreatie in de circulaire economie?	3A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
79	Met welke circulaire businessmodellen is het businessmodel voor refuse haalbaar en schaalbaar te maken?	3A	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
80	Hoe kunnen de inzichten uit de sociale en geesteswetenschappen (denk aan: gedragseconomie, psychologie en marketing) het vertrouwen in de circulaire economie helpen vergroten en gedragsverandering van individuen ondersteunen?	3B						x								x	x	x	x	x
81	Welke interventies gericht op minder zwerfafval en minder gebruik van wegwerpproducten zijn het meest effectief?	3B										x					x			
82	Welke rollen hebben de verschillende actoren in de transitie naar een circulaire economie, en welke gedrags- en systeemveranderingen horen daarbij?	3B										x	x			x	x	x	x	x

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
83	Hoe stimuleren we het wederzijds begrip tussen opdrachtgevers en opdrachtnemers? En welke methodologiën en instrumenten kunnen we daarbij toepassen om samenwerking aan een circulaire economie te verbeteren?	3B	x	x	x	x	x													
84	Hoe kan communicatie worden verbeterd zodat het gedrag van mensen veranderd ten gunste van de circulaire economie? Denk aan reframing, storytelling, backcasting, kracht van verbeelding en visualisatie, van offers en opgaaf naar kansen en inspiratie, van technology push naar gewenste en gedragen oplossingen, data-gedreven, gepersonaliseerde en contextbewuste communicatie?	3B	x	x	x	x	x		x							x	x	x	x	x
85	Welke factoren bepalen het circulaire gedrag? Hoe kunnen we gedrag beïnvloeden van relevanten actoren (o.a. consumenten, werknemers, leidinggevenden etc) ten gunsten van (stimulatie van) de CE?	3B										x	x	x	x	x	x	x	x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
86	Hoe kan het consumentengedrag voor hoge R-strategieën (refuse, rethink, en reduce) worden gestimuleerd?	3B														X	X	X	X	X
87	Hoe kunnen we toepassing recyclaat bevorderen? En op welke manier kan certificering daarbij helpen?	3B						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
88	Wat is een pakkende propositie vanuit circulaire economie voor de actuele maatschappelijk vraagstukken?	3B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
89	Hoe kan gedegen systeemanalyse gemodelleerd worden? Wat zijn de eisen van een knowledge/evidence-based expertsysteem voor effectief ontwerp van circulaire materialen, en hoe realiseren we dat? En hoe kan de systeemverandering het beste gerealiseerd worden?	3C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
90	Wat zijn effectieve maatregelen om ervoor te zorgen dat geïmporteerde producten waar geen lokale industrie voor aanwezig is, in circulaire ketens worden ingebed?	3C						X								X				X

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszalen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
91	Welke meetbare gegevens en modellen zijn nodig om een gedegen systeemanalyse uit te voeren om daarmee een systeemverandering te kunnen realiseren?	3C											X	X	X	X	X	X	X	X
92	Hoe krijgen we begrip en transparantie voor de verschillende belangen in de keten om deze op een circulaire manier te organiseren?	3C														X	X	X	X	X
93	Welke betrouwbare methoden zijn er beschikbaar om scope 3 emissies vast te stellen en in hoe laten we deze meewegen in de emissiereductie- en circulariteitsdoelstellingen van bedrijven en producten, en bij inkoop/financiering?	3C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
94	Welke combinatie van materialen, processen en gedrag veroorzaken plastic soep en/of microplastics? Hoe kan je plastic soep en/of microplastics of lekkage door gedragsverandering voorkomen?	3C										X	X	X	X		X			X

Prioritaire kennisvragen																				
Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
95	Hoe kun je een systeem inrichten en/of afspraken maken zodat benodigde informatie voor optimaal hergebruik bij de juiste partijen op het juiste moment beschikbaar is?	3C	x	x	x		x									x	x		x	x
96	Welke nationale en internationale standaarden, wet- en regelgeving moeten er komen die de kwaliteit borgen van circulaire producten?	3C	x	x	x	x	x	x	x		x					x	x	x	x	x
97	Hoe moeten recycleerstandaarden en bijbehorende test- en certificeringssystemen voor grote recyclestromen worden ontworpen?	3C	x	x	x	x	x	x	x								x			x
98	Hoe analyseren we de impact van circulaire strategieën voor impactvolle productgroepen?	3C														x	x	x	x	x
99	In hoeverre zijn de aanwezigheid en introductie van verschillende soorten plastics in de keten van invloed op de circulariteit van het systeem? Met welke afspraken kan de circulariteit van het systeem bevorderd worden?	3C										x	x	x	x		x			

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfszaken en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
100	Hoe is inzicht te verkrijgen in bestaande en nieuwe grondstofstromen en bepalen we waar de grootste impact voor de circulaire economie te realiseren is?	3C	x	x	x	x	x									x	x	x	x	x
101	Wat is de relatie tussen de mate van circulariteit en CO ₂ -emissiereductie van een ontwerp? In hoeverre en onder welke randvoorwaarden levert circulariteit een bijdrage aan CO ₂ -emissiereductie, de klimaatdoelstellingen en andere duurzaamheidsindicatoren? Hoe voorkomen we trade-offs?	3C	x	x	x	x	x	x			x					x	x		x	x
102	Welke aspecten moeten worden meegenomen in een standaard geaccepteerd instrumentarium dat de andere duurzaamheidsindicatoren (zoals ecofootprint, biodiversiteit en bodemvruchtbaarheid) kan meten?	3C	x	x	x	x	x													
103	Hoe kan voorkomen worden dat (voorlopig) onvervangbare kritische materialen in Nederland verloren raken?	3C	x	x	x	x	x		x							x				
104	Hoe zien duurzaamheidscriteria eruit voor biobased en secundaire grondstoffen?	3C										x	x	x	x	x	x	x	x	x

Prioritaire kennisvragen

Kennisvraag (nr)	Kennisvraag (inhoud)	Programma	Woningen	Bedrijfshallen en kantoorgebouwen	Kunstwerken	Asfalt	Installaties	Zon	Wind	Kapitaalgoederen	Klimaatinstallaties	Kunststoffen algemeen	Plastic verpakkingen	Plastics in de bouw	Land- en tuinbouw plastics	Elektrische apparaten	Verpakkingen en verbruiksartikelen	Chemische producten	Meubels	Textiel
105	Welk beelden hebben we van de circulaire economie in 2030 en 2050, als de doelstellingen zijn gerealiseerd? Hoe zien toekomstscenario's rondom bijvoorbeeld degrowth/growth en brede welvaart eruit? Wat betekent dat voor het systeem en de benodigde interventies?	3C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
106	Hoe zorgen we ervoor dat de transitie naar een circulaire economie transparant, eerlijk en rechtvaardig verloopt en dat iedereen hierin mee kan doen (just transition)?	3C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
107	Hoe stimuleert regulering gedragsverandering en grootschalige implementatie van circulaire businessmodellen en meervoudige waardecreatie? Welke manieren van regulering zijn effectief dit te bereiken? Hoe vervult de overheid haar rol om deze regulering breed gedragen en geaccepteerd te krijgen?	3C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Detailoverzicht innovatieprogramma's op het gebied van kunststoffen

Topsector Energie

Topsector energie richt zich op een klimaatneutrale industrie met hergebruik van grondstoffen en producten. Met deze missie formuleert Nederland de ambitie van een bloeiende, circulaire en mondiaal toonaangevende industrie, waar de emissies van broeikasgassen zo goed als nul is. Binnen de Missie C zijn drie Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma's geformuleerd:

- MMIP 6: Grondstoffen en producten voor circulair koolstof
- MMIP 7: CO₂-vrije industriële energiehuishouding
- MMIP 8: Keten en systeemaspecten

Hierbij richt MMIP 6 zich op het hergebruik van grondstoffen en producten en MMIP 7 op de energiehuishouding van de industrie. MMIP 8 is een programma dat integraal kijkt naar energie en grondstoffen en daarbij ook aandacht heeft voor de (digitale) infrastructuur en opslag.

MMIP 6 sluit nauw aan bij de innovatieopgaven van de KIA CE. De innovatieopgave van dit MMIP ligt in het oplossen van knelpunten in drie deelprogramma's en de bijbehorende innovatiethema's:

- Circulariteit (van kunststoffen): het vergroten van de circulariteit van kunststoffen om fossiele koolstof overbodig te maken;
- Biograndstoffen (voor producten): het vervangen van fossiele grondstoffen door biograndstoffen voor de productie van hoogwaardige producten en transportbrandstoffen;
- Carbon Capture and Usage (CCU): de afvang, het ontsluiten en het gebruik van CO en CO₂ als grondstof voor producten.

Het deelprogramma circulariteit van kunststoffen bestaat uit de volgende subthema's:

- Innovaties van plastics sorteren, voorbehandelen en scheiden;
- Coversieprocesinnovaties waaronder optimalisatie van mechanische recycling, inzicht in feedstock-procesoutput relatie van thermochemische recycling voor bulk mixed stromen en het ontwikkelen van chemisch recyclingtechnologie voor plastic monostromen;
- Materiaal- en productinnovaties: ontwerp van duurzame nieuwe materialen en producten;
- Keteninnovaties voor effectiever sluiten van de waardeketen en beleid en innovatie faciliteren van import van plastics;
- Generieke aspecten/randvoorwaarden op gebied van gedrag, acceptatie, wetten en stimulering.

Het deelprogramma Biograndstoffen is opgedeeld in de volgende subthema's:

- Innovaties op voorbehandeling, ontsluiting en zuivering;
- Conversieprocesinnovaties voor bioraffinage en conversie van biobased grondstoffen naar chemicaliën en (circulaire) materialen;
- Productinnovaties;
- Keteninnovaties voor het mobiliseren van voldoende, duurzame beschikbaarheid van biobased grondstoffen;
- Generieke aspecten/randvoorwaarden voor inzet van biobased grondstoffen.

Het deelprogramma CCU bestaat uit de volgende subthema's:

- Afvangen, ontsluiten en opwerken van koolstofbronnen (incl. gasreiniging en -scheiding);
- Mineralisatie van CO₂;
- Conversie van CO₂ en CO naar platformchemicaliën;
- Productinnovatie;
- Keteninnovatie;
- Randvoorwaarden.

Circular Plastics NL

Circular Plastics NL (CPNL) is een initiatief binnen het Nationaal Groeifonds en tot stand gekomen onder leiding van de topsectoren Chemie, Energie en HTSM. Het doel is plastics volledig circulair te maken en met subsidies de transitie te versnellen. Het programma loopt acht jaar en heeft acht programmalijnen. De programmalijnen richten zich op knelpunten in verschillende waardeketens om de kringlopen voor bestaande plastics te sluiten.

De programma's zijn:

1. Systeemintegratie en ontwerp;
2. Karakteriseren, sorteren en wassen voor verbeteren van sorteerefficiëntie en recycleerbaarheid;
3. Mechanische recycling van polyolefine verpakkingen;
4. Recycling van styreen gebaseerde materialen;
5. Chemische depolymerisatie;
6. Thermochemische recycling;
7. Kraamkamer voor onderzoek naar nieuwe polymeren en recyclingmethoden;
8. Brightlands Circular Space (infrastructuur) voor verbinden van de academische en bedrijfsmatige innovatie en de commerciële opschaling van innovatieve circulaire grondstof en materialen opties.

De programma's sluiten nauw aan bij de innovatieopgaven van KIA CE. KIA CE zal zich met name richten op die innovaties die niet of beperkt zijn opgenomen in Circular Plastics NL zoals landbouwfolies, plastics voor de bouw en biobased en biodegradeerbare plastics, zwerfafval, daar waar deze extra aandacht nodig hebben in nauwe afstemming met Topsector Energie.

BioBased Circular

BioBased Circular (BBC) creëert en demonstreert gesloten circulaire waardeketens (waardecircels) in Nederland voor kunststofproducten (polymeren) op basis van koolhydraatrijke biograndstoffen. Er worden minimaal vijf waardecircels opgeleverd inclusief onderzoek, proefopstellingen en demonstratiefabrieken tot relevante industriële omvang. Door het tegelijkertijd en systematisch realiseren van grondstofbeschikbaarheid, circulaire bouwstenen en circulaire productontwerpen

ontstaat een nieuwe industrietak. Duurzame grondstofbeschikbaarheid staat centraal: intensieve teelt van primaire gewassen wordt geleidelijk vervangen door natuur-inclusieve teelten, reststromen en gerecycleerde materialen.

Het samenwerkingsverband omschrijft de volgende 9 programmalijnen voor het opzetten van de 5 volledig circulaire Nederlandse waardeketens voor biogebaseerde kunststof materialen en producten:

1. Ketenvorming en opschaling
2. "Circular by design" toepassingen en producten
3. Volgende generatie-bouwstenen voor biokunststoffen
4. Demonstratieprogramma voor nieuwe bouwstenen
5. Industriële glycolproductie voor PEF en bioPET
6. Duurzame biograndstoffen
7. Recycling van biogebaseerde materialen
8. Techno-economische evaluatie en LCA waardeketens
9. Management en communicatie

Naast de genoemde innovatieprogramma's leveren ook de Topsector Chemie en TNO al jaren inzet op het vergroten van de circulariteit in de plastic keten. TNO publiceerde afgelopen jaren verschillende rapporten "Don't waste it! Solving the dark side of today's plastics", een roadmap met adviezen gericht op circulariteit in de kunststofketen in 2050 (2021), "Microplastics zijn overal: 70% reductie is mogelijk" (2022) en "From #plasticfree to future proof plastics" (2023). Ook de komende jaren blijft TNO veel energie steken in dit onderwerp, met focus op plastic verpakkingen als belangrijkste productgroep, maar ook aandacht voor bijvoorbeeld levensduurverlenging van plastics in de bouw, biobased en biodegradeerbare plastics ontwikkeling met behulp van polymer informatics en microplastics.

Het gunstige onderzoeksklimaat voor circulariteit van kunststoffen wordt internationaal erkend. Zo heeft het World Economic Forum via een coalitie van zeven chemische multinationals een R&D-hub opgericht bij TNO voor het verwerken van plastic afval. Daarnaast heeft Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics (NTCP), dat zich richt op het in een praktijkopstelling testen van innovaties plastic afval te sorteren en scheiden, opdrachtgevers uit de hele wereld.

Groefondsprogramma's voor productgroepen van de Maakindustrie en de Nationale Grondstoffenstrategie

Grondstoffenstrategie

Het hoofddoel van het Groefondsprogramma Circular Batteries & Material Independence is het realiseren van duurzame materiaalvoorziening in Nederland door de realisatie van efficiënte en veilige inzamelingsprocessen van batterij-afvalstromen, nauwkeurige en continue materiaalmonitoring, een lithiumfabriek en recyclingcapaciteit. Hiermee wordt meer onafhankelijkheid in de materialenketen gerealiseerd. Dit wordt gerealiseerd door drie facetten van de toeleverketen te versnellen. Ten eerste op het gebied van diepgaande kennis over de voortbrengingsketen van batterijmaterialen en de materiaalstromen in Nederland. Ten tweede het realiseren van raffinage van kathodematerialen en ten derde het realiseren van recyclingcapaciteit om in Nederland materialen uit batterijen voor hergebruik terug te winnen.

Het Groefondsprogramma SolarNL ontwikkelt een nieuwe generatie zon-PV-producten die op grote schaal tegen lage kosten in Nederland kunnen worden geproduceerd. Voor alle innovaties wordt het principe circularity-by-design gehanteerd, waarbij materialen worden toegepast die hoogwaardig hergebruikt of gerecycled kunnen worden door gebruik te maken van innovatieve procestechnologie met een zeer lage CO₂-voetafdruk. Wat betreft kritieke grondstoffen richt het programma zich onder meer op:

1. reductie van materiaalgebruik in het algemeen (bv. dunnere siliciumwafers, reductie zilver- en indiumgebruik);
2. vervanging van kritieke en toxische materialen (bv. PFAS-vrije polymeren, vervanging zilver- door kopermetallisatie, alternatieven voor loodhoudende verbindingen);
3. ontwikkeling van een geïntegreerde landelijke visie op circulariteit voor complete PV-systemen inclusief nauwkeurige monitoring van materiaalstromen en het meetbaar maken van circulariteit.

Lijst van kritieke grondstoffen

Tabel 8: Lijst van 30 kritieke grondstoffen (bron: Europese Commissie)

Critical Raw Material:	Source	Source Country: Country % of Total EU Use:	Generally used in:
1. Antimony	Turkey	62	Gives strength, hardness, and corrosion resistance to alloys, such as in lead-acid storage batteries.
2. Baryte	China	38	Used to increase the density of drilling fluids, principally for oil and gas exploration.
3. Beryllium	US	88	Aerospace (aircraft braking systems, engines, satellites, space telescopes), Automotive (anti-lock brake systems, ignitions).
4. Bismuth	China	49	Pharmaceuticals, sprinkler systems, solders, other alloys and pigments for cosmetics, glass and ceramics.
5. Borate	Turkey	98	Fertilisers, ceramics and enamel glazes, detergents for washing clothes, household cleaning products.
6. Cobalt	DR Congo	68	Airbags in automobiles, drying agents for paints, varnishes and inks, dyes and pigments, ground coats for porcelain enamels.
7. Coking Coal	Australia	24	Used to produce coke, the primary source of carbon used in steelmaking.
8. Fluorspar	Mexico	25	Used to produce aluminum, gasoline, insulating foams, refrigerants, steel, and uranium fuel.
9. Gallium	Germany	35	Semiconductors, transistors, LED lights.
10. Germanium	Finland	51	Semiconductor chips, batteries, circuitry, and displays in mobile phones
11. Hafnium	France	84	Nuclear control rods, such as those found in nuclear submarines.
12. Heavy Rare Earth Elements	China	98	Smart phone screens, flat panel TVs, motors of computer drives, hybrid and electric car batteries.
13. Light Rare Earth Elements	China	99	
14. Indium	France	28	Touch screens, flatscreen TVs, solar panels.
15. Magnesium	China	93	Car seats, luggage, laptops, cameras, power tools.
16. Natural Graphite	China	47	Ceramic materials, electrodes, refractories, batteries, by foundries.
17. Natural Rubber	Indonesia	31	Tires, components for machinery, household goods
18. Niobium	Brazil	85	High-strength steel, super alloys for transportation and infrastructure.
19. Platinum Group Metals	South Africa	71	Retinal implants, catalytic converters, spark plugs.
20. Phosphate Rock	Morocco	24	Fertilizers
21. Phosphorus	Kazakhstan	71	Fertilisers, animal feeds, rust removers, corrosion preventers, dishwasher tablets.
22. Scandium	China	66	Alloys for sporting goods, certain lightbulbs, baseball bats, lacrosse sticks, bicycle frames.
23. Silicon metal	Norway	30	Semiconductors, electronic components.
24. Tantalum	DR Congo	36	Electrolytic capacitors, corrosion-resistant chemical equipment.
25. Tungsten	China	69	Electrodes, heating elements, filaments in light bulbs.
26. Vanadium	China	39	Axles, crankshafts, bicycles, gears.
Critical Raw Materials added in 2020:			
27. Bauxite	Guinea	64	Used to produce alumina, which is then used to produce aluminum.
28. Lithium	Chile	78	Rechargeable batteries for mobile phones, laptops, digital cameras, electric vehicles.
29. Titanium	China	45	Joint replacements (especially hip joints), tooth implants.
30. Strontium	Spain	100	Fireworks, flares.

Voetnoten

- 1 *De hiërarchie van R-strategieën die veel voor-komt in de literatuur over circulariteit is voor het eerst samengevoegd tot de volledige lijst die we nu kennen in Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2016). Circulaire Economie: Innovatie meten in de keten. PBL. <https://www.pbl.nl/publicaties/circulaire-economie-innovatie-meten-in-de-keten>. Alle R-lijsten in de literatuur zijn volgens die publicatie terug te voeren op de “Ladder van Lansink”, die was opgenomen in een in 1979 door de Tweede Kamer aangenomen motie van CDA-kamerlid Ad Lansink.”*
- 2 *In dit programma is circulair bouwen geen hoofddoel, aangezien het primair gericht is op het vermijden van stikstofemissies. Veel van de oplossingen blijken echter wel elementen van circulariteit in zich te hebben.*
- 3 *Dit is een non-profit samenwerkingsverband tussen TKI Bouw en Techniek, TKI Urban Energy, De Bouwcampus en Stroomversnelling.*
- 4 *Dit betreft alle verpakkingen, behalve verpakkingen gemaakt van kunststoffen, aangezien die onder de waardeketen Kunststoffen als grootste productgroep zijn opgenomen in het NPCE.*
- 5 *De inventarisatie in het kader van het Missiegedreven Innovatiebeleid geeft ons het inzicht dat geen enkele Topsector, KIA of TO2-instelling hier in de programmering aandacht aan besteedt. Daarom wordt hier in de KIA CE prioriteit aan gegeven.*
- 6 *Voor zover bij ons bekend zijn er ook geen voorstellen ingediend bij het Nationaal Groeifonds op het gebied van consumptiegoederen.*
- 7 *Zie bijvoorbeeld [Gedeeld eigenaarschap van consumentenartikelen, Hernieuwbaar plaatmateriaal voor meubelsector](#) en [Trashure: een draagbaar doek maken van textielafval vezels voor de fashion industrie](#).*
- 8 *KIA Gezondheid & Zorg 2024-2027, oktober 2023.*
- 9 *Refuse zien wij niet als ontwerpstrategie, maar wel als een keus die een afnemer of consument kan maken. Daarom valt deze R-strategie in de scope van MMIP 3.*
- 10 *De meeste elektrische en elektronische apparaten die we in Nederland gebruiken worden geïmporteerd van buiten de EU. Daarom is de inzet binnen MMIP1 vooral van belang voor die bedrijven die in Nederland productie hebben binnen deze productgroep.*
- 11 *De lijst van Zeer Zorgwekkende Stoffen is te raadplegen op de site van het RIVM. De meeste elektrische en elektronische apparaten die we in Nederland gebruiken worden geïmporteerd van buiten de EU. Daarom is de inzet binnen MMIP1 vooral van belang voor die bedrijven die in Nederland productie hebben binnen deze productgroep.*
- 12 *Zoals in paragraaf 3.2.3 beschreven wordt momenteel onderzocht welke belemmeringen er zijn voor circulariteit van landbouwplastics. Daarom zijn voor deze productgroep alleen no-regret innovatiegebieden genoemd. De inzet van KIA CE voor deze productgroep wordt mogelijk (in overleg met KIC-partners) nog nader gespecificeerd na afloop van het onderzoek.*
- 13 *Het betreft hier publieke (subsidie)middelen. Deze worden in de uitvoering van de instrumenten en Groeifonds-programma's uiteraard aangevuld met ten minste het vereiste percentage aan private cofinanciering.*
- 14 *De DEI+ CE-regeling faciliteert kleinere projecten dan de gewone DEI+-regeling, en zal in de jaren 2024, 2025 en 2026 weer worden opengesteld.*
- 15 *Kamerbrief Beleidsagenda normeren en stimuleren circulair bouwen, 23 december 2022*
- 16 *Het gaat om alle ministeries, 4 provincies, 51 gemeenten, de Unie van Waterschappen als vertegenwoordiger van alle waterschappen en 6 overige (semi)publieke instellingen*

Lijst van afkortingen

AGVV	Algemene groepsvrijstellingsverordening
BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
CE	Circulaire economie
CCS	Carbon capture and storage
CCU	Carbon capture and utilization
CEAP	Circular Economy Action Plan
CRMA	Critical Raw Materials Act
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation
EVOA	Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
JTF	Just Transition Fund
KIA	Kennis- en Innovatieagenda
KIC	Kennis- en Innovatieconvenant
IKIA	Integrale KIA Energie en Klimaat
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
KEMs	Key Enabling Methodologies
MMIP	Meerjarig Missiegedreven InnovatieProgramma
MTIB	Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030
NTCP	Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
RIS	Regionale Innovatie Strategie
TA	Transitieagenda
TO2	Toegepast Onderzoek Organisaties
TRL	Technology Readiness Level
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport



KLIK HIER VOOR ONZE WEBSITE