



# Transitie naar een circulaire kunststof verpakkingenketen

Een missie-gedreven innovatie systeem analyse

**Datum:** 31-10-2022

## Auteurs:

Sanne Bours\* – Utrecht University  
Remi Elzinga – Utrecht University  
Marc Pruijn – Utrecht University, MVO NL  
Marko Hekkert – Utrecht University

## In samenwerking met:

Astrid Hamer – Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Kees Kwant – Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Guus van den Berghe – Rijkswaterstaat  
Henk Hortensius – Rijkswaterstaat

\*[s.a.m.j.v.bours@uu.nl](mailto:s.a.m.j.v.bours@uu.nl)



Utrecht University



Planbureau voor de Leefomgeving



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De analyse is uitgevoerd door onderzoekers van de Universiteit Utrecht in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving. Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit werkprogramma is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat, TNO en de Universiteit Utrecht (UU) onder leiding van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Het kabinet streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Het doel van het werkprogramma is om de door het kabinet uitgezette koers naar 2050 te kunnen monitoren en te evalueren en de overheid te voorzien van de kennis die nodig is voor de vormgeving of bijsturing van beleid. Meer informatie over het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie is te vinden op <https://www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie>.

## Samenvatting

### **Transitie naar circulaire plastic verpakkingen kent lange geschiedenis...**

Vanuit het afvalbeleid is veel aandacht naar een gescheiden inzamelen en de recycling van verpakkingsafval gegaan. Vanwege dit afvalbeleid is een uitgebreide infrastructuur opgebouwd voor het inzamelen, sorteren en mechanisch recyclen van plastic verpakkingen en is er een systeem van Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) opgezet. De transitie naar circulaire plastic verpakkingen begint dus niet helemaal vanaf nul. Het recyclinggedeelte bevindt zich in een gevorderde fase van ontwikkeling. Daarbij hebben koplopers via het Plastic Pact hogere recycledoelen gesteld dan de wettelijke afspraken. In het Plastic Pact zijn onder andere de doelen gesteld om eenmalige plastic producten 70% hoogwaardig te recyclen en minimaal 35% recycelaat toe te passen. Desondanks is de plastic verpakkingen keten nog niet circulair.

### **...maar zijn er nog veel uitdagingen**

Ten eerste, is de hoeveelheid plastic verpakkingen de afgelopen jaren toegenomen (Afvalfonds Verpakkingen, 2021). Ten tweede, worden lang niet alle gebruikte verpakkingen opnieuw ingezet in nieuwe verpakkingen. Naar schatting wordt maar 18% van de plastic verpakkingen weer ingezet in de productie van nieuwe verpakkingen (Brouwer et al., 2019; Dorpsraad Erp, 2020; Gemeente Oldebroek, n.d.; Meijerstad, 2020). Nog eens 18% wordt ingezet voor andere, veelal laagwaardige, toepassingen, zoals bermpaaltjes en parkbankjes. Ondanks de aandacht voor recycling in het afvalbeleid en de bijbehorende grote investeringen in het opbouwen van een recycling infrastructuur gaat 50 tot 65% van de plastic verpakkingen verloren via verbranding.

### **Innovatiedynamiek wordt gekenmerkt door experimenteren, gebrek aan opschaling**

Het bewustzijn in de plastic verpakkingenketen dat er verbeteringen nodig zijn wordt breed gedragen. Er wordt op veel geëxperimenteerd, maar de experimenten schalen nog niet op en worden nog weinig genormaliseerd, behalve bij de achterkant van de keten waar verbeteringen in inzameling en recycling worden doorgevoerd. Er wordt door allerlei producenten en retailers geëxperimenteerd met nieuwe verpakkingen die veel materiaal efficiënter zijn (*narrow the loop*), net zoals experimenten met goed recyclebare verpakkingen (mono materialen, *close the loop*). Ook wordt er geëxperimenteerd met verpakkingen die hoge percentages recycelaat toepassen. Daarnaast krijgt producthergebruik aandacht door nieuwe ontwerpen waarbij de consument verpakkingen thuis kan her-vullen (*slow the loop*). Het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken speelt een belangrijke rol in delen en agenderen van ontwikkelingen van circulaire verpakkingsinnovaties. Deze innovaties laten het potentieel zien van een verpakkingsketen waarbij materiaal efficiënt wordt verpakt, voor een groot deel bestaan uit recycelaat en tevens weer gemakkelijk te recyclen zijn. Ook het Plastic Pact zet in op experimenten met verschillende soorten circulaire verpakkingen.

### **Wisselende verwachtingen en uitdagingen voor chemische recycling**

De sector zet zich naast mechanische recycling ook in voor de ontwikkeling van verschillende vormen van chemische recycling. Aan de ene kant zijn verwachtingen hoog dat deze technologieën een deel van het huidige kwaliteitsprobleem van ingezameld plastic afval kunnen oplossen. Momenteel is de kwaliteit van ingezameld plastic afval laag door de mix aan verschillende plastics. De prijs van chemisch gerecycled recycelaat is hoog, wat toepassing als secundair materiaal belemmert. Bij sommige vormen van chemische recycling kunnen gemengde plastic afvalstromen afgebroken worden tot chemische componenten waaruit nieuwe plastics gesynthetiseerd worden. Kleine verpakkingsstromen worden beschikbaar gesteld om mee te experimenteren en er is veel aandacht voor het mobiliseren van financiële middelen om de pilots te faciliteren. Echter, is er naast de hoge verwachtingen ook weerstand, omdat deze technologie grote volumes aan plastics nodig heeft om

rendabel te kunnen zijn, nog lang niet altijd klimaatneutraal is en veel energie verbruikt. Chemische recyclingstechnieken kunnen andere technologieën verdringen die qua milieuprestatie beter zijn, het kan leiden tot de import van plastic afval en daarmee een lock-in in deze technologie die zich nog niet volledig bewezen heeft.

Verder worden er een drietal structurele belemmeringen geobserveerd die het snel opschalen van circulaire oplossingen tegenwerken: 1) prikkels met nadruk op kwantiteit aangeboden afval, 2) vertrouwen op recycling van gemengde stromen en 3) gebrekkige impact tariefdifferentiatie.

### **Perverse prikkels door UPV vanwege nadruk op kwantiteit aangeboden afval**

Ten eerste, zorgt de wettelijke recycledoelstelling uit de UPV voor perverse prikkels. Voor plastic verpakkingen geldt een UPV, welke collectief wordt uitgevoerd door het Afvalfonds Verpakkingen. De producenten die plastic verpakkingen op de markt zetten, worden zo verantwoordelijk gehouden voor het inzamelen, sorteren en recyclen van plastic afval. Tot nu toe wordt het recyclingpercentage gemeten als het gewicht van het plastic verpakingsafval dat wordt aangeboden aan de recycler ten opzichte van het totale gewicht van plastic verpakkingen. Doordat er wordt gestuurd op het aanbieden van afval aan de recycler, is er een belang om zo hoog mogelijke volumes aan te bieden aan recyclers, ook als dit ten koste gaat van de kwaliteit. Via het Plastic Pact wordt door de sector wel geprobeerd te sturen op hoogwaardige toepassing van recyclelaaat. Het wegnemen van deze perverse prikkel vraagt ten minste om een andere meetmethode en aanscherping of aanvulling van de UPV-doelen. Er is Europese regelgeving (EU richtlijn 2018/852) op komst die het meetpunt doet veranderen naar de inzet van recyclelaaat (Richting geven).

### **Groot vertrouwen in recycling van gemengde stromen, maar technologie maakt dit nog niet waar**

Een tweede belemmering is een groot vertrouwen in een deel van de sector met betrekking tot de recycling van gemengde stromen verpakingsafval. Op deze manier is een relatief vrije ontwerpstrategie voor verpakkingen mogelijk, heeft de retail geen last van te grote retourstromen en hoeft de consument weinig moeite te doen om verpakkingen apart te houden. Het leidende idee is dat moderne technologie het probleem aan het eind van de keten wel oplost, alleen is de huidige technologie nog niet in staat dat zo te doen.

Ideeën tot uitbreiding van bewezen alternatieve systemen zoals het gescheiden PET systeem kennen nog steeds veel weerstand, omdat uitbreiding als een kostbare stap ervaren wordt. Ook worden alternatieve systemen zoals een statiegeldsysteem niet opgeschaald naar andere productgroepen, behalve voor kleine plastic flesjes en blikjes zoals opgelegd door de overheid. Dit is opmerkelijk aangezien het aandeel rPET een kwart tot een vijfde van de inzet van recyclelaaat in plastic verpakkingen bedraagt, terwijl maar 6% van de plastic verpakkingen die op de markt komen bestaan uit PET flessen. Door een gescheiden inzameling met behulp van statiegeld is de uitval zeer laag. Het gescheiden inzamelsysteem functioneert op dit moment dus duidelijk beter dan het recyclingsysteem van gemengde stromen.

### **Tariefdifferentiatie leidt nog niet tot een afname van slecht recyclebare verpakkingen**

Een derde belemmering betreft het sturingsmechanisme, waarin het Afvalfonds Verpakkingen producenten en verpakkers stuurt door middel van tariefdifferentiatie. Voor slecht recyclebare verpakkingen dient meer afgedragen te worden aan het Afvalfonds Verpakkingen dan voor goed recyclebare verpakkingen. Ondanks dit instrument is een groot deel van verpakkingen nog slecht recyclebaar doordat het verschillende soorten plastics bevat wat tot een lage kwaliteit van recyclelaaat leidt (Natuur en Milieu, 2021). Wijzigingen in de tarieven zouden een mogelijke oplossing voor deze belemmering kunnen zijn. Ook valt te denken aan alternatieve instrumenten, zoals het stellen van minimale eisen aan verpakkingen en het aantal plastictypen drastisch verminderen om zo tot een veel

groter percentage makkelijk recyclebare verpakkingen te komen. Echter is er vanuit producenten en marketeers van producten nog weinig enthousiasme voor deze alternatieven.

### **Het ontbreekt producenten aan een lange termijnvisie**

Er is nauwelijks visievorming met een gericht stappenplan hoe een circulaire plastic verpakkingenketen er in 2050 uit zou kunnen zien. Daarom worden baanbrekende veranderingen, zoals circulaire oplossingen gericht op hogere R-strategieën niet of te weinig overwogen zolang nog voldaan kan worden aan de huidige wettelijke kaders. In de praktijk is er meer nodig dan een UPV en tariefdifferentiatie en zullen de prikkels ook gericht moeten zijn op de voorkant van de keten om de keten te sluiten. Tegelijkertijd zijn er verschillende initiatieven die op deelgebieden allerlei specifieke doelen stellen (zoals voor preventie, recycling en het toepassen van recycalaat). Er zijn zoveel doelen geformuleerd in verschillende documenten, met verschillende consortia en tijdshorizonnen dat het lastig is om het overzicht te houden. Het stellen van specifieke doelen is dan ook niet hetzelfde als het ontwikkelen van een visie over hoe een circulaire plastic verpakkingenketen er uit kan zien en op basis daarvan instrumenten inzetten.



## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Theoretisch kader: CE en Missiegedreven Innovatiesystemen .....</b>	<b>8</b>
2.1. Circulaire economie .....	8
2.2. MIS raamwerk .....	9
2.3. Structurele analyse.....	10
2.4. Probleem-oplossingen diagnose.....	10
2.5. Functionele analyse.....	10
2.6. Kernproblemen .....	11
<b>3. Methode .....</b>	<b>12</b>
3.1 Data collectie & analyse .....	12
<b>4. Structurele analyse .....</b>	<b>14</b>
4.1. Geschiedenis plastic verpakkingen .....	14
4.2. Actoren en de regels van het spel.....	16
4.3. Huidige stand van circulariteit .....	17
<b>5. Probleem-oplossingen diagnose.....</b>	<b>21</b>
<b>6. Functionele analyse en Kernproblemen per oplossingsrichting .....</b>	<b>26</b>
6.1. Toepassen van recycklaat met behulp van mechanische recycling .....	27
6.2. Toepassen van recycklaat met behulp van chemische recycling .....	32
6.3. Reuse (producthergebruik) .....	34
6.4. Refuse (preventie).....	37
6.5. Interactie tussen de oplossingsrichtingen .....	40
<b>7. Discussie en advies.....</b>	<b>41</b>
<b>Referentielijst.....</b>	<b>45</b>
<b>Appendix I: Onderliggende formulaties probleem-oplossings diagnose .....</b>	<b>50</b>
<b>Appendix II: Vier vormen van chemische recycling .....</b>	<b>53</b>

## 1. Inleiding

Dit rapport presenteert de stand van de transitie naar circulaire kunststof verpakkingen in Nederland. De bevindingen in dit rapport zijn input voor de Integrale CE Rapportage (ICER) 2023. Deze analyse is uitgevoerd door onderzoekers van de Universiteit Utrecht, met medewerking van RVO en Rijkswaterstaat, in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving. Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit rapport maakt deel uit van een serie rapporten uitgebracht door de Universiteit Utrecht waarin de staat van de transitie van verschillende productgroepen worden geanalyseerd.

Om de staat van de transitie goed in beeld te krijgen wordt er gebruik gemaakt van het Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS) model. Het MIS wordt gedefinieerd als het netwerk van actoren en regels die gezamenlijk bijdragen aan de ontwikkeling en verspreiding van innovatieve oplossingen en de transformatie van de huidige manier van produceren en consumeren om daarmee de missie te volbrengen (Hekkert et al., 2020). Deze innovatieve oplossingen kunnen technologische innovaties, nieuwe businessmodellen, maar ook sociale innovaties zijn die bijdragen aan de opbouw van een circulair systeem, maar ook door afbouw van bestaande praktijken die het behalen van de missie belemmeren. Met behulp van een MIS analyse zal dit onderzoek deze oplossingen en hun belemmeringen voor de transitie identificeren, als ook hoe verschillende oplossingen interacteren, elkaar aanvullen of juist belemmeren (Elzinga et al., 2021). De resultaten van de analyse geven belangrijke aanknopingspunten voor het beoordelen en het eventueel aanscherpen van de aanpak om op die manier bij te dragen aan het volbrengen van de missie.

In de volgende hoofdstukken zal eerst een begrip van de circulaire economie uiteengezet worden en de MIS met de analytische stappen van deze analyse besproken worden. In hoofdstuk 3 volgt de methode die gehanteerd is voor dit onderzoek. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 de structurele analyse besproken, waarbinnen de recente historie van de plastic verpakkingen sector en de productieketen geschetst wordt en welke actoren en instituties van belang zijn binnen de transitie. In hoofdstuk 5 wordt de analyse van de problemen, oplossingen en doelen besproken binnen een circulaire plastic verpakkingenketen. Het functioneren van de verschillende oplossingsrichtingen en de kernproblemen die hierbinnen spelen wordt beschreven in hoofdstuk 6. Ten slotte volgt in een hoofdstuk 7 een conclusie en advies.



## 2. Theoretisch kader: CE en Missiegedreven Innovatie-systemen

### 2.1 Circulaire economie

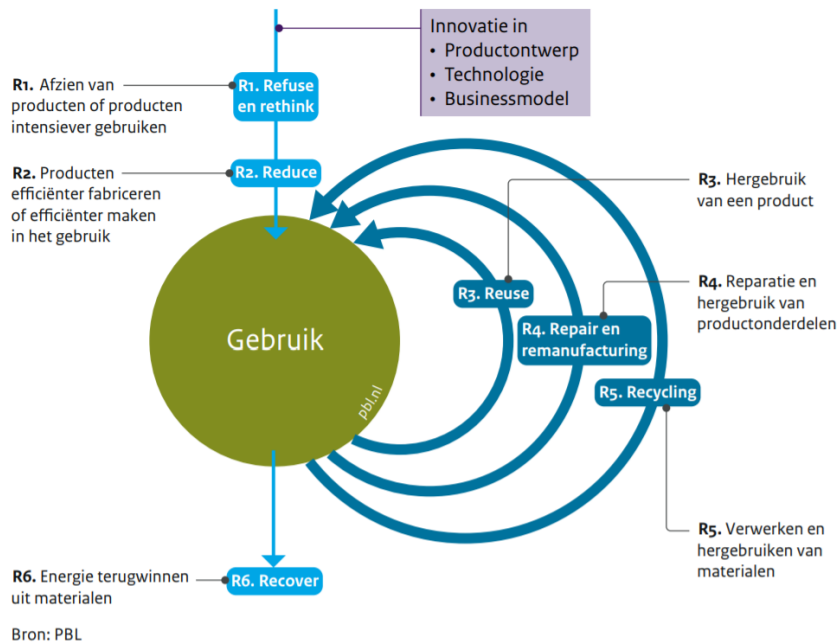
Het concept van een circulaire economie heeft de afgelopen jaren veel tractie gekregen in zowel het academische veld als in beleid en de industrie (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017). Circulariteit wordt gezien als een belangrijke optie om een systeem duurzaam in te richten (Geissdoerfer et al., 2017). Een circulaire economie is een systeem waarin de input aan grondstoffen, afval en emissies geminimaliseerd worden door het vertragen (slow), sluiten (close) en het vernauwen (narrow) van materiaal kringlopen (Hanemaaijer et al., 2021). Een transitie naar een circulaire economie draagt bij aan vier grote maatschappelijke opgaves: klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, vervuiling en leveringsrisico (Van Veldhoven-Van der Meer, 2021a).

In een circulaire economie stopt men met het produceren van afval ten opzichte van een lineaire economie waar producten van fossiele grondstoffen worden gemaakt, gebruikt en uiteindelijk weggegooid (Ellen McArthur Foundation, n.d.). Er worden zo min mogelijk grondstoffen gebruikt en zo min mogelijk afval gegenereerd in een circulaire economie (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2021). Het belang hiervan wordt door overheden op nationaal en internationaal vlak erkent. In 2016 is door de Nederlandse overheid het Rijksbrede programma Circulaire Economie opgericht met als overkoepelende missie om in 2050 een volledig circulaire Nederlandse economie te hebben (Nederland Circulair in 2050, 2016).

Om aan deze missie te voldoen zijn er een aantal manieren waarop dit georganiseerd kan worden, de zogenaamde R-strategieën. Door een focus op één of meerdere van deze strategieën richt men zich op het efficiënter met grondstoffen omgaan, zo min mogelijk primaire grondstoffen gebruiken en/of zoveel mogelijk gebruikte materialen opnieuw gebruiken (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2021). Deze rapportage baseert zich op de R-ladder opgesteld door het Planbureau voor de Leefomgeving waar 6 strategieën in geformuleerd worden: R1 (refuse en rethink), R2 (reduce), R3 (reuse), R4 (repair en remanufacturing), R5 (recycling) en R6 (recover). Visueel weergegeven in Figuur 1.



### R-ladder met strategieën van circulariteit



*Figuur 1: R-ladder met strategieën van circulariteit (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2021)*

Voor deze rapportage waarin plastic verpakkingen geanalyseerd worden, zal er specifiek gefocust worden op de R-strategieën: refuse en reduce (R1 + R2), reuse (R3) en recycle (R5). Aan de hand van deze R-strategieën wordt in Hoofdstuk 6 de functionele analyse beschreven. Het onderzoek spitst zich op deze drie, omdat dit de meest gebruikte strategieën zijn voor plastic verpakkingen.

## 2.2 MIS raamwerk

Op het moment dat er een maatschappelijke missie wordt geformuleerd verandert de innovatiedynamiek. Private en publieke partijen zullen allerlei innovatieve acties ondernemen die bijdragen aan het realiseren van de missie. Anderzijds is de missie niet in ieders belang. We verwachten daarom ook defensief gedrag en acties die de missie vertragen of twijfel zaaien over de missie of de manier waarop de missie behaald dient te worden. Het doel van de MIS analyse is om inzicht te geven in de veranderingsdynamiek die ontstaat nadat een missie is geformuleerd en een uitspraak te kunnen doen of de huidige inzet voldoende is om de missie te behalen, of dat er aanvullende maatregelen nodig zijn.

Om een MIS-analyse uit te voeren worden opeenvolgend vier stappen uitgevoerd, gebaseerd op literatuur van Elzinga et al. (2021) en Wesseling en Meijerhof (2020):

1. Structurele analyse: actoren en instituties in kaart brengen die een bijdrage leveren aan de missie.
2. Probleem-oplossingen diagnose: de problemen en oplossingen in kaart brengen die de missie probeert aan te pakken.
3. Functionele analyse: analyse van hoe het innovatiesysteem functioneert en of dit voldoende is om de missie te realiseren.
4. Analyse van kernoorzaken die problematische functioneren tot gevolg hebben.

In de paragrafen 2.3 tot en met 2.6 worden deze onderdelen in meer detail toegelicht.

## 2.3 Structurele analyse

De eerste analytische stap die in deze MIS analyse wordt uitgevoerd is de structurele analyse. Daarin wordt geanalyseerd welke partijen en regels betrokken zijn bij het proberen te volbrengen van de missie. Verder wordt onderzocht welke (typen) actoren de agenda kunnen bepalen en dus een prominente positie innemen in het sturen van de veranderingsrichting. De set aan partijen die sturend zijn ten aanzien van de doelen die worden gesteld en de oplossingen die worden verkend noemen we de *missie arena* (Wesseling & Meijerhof, 2020). Actoren in de missie arena hebben een positie verworven of gekregen waarin ze de transitie kunnen sturen door middelen te mobiliseren en instituties vorm te geven. Actoren in de arena zijn beter in de positie om te sturen op (door de actor geprefereerde) oplossingen dan actoren die niet vertegenwoordigd zijn in de missie arena. We noemen de actoren die wel actief zijn in het innovatiesysteem maar niet aanwezig zijn in de missie arena de *periferie*. Actoren uit de periferie kunnen bijdragen aan dezelfde of andere oplossingsrichtingen die bijdragen aan de missie, maar zijn minder invloedrijk in het sturen van de transitie. In deze analytische stap wordt gekeken naar de samenstelling, hoeveelheid en type actoren die de missie en haar oplossingen formuleren en agenderen.

## 2.4 Probleem-oplossingen diagnose

In de tweede stap van de MIS analyse wordt het probleem (of de problemen) die middels de missie dient te worden opgelost in kaart gebracht evenals de voorgestelde oplossingen om de missie te volbrengen in een zogenaamde probleem-oplossingen diagnose. Hierin wordt onderzocht of de betrokken partijen de maatschappelijke problemen die ten grondslag liggen aan de geformuleerde missie erkennen en belangrijk vinden, in welke mate ze het met elkaar eens zijn over het probleem en welke prioriteit ze aan het probleem geven boven andere maatschappelijke problemen (Wanzenböck et al., 2020). De mate van convergentie dan wel divergentie ten aanzien van het behalen van de missie en het erkennen van het probleem heeft sterke gevolgen voor het momentum van het innovatiesysteem. Daarnaast kunnen er convergerende of divergerende activiteiten ontstaan rondom de oplossingsrichtingen of binnen een oplossingsrichting. De oplossingsrichtingen zullen in dit rapport ook aangeduid worden als verschillende oplossingsrichtingen<sup>1</sup>. Hierbij geldt wederom dat de prioriteit die oplossingsrichtingen ontvangen van belang is voor de ontwikkeling ervan. Als laatste onderdeel van de diagnose wordt er geanalyseerd hoe de oplossingsrichtingen relateren aan de problemen.

## 2.5 Functionele analyse

Als derde stap wordt het functioneren van het innovatie systeem beoordeeld door middel van innovatiesysteem functies. Deze innovatiesysteem functies zijn sleutelprocessen die plaats moeten vinden om het innovatiesysteem goed op te bouwen. Een goed functionerend en opgebouwd innovatiesysteem leidt tot een veel grotere kans dat de missie wordt behaald. De functies staan niet op zichzelf maar kunnen zowel positief als negatief met elkaar interacteren. Positieve interacties versnellen de opbouw van het innovatiesysteem, waar negatieve interacties voor een belemmering of vertraging zorgen. Binnen de innovatieliteratuur worden deze interacties ook wel de innovatiemotoren genoemd (Hekkert et al., 2011) . Welke functies elkaar beïnvloeden is sterk afhankelijk van de fase waarin de transitie zich bevindt. Voor de individuele functies wordt er gekeken naar activiteiten die zorgen voor een opbouw van het circulaire systeem, maar ook naar activiteiten die gelinkt zijn aan het afbouwen (phase out) van het 'oude' lineaire denken. Voor deze afbouw is in dit onderzoek een negende functie toegevoegd, zie de uitleg in F9. Tabel 1 introduceert de verschillende MIS-functies. In hoofdstuk 6 zullen de functies geanalyseerd worden voor de verschillende oplossingsrichtingen.

---

<sup>1</sup> Voor de scope van dit onderzoek zijn als oplossingsrichtingen de verschillende R-strategieën genomen die een rol spelen binnen plastic verpakkingen.

Tabel 1: MIS-functies en beschrijvingen (op basis van Elzinga et al. (2021) en Wesseling & Meijerhof (2020))

Functie	Beschrijving
F1. Experimenteren door ondernemers	Ondernemers spelen een cruciale rol in het innovatiesysteem door (non)-technologische oplossingen te verkennen, variatie te creëren, investeren door middel van eigen middelen, oplossingen ontwikkelen en opschalen.
F2. Kennis ontwikkeling	Kennis betreffende nieuwe technologieën, producten, regels en de markt zijn nodig om te kunnen innoveren.
F3. Kennis verspreiding	Om snel te innoveren is toegang nodig tot kennis. Daarom moet kennis uitgewisseld worden tussen partijen die geïnteresseerd zijn in het versnellen van de innovatie.
F4A & F4B. Directionaliteit creëren	Innovatie is per definitie onzeker, maar wordt vergemakkelijkt als er een eenduidige visie is omtrent het maatschappelijke probleem en eenduidige verwachtingen over hoe de verschillende oplossingsrichtingen een bijdrage zullen leveren aan het oplossen hiervan.
F5. Markt ontwikkelen	Nieuwe innovaties passen vaak niet in het huidige socio-technische systeem dat bestaat uit reeds uitontwikkelde producten en diensten. Er moet daardoor ruimte gecreëerd worden voor nieuwe oplossingen.
F6. Mobiliseren van middelen	Actoren dienen werk te verzetten om middelen beschikbaar te krijgen in het innovatiesysteem. Denk hierbij aan financiële, materiële, menselijke en infrastructurele middelen om de ontwikkeling en opschaling van innovaties te realiseren en versnellen.
F7. Legitimiteit creëren	Vernieuwing kan weerstand oproepen. Ook zijn er commerciële belangen verbonden aan het in standhouden van bestaande technologie. Door het creëren van een ondersteunende socio-institutionele omgeving en het creëren van bewustzijn omtrent het maatschappelijke probleem, dient deze weerstand verzwakt te worden om zo legitimiteit, draagvlak en vraag naar innovatie te creëren.
F8. Coördinatie	Coördinatie van en tussen de oplossingsrichtingen is essentieel zodat deze gezamenlijk de missie kunnen volbrengen. Deze coördinerende rol kan vervuld worden door overheden, bedrijven, NGO's, brancheverenigingen of een consortium van deze type actoren.
F9 Regime change	Naast opbouw van het systeem is de afbouw van het oude systeem net zo belangrijk. Hieronder wordt het uitfaseren en ontleren van belemmerende praktijken als belangrijk beschouwd. Zowel de institutionele kaders als de verwachtingen van consumenten moeten opnieuw worden vormgegeven om de huidige markt en gewoontes af te breken.

## 2.6 Kernproblemen

Nadat inzicht is verkregen in hoe het innovatiesysteem functioneert is het mogelijk om op zoek te gaan naar de dieperliggende oorzaken die verantwoordelijk zijn voor het functioneren. Dit worden ook wel de kernproblemen genoemd. Vaak zijn de kernproblemen te vinden in de structuur van het innovatiesysteem. Zo kunnen bepaalde actoren afwezig zijn of zijn de regels van het spel niet voldoende om de benodigde verandering mogelijk te maken.

## 3. Methode

### 3.1 Data collectie & analyse

Voor de MIS analyse die is uitgevoerd op plastic verpakkingen, zijn verschillende bronnen en methodieken gebruikt om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de innovatie en transitie-activiteiten in de sector. Voor het onderzoek zijn data verzameld en geanalyseerd door middel van desk research en aanvullende interviews. Met behulp van desk research is een database opgesteld waarin informatie uit 73 overheids- en industrie-documenten, zoals roadmaps, akkoorden, actieplannen, convenanten en lobbyrapporten is geanalyseerd. Als aanvulling hierop zijn de resultaten uit de Actiemonitoring, uitgevoerd door Rijkswaterstaat (2022), bestaande uit 70 acties die worden voorgesteld door het Transitie Team (in het Rijksbrede Programma CE, Transitie agenda's, Plastic Pact en het Uitvoeringsprogramma 2019-2023) meegenomen als onderdeel van de analyse.

Vervolgens is een 'event analyse' uitgevoerd om CE-gerelateerde activiteiten in de plastic verpakkingen-industrie in kaart te brengen. Dit is gedaan door middel van bestudering en selectie van gebeurtenissen uit verschillende Nederlandse verpakkingstijdschriften zoals VerpakkingsManagement, Circulair Verpakken, Kunststof Magazine en Afval Online voor de tijdsperiode van maart 2019 tot en met oktober 2021. Na de selectie van 280 gebeurtenissen zijn deze gecodeerd op de innovatiesysteem functies. Voorbeelden van deze gebeurtenissen zullen gebruikt worden om conclusies te onderbouwen en illustreren. Om een duidelijk beeld te krijgen van welke nadruk en aandacht de oplossingsrichtingen hebben ontvangen ten opzichte van elkaar is de event analyse gebruikt om een heatmap te maken. De heatmap geeft visueel weer hoe vaak een gebeurtenis (event) uit de event analyse correspondeert met één van de R-strategieën en één van de MIS-functies.

Ten slotte is samen met RVO in kaart gebracht welke subsidieaanvragen zijn toegekend (uit bijvoorbeeld de KIEM-CE, MIT en DEI+ regelingen) gedurende tijdsperiode januari 2019 tot en met december 2019. Hieruit valt af te leiden welke innovatierichtingen aandacht krijgen, welk type bedrijf de aanvraag heeft uitgezet en onder welke oplossingsrichting het project valt. Dit resulteerde in een set van 40 projecten.

Aanvullend op het desk research zijn 17 interviews met experts in de plastic verpakkingenindustrie gehouden. Deze interviews zijn uitgevoerd met actoren die betrokken zijn op verschillende punten in de plastic verpakkingen productieketen, overheidsorganisaties, kennisinstellingen en NGO's. Een geanonimiseerd overzicht van de partijen die geïnterviewd zijn voor dit onderzoek is terug te vinden in Tabel 2.

*Tabel 2: Lijst met geïnterviewden plastic verpakkingen*

Categorie	Code	Beschrijving organisatie
Organisatie voor Producenten verantwoordelijkheid	A	Verantwoordelijk afvalbeheersbijdrage 1
	B	Verantwoordelijk afvalbeheersbijdrage 2
	C	Monitoring
	D	Kennis instelling
Overheidsorganisatie	E	Ministerie
Virgin plastic producent	F	Virgin producent en chemisch recycler
Converter	G	Converter van plastic korrels naar plastic verpakkingen
Compounder	H	Inhoud verpakkingen
Retailer	I	Retailer van plastic verpakkingen



Inzamelaar	J	Representatieve organisatie voor inzamelaars
Sorteerder	K	Afvalverwerker
	L	Bedrijf met innovatieve sorteringstechnologie
Brancheorganisatie	M	Brancheorganisatie MKB'ers
NGO	N	NGO 1
	O	NGO 2
Transitie Team	P	Transitieteam Kunststoffen
Kennis instelling	Q	Universiteit

## 4. Structurele analyse

### 4.1 Geschiedenis plastic verpakkingen

Om het huidige innovatiesysteem goed te begrijpen is het van belang enige context te schetsen. Plastic verpakkingen worden gebruikt door consumenten (huishoudens) en binnen organisaties. Door de zichtbare impact van plastic verpakkingen op het milieu is er lange historie van beleidsinspanningen. Deze historie kenmerkt zich door veel dynamiek en complexiteit. De rode draad daarin is het begrip *producentenverantwoordelijkheid*.

Producentenverantwoordelijkheid betekent dat producenten of importeurs (mede) verantwoordelijk zijn voor het afvalbeheer van de producten die door hen op de markt zijn (of worden) gebracht. De gemeenten zamelen het huishoudelijk afval in en hebben dus een rol om verpakkingen in te zamelen. Via een reeks convenanten en raamovereenkomsten is uiteindelijk een raamovereenkomst ontstaan (Raamovereenkomst Verpakkingen 2013-2022, 2012), waar in de loop der jaren een aantal aanvullingen op zijn geweest. Deze Raamovereenkomst vormt de kern van de invulling van producentverantwoordelijkheid voor plastic verpakkingen en de belangrijkste punten zijn ook wettelijk verankerd in het Besluit beheer verpakkingen (2014). Overeengekomen is onder andere het volgende:

- Het verpakkende bedrijfsleven voert haar verplichtingen uit door een fonds te vormen (Stichting Afvalfond Verpakkingen) dat zorgt dat verpakkingen opgehaald en gerecycled worden. Het fonds wordt gevormd doordat bedrijven die in plastic verpakte producten verkopen daarvoor de zogenaamde *afvalbeheersbijdrage* betalen.
- Daarnaast bevordert het verpakkende bedrijfsleven de verduurzaming van verpakkingen met een verduurzamingsagenda en de bestrijding van zwerfafval.
- De gemeenten zorgen voor het inzamelen van plastic verpakkingen en worden daar voor vergoed door het fonds.

Voor het inzamelen en recyclen heeft de uitvoering van deze raamovereenkomst er voor gezorgd dat er in Nederland een structuur is ontstaan waardoor gemeenten, afvalinzamelaars en recyclers hun rol pakken en zorgen voor het recyclen van plastic verpakkingen. Financieel is het dus zo dat consumenten via het kopen van in plastic verpakte producten van de bedrijven het fonds vullen. Dat gaat om honderden miljoenen per jaar die nodig zijn voor de uitvoering van de producentverantwoordelijkheid. Veel geld hiervan gaat naar de gemeenten als vergoeding voor het inzamelen van de plastic verpakkingen. De Stichting Afvalfond Verpakkingen voert de regie hierover.

Er zijn in de Raamovereenkomst ook afspraken gemaakt over het inzamelen van drankverpakkingen met een statiegeldsysteem. Met statiegeld op drankverpakkingen ontstaat een apart inzamelsysteem voor een deel van de plastic verpakkingen. Deze afspraken zijn geregeld aangepast, de status is nu dat er een statiegeldsysteem is voor grote en kleine PET-verpakkingen. Door de recycling van deze verpakkingen ontstaat er een stroom recycleaat die ingezet wordt voor nieuwe frisdrankverpakkingen.

Voor de verduurzaming van verpakkingen is er de afspraak uit de Raamovereenkomst (2012) om een verduurzamingsagenda op te stellen met aandacht voor reduce, reuse, recycle en renew. Hiervoor is door het fonds het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV) opgericht, waar kennis en tools gedeeld worden op basis van wetenschappelijk onderzoek, trends en kennis van verpakkingen. De agenda is uitgewerkt door voor specifieke branches met brancheplannen aan te geven hoe ze bijdragen aan de verduurzaming. Voor plastic verpakkingen zijn 17 zogenaamde 'Brancheverduurzamingsplannen' opgesteld waarin branches aangeven hoe ze richting geven aan de doelen (KIDV, 2019).

De structuur die is ontstaan vanuit de producentenverantwoordelijkheid heeft een grote impact op de wijze waarop in Nederland met plastic verpakkingen wordt omgegaan. Verdere stappen op weg naar een circulaire economie voor plastic verpakkingen zijn afhankelijk van, of kunnen voortbouwen op, deze structuur.

### **Overige beleidsinspanningen**

Naast de uitvoering van de producentenverantwoordelijkheid is er ook ander beleid dat van belang is voor de route naar een circulaire economie voor plastic verpakkingen. Deze worden hieronder kort beschreven zodat inzichtelijk is waar eventueel aanknopingspunten zitten bij het verder ontwikkelen van beleid richting een circulaire economie voor verpakkingen.

#### Van Landelijk Afvalbeheerplan naar Circulair Materialen Plan

Voor het afvalbeheerbeleid is in de jaren 90 een Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) uitgerold dat regelmatig geactualiseerd wordt. In dit beleidskader wordt het nationale beleid voor afvalpreventie en afvalbeheer beschreven, evenals doelstellingen van afvalbeleid, definities en begripsafbakening. Het LAP heeft sterke invloed op de activiteiten die er in Nederland plaatsvinden met afval. Deze zijn verder gespecificeerd in sectorplannen. Voor plastic verpakkingen gelden de specifieke sectorplannen: Huishoudelijk restafval (SP1), Kunststof en rubber (SP11) en Verpakkingen algemeen (SP41). In 2021 is aangekondigd dat de 3<sup>e</sup> versie van LAP opgevolgd zal worden door het Circulair Materialenplan (CMP1) met de wens dat het CMP meer stuurt op de hogere treden van de afval hiërarchie, zoals hergebruik en preventie.

#### Van Afval Naar Grondstof

Gemeenten en Rijk zijn in 2014 een programma gestart om de hoeveelheid restafval terug te dringen (Van Afval naar Grondstof, 2014). Zowel voor het huishoudelijke afval als voor het afval buitenshuis wordt ingezet op het voorkomen van afval en het beter inzamelen en scheiden. Inzamelen van plastic verpakkingen draagt bij aan de doelen van dit programma.

#### Single Use Plastics

Vanuit Europees beleid volgt de verplichting om het gebruik van plastic wegwerpproducten terug te dringen. Na het wettelijke verbod op gratis plastic tasje in 2016 volgt er in 2021 wetgeving waarmee ook het gebruik van andere plastic verpakkingen beperkt wordt (AfvalOnline, 2021). Voor wegwerpbekers en -voedselverpakkingen gelden verboden bij consumptie ter plaatse en een verplichte toeslag voor deze plastic producten bij consumptie voor onderweg. Deze wetgeving gaat in 2023 en 2024 in.

#### Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid

Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV) gaat er van uit dat producenten die door het op de markt zetten van producten en daarmee een bepaalde milieu-impact veroorzaken, verantwoordelijk moeten worden gehouden voor de levenscyclus van het product (Vermeulen et al., 2021). Hier is in 2020 wetgeving voor geldig (Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 2020). Deze wetgeving kan de transitie versnellen maar is nog niet toegepast op plastic verpakkingen.

#### Nederland Circulair in 2050

In 2016 is het Rijksbrede programma Circulaire Economie geïntroduceerd met als uitvloeisel dat in 2018 vijf transitieagenda's zijn opgesteld. Het op de markt brengen en inzamelen van de verpakkingen wordt gestimuleerd via de Transitieagenda Consumptiegoederen (2018). Het sorteren en weer opnieuw in de keten brengen van de ingezamelde kunststof verpakkingen valt onder de Transitieagenda Kunststoffen (2018). Bij de uitvoering daarvan zijn een aantal actieplannen opgesteld op de onderwerpen: Meer en beter sorteren en mechanisch recycleren (2019), Chemische recycling

(2020) en Toepassen kunststof recycklaat (2021). Hierin zijn acties benoemd die uitgevoerd dienen te worden om de ambitieuze doelen van de transitieagenda te behalen. Onderdeel van de agenda is ook het Plastic Pact NL (2019). Bedrijven, NGO's, kennisinstellingen en de Rijksoverheid hebben hierin afspraken gemaakt met doelen om alle verpakkingen recyclebaar te produceren, minder te verpakken, hoogwaardig te recyclen en recycklaat toe te passen in nieuwe verpakkingen. Het ministerie van IenW bewaakt de voortgang en stelt concrete acties en projecten op in jaarlijkse Uitvoeringsprogramma's (2019, 2020, 2021). PBL volgt de voortgang in een 2-jaarlijkse monitoring (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2020).

## 4.2 Actoren en de regels van het spel

De actoren die een rol spelen in het innovatie systeem rondom plastic verpakkingen bestaan uit partijen die direct betrokken zijn bij deze keten zoals producenten, importeurs, consumenten, converters, compounders, retailers, consumenten, inzamelaars, sorteerders en recyclers. Maar ook partijen die niet direct betrokken zijn bij de productie spelen een rol spelen in het gehele systeem en de transitie naar een circulaire economie. Daarbij kan men denken aan belangenbehartigers vanuit de keten en aan overheidsorganisaties en NGO's. Voorbeelden van deze organisaties zijn Stichting Afvalfonds Verpakkingen, Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV), Nedvang, NRK Verpakkingen, PlasticsEurope, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG), Vereniging Afvalbedrijven, Natuur & Milieu, Recycling Netwerk Nederland en European Food Safety Authority (EFSA).

De inzameling, sortering en verwerking van alle verpakkingen is in Nederland geregeld via de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid, waarbij producenten die plastic verpakkingen op de markt zetten in Nederland de zogenaamde afvalbeheersbijdrage betalen (Afvalfonds Verpakkingen, 2021a). Dit is collectief georganiseerd vanuit Stichting Afvalfonds Verpakkingen, naar aanleiding van de uitgezette opdracht door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Afvalfonds Verpakkingen gebruikt voornamelijk tariefdifferentiatie als sturingsinstrument, waarbij er een gereduceerd tarief - ongeveer 40% (Afvalfonds Verpakkingen, 2021b) - wordt gehanteerd voor goed recyclebare verpakkingen. Vervolgens ontvangen inzamelaars, sorteerders en (mechanische) recyclers van plastic verpakkingen een vergoeding vanuit het Afvalfonds Verpakkingen.

Naast het organiseren van de afvalbeheersbijdrage, investeert het Afvalfonds Verpakkingen in het verduurzamen van verpakkingen door het KIDV te financieren. Ook draagt het Afvalfonds Verpakkingen bij aan het bestrijden van de gevolgen van lekkage in de keten via zwerfafval door financiering van de organisatie Nederland Schoon. Vanuit het Afvalfonds Verpakkingen wordt niet gestuurd op het reduceren (verbieden) van plastic soorten of verplichte design for recycling (DfR). Er worden wel vanuit verschillende andere initiatieven ambitieuze doelen gesteld zoals in een Plastic Pact NL (2019) of vanuit CEFLEX Design Guidelines (2020). Kenmerkend voor deze ambities is het vrijwillige karakter.

Naast de producentverantwoordelijkheid zijn er partijen die samenwerken bij de uitvoering van de transitieagenda kunststoffen. De actoren betrokken vanuit dit zogenaamde Transitieteam kunststoffen zijn daarmee mede bepalend voor de richting van de Nederlandse kunststof verpakkingenindustrie. Deze partijen zijn plasticproducenten (bijv. Sabic en Total Corbion), afvalverwerkende organisaties (bijv. Van Werven Recycling en Suez), actoren betrokken bij de uitvoering van de producentenverantwoordelijkheid (bijv. KIDV), ministeries (EZK en I&W), NGO's (bijv. Natuur & Milieu) en kennisinstellingen (bijv. TNO). Opvallend in de samenstelling van het transitieteam is een goede vertegenwoordiging van partijen die kennis en belang hebben in recycling en een matige vertegenwoordiging van partijen die actief zijn in andere R-strategieën.

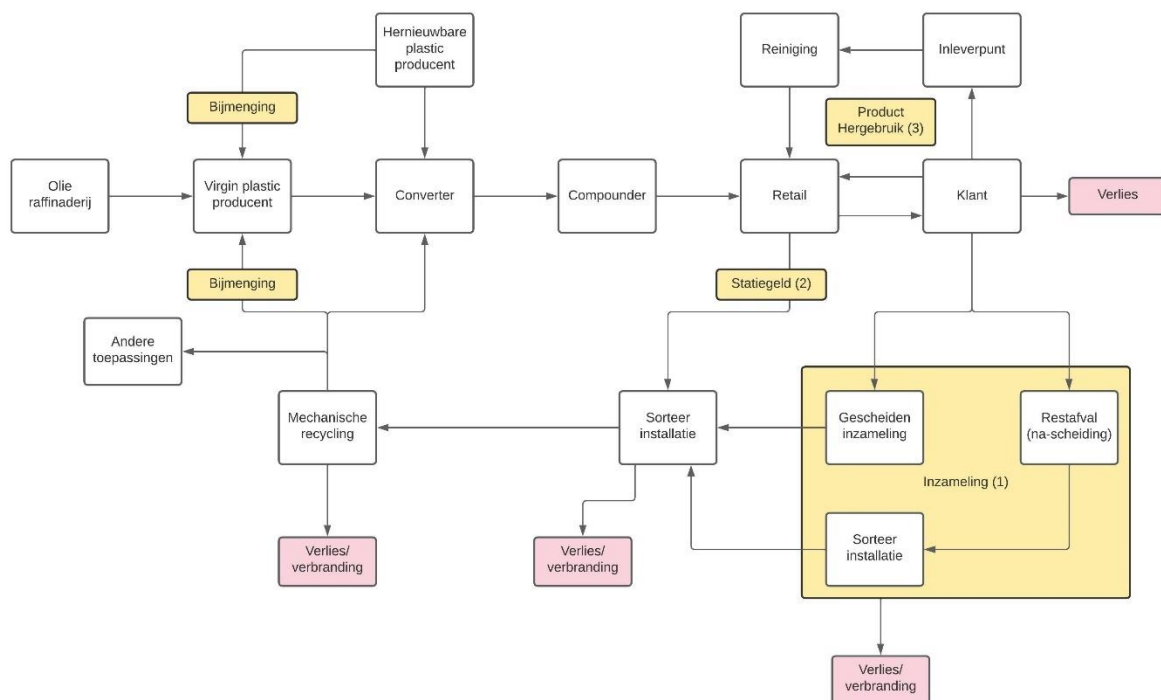


Voor andere R-strategieën, zoals reuse, refuse en voor het gebruik van hernieuwbare grondstoffen zijn er weinig organisaties actief, wat leidt tot minder aandacht voor deze circulaire strategieën in de verpakkingsector. Wel is er de Mission Reuse, georganiseerd vanuit Enviu, Recycling Netwerk Benelux en Natuur & Milieu, welke als doel heeft om herbruikbare verpakkingen dieper te verankeren in de samenleving (Mission Reuse, 2022).

Op basis van bovenstaande kunnen we stellen dat het Afvalfonds Verpakkingen de centrale speler is in de missie arena. Daarnaast zijn het de partijen die elkaar ontmoeten in het kader van het transitieteam kunststoffen die de richting voor de toekomst bepalen. Daarmee wordt de missie arena gedomineerd door regime partijen en de overheid.

### 4.3 Huidige stand van circulariteit

Om de staat van circulariteit weer te geven is een schematisch overzicht van de plastic verpakkingenketen noodzakelijk (zie Figuur 2). Hierin zijn drie verschillende routes gevonden die een plastic verpakking in de productieketen kan doorlopen: 1) recycling via sortering (gescheiden inzameling of na-scheiding), 2) recycling via statiegeldsysteem op PET flessen en 3) producthergebruik. Aan het begin van de keten kan plastic geproduceerd worden uit aardolie, hernieuwbare grondstoffen of uit recyclaat van plastic. Deze input stromen kunnen 'zuiver' gebruikt worden, of bijgemengd worden met fossiele plastics. Vervolgens worden de plastic korrels geconverteerd naar een verpakking, gevuld met hun inhoud, verkocht via de retailer en gebruikt door de klant. Daarna is het afhankelijk van het soort verpakking wat er na de gebruikersfase met de verpakking gebeurt.



Figuur 2: Productieketen plastic verpakkingen

De meest voorkomende route (1) die hierop volgt is de inzameling van de verpakking door ofwel gescheiden PMD (Plastic verpakkingen, Metalen verpakkingen en Drinkpakken) inzameling (bronscheiding) ofwel via restafval (na-scheiding), afhankelijk van de gemeente waar het afval wordt ingezameld. Vervolgens wordt het ingezamelde afval via een overslagstation naar een sorteerder

gebracht die (bij na-scheiding plastic eerst uit het restafval scheidt en vervolgens) de verschillende plastic stromen sorteert. Deze gesorteerde plastic stromen komen vervolgens bij de recycler terecht die momenteel voornamelijk via mechanische recyclingtechnieken<sup>2</sup> de plastic stroom converteert naar korrels (flakes). Deze worden daarna door bijmenging met virgin plastics of direct naar de converter afgeleverd.

De tweede route is specifiek voor de stroom PET-flessen, waar een statiegeldsysteem gebruikt wordt (2). Hierin brengt de klant na de gebruiksfase de verpakking terug naar de retailer, en wordt deze na sortering (van PET-fles, PE-doppen en etikettering) aangeboden aan recyclers. Bij de PET-stroom is het van belang dat de stroom zo zuiver mogelijk blijft, omdat voor rPET flessen door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid veiligheidseisen zijn opgesteld dat het materiaal voor minimaal 95% afkomstig dient te zijn uit voedselverpakkingen om te voorkomen dat het recyclaat gevaarlijke stoffen bevat (EFSA, 2020).

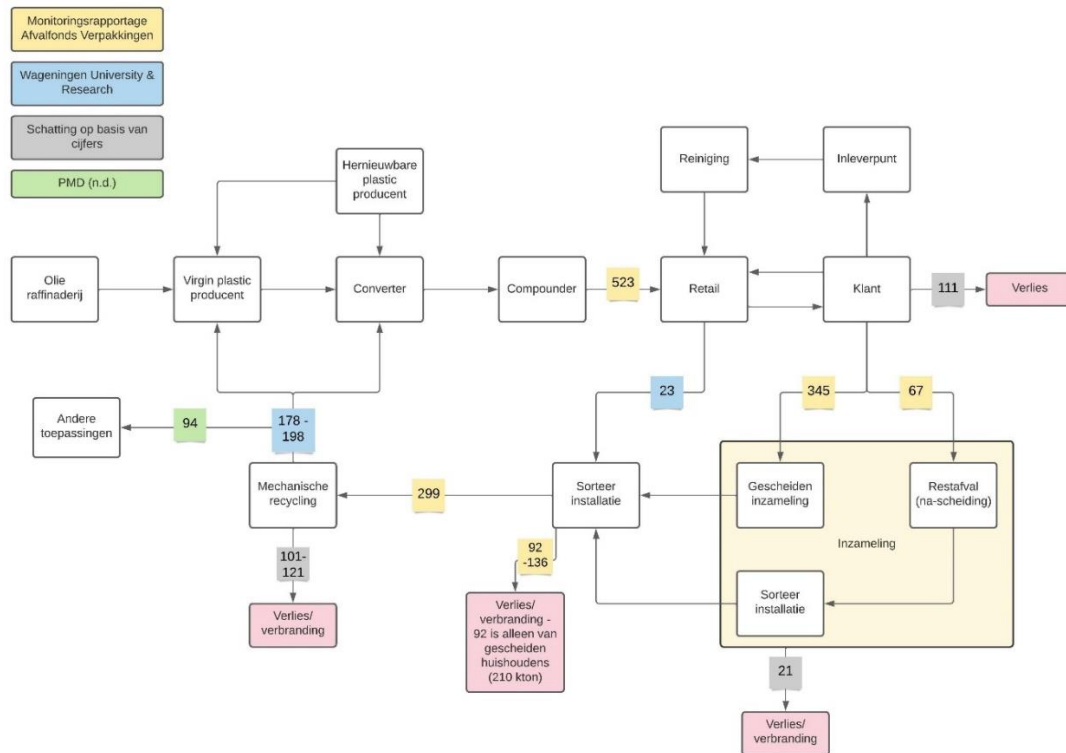
Ten slotte is er een route van producthergebruik (3), waarbij de verpakking door de consument of bedrijven wordt teruggebracht bij de retailer waarna het product gereinigd wordt en vervolgens weer als verpakking aan de consument wordt aangeboden. Een voorbeeld hiervan is Ozarka, waar wegwerpverpakkingen zijn vervangen door herbruikbare, siliconen containers die consumenten tijdelijk kunnen gebruiken (Ozarka, 2020). Na gebruik levert de consument de container weer in en wordt deze door Ozarka gereinigd en geleverd aan de partner die ze vervolgens weer distribueert aan klanten. Het is ook mogelijk dat de verpakking in het bezit blijft van de consument die deze na gebruik opnieuw vult. In dit geval wordt de nieuwe vulling in een veel efficiëntere verpakking aangeboden. Een voorbeeld zijn de geconcentreerde schoonmaakmiddelen van CIF genaamd 'Eco-refill' die in een zeer kleine verpakking worden aangeboden (KIDV, 2020a). De consument lengt dit aan met water en gebruikt de in bezit zijnde flacon opnieuw.

Binnen de productieketen worden de volumes<sup>3</sup> plastic verpakkingen op meerdere punten gemonitord en gerapporteerd door Stichting Afvalfonds Verpakkingen en Nedvang. In Figuur 3 zijn de gegevens uit de Monitoringsrapportage van 2019 (Afvalfonds Verpakkingen, 2019) gebruikt om inzichtelijk te maken op welke plekken, welke volumes (in kilotonnen) van toepassing zijn. In deze aantallen wordt zowel consumentenafval als bedrijfsmatig afval meegenomen. Ter aanvulling op de gegevens van de Monitoringsrapportage, zijn schattingen van de studie van Wageningen University of Research (Brouwer et al., 2019) meegenomen en zijn er soms schattingen gemaakt op basis van deze cijfers.

---

<sup>2</sup> In dit overzicht is chemische recycling niet meegenomen, omdat we de huidige stand van zaken beschrijven. Chemische recycling vindt momenteel alleen op pilot niveau plaats en in zeer kleine hoeveelheden. Eén van de chemische recyclers (Sabic) kan in 2022 ongeveer 20 kiloton plastic verwerken (VNO-NCW, 2021).

<sup>3</sup> Men spreekt binnen het vakjargon van volumes, maar het gaat hier daadwerkelijk om de massa van de plastic verpakkingen in kilogrammen of tonnen.



*Figuur 3: Volumes (in kilotonnen) in de plastic verpakkingen keten in 2019 (Afvalfonds Verpakkingen, 2019)*

### Inzameling en sortering

Door de focus van ketenpartijen op het voorkomen van afval is er veel aandacht voor de inzameling en verwerking van plastic verpakkingen. Vanaf de inzameling van de gebruikte plastic verpakkingen wordt er gemonitord wat er met het afval gebeurt. Vanuit meerdere interviews (A, C, D, E, G, J, H, K, N, P) en in actieplannen wordt meermaals benadrukt hoe belangrijk het is om zoveel mogelijk in te zamelen. Immers, hoe meer er ingezameld wordt, hoe minder er verloren gaat. Van al het ingezamelde afval, wordt het merendeel van de plastic verpakkingen via gescheiden inzameling ingezameld (345 kiloton) en een kleiner deel via na-scheiding (67 kiloton). Verder treedt hier een geschat verlies op van 21 kiloton. In de sortering komt het ingezamelde afval bij elkaar en wordt het per plastic soort gesorteerd. Het afval uit de bron-gescheiden PMD, na-gescheiden restafval (samen 412 kiloton) en de PET-flessen uit het statiegeldsysteem (23 kiloton) worden hier verder op plastic soort gesorteerd.

### Recycling

Als input voor de recycling worden de plastic soorten PET, PP en PE als aparte fracties aangeleverd en komen verder mix en foliestromen binnen. Volgens schattingen van de WUR wordt ongeveer 180 kiloton vanuit mechanische recycling ter vervanging ingezet voor virgin plastics (Brouwer et al., 2019). Uit verschillende bronnen (Doe mee met PMD, n.d.; Dorpsraad Erp, 2020; Gemeente Oldebroek, n.d.; Meijerstad, 2020) kwam naar voren dat de helft van dit recyclaat (geschat op 94 kiloton) ingezet wordt voor ander soort (laagwaardige) toepassingen dan plastic verpakkingen, hierbij moet men denken aan parkbankjes en bermpaaltjes. In praktijk zijn dit stromen die voortkomen uit de mix sortering. Dit betekent dat de hoeveelheid plastic verpakkingen die daadwerkelijk weer ingezet kunnen worden voor nieuwe verpakkingen, uitkomt op ongeveer 18% ( $(188 - 94)/523$ ). Als de kwaliteit van het recyclaat te laag is, is het lastig om het weer in te zetten voor nieuwe producten. Hier komt de connectie tussen het toepassen van recyclaat en design voor recycling naar voren. Als de kwaliteit van het aangeleverde afval in de sortering laag is, dan is het lastig om hier een nieuw product van te maken met een hoge kwaliteit.

Om te bepalen wat het recyclingpercentage is, is het van belang om goede definities te gebruiken. De huidige definitie van recycling die wordt gehanteerd in de afspraken tussen de overheid en het afvalfonds verpakkingen betreft 'aangeboden aan recycler'. Op basis daarvan is het recyclingpercentage 57% (299 kton / 523 kton). Vanuit Europa komen nieuwe richtlijnen voor het meten van het recyclingpercentage, waarbij het meetpunt verschoven zal worden van het gesorteerde plastic naar de hoeveelheid plastic die daadwerkelijk ingezet wordt al recycleert wordt op basis van EU richtlijn 2018/852. Deze verschuiving wordt ingezet, om een beter beeld te krijgen van de hoeveelheid plastics die daadwerkelijk gerecycled worden en hoeveel plastic recycleert er toegepast wordt om de kringloop te sluiten. Het oude meetpunt creëert verwarring, omdat hiermee niet het daadwerkelijk gerecyclede percentage berekend wordt. In het nieuwe systeem wordt recycling gedefinieerd als het gebruiken van gerecyclede korrels als grondstof. Echter zegt dit nog niks over de hoeveelheid recycleert die voor de productie van plastic verpakkingen wordt ingezet, ten opzichte van andere toepassingen. Laagwaardige inzet van recycleert blijft dus een onderdeel van deze definitie.

### **Statiegeld**

Voor statiegeldflessen (PET-flessen) is een systeem, gericht op materiaalhergebruik, waar men beschikt over een relatief schone stroom. Van de PET flessen die via de retailer naar de sorteerder gaan (23 kton in 2019 uit de Monitoringsrapportage), is geschat dat in 2017 tussen de 19 en 22 kiloton aan gerecycled kunststof uit verpakkingen wordt opgeleverd (Brouwer et al., 2019). Hier treedt dus een relatief klein verlies op. Dat zou betekenen dat ongeveer 89% van de PET-flessen opnieuw gebruikt wordt voor nieuwe flessen. Dus apart inzamelen levert een veel hoger percentage rendement op.

### **Ontbrekende cijfers**

Opvallend is dat over een aantal momenten in de productieketen geen accurate cijfers beschikbaar zijn. Dit geldt met name voor het eind van de keten en voor productthergebruik. De hoeveelheid plastic verpakkingen die daadwerkelijk worden toegepast in nieuwe producten en hoeveel er verbrand wordt is nu gebaseerd op schattingen. Dit is ook voor Stichting Afvalfonds op het moment nog niet inzichtelijk en hier worden acties op ondernomen om hier meer inzicht in te krijgen. Hoe precies is nog onduidelijk. Het verkrijgen van inzicht in dit proces is ook lastig vanwege de import en export van kunststofafval en recycleert. Zodra de plastic verpakking mechanisch gerecycled is, kan het recycleert op de Europese markt verhandeld worden (B, H, K).

Op het vlak van productthergebruik wordt *niet* specifiek gemonitord en gerapporteerd bij Stichting Afvalfonds Verpakkingen, omdat het geen deel uitmaakt van de producentenverantwoordelijkheid. Producten die nog geen afval zijn, worden niet gemonitord (A, B). Het is dus lastig om te bepalen hoeveel van de totaal op de markt gebrachte plastic verpakkingen ingezet wordt ten behoeve van productthergebruik. Dit maakt het ook lastig om hierop te sturen en te reguleren, wat ook te merken is aan het gebrek van concrete monitoring uit het Besluit Beheer Verpakkingen (zie ook paragraaf 4.1.). Dus door het gebrek aan accurate cijfers en sturingsmechanismen op productthergebruik wordt het moeilijk om op bepaalde strategieën (toepassen van recycleert en productthergebruik) te sturen en voortgang te boeken.

### **Uitval en verlies**

Uit de cijfers die wel beschikbaar zijn, blijkt dat er op een aantal punten sprake is van verlies en geaccepteerde vervuiling in het ingezamelde plastic verpakkingafval, zoals bij de inzameling van PMD-afval door gemeenten waar maximaal 15% vervuiling van het afval door stroomstromen (zoals chemische verpakkingen/verfemmers) wordt geaccepteerd. Dit gebeurt op basis van een visuele inspectie (Interview A, J). In praktijk worden gehele vrachten niet snel afgekeurd. Er kan bijvoorbeeld

ook een groot onderdeel vervuiling (zoals een matras) uit een baal gehaald worden, waarna het alsnog in aanmerking komt voor sortering. Verder is er uitval van minimaal 111 kiloton welke niet wordt ingezameld, omdat het door de consument niet op de juiste manier wordt weggegooid en verbrand wordt vanuit het restafval dat niet via na-scheiding wordt gesorteerd, in de natuur belandt of in afvalbakken in openbare ruimtes terecht komt. 21 kiloton komt vanaf inzameling van gemeentes uiteindelijk niet bij de sorteerder terecht, waarschijnlijk door vervuiling. Zoals eerder beschreven, wordt 92 kiloton vanaf de sorteerder naar energierterugwinning gebracht (alleen voor bron-gescheiden afval van huishoudens). En ten slotte wordt ongeveer de helft van het aangeleverde gesorteerde plastic 'laagwaardig' gerecycled (Doe mee met PMD, n.d.; Dorpsraad Erp, 2020; Gemeente Oldebroek, n.d.; Meijerstad, 2020). Door dit inzichtelijk te maken, wordt ook duidelijk op welke plekken er nog voortgang geboekt kan worden.

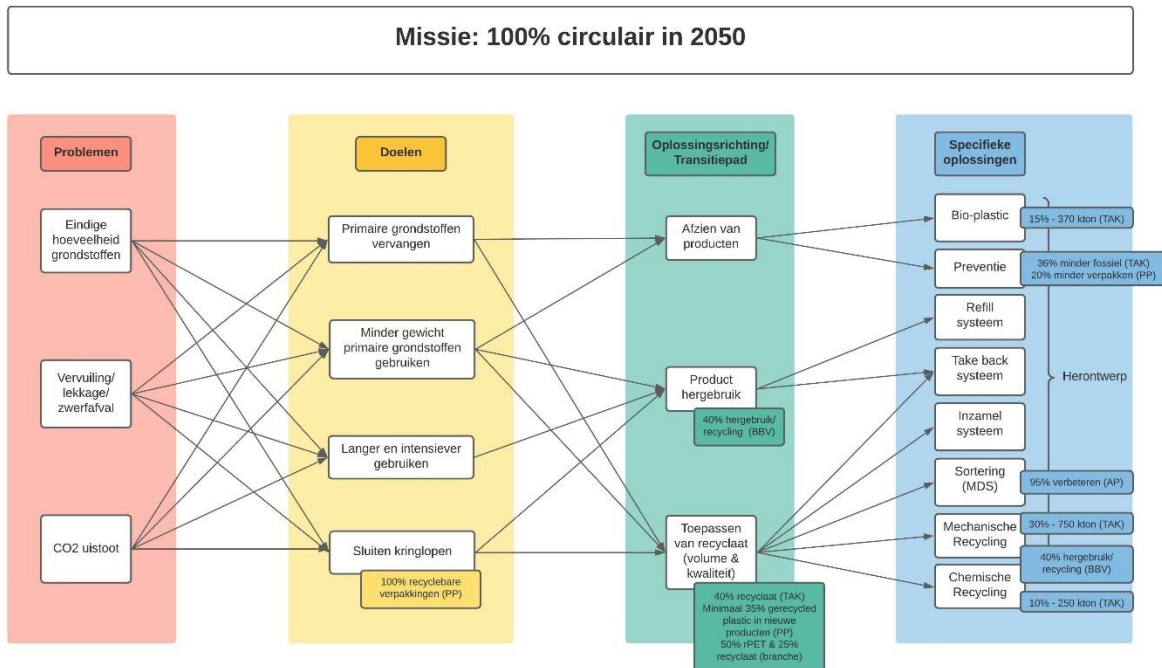
## 5. Probleem-oplossingen diagnose

Om aan de missie te voldoen om in 2050 volledig circulair te zijn, zijn er in verschillende documenten, doelstellingen geformuleerd om dit te realiseren. De programma's die voor deze analyse zijn meegenomen zijn: het Rijksbrede programma CE (RBP CE), Transitie Agenda Kunststoffen (TAK), Uitvoeringsprogramma's (UP), Actieplannen (AP), inclusief het Plastic Pact (PP) en de brief van de Staatssecretaris I&W over de 'Concretisering doelen Circulaire economie'. In de verschillende documenten worden allerlei problemen gesignaleerd rond het grootschalig gebruik van plastics en doelen geformuleerd om deze problemen het hoofd te bieden. Het creëren van een overzichtelijk beeld van alle ambities en doelen is niet gemakkelijk aangezien voorgaande doelen vaak niet (exact) overgenomen worden en soms compleet vervangen worden door een ander doelen. Ook de oorzaak-gevolg relatie tussen de doelen mist vaak in beschrijvende documenten.

In Figuur 4 hebben we getracht om de zaken te verhelderen door een duidelijke ordening te maken in de categorieën: problemen, doelen, oplossingsrichting en specifieke oplossingen.<sup>4</sup> Deze ordening is gemaakt om duidelijkheid te scheppen in de daadwerkelijke maatschappelijke problemen die spelen, de doelen die gesteld zijn om aan de missie te kunnen voldoen, welke oplossingsrichtingen voorgesteld worden en ten slotte de specifieke oplossingen die een bijdrage leveren aan zo'n oplossingsrichting.

---

<sup>4</sup> De onderdelen uit deze categorieën zijn geconstrueerd aan de hand van formuleringen uit deze documenten, welke terug te vinden zijn in Appendix I, tabel 4.



Figuur 4: Probleem-oplossing diagnose<sup>5</sup>

## Problemen

In het Rijksbrede Programma Circulaire Economie (2016) en de Transitieagenda Kunststoffen (2018) worden drie maatschappelijke problemen genoemd die leidend zijn in de transitie naar een circulaire plastic keten: 1) eindige hoeveelheid grondstoffen, 2) vervuiling en lekkage zwerfafval en 3) CO<sub>2</sub> uitstoot. Met betrekking tot de eindige hoeveelheid grondstoffen is te zien dat het gebruik van plastics de afgelopen vijftig jaar wereldwijd vertwintigvoudigd is, met het vooruitzicht dat het de komende twintig jaar zal verdubbelen (Nederland Circulair in 2050, 2016). De meeste kunststoffen (40%) worden gebruikt in verpakkingen. *Uitputting van fossiele grondstoffen* moet voorkomen worden, denk hierbij ook aan geopolitieke afhankelijkheid van olie (Transitieagenda Kunststoffen, 2018). Ten tweede resulteert de verspreiding van plastic zwerfvuil op land en zee in een groeiende *vervuiling van ecosystemen* (Transitieagenda Kunststoffen, 2018). Maatschappelijk neemt ook de druk toe over zorgen over de plastic soep en de leefomgeving en gezondheid van mens en dier. Met de productie van plastic verpakkingen zijn er risico's van vervuiling van mariene milieu (Nederland Circulair in 2050, 2016). Het voorkomen van lekkages in het systeem is daarmee als een belangrijke pijler aangestipt voor plastic verpakkingen. Ten derde, leidt de inzet van fossiele grondstoffen aan het eind van de keten onherroepelijk tot CO<sub>2</sub> emissies. In het kader van klimaatbeleid is het dus van groot belang om de inzet van fossiele grondstoffen sterk terug te dringen.

## Hoofdoelen circulaire verpakkingketen

Vanuit de documenten zijn vier doelen naar voren gekomen: primaire grondstoffen vervangen, minder gewicht primaire grondstoffen gebruiken, langer en intensiever gebruiken en sluiten kringlopen. Voor het *vervangen van primaire grondstoffen* worden doelen geformuleerd in de Transitieagenda Kunststoffen, gericht op aan de ene kant het verminderen van fossiele kunststoffen en aan de andere kant het toepassen van meer recyclaat en bio-plastics. Echter blijft dit algemeen voor alle kunststoffen en is dit niet voor plastic verpakkingen specifiek gemaakt. Ook in de Uitvoeringsprogramma's, Actieplannen, het Plastic Pact en in de brief van de staatssecretaris is hier wederom aandacht voor.

<sup>5</sup> In de gekleurde kaders zijn de doelen uit de verschillende documenten beschreven

Het gebruik van *minder gewicht primaire grondstoffen* sluit als doel aan op alle drie de oplossingsrichtingen, maar wordt alleen specifiek gemaakt in de Transitieagenda onder de ontwikkelrichting *preventie*. Echter, zorgt een gewichtsvermindering niet direct voor het beter sluiten van de kringloop of voor een betere recyclebaarheid van de producten. Een voorbeeld daarvan is het vervangen van plastic bakjes door folies. De vervanging van de bakjes voor de folies zorgt voor een gewichtsvermindering, maar in praktijk blijken folies nog slecht recyclebaar, waardoor ze in de verbrandingsoven verdwijnen.

Voor het *langer en intensiever gebruiken van producten* zijn geen meetbare doelen geformuleerd.

Onder het *sluiten van de kringlopen* worden verschillende zaken verstaan, zoals de recycling van materialen (RBP CE, PP, Staatssecretaris), het voorkomen van lekkages door betere inzameling, nascheiding (TAK) of het efficiënt benutten van kunststof materialen (RBP CE).

### **Oplossingsrichtingen**

Het is mogelijk om de hoofddoelen te vertalen in oplossingsrichtingen die passen in het raamwerk van de R-strategieën: refuse en reduce (*afzien van producten*), reuse (*product hergebruik*) en recycle (*toepassen recycelaat*).

Het *afzien van producten* draagt bij aan de doelen het vervangen van primaire grondstoffen en zorgen voor minder gewicht primaire grondstoffen. *Product hergebruik* is een oplossingsrichting die aansluit op drie van de vier eerder genoemde doelen, alleen niet aan het vervangen van primaire grondstoffen. Dit kan wel het geval zijn, maar dat is niet het uitgangspunt voor product hergebruik. Onder het *toepassen van recycelaat* wordt in dit geval zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het recycelaat meegenomen. Voor beiden is eenzelfde strategie vereist, maar de onderliggende acties kunnen wel degelijk een verschillend effect hebben op de uitkomst. Zo blijkt dat deze vaker gericht zijn op het vergroten van de kwantiteit en de kwaliteit nog niet zozeer meenemen. Kwantitatieve doelen zijn ook veel meetbaarder, zoals de recycling doelstellingen in het Besluit Beheer Verpakken (2014) om in 2025 minimaal 50% te recyclen of hergebruiken. Het punt waarop het recycling percentage momenteel gemeten wordt is wel wat omstreden (Brouwer et al., 2019), zoals reeds in paragraaf 4.3 beschreven. Concreet wordt er alleen in het Besluit Beheer Verpakkingen (2014) sinds 2020 een gezamenlijk doel gehanteerd voor hergebruik en recycling van plastic verpakkingen. Vanaf 2025 moet minimaal 50-gewichts% hergebruikt of gerecycled worden. In praktijk blijkt dit echter nog lastig te monitoren (E). Uiteindelijk draagt elk van deze oplossingsrichtingen via de geformuleerde doelen bij aan de problemen die de basis voor de missie vormen: uitputten grondstofvoorraden, lekkage uit het systeem en tegengaan CO2 emissie.

Opvallend is daarnaast vanuit de Actiemonitoring, uitgevoerd door Rijkswaterstaat dat 44% van de acties uit de transitieagenda en actieplannen worden gecategoriseerd onder de noemer 'R-algemeen', omdat ze niet specifiek genoeg op één R-strategie aangrijpen of te maken hebben met randvoorwaarden (Actiemonitoring, 2022). Dit laat zien dat er weinig specifiek gestuurd wordt op een bepaalde oplossingsrichting. Als men het erover eens is dat er duurzamer gewerkt moet worden, maar niet specifiek maakt op welke manier, dan is het voor uitvoerende partijen ook lastig om hierop te acteren.

### **Specifieke oplossingen**

De drie generieke oplossingsrichtingen leiden tot innovaties die aandacht krijgen in de verschillende documenten. Deze zijn als 8 specifieke oplossingen in Figuur 4 geformuleerd: bio-plastic, preventie, refill systeem, take back systeem, inzamel systeem, sortering, mechanische en chemische recycling. Voor sommige van deze innovaties zijn specifieke doelstellingen geformuleerd, voor anderen niet.

Voor preventie zijn vanuit meerdere agenda's en programma's doelstellingen geformuleerd, zoals in de Transitieagenda Kunststoffen: 36% minder fossiel en in het Plastic Pact: 20% minder verpakken. Het gaat hier vaak om een reductie doel in termen van het gewicht, wat zoals eerder gezegd niet per se de recyclebaarheid van verpakkingen vergroot. Refill en take-back systemen komen in strategische plannen en documenten niet naar voren en ontvangt in die zin geen concrete doelstelling. Recentelijk, na een eerdere versie van de Integrale Circulaire Economie Rapportage, worden de hogere R-strategieën zoals hergebruik aangedragen als extra aandacht behoevend focus punt (Van Veldhoven-Van der Meer, 2021).

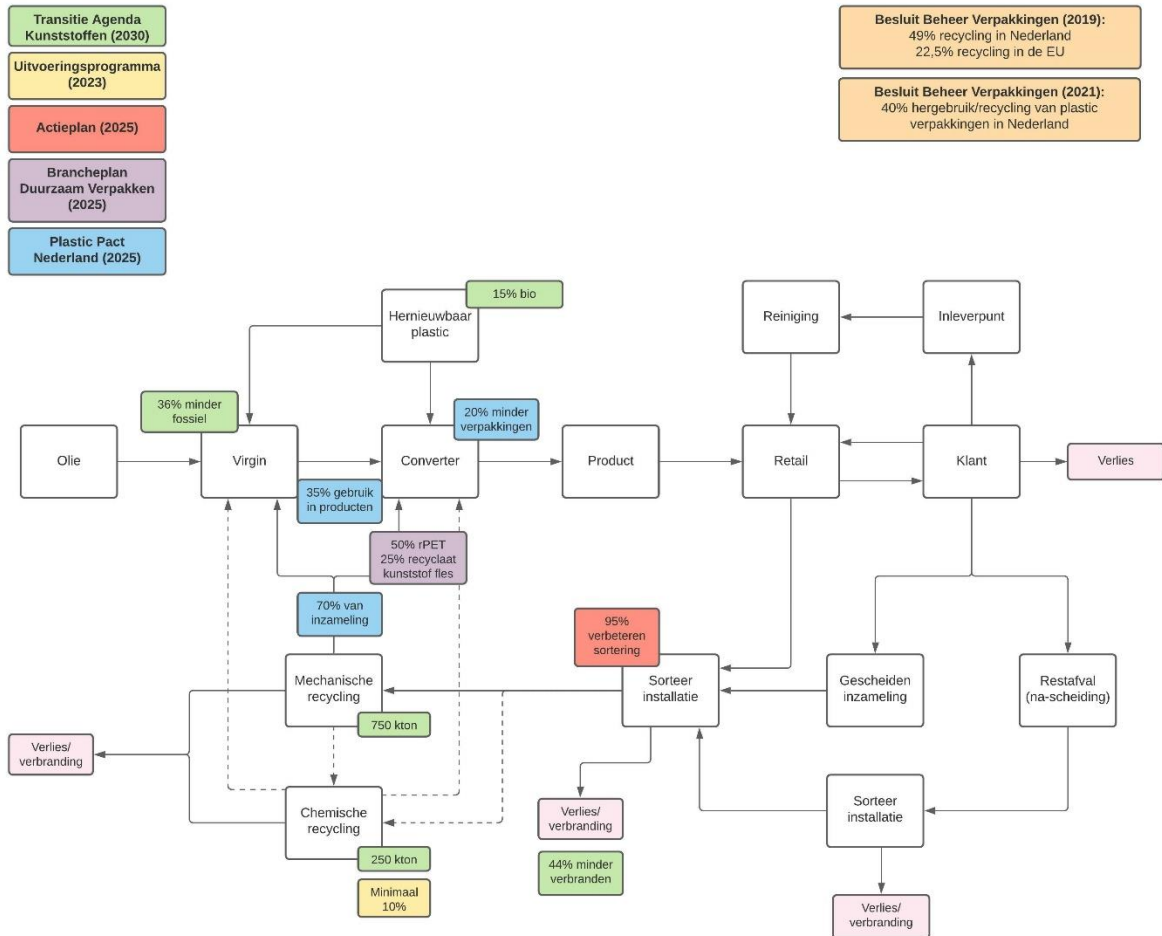
Om primaire grondstoffen te vervangen door recyclelaats toe te passen zijn technologieën gericht op zowel inzameling, sortering als recycling in synergie nodig om een goedwerkend systeem te krijgen. Echter is te zien dat de doelen vaak voornamelijk gericht zijn op recycling, en met name mechanische recycling, terwijl recycling een middel naar het doel moet zijn en niet het doel op zich. Dit terwijl recycling een onderdeel van de oplossingsrichting is om de kringloop te sluiten door recyclelaats toe te passen in nieuwe verpakkingen. Specifiek is het doel om in 2030 750 kiloton mechanisch en 250 kiloton chemisch te recyclen (Transitieagenda Kunststoffen, 2018). Recycling wordt nog steeds door velen gezien als veelbelovend aangezien ook de meeste inspanningen momenteel leunen op mechanische recycling, maar er is ook consensus dat het niet de enige oplossing gaat zijn om de kunststofketen te sluiten. De enorme aandacht voor (mechanische) recycling kan daarmee belemmerend werken voor de andere oplossingsrichtingen.

### **Herontwerp**

Het herontwerpen van verpakkingen heeft een speciale plek binnen de missie (en daarmee ook visueel aan de rechterkant van Figuur 4). Circulair herontwerp is een wijze waarop plastic verpakkingen aangepast worden om een bijdrage te leveren aan de missie. Denk daarbij aan het herontwerpen van een verpakking door primaire grondstoffen te vervangen door bio-plastic of recyclelaats, door gewicht te verminderen van een verpakking, een verpakking van mono-materiaal maken, belemmerende materialen uitfaseren ten behoeve van een goede recycling, of een verpakking te ontwerpen zodat deze als refill-systeem gebruikt kan worden. Voor herontwerp is het belangrijk dat de voorkant van de productieketen (bijvoorbeeld design for recycling) goed wordt afgestemd op de achterkant (bijvoorbeeld recycling) van de keten. Een verpakking kan wel recyclebaar of hervulbaar zijn, maar dan moet het ook gebeuren. Herontwerp als strategie kan daarmee ingezet worden bij alle specifieke oplossingen om bij te dragen aan de doelen.

In de overheidsdocumenten wordt herontwerp vaak algemeen geformuleerd, zoals in de Transitie Agenda Kunststoffen: 'Van lineair naar circulair ontwerp'. De specificaties hiervan worden niet concreet gemaakt – wat verstaat men onder circulair ontwerp? Daarnaast wordt herontwerp ook vaak als een apart onderdeel behandeld, terwijl het een integraal onderdeel is van een transitie naar een circulaire economie. Dit is bijvoorbeeld te zien in het Uitvoeringsprogramma, waar 'Circulair ontwerpen' verder wordt opgepakt met CIRCO als apart onderdeel, los van de verschillende Transitie Agenda's. Figuur 5 plaatst de verschillende doelen in de kunststofketen.





Figuur 5: Doelen in de plastic keten

Wat duidelijk wordt uit de figuur, is dat doelstellingen op een aantal specifieke punten in de keten worden uitgezet. Het is niet duidelijk hoe het totaal systeem eruit komt te zien als alle doelen worden gehaald en of de doelen consistent zijn ten opzichte van elkaar. Bijvoorbeeld: hoe verhoudt 36% minder fossiele inzet zich tot 35% inzet van recycleat en 15% biomaterialen in productieketen? De laatste twee samen lijken tot een hogere reductie van inzet van fossiele brandstoffen te leiden. Wat ook opvalt is de afwezigheid van doelen aan de rechterbovenkant van Figuur 5 waar de product-hergebruik route staat afgebeeld. Hiervoor zijn geen doelen gesteld. Verder is het goed om te vermelden dat veel verschillende doelstellingen verschillende looptijden kennen en ook andere partijen betrokken zijn. Bij het opstellen van de branche verduurzamingsplannen zijn bijvoorbeeld andere partijen betrokken dan het transitieteam, wie verantwoordelijk is voor de transitieagenda en de actieplannen. Sommige afspraken zijn voor 2023, andere voor 2025 en weer andere voor 2030. Daarnaast is een deel van deze afspraken gevormd vanuit wettelijke kaders, zoals Besluit Beheer Verpakkingen en richtlijnen vanuit de Europese Commissie, en een ander deel komt voort uit vrijwillige doelen, zoals het Plastic Pact Nederland en Plastic Pact Europe. Afhankelijk van de aard van de afspraken, zijn partijen gebonden om zich hieraan te houden bij wet, of zijn de afspraken alleen een onderlinge overeenkomst, waar geen harde consequenties of sancties aan vast zitten.

## 6. Functionele analyse en Kernproblemen per oplossingsrichting

Nu in kaart is gebracht hoe het innovatiesysteem er uit ziet, wat het tot nu toe heeft opgeleverd in circulariteit en welke ontwikkelingsrichtingen de meeste aandacht krijgen, analyseren we in dit hoofdstuk hoe het innovatiesysteem functioneert om de benodigde vernieuwing te ontwikkelen en op te schalen. We gebruiken hiervoor de functies van het innovatiesysteem zoals toegelicht in het Theoretisch kader. We analyseren de volgende oplossingsrichtingen

1. Toepassen recycklaat
  - a. met behulp van mechanische recycling,
  - b. met behulp van chemische recycling,
2. Producthergebruik en
3. Preventie (of het afzien van producten).

Er is gekozen om het toepassen van recycklaat uit te splitsen tussen mechanisch en chemisch, omdat de ontwikkelingsfase waarin deze oplossingsrichtingen zich bevinden erg van elkaar verschilt. Allereerst worden de functionele analyses voor ieder pad beschreven. Hierop volgen mogelijke aangrijpingspunten voor de versnelling van de transitie.

### Beschrijvende resultaten

Aan de hand van de event analyse is een inzicht te verschaffen in welke oplossingsrichting de meeste aandacht ontvangt en voor welke functies dit specifiek geldt. Voor dit eerste inzicht zijn de oplossingsrichtingen verdeeld in *recycling* (mechanische recycling, chemische recycling en design for recycling), de *hogere R-strategieën* (reuse en refuse) en *algemeen* (niet gespecificeerd per R-strategie), om een beeld te krijgen van de verhouding en aandacht verdeling tussen deze twee.

Aan de hand van een heat map, zie Tabel 3, is visueel weergegeven hoe vaak een gebeurtenis (event) uit de event analyse correspondeerde met één van de R-strategieën en één van de MIS-functies. Over het algemeen kunnen we concluderen dat recycling voor alle functies de meeste aandacht ontvangt vergeleken met de hogere R-strategieën, behalve voor probleem-directionaliteit (F4A) waar de hogere R-strategieën net wat vaker voorkomen. Op bijna iedere functie is recycling twee keer zoveel vertegenwoordigd dan de andere R-strategieën en erop duidt dat recycling nog steeds de dominante circulaire strategie is binnen de plastic verpakkingen industrie.

Tabel 3: Heat map MIS-functies en R-strategieën<sup>6</sup>

	F1	F2	F3	F4A	F4B	F5	F6	F7	F8
Recycling	53%	48%	43%	20%	59%	73%	57%	51%	31%
Hogere R-strategieën	40%	24%	21%	28%	15%	14%	29%	27%	6%
Algemeen	6%	29%	36%	52%	26%	14%	14%	22%	63%

Recycling komt in meer dan 50% van vijf MIS-functies (F1, F4B, F5, F6 en F7) voor. Dit is een aanzienlijk gedeelte en duidt op het grote vertrouwen of lobby (F7) voor de oplossingsrichting zelf

<sup>6</sup> Schaal loopt van 0% (rood) via 50% (geel), naar 100% (groen) met de percentages events als deel van het totaal aantal events per MIS-functie.

(F4B), voor experimenten met recyclinginitiatieven (F1) en aandacht voor de creatie van een duidelijke markt (F5) waar middelen ter beschikking zijn of voor gelobbyd wordt (F6).

Hogere R-strategieën scoren geen enkele keer boven de 50% op één van de functies. Het hoogste percentage waarin hogere R-strategieën voorkomen is in het experimenteren door ondernemers (F1). Verder is het opvallend dat op probleemdirectionaliteit (F4A) de hogere R-strategieën vaker voorkomen dan recycling, waar de groeiende aandacht in actieplannen en roadmaps aan ten grondslag ligt. Dit wordt in paragraaf 6.3 en 6.4 verder toegelicht. Daarnaast is de noodzaak voor het probleem dat onder andere ten grondslag ligt aan preventie, namelijk zwerfafval, veel duidelijker voor deze oplossingsrichting dan dat dat bij recycling het geval is. Ten slotte, is er blijkbaar minder aandacht voor duidelijke coördinatie dan dat dat momenteel voor recycling gebeurt (F8).

Voor de events die niet toebedeeld konden worden aan één specifieke R-strategie en daarmee onder Algemeen vallen, scoort voornamelijk F4A en F8 hoog, wat te verklaren is doordat deze events vaker algemene doelstellingen, afspraken en actieplannen zijn. Daarmee beschrijven ze vaak meerdere R-strategieën of wordt er in het midden gelaten hoe er precies circulair te werk gegaan moet worden. Dit sluit aan bij de conclusie uit de probleem-oplossingen diagnose waarin Rijkswaterstaat in hun Actiemonitoring (2022) vond dat 44% van de acties uit transitieagenda's en actieplannen gecategoriseerd worden onder de noemer R-algemeen.

## 6.1 Toepassen van recycklaat met behulp van mechanische recycling

### **Mechanische recycling dominante route om de plastic verpakkingketen circulair te maken, maar kwaliteit van recycklaat vaak nog te laag**

Mechanische recycling kent een zeer hoge legitimiteit (F7). Het is op dit moment de dominante route om te komen tot een circulaire plastic verpakkingketen. Mechanische recycling als oplossingsrichting wordt als erg veelbelovend gezien door grote spelers in de markt. Vrijwel iedereen in interviews is het erover eens dat mechanische recycling blijft bestaan en waarschijnlijk groter wordt in de komende jaren. De hoge legitimiteit staat echter onder druk doordat er maar zeer bescheiden percentage recycklaat afkomstig uit het mechanische recyclingproces daadwerkelijk wordt toegepast in nieuwe verpakkingen. Er ontstaat daardoor steeds meer aandacht voor het produceren van hoge kwaliteit recycklaat (F4b). Maar verschillende geïnterviewden (G, Q) gaven aan dat het niet de enige oplossing gaat zijn om de kunststof keten te sluiten. Daar zullen aanvullende technologieën voor nodig zijn, denk aan substitutie door bioplastics, chemische recycling of hergebruik.

De dominante ontwikkelingen zijn vooral gericht op het verbeteren van de kwaliteit van het recycklaat (F4b). We onderscheiden vier richtingen: 1) ontwerpkeuzes voor verpakkingen, 2) kwaliteit aangeleverde afval aan sortering, 3) sortering en recycling, 4) inzetten recycklaat in nieuwe verpakkingen.

### **Keuzes in ontwerpfase zeer bepalend voor mogelijkheden tot recycling en kwaliteit recycklaat**

Een eerste route gaat over de keuze die verpakkers maken ten aanzien van het type verpakking. Er zijn veel verschillende typen plastics vanwege de specifieke eigenschappen van plastics, wat het lastiger maakt om goed uit te sorteren. Het vereist ook meer apparatuur om iedere soort uit te sorteren. Lang niet alle soorten plastics kunnen gesorteerd worden, zo zijn flexibele verpakkingen, kleiner dan A4 lastig om uit te sorteren omdat die weggeblazen worden (G, H, K, Q). Er zijn wel sorteringinstallaties die deze lastige verpakkingen kunnen uitsorteren, zoals PreZero, Attero en Omrin (G, H, K). Ook verpakkingen bestaande uit meerdere type plastics zoals laminaten zijn zeer lastig te recyclen tot hoogwaardig recycklaat. Er wordt aandacht besteed door ondernemers om verpakkingen te gebruiken die beter of makkelijker te recyclen zijn (F1). Campina laat de bijvoorbeeld de kunststof dop weg van

de kartonnen drankverpakking, Arla heeft de coating aan de buitenkant weggehaald, 7-Up heeft afscheid genomen van de groene fles om flessen beter recyclebaar te maken en Oerlemans Packaging past nu 100% PE toe voor food en non-food ter vervanging van huidige laminaten en draagt zo bij aan 100% recycleerbaar kunststof.

Er zijn ook tegenwerkende trends. Vanuit convenanten en afspraken, zoals het Plastic Pact, wordt er gestuurd op het gebruik van minder materiaal. In de praktijk komt dit vaak neer op het gebruik van dunnere materialen, waardoor er een gewichtsreductie in de plastic verpakkingen komt, maar dit is vaak tegenstrijdig met de recyclebaarheid van plastic. (-F8)

Ondernemers experimenteren om de synergie tussen het ontwerp van een verpakking en de verwerking van recyclelaat in nieuwe verpakkingen te verbeteren (DfR) maar dit vindt nog vooral plaats op pilot schaal (F1). Bijvoorbeeld uit interview (H) *over deodorant flessen die in een zwarte verpakking werden ontworpen, wat in de sortering slecht gescand kan worden. Daar is een aanpassing in het ontwerp gedaan, namelijk een blauwe kleurstof toegevoegd, waardoor deze verpakking beter door de sortering gedetecteerd kan worden. Op pilot schaal wordt dit getest, bijvoorbeeld in het Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics (NTCP), maar dit is nog niet op grote schaal uitgerold. Vanuit de sorteerder zou er geen externe prikkel zijn om hierop te verbeteren, omdat het daar vaak om de totale te verwerken volumes gaat en minder om de kwaliteit van de deelstromen.* Om een hoge kwaliteit recyclelaat te krijgen, is al in de ontwerpfase een goede afstemming nodig met de eindelevensfase van producten. Initiatieven die hieraan proberen bij te dragen ontwikkelen bijvoorbeeld ontwerp-richtlijnen gericht op inzameling, sortering en recycling zoals door CEFLEX voor laminaatverpakkingen (samenwerkingsinitiatief voor de hele waardeketen van flexibele verpakkingen). Ten slotte, zit er tussen de ontwerpfase en eindelevensfase het gebruik door de consument waar geen van beide partijen een directe invloed op heeft. De gebruikersfase waarin een andere partij het product in handen heeft, zorgt ervoor dat het lastig kan zijn om te voorspellen wat de kwaliteit van het product is (interview A, C, E, H, N).

Naast experimenten door ondernemers vind er ook kennisontwikkeling (F2) plaats. Zo is er onderzoek ten behoeve van de recyclebaarheid en kwaliteit van gerecyclede verpakkingen, uitgevoerd door onder andere Natuur & Milieu en het KIDV. Hieruit blijkt dat tweederde van de plastic verpakkingen in de supermarkten niet of maar beperkt recyclebaar is (Natuur & Milieu, 2021). Er is een Nationaal Testcentrum Circulair Plastics (NTCP) opgericht om te testen en onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor circulair materiaalhergebruik, bijvoorbeeld met het scheiden van foliestromen. En uit een onderzoek naar de kwaliteit van het recyclelaat door de WUR bleek dat gerecycled plastic folie altijd een bepaalde geur behoudt.

Ook zijn er verschillende initiatieven om kennis te delen (F3). Er worden conferenties en consortia georganiseerd om kennis te verspreiden over succesvolle technologieën, zoals het Closing the Loops consortium. Daarin werd onder andere onderzoek gedaan om gebruikt PP uit gescheiden restafval weer te verwerken tot hoogwaardige grondstoffen voor gerecycled plastic.

### **Betere kwaliteit in de sortering nodig om hogere kwaliteit recyclelaat te verkrijgen**

Een tweede belangrijke factor die de kwaliteit van recyclelaat bepaalt is de kwaliteit van het aan de sortering aangeleverde afval: als daar weinig verstorende materialen in zitten dan is het makkelijker om een hogere kwaliteit recyclelaat te halen. Dat blijkt ook uit het volgende statement van een geïnterviewde: *“In de sortering willen we zoveel mogelijk eruit halen tegen een zo goed mogelijke kwaliteit. Om een hoogwaardige korrel te krijgen moet je hard werken en houdt je minder over”* (C). In de praktijk blijkt dat de focus op kwantiteit bij de inzameling tot achteruitgang van de kwaliteit van die stroom kan leiden, wat wederom op de kwaliteit vs. kwantiteitsdiscussie duidt. De wijze van

inzameling speelt daarbij een grote rol. Het gaat hier om de trade-off om een zo groot mogelijke stroom te behouden, die misschien niet optimaal schoon is, of een schone stroom, die kleiner is.

Er is discussie (F4b) over de manier van inzamelen (gescheiden of via na-scheiding). Rondom dit thema bestaat onder geïnterviewden discussie, waarin een deel pleit om alles naar één van de twee te optimaliseren en het proces eenvoudiger te maken en te optimaliseren (A, H, P). Daarnaast pleiten organisaties die verantwoordelijk zijn voor de inzameling (J) ervoor om vooral de splitsing te behouden en per locatie te bekijken welk soort inzameling het meest geschikt is. In dichtbevolkte, stedelijke gebieden heeft na-scheiding de voorkeur, omdat in steden met veel hoogbouw de ruimte voor inzamelvoorzieningen beperkt is in huis en in de openbare ruimte (VANG, 2017). Waar in meer afgelegen gebieden de keuze voor bron-scheiding wordt gemaakt, omdat dit zorgt voor een hogere mate van verantwoordelijkheid bij de burger en inzicht in wat er daadwerkelijk aan plastic verpakkingen in huis gehaald wordt (Afvval Verwijdering Utrecht, 2021). Ten slotte zien sommige partijen (K) ook potentie in een systeem waarin alles via bron-scheiding wordt ingezameld en dit vervolgens ook nog via na-scheiding wordt gesorteerd voor een stroom van hogere kwaliteit. Naast een hoger rendement, zou dit ook voor hogere kosten zorgen, waar men huiverig over is.

### **Kwaliteit van recycklaat wordt bepaald door keuzes in sortering en ontwikkelingen in recyclingtechnieken**

Ten derde is de kwaliteit van recycklaat voor een deel direct gekoppeld aan de snelheid van de sorteerinstallatie. Om een gemixte stroom aan plastics zo schoon mogelijk uit te sorteren, zal er gefocust moeten worden op een zo goed mogelijke kwaliteit tegen een zo hoog mogelijke kwantiteit. Het produceren van een hogere kwaliteit recycklaat kost extra moeite en leidt doorgaans tot meer materiaalverlies, dus een lagere hoeveelheid die wordt aangeboden aan de recycler. Door geïnterviewden (D, H, J, K, Q) is de snelheid waarop de sorteerband draait als belangrijke factor aangehaald; hoe langzamer de band draait, hoe meer er uit gesorteerd kan worden, maar ook hoe langer het duurt. Het afvalfonds wordt momenteel hoofdzakelijk afgerekend op kwantiteit (F4b). We observeren dan ook tegengestelde richting gevende krachten (F4b). Er wordt wel geëxperimenteerd met langzamere sortering. *'Onderzoek van Cyclos wees uit dat met een lagere snelheid waarop de sorteerband draait, 10 tot 20% meer uit de sortering te halen is'* (Interview H). Daarnaast benadrukten interviews L en Q de experimenten met sorteermethodes op basis van watermerk technologie om zuivere PET en PP stromen te scheiden. Deze vorm van sortering wordt ook door het Afvalfonds Verpakkingen aangehaald als een stap die erg kostbaar is in het gehele proces en daarom is additionele financiering (F6) benodigd.

Naast langzamer sorteren wordt er ook geëxperimenteerd met slimme technologie die leidt tot betere kwaliteit recycklaat (F1). De overheid heeft hiervoor middelen (F6) beschikbaar gesteld. De overheid steunt de doorontwikkeling van mechanische recycling via de DEI+ Regeling (RVO, 2021a) voor pilot- en demonstratieprojecten, en via de MOOI Regeling (RVO, 2021b) die is opengesteld voor onderzoek en ontwikkeling gericht op optimalisatie van mechanische recycling, inclusief inzameling, voorbereiding, sortering en scheiding van kunststof afval. Ook via Invest-NL wordt ondersteuning geboden. Zo is directe en indirecte financiering van (kunststof) recycling onderdeel van de strategische en circulaire prioriteiten van Invest-NL. (Van Veldhoven-Van der Meer, 2021b). In het regeerakkoord is afgesproken dat er €70 miljoen wordt vrijgemaakt voor betere recycling.

Naast een focus op het vergroten van hoogwaardige output zijn er ook een aantal experimenten (F1, F2) gericht op het voorkomen van uitval. Ongeveer 15% van de recycling projecten die overheidsfinanciering hebben ontvangen zijn nog gericht op de hoeveelheid van het afval dat nu nog wordt verbrand omdat het te vervuild is of te gecompliceerd voor de huidige recycling technieken. Naar verwachting leidt dit tot minder uitval en meer laagwaardige recycling.

### **Experimenten met het inzetten van recycklaat uit verpakkingen**

De vierde route betreft het experimenteren (F1) met het inzetten van meer recycklaat in verpakkingen. Vanuit verschillende partijen ontvangt het toepassen van recycklaat steeds meer aandacht (F4b). Commitments zijn door verschillende partijen gedaan (zoals Unilever, Nestlé en PepsiCo) om recycklaat te gebruiken en verpakkingen recyclebaar te maken (F1). Een aantal voorbeelden: 1) FECT gebruikt boxen voor internationaal transport van bloemen. De box is van 100% gerecycled kunststof gemaakt. 2) Praxis verfemmer van eigen merk Perfection zijn van gerecycled kunststof gemaakt. 3) Coca Cola wil dit jaar in Nederland alleen nog maar flessen inzetten uit 100% gerecycled plastic. 4) 15 pilotprojecten van het programma Kunststofverpakkingsafval als Grondstof waarin experimenten zijn uitgevoerd om toepassingen te vinden voor kunststofrecycklaat. Vanuit de Europese Commissie (2019) zijn voorstellen om in 2025 minimaal 30% recycklaat te gebruiken (F4b). Daar staat tegenover dat sommige geïnterviewden de haalbaarheid als tegenargument aanhalen (-F7).

### **Markt voor recycklaat verkregen via mechanische recycling**

Er is een goed georganiseerde markt (F5) voor mechanische recycling. Dat begint bij de wettelijke kaders van recyclingpercentages, waarin het Afvalfonds Verpakkingen via de Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid verantwoordelijk is voor het behalen van het recyclingpercentage voor verpakkingen. Daarnaast int het Afvalfonds Verpakkingen de afvalbeheersbijdrage vanuit bedrijven die in Nederland plastic verpakkingen op de markt zetten. Daarbij geldt de tariefdifferentiatie, wat een gereduceerd tarief inhoudt voor goed recyclebare verpakkingen. Vervolgens wordt de afvalbeheersbijdrage als vergoeding aan gemeenten uitgekeerd ten behoeve van goede inzameling, sortering en recycling van verpakkingen. Zonder de bijdrage zou er nauwelijks gerecycled worden (A, B, J, K). Via de wettelijke recycledoelstellingen is een prikkel ingebouwd zodat het materiaal gerecycled wordt. De differentiatie dient ter stimulans om meer recyclebare verpakkingen op de markt te krijgen. Het is echter de vraag of tariefdifferentiatie een voldoende sturend instrument is aangezien nog steeds een aanzienlijk deel van de verpakkingen slecht recyclebaar is (Natuur & Milieu, 2021) en het percentage recycklaat dat ingezet wordt in nieuwe verpakkingen nog erg laag is (18%).

Naast het beleid van het Afvalfonds Verpakkingen is ook de prijs van het recycklaat bepalend voor de marktvrage. Per plasticsoort verschilt de markt, maar telkens is er concurrentie met virgin plastics. Het verzamelen en opwerken van recycklaat tot de benodigde kwaliteit leidt er doorgaans toe dat recycklaat op kosten niet kan concurreren met virgin (A, M, N). Doorgaans kopen bedrijven de goedkoopste grondstof in tenzij er vanuit regels of intrinsieke motivatie eisen gesteld worden die het gebruik van recycklaat bevorderen. Uit de interviews komt geen eenduidig beeld of de prijs van recycklaat hoog (A, B, C, K, I, M, G) of laag (H, J) is, wat waarschijnlijk komt door de verschillende typen plastics. Een uitsplitsing:

- Over het algemeen is de prijs van rPET (gerecycled PET) hoog door de verplichte percentages voor het toepassen van recycklaat die voor PET flessen geldt (European Commission, 2019), waardoor er meer vraag naar recycklaat komt en deze stroom dus schaarser wordt. Verder zorgt de aparte inzameling van PET flessen via het statiegeldsysteem ervoor dat er een zuivere stroom recycklaat geproduceerd wordt.
- Veel plasticsoorten worden ingezameld als PMD en hebben daardoor geen transparante herkomst waardoor het moeilijker is de kwaliteit van het recycklaat op voldoende hoog niveau te krijgen. Zonder extra "hulp" is het meeste recycklaat duurder dan virgin. Hier zit echter beweging in. Bij een aantal van deze plasticsoorten begint de vraag aan te trekken door duurzaamheidsbeleid van bedrijven. Ook aangekondigd beleid om eisen te stellen aan een minimum percentage recycklaat werpt mogelijk haar schaduw vooruit.

- De hoge prijs van recycklaat was een belemmering voor de toepassing, maar in 2021 heeft er een kanteling plaatsgevonden waardoor de prijs verlaagd is, waardoor de vraag naar recycklaat gestegen is (interview P). Het is de vraag hoe deze trend zich in de komende jaren zal ontwikkelen.

Door bovenstaande mechanismes is er onzekerheid over het verloop van de vermarkting van plasticsoorten anders dan PET.

De vraag naar recycklaat wordt ook bepaald door wet- en regelgeving. Actoren in het veld ervaren onduidelijkheid over welke specificaties er precies nodig zijn voor het toepassen van recycklaat in nieuwe producten. Kwaliteitseisen van recycklaat moeten duidelijker, zoals ook blijkt uit het Actieplan Toepassen Recycklaat – certificering en normering. De EFSA normeringen voor recycklaat als toepassing in voedsel verpakkingen (EU No 282/2008) zijn erg streng, vanwege voedselveiligheidsredenen. Daarvoor is certificering, waarbij: food-contact materials uit een gesloten kring moeten komen die voor 95% moet voortkomen uit een food contact stroom of er moet bewezen worden dat het proces vervuiling van plastic input reduceert zodat het geen risico voor de gezondheid van de mens vormt. Hierbij is traceerbaarheid vaak een probleem voor niet gesloten stromen (KIDV, 2018). De huidige manier van inzamelen, sorteren en recyclen waarbij food en non food gemengd wordt ingezameld lijkt dus niet goed te matchen met de EFSA normering.

De coördinatie (F8) rond mechanische recycling is vrij complex. Een groot gedeelte van de coördinatie ligt bij Afvalfonds Verpakkingen en het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat. De eerste is bepalend geweest in het organiseren van de huidige infrastructuur voor inzameling en recycling en organiseert de financiële voorwaarden. De vernieuwing van mechanische recycling wordt gestimuleerd door verschillende samenwerkingsverbanden tussen partijen zoals in het Plastic Pact NL en EU en de transitieagenda kunststoffen ten behoeve van het bevorderen van een circulaire economie voor kunststoffen waarin afspraken worden gemaakt om recycklaat toe te passen door middel van mechanische recycling. Dit gebeurt bijvoorbeeld in het Actieplan toepassen recycklaat, waar 15 afzonderlijke acties zijn gespecificeerd. Deze acties gaan over het bevorderen van vraag en aanbod van het recycklaat, optimaal aansluiten van vraag en aanbod en afstemmen van marktvoorwaarden. Tevens is er een Routekaart VNCI Mechanische Recycling (2021) waarin wordt benadrukt dat er nog onvoldoende inzet is vanuit beleid op verduurzaming, en pleiten voor mogelijkheid van technologische ontwikkelingen, zoals chemische recycling en biograndstoffen, om aanspraak te kunnen maken op beleidsondersteuning zoals SDE++.

## 6.2 Toepassen van recycklaat met behulp van chemische recycling

### Verschillende vormen van chemische recycling

Naast mechanische recycling heeft een aantal bedrijven verschillende vormen van chemische recycling ontwikkeld (CE Delft, 2019). Onder chemische recycling wordt het chemisch proces verstaan waarin kunststof wordt teruggebracht naar de oorspronkelijke bouwstenen van het materiaal (van polymeren naar monomeren) om hier weer nieuwe kunststof producten van te maken. Chemische recycling kan uitgevoerd worden via een viertal verschillende recycling technieken; pyrolyse, vergassing, solvolyse en depolymerisatie met ieder zijn eigen eigenschappen. De vier vormen en eigenschappen worden in Appendix II, tabel 5 toegelicht.

### Chemische recycling nog in een vroeg ontwikkelingsstadium

Chemische recyclingtechnieken zijn al een aantal jaar in ontwikkeling. Echter, bevinden de chemische recyclingtechnieken zich nog in een vroeg stadium van ontwikkeling en moeten de technologieën zich nog bewijzen. Om dit bewijs te leveren wordt er ingezet op pilots en experimenten (F1) vanuit bedrijven en onderzoeksprojecten. Het Afvalfonds Verpakkingen stelt middelen (feedstock) ter beschikking, maar met name om mee te testen en dus niet in grote hoeveelheden en ook niet op financieel niveau (interview A, B) (F6). De twee vormen van feedstock recycling (pyrolyse en vergassing) worden voornamelijk ontwikkeld door grote, bestaande bedrijven, zoals Sabic met olieraffinage voor pyrolyse de mix afvalstroom in krakers weer terug kan brengen naar olieachtige substanties en reeds beschikken over de grote installaties (F6). Voor solvolyse en depolymerisatie zijn over het algemeen jongere bedrijven bezig met het ontwikkelen van hun technologieën zoals Obbotec die in samenwerking met Unilever de kleur uit Andrélon en Zwitsal flessen haalt. Chemische recycling is makkelijk in te passen en theoretisch mogelijk binnen de huidige infrastructuur van afval inzamelen, sorteren en verwerken. Alleen de verwerkingsmethode is anders dan bij mechanische recycling. Echter, vanwege de kleine schaal waarop chemische recycling nu plaatsvindt, wordt het nog niet volwaardig toegepast.

### Vertrouwen in chemische recycling is wisselend

De vier verschillende recyclingtechnologieën, welke allemaal een andere input en output vergen, kunnen voor verwarring zorgen. Deze vernieuwingen kunnen weerstand oproepen (F7). Organisaties zoals Shell, Dow en Sabic streven naar opschaling voor het inzetten van gerecycled kunststof als feedstock (Roadmap Chemische Recycling, 2020), maar momenteel is er geen unaniem draagvlak (F4B; F7) voor de chemische recyclingtechnologieën en zijn er zorgen over drie onderwerpen: 1) concurrentie tussen mechanische en chemische recycling, 2) aandacht wegnemen bij hogere R-strategieën en 3) gebrek aan sluiten kringloop wanneer brandstof het eindproduct is.

Allereerst de concurrentie tussen mechanische en chemische recycling over de feedstock staat ter discussie wanneer beide technologieën schone stromen behoeven. Deze concurrentie vindt met name plaats op de PET stroom die zowel via solvolyse en depolymerisatie<sup>7</sup>, als via mechanische recycling verwerkt kunnen worden. Vanuit meerdere interviews (interview A, E, O, P) wordt gewaarschuwd voor de constante honger naar feedstock die chemische recycling technologieën nodig zullen hebben om te blijven bestaan. Mechanische recycling wordt dan vaak als geprefereerde manier gezien, omdat de investeringen voor de technologieën in het verleden al gedaan zijn en er minder energie nodig is om de technologie te laten draaien ten opzichte van chemische recycling (Interviews E, O). Ook zijn er commerciële belangen verbonden aan het in standhouden van de bestaande technologieën (F9). Aan de andere kant kunnen bepaalde chemische recyclingtechnologieën ook een oplossing kunnen zijn voor materialen die niet via mechanische recycling verwerkt kunnen worden of zelfs weer

---

<sup>7</sup> De feedstock recyclingtechnieken kunnen ook PET verwerken, maar hier kan een mix stroom ook in terecht.



teruggebracht kunnen worden naar foodgrade content, wat met mechanische recycling vaak niet mogelijk is.

Daarnaast worden zorgen geuit dat een te grote aandacht aan en eventuele lock-in van chemische recycling aandacht weg kan nemen en zelfs in de weg kan staan van de ontwikkeling van hogere R-strategieën, zoals producthergebruik of preventie. *'Als je in 2050 geen fossiele bronnen meer het systeem in wil hebben, dus geen kunststoffen meer maken op basis van olie of nafta, dan ga je naar een ander spectrum aan materialen. De vraag is dan hoeveel effort en belastinggeld je nog moet stoppen in chemisch recyclen'* (interview P). In deze argumenten, is men bang dat chemische recycling het oude denken versterkt, waarin we als samenleving niet minder gaan produceren, maar juist meer. Ten slotte, bestaan er zorgen dat wanneer chemische recycling als eindproduct een brandstof oplevert, het sluiten van de kringloop onmogelijk wordt en dat chemische recycling hiermee circulariteit in de weg staat.

Aan de andere kant zijn er wel hoge verwachtingen voor chemische recycling die uitgesproken worden door recyclers, de overheid en vanuit PlasticsEurope. Deze verwachtingen worden met name uitgesproken omtrent uitbreiding van fabrieken, verkenning van andere manieren van recycling en toestroom aan investeringen, zie de voorbeelden in Box 1.

*Box 1: Voorbeelden hoge verwachtingen chemische recycling*

Mark Vester van Sabic: 'Twee jaar geleden waren wij zo ongeveer de enige die zich bezighield met chemische recycling van plastic, inmiddels doen veel meer bedrijven dat. [...] Onze fabriek is wel de eerste in zijn soort wereldwijd, maar zal eind 2023 niet meer de enige zijn. En ik verwacht dat wij zelf tegen die tijd ook plannen hebben voor weer een nieuwe, waarschijnlijk grotere fabriek' (SER, 2021).

'Staatssecretaris Stientje van Veldhoven: 'Het is goed nieuws dat de sector nu met deze nieuwe methode aan de slag gaat waardoor de mogelijkheden van kunststof recycling worden uitgebreid' (Rijksoverheid, 2021).

**Grote focus op technologische kennis ontwikkeling, maar gebrek aan kennis over hoe recycklaat toe te passen**

Om de zorgen weg te nemen wordt er veel technologische kennis ontwikkeld en getoetst (F2) om de nieuwe technologieën te beoordelen, hun rol in de circulaire economie te bepalen en duidelijkheid te scheppen welke input en output er benodigd is, zoals in studies door CE Delft (2019), experts (Vollmer et al., 2020), het KIDV (2018) en een LCA onderzoek door Schwarz en collega's (2021). Vervolgens wordt deze kennis ook weer verspreid en gedeeld (F3) tijdens conferenties op nationale en internationale schaal, zoals het Closing the loop on chemical recycling in Europe evenement (2021) in Brussel. Het lijkt wel nog aan kennis te ontbreken die eenduidig weergeeft hoe het chemisch geproduceerde recycklaat weer toegepast kan worden.

**Onzekerheid in de markt voor chemisch gerecycled recycklaat**

De prijs van chemisch recycklaat is door geïnterviewden beargumenteerd hoger te zijn dan die van mechanische recycling (F5), omdat de technologieën nog nieuwer zijn (interview F). Daarnaast is de kwaliteit van het recycklaat dat uit de mix-stroom komt en via chemische recycling verwerkt wordt, vaak lager dan bij mechanische recycling (interview B), al wordt door anderen beweerd dat deze even hoog is (interview H), afhankelijk van de chemische recyclingstechniek die wordt toegepast. Over het algemeen zal de vraag naar recycklaat (F5) steeds verder stijgen, onder andere door regelgeving, wat tot tekorten (-F6) en nog hogere prijzen zal leiden. Hierdoor neemt ook de vraag naar kunststofafval verder toe om te kunnen recyclen en zullen hier voor chemische recyclingstechnologieën tekorten

ontstaan als de beschikbare stromen alleen naar mechanische recycling blijven gaan. Onduidelijk is nog in hoeverre chemische recycling kan profiteren van een stimulans van hogere kwaliteit recyclaat.

Chemische recyclers beweren dat fabriek in gebruik genomen kan worden, maar lopen tegen problemen aan met betrekking tot overheidssteun (F5) (VNO-NCW, 2021). Het kabinet biedt ondersteuning aan de opbouw van chemische en mechanische recycling via de DEI+ Regeling voor pilot- en demonstratieprojecten, via de MOOI Regeling (Van Veldhoven-Van der Meer, 2021b) en via Invest-NL. Echter gaan deze regelingen met name over pilots en demonstratieprojecten en niet genoeg om opschalen (Interview F). Uit de RVO database komen maar 2 initiatieven naar voren die gericht zijn op chemische recycling in 2019 die subsidie hebben ontvangen (uit Topsector Energiestudies en landsdelige EFRO<sup>8</sup>). Voor 2020 en 2021 wordt er vanuit andere subsidie regelingen zoals NIKI wel meer budget voor chemische recycling vrij gemaakt (F6).

### **Concrete sturing op chemische recycling als oplossingsrichting ontbreekt**

Om chemische recycling als oplossingsrichting verder te laten ontwikkelen is er een duidelijke visie benodigd (F4). Vanuit agenda's en roadmaps worden er wel doelen gesteld, zoals in de Transitieagenda Kunststoffen waarin het doel om in 2030 250 kton chemisch gerecyclede kunststoffen per jaar aan te leveren, ofwel 10% van het totaal aan kunststoffen dat geproduceerd of verwerkt wordt. In de Roadmap Chemische Recycling (2020) en de routekaart van VNCI (2021) wordt het potentieel van chemische recycling benadrukt, maar ook het hogere benodigde energieverbruik, het gebrek aan klimaatneutraliteit van chemische recyclingprocessen en de vroege ontwikkelingsfase van de processen. Daarvoor zijn actiepunten geschetst, maar waaruit de conclusie blijft dat een forse import van afval nodig zal zijn voor de verdere ontwikkeling. Deze vraag naar middelen, zowel financieel, materieel (feedstock) als menselijke middelen is voor chemische recycling groot. De prijs van het chemisch verkregen recyclaat is hoger ten opzichte van recyclaat verkregen uit mechanische recycling. Daar zijn momenteel geen stimulerende regelingen te onderscheiden (-F6).

Verder beweren chemisch recyclers dat in wet- en regelgeving: *'In de meeste Europese landen telt nu alleen mechanisch recycelen nog maar mee als bijdrage aan de recycling-doelstellingen. Het is een vorm van recycling, dus je mag het zo noemen'* (E). In beleid wordt er nog geen onderscheid gemaakt welke recycling technologie er gebruikt wordt, maar chemisch recyclers hopen daarmee dat ze een vergoeding vanuit het Afvalfonds ontvangen, wat momenteel niet gebeurt. Dit laat zien dat er verschillende coördinerende stappen worden al gezet (F8), maar er lijkt nog steeds onduidelijkheid te zijn over hoe chemische recycling precies in het toekomstbeeld gaat passen. Daarbinnen zouden overwegingen gemaakt kunnen worden die voor foodgrade op chemische recycling inzetten en voor non food verpakkingen gericht zijn op mechanische recycling. Door retailers wordt dit ook als een waardevolle invulling gezien (Roadmap Chemische Recycling, 2020).

## **6.3 Reuse (producthergebruik)**

### **Experimenten met producthergebruik mist opschaling**

Naast recycling zijn er ook inspanningen om plastic verpakkingen door middel van producthergebruik circulair door de keten te laten gaan. Coelho (2021) heeft daarvoor vier verschillende manieren gecategoriseerd, zoals visueel weergegeven in Figuur 6. Daarbij gaat de ene vorm van producthergebruik uit van hergebruik door de consument ('refill') en de andere variant ervan uit dat bedrijven de verpakking terugnemen ('take back'). Voor deze laatste vorm van circulariteit is vaak een ander soort business model nodig. Producthergebruik gaat vaak samen met preventie, bijvoorbeeld wanneer navulverpakkingen op de markt worden gebracht (refillable parent packaging) en met de

---

<sup>8</sup> <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/topsector-energiestudies-industrie>  
<https://www.bedrijvenbeleidinbeeld.nl/beleidsinstrumenten/efro>

tabletten toekomstige plastic verpakkingen voorkomen. Dit komt doordat verpakkingen een onderdeel zijn van een ander product. De verpakking 'dient' het daadwerkelijke product dat de consument aanschaft.

We zien dat experimenten plaatsvinden op allerlei vlakken zoals met business modellen en nieuwe samenstellingen van plastic verpakkingen: herbruikbare bekertjes van Zero Waste Cup, Packoorang die herbruikbare verpakkingen aanbiedt om pakketten te verzenden, een pool management systeem voor hergebruik saus emmers van Dijkstra Plastics en navulverpakkingen in supermarkten zoals van Savvy (Plastic Pact, 2021). Daarmee zien we een toenemende legitimiteit (F7) voor deze route, ook geïnterviewden (E, N, O) benadrukken het potentieel van producthergebruik. Echter blijven deze experimenten vaak hangen in de kleinschaligheid (Interview D) als *'knuffelbare projecten'* (Interview N). De experimenten vinden vaak wel plaats in beschermde omgevingen op kleine schaal, terwijl dit bij andere productgroepen, zoals glazen Bierflessen, kratten en pallets via een take back systemen al langer de standaard is en op grotere schaal wordt toegepast. Ook vanuit de studie naar subsidies blijken maar 2 projecten in 2019 gericht te zijn op het ontwikkelen van herbruikbare verpakkingen (RVO, 2021). Deze waren specifiek voor bioplastics verpakkingen. Er blijkt weinig tot geen financiering aanwezig voor onderzoek en experimenten naar nieuwe business modellen. Een roadmap van pilots voor producthergebruik werd door één van de geïnterviewden (O) aangedragen als mogelijke manier om hergebruik te stimuleren en verder te coördineren.



Figuur 6: Vier vormen van producthergebruik (Coelho, 2021)

### Problemen voor producthergebruik met retoursystemen, consumentengedrag en voedselveiligheid

Dat producthergebruik momenteel vooral nog op kleine schaal plaatsvindt, is te wijten aan een aantal barrières waar deze oplossingsrichting tegenaan loopt: 1) retoursysteem inrichten, 2) benodigde gedragsverandering van de consument en 3) eisen voor voedselveiligheid en voedselverspilling.

Voor producthergebruik systemen die gericht zijn op de 'take back' variant, is er een *retoursysteem* en de benodigde infrastructuur nodig die het mogelijk maakt om de plastic verpakkingen opnieuw in te zamelen. Het is mogelijk om hier aparte inzamelsystemen voor op te zetten, maar daar zijn financiële en materiële middelen (F6) voor nodig. Om deze business modellen te laten slagen en te optimaliseren, is standaardisatie (F5) nodig in het ontwerp van verpakkingen en in de retour systemen (*reverse logistics*) (Interview N). De logistieke barrières die daarbij komen kijken zijn vaak voor kleine partijen lastig op te lossen. Partnerschappen en samenwerkingen zijn daarmee benodigd om deze

oplossingsrichting te laten slagen (Interview N). Partijen moeten ook stappen durven zetten, maar zijn vaak nog huiverig (-F7) vanwege de risico's die nieuwe business modellen met zich meebrengen. Dit vereist extra coördinatie (F8). Ten slotte is er voor een retoursysteem meer capaciteit nodig, vanwege de doorloopsnelheid van verpakkingen die hergebruikt kunnen worden. Interview Q: '*Retoursystemen lopen vast op de doorloopsnelheid. Dat is de benodigde capaciteit die per tijdseenheid worden verwerkt en nodig zijn om voldoende voorraad in winkels te hebben.*' Wanneer producten langer bij de consument thuis blijven, is er minder voorraad die verkocht kan worden. Dit vereist financiële investeringen (interview E, N).

Daarnaast vereist producthergebruik in zowel de 'refill' variant als de 'take back' variant een *gedragsverandering* van de consument. Consumenten moeten na gebruik het product ofwel zelf hervullen ofwel naar een inleverpunt terugbrengen. Voor consumenten spelen argumenten zoals kosten, gemak en productkwaliteit een grote rol in hun keuzes om voor een wegwerp of hergebruik verpakking te kiezen maken (Interview I). Door meerdere geïnterviewden (E, H, N) wordt de benodigde gedragsverandering aangehaald als een onderdeel waar nog onvoldoende aandacht aan besteed wordt om stappen te zetten met producthergebruik. Consumenten moeten onderwezen worden en het moet makkelijk gemaakt worden voor de consument (interview H).

Ten slotte, spelen de eisen voor *voedselveiligheid* vanuit Europese wet- en regelgeving (Rang, 2020) een grote rol om hergebruik systemen wel of niet door te zetten voor plastic verpakkingen die ingezet worden als voedsel- of drankverpakking (interview Q). Meermalige verpakkingen moeten aan eisen voldoen omtrent reiniging, hygiëne en desinfectie, wat door geïnterviewden (interview I) als belemmerend wordt gezien om op grote schaal de overstap naar producthergebruik te maken.

#### **Experimenteren gericht op het creëren van legitimiteit en een markt**

Door deze problemen heerst er onder ondernemers een grote angst om te falen. Om de onzekerheden over deze oplossingsrichting weg te nemen en meer legitimiteit te creëren (F7) worden voornamelijk experimenten (F1) uitgevoerd. Deze experimenten, opgezet vanuit onder andere samenwerkingsverbanden zoals Plastic Pact en Mission Reuse, moeten er uiteindelijk voor zorgen dat er meer duidelijkheid ontstaat over welke business modellen er al bestaan en wat de mogelijkheden momenteel zijn (F3) om uiteindelijk een duidelijkere markt (F5) te vormen voor nieuwe typen business modellen (Interview N, O).

#### **Inzet op kennisontwikkeling om barrières te overkomen**

Naast het experimenteren zetten organisaties zoals het KIDV zich in op het opdoen (F2) en verspreiden (F3) van kennis over business modellen en mogelijke barrières voor producthergebruik (KIDV, 2020b). Dat gebeurt in samenwerkingsverbanden zoals met hogescholen, universiteiten en andere kennis instellingen. Daarnaast is er een community of practice opgericht voor herbruikbare verpakkingen waarin de bovengenoemde problemen (logistieke aspecten, voedselveiligheid, hygiëne en consumentengedrag) besproken worden in webinars. Daaruit blijkt hoe belangrijk ketensamenwerking is voor een succesvol verloop van deze oplossingsrichting (Interview D, N, O). Bij kennisactiviteiten is net zoals bij ondernemende activiteiten de opvatting dat deze niet mogen mislukken om geen roet in het eten te gooien voor het verdere verloop van producthergebruik (Interview O), wat onzekerheid geeft en belemmerend werkt voor onderzoeken en de uiteindelijke transitie. Daarnaast ligt er ook een grote kennisvraag die ontwikkeld dient te worden

#### **Meer aandacht in beleid voor producthergebruik, maar gebrek aan meetbaarheid**

Vanuit beleid valt op dat producthergebruik ondertussen al meer wordt meegenomen, zoals in het Besluit Beheer Verpakkingen waar zowel producthergebruik als recycling wordt meegenomen als onderdeel van het te behalen Nederlandse recyclingpercentage: 40% in 2021 (F4B). Echter gebeurt

hier in de praktijk nog weinig mee (Interview O), onder andere om er veel onduidelijkheid is hoe producthergebruik goed gemeten moet worden (F2). Op het moment is hergebruik een onderdeel van de doelstelling, maar is het nog niet handhaafbaar en kan er niemand op afgerekend worden. Monitoring van hoeveel plastic verpakkingen er via producthergebruik worden gebruikt en hoe vaak deze opnieuw worden gebruikt is lastig. Dit geldt voor zowel meermalige logistieke hulpmiddelen, zoals vaten, kratten en pallets (*take back – transit*), omdat zij geen verplichting hebben bij het Afvalfonds Verpakkingen (interview C), als ook voor verpakkingen die door bedrijven teruggenomen, gewassen en opnieuw gedistribueerd worden (*take back - returnable*), omdat hier ook geen algemene registratie plaatsvindt. Dit maakt het lastig om goed te kunnen sturen op interventiepunten. Vanuit Afvalfonds Verpakkingen is er wel een positieve houding ten opzichte van producthergebruik (F7), maar geen actieve rol (interview A, B) (-F5). Er wordt geen financieel voordeel toegekend aan producthergebruik zoals met tariefdifferentiatie, alleen indirect wanneer er meer hergebruikt wordt, er minder productie nodig is.

Daarnaast is er op Europees niveau aandacht voor producthergebruik in de Single-Use Plastics (SUP) Directive, waarin een aantal kunststof producten voor eenmalig gebruik worden verboden (F9), wat meer aandacht geeft voor hergebruik bekertjes en voedselverpakkingen als alternatief voor wegwerp (AfvalOnline, 2021). Voor consumptie ter plaatse geldt een verbod op wegwerpbekertjes (2023) en wegwerpvoedselverpakkingen (2024), wat betekent dat er alternatieven beschikbaar moeten zijn die ofwel door de consument ofwel door de distributeur hergebruikt kunnen worden. Voor consumptie onderweg moeten wegwerpbekertjes in rekening worden gebracht en een herbruikbaar alternatief aangeboden worden. Hiermee wordt extra aandacht gegeven aan herbruikbare alternatieven.

Verder is er standaardisatie nodig in het woordgebruik van hergebruik (-F5). In overheidsdocumenten of actieplannen worden zowel producthergebruik en materiaalhergebruik (wat neerkomt op recycling) vaak beide ondergebracht onder de noemer 'hergebruik'. Dit kan als verwarrend ervaren worden wanneer men specifieke doelen wil opstellen.

## 6.4 Refuse (preventie)

### Preventie als oplossingsrichting mist opschaling

Refuse, of preventie, is de hoogste circulaire strategie waar op ingezet kan worden. Preventie Onder preventie verstaan we 1) het *leveren van dezelfde functie met een radicaal ander product*, 2) het *afzien van verpakkingen* en 3) het *verminderen van het verpakkingsmateriaal* (gewichtsreductie) (Integrale Circulaire Economie Rapportage, 2021; RVO, 2021c). Er worden experimenten gedaan op al deze vlakken van preventie. De eerste vorm waarbij eenzelfde functie wordt geleverd met een (radicaal) ander product vindt plaats door plastic verpakkingen te vervangen met een product dat dezelfde functie geeft maar anders ontworpen is, zoals een Sodastream, of door vervanging van het plastic met een ander verpakkingsmateriaal, zoals bioplastics<sup>9</sup> of glas (Smyle). Ten tweede, het afzien van verpakkingen vindt plaats door in zijn geheel af te zien van de verpakking, zoals bij dry misting in de Albert Heijn, of het uitfaseren van plasticsoorten (F9) zoals polystyreen (interview H). Of door af te zien van een deel van de verpakking, zoals de verwijdering van kunststof doppen op kartonnen drankverpakkingen door Campina. Of door een aanpassing in het business model, waardoor de consument zijn gedrag moet aanpassen, zoals navulverpakkingen van Savvy, wat tegelijkertijd ook een vorm van producthergebruik is. De laatste vorm, waarbij preventie neerkomt op een reductie in gewicht is wellicht de minst drastische ingreep. Wat hier wel kan gebeuren is dat lichtere vormen van plastics ingezet worden, waardoor er een gewichtsreductie optreedt, welke vervolgens slechter recyclebaar is. Een voorbeeld zijn de verandering van PET trays naar folies die nu in de voedselindustrie op verschillende vlakken wordt ingezet. Over het algemeen worden folies kleiner dan

---

<sup>9</sup> Bioplastics is in een ander onderzoek uit deze reeks onderzocht. Zie Elzinga et al. (2022) voor deze analyse.

A4 nog slecht uitgesorteerd (interview G, H, Q), en weggeblazen in de sortering. Hierdoor komen folies alsnog in de verbranding terecht. Daardoor is het belangrijk deze definities goed uit elkaar te houden en voor de totale circulaire economie naast preventie ook na te denken over de verwerking van het product dat op de markt komt.

Experimenten op deze drie vlakken vinden steeds meer plaats door ondernemers. Opvallend is dat experimenten met preventie 4 keer zo vaak voorkomen in de event analyse als experimenten met producthergebruik. Echter wordt vanuit het transitieteam (interview P) de angst uitgesproken dat deze projecten bij testen en experimenten blijven en opschaling missen. Het bevorderen van deze verschillende vormen van preventie vraagt telkens een andere aanpak. Het netwerk van actoren die zich nu bezig houden met preventie in de zin van het afzien van verpakkingen is nog onderontwikkeld (interview N). Er wordt wel geëxperimenteerd, en sommige pilots, zoals het dry misting systeem van Albert Heijn wordt op grote schaal uitgevoerd, maar de financiële middelen en capaciteit die grote supermarkten ter beschikking hebben, is niet aanwezig voor kleinere initiatieven. Uitdagingen voor verpakkingsloze systemen bevinden zich in de opbouw van de gehele infrastructuur. Onbekendheid en risico's van nieuwe concepten werken belemmerend en vormen barrières voor de verdere ontwikkeling. Op financieel gebied zijn er wel enkele projecten (4 uit de RVO studie) die zich bezig houden met het afzien van producten of op radicaal nieuwe manieren proberen producten te verpakken, dus voor enkele organisaties lukt het wel om de financiën rond te krijgen.

### **Uitfasering van plastic wegwerp verpakkingen cruciaal voor preventie**

Preventie wordt als oplossingsrichting vanuit Europees en nationaal oogpunt erkend als waardevolle strategie (F4B) en is terug te zien in de Europese Single-Use Plastics Directive (2021), het verbod op plastic tasjes (2016) en vanuit de Transitieagenda is dit het eerste punt op de agenda, waar zes hefbomen in onderscheiden worden. Daarin wordt nadruk gelegd op het uitfaseren van wegwerpartikelen (F9) als belangrijk punt richting circulariteit. In de SUP Directive wordt een verbod op eenmalig bruikbare plastic producten, zoals plastic bestek, rietjes, borden en dergelijke op de Europese markt (AfvalOnline, 2021). Met als voornaamste doel om zwerfafval tegen te gaan, wat een duidelijk probleem is (F4A). Daarnaast wordt bij consumptie ter plaatse een verbod op wegwerpbekers vanaf 2023 en verbod op wegwerpvoedselverpakkingen vanaf 2024. Bij consumptie voor onderweg worden (plastic) wegwerpbekers in rekening gebracht bij de consument. Dit zijn stimulerende maatregelen om over alternatieven na te denken en zorgen voor een uitfasering van de plastic wegwerpproducten die nu op de markt zijn (F5). Het Plastic Pact en de branche verduurzamingsplannen richten zich binnen preventie met name op de gewichtsreductie, in doelen zoals: 25% minder verpakkingsmateriaal op de markt brengen, gemeten in een gewichtspercentage.

Een andere manier waarop er gestimuleerd wordt om minder plastic verpakkingen op de markt te zetten (gewichtsreductie of afzien van verpakkingen) is via de Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid, waar de afvalbeheersbijdrage wordt geïnd. Wanneer er minder of helemaal geen verpakking op de markt wordt gezet, zijn er minder kosten. Echter is de afvalbeheersbijdrage die bedrijven moeten betalen marginaal bij andere kosten die producenten moeten maken (interview N). *'De afdracht aan het Afvalfonds is maar marginaal. Je zou ook die kosten zo hoog kunnen maken dat het wel wat uitmaakt, maar dan pot het Afvalfonds alleen maar meer geld op. Dan gaat het nooit sturend zijn richting het bedrijfsleven. Er is geen penalty systeem, geen sturing upstream.'* Wat verder opvalt is dat deze maatregelen met name gericht zijn op de gewichtsreductie op het afzien van materialen, niet zozeer op het creëren van een markt of stimulans voor verpakkingsloze concepten of radicaal andere producten en business modellen.



### **Kennis en coördinatie benodigd voor vertrouwen in preventie**

Preventie is ondertussen wel bespreekbaar onder partijen, waar dat een aantal jaar geleden nog niet het geval was (interview E, P) wat duidt op een verhoogde legitimiteit (F7). Waar preventie wel nog vaak tegenaan loopt is het argument dat het afzien van een verpakking tot meer voedselverspilling leidt, in transport eerder beschadigd raakt of voor minder gemak zorgt bij de consument (eigen herbruikbare verpakking meenemen) (interview A, B, G, H, K, Q). Er zijn daarom naast de kennisprojecten (F2) die nu reeds opgezet, zoals over het vervangen van plastic door andere materialen en materiaal- of gewichtsreductie (CEFLEX design guidelines), meer kennisprojecten nodig over succesfactoren voor het afzien van verpakkingen zoals met verpakkingsloze concepten. Er wordt weinig kennis ontwikkeld die tracht meer te weten te komen over nieuw productontwerp zonder verpakkingen en welke business modellen daaraan bijdragen (-F2). En over het ontleren van belemmerende praktijken (-F9). Momenteel wordt de meeste kennis over preventie verspreid via het KIDV (F3).

Daarnaast wordt er in brancheverduurzamingsplannen gesproken wordt over het aansturen op hoger op de R-ladder (F8), richting hergebruik of preventie. Echter komt vanuit interviews naar voren dat veel ook nog window dressing is (interview P). Als mogelijke richting om meer sturing aan te brengen werd er vanuit geïnterviewden (interview N, P) het advies gegeven om meer per branche of per productgroep gespecificeerd te maken. Hier zou men bijvoorbeeld kunnen denken aan bepaalde plastic soorten die voor productgroepen uitgefaseerd kunnen worden of nieuwe business modellen die in een bepaalde branche goed werken. De verscheidenheid aan productgroepen en branches is onderdeel van de complexiteit waar men bij plastic verpakkingen mee te maken heeft.

## 6.5 Interactie tussen de oplossingsrichtingen

De volgende stap in de MIS-analyse is om de interactie en dynamieken tussen de oplossingsrichtingen zichtbaar te maken. De verschillende oplossingsrichtingen kunnen allen op hun eigen manier bijdragen aan de missie, maar sommigen kunnen meer aandacht ontvangen dan anderen. In deze paragraaf wordt duidelijk hoe de oplossingsrichtingen interacteren: in concurrentie, neutraal of symbiose.

### **Recycling en producthergebruik kunnen afhankelijk van de keuzes in ontwerp in symbiose opereren**

Afhankelijk van hoe een plastic verpakking ontworpen wordt, is deze geschikt voor producthergebruik en/of recycling. Om het product opnieuw te kunnen gebruiken, zoals met de Refill opties, beschreven in paragraaf 6.3, kan de verpakking nog steeds van plastic gemaakt worden en wanneer er ook gelet wordt op een goede design for recycling en recyclebaarheid, kunnen deze twee oplossingsrichtingen in symbiose met elkaar acteren. Echter, hoeft dit niet altijd het geval te zijn en kunnen er ook keuzes gemaakt worden voor andere grondstoffen die uiteindelijk slechter recyclebaar zijn. Vandaar dat de keuzes in het ontwerp hierbij van belang zijn.

### **Recycling en preventie concurreren als circulaire oplossingen**

De drie vormen van preventie die we in dit onderzoek onderscheiden (radicaal ander product, afzien van verpakking en verminderen van verpakkingsmateriaal) werken alle drie in concurrentie met recycling als oplossingsrichting voor circulariteit. Allereerst, wanneer een radicaal ander product wordt gebruikt, zoals de Sodastream of bioplastics, dan kan deze stroom niet meer mee in de recycling die momenteel voor plastic verpakkingen is ingericht (Elzinga et al., 2022). Ten tweede, bij het afzien van een verpakking blijft er geen verpakking meer over die potentieel gerecycled kan worden. Ten derde, het verminderen van verpakkingsmateriaal kan goed gaan in de recycling. Echter, wordt er vaker geobserveerd dat wanneer minder verpakkingsmateriaal gebruikt wordt, dunnere materialen gebruikt worden die slechter sorteerbaar en recyclebaar zijn. Ook design for recycling en design voor preventie zijn daarmee dus (nog) niet goed op elkaar afgestemd. Het is ook de vraag of dat ooit mogelijk is, of dat er altijd gekozen moet worden tussen één van deze twee oplossingsrichtingen. Momenteel concurreren deze twee oplossingsrichtingen dus met elkaar.

### **Symbiose tussen producthergebruik en preventie**

Producthergebruik en preventie als circulaire strategieën kunnen over het algemeen goed samen. Wanneer navulverpakkingen (refillable parent packaging) als verpakking wordt ingezet met als doel om opnieuw gebruikt te worden, kan deze verkocht worden met tabletten, vlokken of andere substanties die een vloeibare variant vervangen (preventie). Op deze manier werken producthergebruik en preventie in symbiose met elkaar.



## 7. Conclusie en advies

Op basis van voorgaande analyses zijn daar voor de stand van de transitie de volgende conclusies en aanbevelingen uit trekken.

### **Structurele analyse**

Binnen de plastic verpakkingen industrie is er vanuit het verleden sterk gestuurd op het voorkomen van afval van plastic verpakkingen. Het plastic verpakkingen systeem wordt gekenmerkt door de overheid die de sector aanstuurt middels doelen. De uitvoering daarvan vindt plaats via de Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid (UPV) die bij het Afvalfonds Verpakkingen ligt. De sector is sterk georganiseerd in het Afvalfonds, het Kennis Instituut Duurzaam Verpakken, wetgeving en de doelen die gesteld worden. Daarbij ligt de focus en nadruk op het voorkomen van afval. Dit heeft geleid tot vooral veel aandacht voor de achterkant van de keten en minder voor het begin van de keten (preventie, hergebruik). Recycling wordt hierin gezien als de oplossing. Dat is te zien aan de focus op de afvalbeheersbijdrage waarbij producenten verantwoordelijk zijn voor de inzameling en recycling van verpakkingsafval en de manier waarop de producentenverantwoordelijkheid middelen worden besteed. De UPV stuurt door middel van prijs en niet met andere sturingsmiddelen. Geleidelijk aan is men wel overgestapt van afvalbeleid naar Circulaire Economie beleid. Echter, structurele veranderingen in sector die kunnen leiden tot hoge mate van circulariteit ontbreken zoals minder soorten plastics, meer schone inzameling, meer hergebruik en preventie.

De huidige stand van circulariteit is ver verwijderd van een 100% circulaire economie. Op dit moment wordt ongeveer 18% van de plastics in verpakkingen daadwerkelijk weer toegepast in nieuwe verpakkingen. Een kwart daarvan komt op rekening van de inzameling van PET flessen via statiegeld. De impact van deze relatief kleine stroom is heel groot omdat de verliezen in deze stroom zeer klein zijn. Daarnaast wordt nog eens 18% laagwaardig gerecycled. De uitval in het recyclingsysteem is groot. In totaal bedraagt het verlies zo'n 67%. Deze cijfers geven een ander beeld dan de recyclingpercentages die gecommuniceerd worden vanuit Monitoringsrapportages. Dit komt door het meetpunt waarop bepaald wordt wat recycling is. Recycling wordt vooralsnog gedefinieerd als het afval dat 'aangeboden is aan recycler', op basis waarvan een recyclingpercentage van 57% is berekend in 2019. Hierdoor is een aanpassing van het meetpunt op basis van de daadwerkelijk gerecyclede content vereist, waar momenteel vanuit Europa ook aandacht aan wordt besteedt, en zal er meer aandacht besteedt moeten worden aan andere oplossingsrichtingen dan alleen aan recycling in wet- en regelgeving.

### **Probleem-oplossingen diagnose**

Er zijn veel ambities geformuleerd ten aanzien van circulaire plastic verpakkingen. Dit lijkt positief. Echter, de grote verscheidenheid aan doelen kan onmogelijk leiden tot sterk richting geven aan de transitie. De doelen gaan soms over specifieke oplossingen, maar zijn vaak generiek. Dit laat zien dat er weinig specifiek gestuurd wordt op een bepaalde oplossingsrichting. Als men het erover eens is dat er duurzamer gewerkt moet worden, maar niet specifiek maakt en stuurt op welke manier dat moet, dan is het voor uitvoerende partijen ook lastig om hierop te acteren. De doelen gericht op één oplossingsrichting zijn het meest specifiek, meetbaar en concreet voor recycling, vergeleken met andere oplossingsrichtingen, zoals het doel voor preventie wat een vrijwillig doel is uit het Plastic Pact of het doel voor producthergebruik dat überhaupt afwezig is.

De doelen gelden voor verschillende zichtjaren, ze zijn niet intern consistent, ze zijn afwisselend vrijwillig en vastgelegd in wetgeving en in verschillende actorconstellaties tot stand gekomen. Actoren in het innovatiesysteem kunnen daarmee kiezen uit welke doelen ze prioriteit willen geven wat duidt op een gebrekkige visievorming met stappenplan hoe de circulaire verpakkingsketen er in

2050 uit moet zien. Er is daarmee duidelijke coördinatie, verwachtingen en visievorming nodig die ook per oplossingsrichting specifiek maakt wat het doel is, op welke manier de oplossingsrichting een bijdrage kan leveren en hoe dat bereikt moet worden.

### **Functionele analyse**

Als we de vier oplossingsrichtingen voor circulariteit in de plastic verpakkingindustrie (toepassen recycklaat via mechanische recycling, toepassen recycklaat via chemische recycling, producthergebruik en preventie) naast elkaar leggen, dan valt over het algemeen op dat de toepassingen gericht op recycling op (bijna) alle functies de meeste aandacht ontvangt. Hieronder wordt per oplossingsrichting de belangrijkste inzichten en conclusies gedeeld.

#### **Toepassen recycklaat via mechanische recycling**

Mechanische recycling is een ontwikkelde technologie die nog niet voldoet aan het eindbeeld van een circulaire economie. De uitval van kunststofverpakkingen is groot en de daadwerkelijke toepassing in nieuwe verpakkingen is laag (18%). Er is een groot geloof in deze technologie (hoge legitimiteit; F7) maar het wordt steeds duidelijker dat de hoeveelheid hoogwaardige recycklaat sterk omhoog moet. Echter, deze urgentie is niet bij alle partijen even nadrukkelijk aanwezig en de prikkels gaan niet allemaal de goede kant uit. Om te verbeteren worden veel systeemfuncties in enige mate ingevuld. Er wordt geëxperimenteerd (F1), er wordt kennis ontwikkeld (F2) en uitgewisseld (F3), er is aandacht gericht op het verbeteren van de kwaliteit, er worden middelen geïnvesteerd via verschillende subsidieprogramma's en de sector heeft de overheid weten te overtuigen om nog eens €70 miljoen vrij te maken in het nieuwe regeerakkoord ten behoeve van recycling (F6), ook is er een sprake van marktontwikkeling middels tariefdifferentiatie (F5).

Toch is het beeld niet zo rooskleurig als het lijkt. Ten eerste wordt er momenteel vooral aandacht besteed aan de achterkant van de keten. Het beter scheiden en sorteren ontvangt veel aandacht. Daarentegen is er veel minder aandacht aan de voorkant en het ontwerp van plastic verpakkingen (zoals design for recycling) maar ook het verminderen van het aantal typen plastics krijgt nauwelijks aandacht. De initiatieven die daarop gefocust zijn, zijn met name individuele bedrijfsinitiatieven. Er lijkt weinig gecoördineerde actie te zijn om de voorkant van de keten veel beter te organiseren. Er is wel discussie over de inzamelsystemen, waar de kwaliteit en kwantiteit van de zuiverheid van verpakkingen met elkaar in strijd zijn, maar nauwelijks discussie over andere verpakkingkeuzes door de verpakkingindustrie. Het dominante sturingsmodel is tariefdifferentiatie, maar dit leidt blijkbaar niet tot eenvoudig te scheiden en te recyclen verpakkingen. Regels ten aanzien van het verbieden van moeilijk recyclebare verpakkingen zijn afwezig en ook zijn er geen gezamenlijke afspraken in de maak om af te zien van moeilijk recyclebare verpakkingen.

Tevens loopt mechanische recycling tegen een groot probleem aan met betrekking tot de toepassing van recycklaat in voedselverpakkingen. Regulering zit deze toepassing in de weg. Zo lang men blijft vasthouden aan de huidige manier van inzamelen waarbij food en non-food niet gescheiden worden ingezameld zal het altijd een probleem blijven om recycklaat weer toepasbaar te maken voor foodgrade verpakkingen.

Wat opvalt is dat het systeem van PET inzameling en verwerking niet als oplossing voor veel van de problemen wordt gezien. De gescheiden manier van PET inzameling is bewezen succesvol met lage uitvalpercentages, hoge kwaliteit recycklaat en hoge mate van recycklaat toepassing in de verpakkingsector. Er zijn vraagtekens of dit een model zou kunnen zijn voor de rest van de verpakkingketen aangezien de sector huiverig is om voor elke plastic verpakkingsoort een apart

inzamelsysteem op te zetten. Toch laat het succes van PET zien dat hoogwaardige toepassing vraagt om hoogwaardige vormen van inzameling.

### **Toepassen recycleat via chemische recycling**

Chemische recycling bevindt zich nog in een eerdere fase van ontwikkeling. Hierin wordt er met verschillende technologieën gewerkt en geëxperimenteerd (F1). Er is veel aandacht voor ondernemende activiteiten, kennis ontwikkeling (F2), kennis verspreiding (F3) en er is veel aandacht voor het mobiliseren van middelen (F6) zoals feedstock en financiële ondersteuning, maar doordat het nog zo nieuw is, is de legitimiteit (-F7) nog niet heel ver ontwikkeld en zijn er twijfels over de technologie. Er is ook weerstand voor regime change (-F9) – wellicht wat minder voor feedstock recycling, omdat dit veelal dezelfde producenten zijn die nu nafta kraken. Daarnaast is er controversie dat deze technologie een nieuwe lock-in zou kunnen creëren en daarmee andere strategieën (die hoger op de R-ladder staan) zou kunnen verdringen. Zoals in de routekaart VNCI Chemische recycling reeds is aangegeven: het potentieel is hoog, maar het vraagt om forse import van afval.

Chemische recycling kan complementair opereren met mechanische recycling technieken. Het is complementair met de infrastructuur die via mechanische recycling is opgezet aan de achterkant van de keten. Er zijn hoge verwachtingen (F7) over de potentie en complementariteit die deze technologie aan mechanische recycling zou kunnen leveren als toepassing met name als het gaat over mogelijkheden om plastic verpakkingen terug te brengen tot foodgrade content of als chemische recyclingstromen met een mixstroom overweg kunnen. Echter, wanneer chemische recycling op feedstock concurreert met input voor mechanische recycling, zoals schone PET stromen, dan heeft mechanische recycling de voorkeur, vanwege reeds gedane investeringen in mechanische recycling en het vergt minder energie vergeleken met chemische recycling. Voor chemische recycling is er een duidelijk toekomstbeeld vereist waarin duidelijk wordt hoe deze oplossingsrichting voor welk soort plastic verpakkingen een onderdeel van de transitie kan zijn.

### **Producthergebruik**

Producthergebruik als oplossingsrichting binnen circulariteit bevindt zich nog in een begin stadium van ontwikkeling met veel aandacht voor experimenten (F1). Hergebruik van verpakkingen staat nog in de kinderschoenen, maar in de loop der tijd is er wel meer aandacht voor producthergebruik ontstaan, bijvoorbeeld in Nederlands beleid met de nieuwe recyclingdoelstelling in het Besluit Beheer Verpakkingen, waar hergebruik een onderdeel is (F4B). En is er meer aandacht voor het afbouwen van het oude systeem gericht op wegwerpproducten vanuit de Europese Commissie (F9). Daar staat tegenover dat er nog geen duidelijkheid is hoe producthergebruik gemonitord moet worden (-F2) en zijn er problemen rondom: logistiek en retoursystemen, consumentengedragsverandering en voedselveiligheid. Daardoor is het onduidelijk hoe deze oplossingsrichting zich ontwikkelt en welke sturing nodig is (-F8). Producthergebruik zou een complementaire route aan de recycling oplossingsrichtingen kunnen zijn, maar het vergt meer aandacht.

### **Preventie**

Ondernemers experimenteren (F1) met verpakkingsloze producten of substitutie door andere materialen, maar dit vindt voornamelijk op kleine schaal plaats. Er is nog weinig budget (F6) voor kennisprojecten (F2) gericht op verpakkingsloze concepten. Beleid (F5) gaat steeds meer over vermindering van verpakkingsmateriaal en uitfasering van wegwerpverpakkingen (F9) wat noodzakelijk is voor preventie. Naast dat preventie een impact kan hebben op bestaande business modellen en de huidige koers in het regime (-F9), loopt deze oplossingsrichting tegen argumenten aan waarbij preventie zou leiden tot voedselverspilling, zonder verpakking het product gedurende transport beschadigd kan raken en dat consumenten een bepaald gemak moeten inleveren om

verpakkingsloze producten aan te schaffen. Deze argumenten belemmeren een grotere inzet op preventie.

De vereiste vernieuwingen die benodigd zijn voor deze oplossingsrichting roepen weerstand op vanuit bestaande partijen die vanwege commerciële belangen bestaande technologieën in stand trachten te houden en een overstap naar andere business modellen kunnen tegenhouden. Vanwege de disruptieve aard van preventie als oplossingsrichting wanneer er gekozen wordt voor een radicaal ander product en daarmee direct concurreert met bestaande technologieën is deze weerstand hier groot. Dit maakt een duidelijke coördinatie van en tussen de oplossingsrichtingen essentieel zodat deze gezamenlijk de missie kunnen volbrengen.



## 8. Referentielijst

- Actieplan Biobased Kunststoffen (2020). *Actieplan Biobased Kunststoffen*. Geraadpleegd van: [https://kidv.nl/media/externe\\_rapportages/20201202\\_actieplan\\_biobased\\_kunststoffen.pdf?1.2.4](https://kidv.nl/media/externe_rapportages/20201202_actieplan_biobased_kunststoffen.pdf?1.2.4)
- Actieplan Meer en beter sorteren en mechanisch recycelen (2019). *Actieplan Meer en beter sorteren en mechanisch recycelen*. [rapport]
- Actieplan Toepassen Kunststof Recyclaat (2021). *Inzet recyclaat sluit de keten*. Geraadpleegd van: <https://partnersforinnovation.com/wp-content/uploads/2021/11/20210401-Actieplan-Toepassen-Recyclaat-eindversie.pdf>
- Afval Verwijdering Utrecht (2021). *Factsheet bron- en nascheiding verpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://raadsinformatie.stichtsevecht.nl/Documenten/Ingekomen-stukken/overzicht-ingekomen-stukken/G-01-AVU-Factsheet-bron-en-nascheiding-verpakkingen-AVU-20210331.pdf>
- Afvalfonds Verpakkingen (2018). *Monitoringsrapportage 2018*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/a/i/Monitoring-Verpakkingen-Resultaten-inzameling-en-recycling-2018.pdf>
- Afvalfonds Verpakkingen (2019). *Monitoringsrapportage 2019*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/a/i/Monitoring-Verpakkingen-Resultaten-inzameling-en-recycling-2019.pdf>
- Afvalfonds Verpakkingen (2020). *Monitoringsrapportage 2020*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/a/i/Monitoring-verpakkingen-Resultaten-inzameling-2020.pdf>
- Afvalfonds Verpakkingen (2021a). *Taken van het Afvalfonds Verpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/organisatie/taken-van-het-afvalfonds>
- Afvalfonds Verpakkingen (2021b). *Tarieven*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/verpakkingen/alle-tarieven>
- Afvalfonds Verpakkingen (2022). *Verpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://afvalfondsverpakkingen.nl/verpakkingen>
- AfvalOnline (2021, 26 oktober). Extra maatregelen om wegwerpplastics tegen te gaan. *AfvalOnline*. Geraadpleegd van: <https://afvalonline.nl/bericht?id=34888>
- Besluit Beheer Verpakkingen 2014 (2020). *Besluit beheer verpakkingen 2014*. Geraadpleegd van: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035711/2021-07-03>
- Brouwer, M. T., Smeding, I. W., & Thoden van Velzen, E. U. (2019). *Verkenning effect verschuiven meetpunt recycling kunststofverpakkingen*. (Rapport / Wageningen Food & Biobased Research; No. 1923). Wageningen Food & Biobased Research. <https://doi.org/10.18174/474139>
- CE Delft (2018). *Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland*. Geraadpleegd van: [https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE\\_Delft\\_2T13\\_Plasticgebruik\\_en\\_plastic\\_afval\\_verwerking\\_NL\\_D\\_EF.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_2T13_Plasticgebruik_en_plastic_afval_verwerking_NL_D_EF.pdf)
- CE Delft (2019). *Chemische recycling in het afvalbeleid – LAP3*. Geraadpleegd van: [https://lap3.nl/publish/pages/138148/2019-03-30\\_ce\\_delft\\_190156\\_chemische\\_recycling\\_afvalbeleid.pdf](https://lap3.nl/publish/pages/138148/2019-03-30_ce_delft_190156_chemische_recycling_afvalbeleid.pdf)
- CEFLEX (2020). *Designing for a Circular Economy. An introduction*. Geraadpleegd van: [https://guidelines.ceflex.eu/assets/public\\_docs/D4ACE\\_guidelines\\_An\\_Introduction.pdf](https://guidelines.ceflex.eu/assets/public_docs/D4ACE_guidelines_An_Introduction.pdf)



- Coelho, P.M. (2021). *Patricia Megale Coelho: Researcher on Reusable Packaging and Circular Economy, Utrecht University*. Universiteit Utrecht. Geraadpleegd van: [https://kidv.nl/media/cop/herbruikbaar/20210527\\_presentatie\\_uu\\_patricia\\_megale\\_coelho.pdf](https://kidv.nl/media/cop/herbruikbaar/20210527_presentatie_uu_patricia_megale_coelho.pdf)
- Crippa, M. et al., 2019. A circular economy for plastics : Insights from research and innovation to inform policy and funding decisions, Brussels: European Commission.
- Doe mee met PMD. (n.d.) *Doe mee met pmd*. Geraadpleegd van: <https://doemeemetpmd.nl/#:~:text=De%20helft%20daarvan%20wordt%20weer,worden%20voor%20verpakkingen%20te%20verhogen.>
- Dorpsraad Erp (2020, 17 januari). *Metalen verpakkingen bij plastic- en drankverpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://www.dorpsraaderp.nl/2020/01/17/metalen-verpakkingen-bij-plastic-en-drankverpakkingen/>
- EFSA (2008). On recycled plastic materials and articles intended to come into contact with foods and amending Regulation. No 2023/2006. *Official Journal of the European Union*. Geraadpleegd van: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008R0282>
- EFSA (2020). Safety assessment of the process RE-PET, based on EREMA Basic technology, used to recycle post-consumer PET into food contact materials. *EFSA Journal*, 18(3), 6049. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6049>.
- Ellen MacArthur Foundation (n.d.) *What is a circular economy?* Geraadpleegd van: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Elzinga, R., Janssen, M., Negro, S. O., Hekkert, M. P. (2021). *Mission-oriented Innovation Systems Dynamics in the Circular Economy*. CONFERENCE PAPER. [https://conference.druid.dk/acc\\_papers/pp2nja3sy8855w5u9f73x3s7dg46uo.pdf](https://conference.druid.dk/acc_papers/pp2nja3sy8855w5u9f73x3s7dg46uo.pdf)
- Elzinga, R., Bours, S.A.M.J.V., Pruijn, M., Hamer, A.M.R., Kwant, K.W. & Hekkert, M.P. (2022). *Transitie naar een circulaire bio-kunststofketen*. Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University.
- European Commission (2018). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Geraadpleegd van: <https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2018/01/Eu-plastics-strategy-brochure.pdf>
- European Commission (2019). *Single-use plastics*. Geraadpleegd van: [https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics\\_nl](https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_nl)
- Geerts, M. (2019). Europees Parlement keurt verplicht gebruik van gerecycleerde plastic goed. *Denuo*. Geraadpleegd van: <https://denuo.be/europees-parlement-keurt-verplicht-gebruik-van-gerecycleerde-plastic-goed>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy–A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
- Gemeente Oldebroek (n.d.) *Afval bestaat niet*. Geraadpleegd van: <http://www.themanieuws.nl/app/publication/DKOL181/6277>
- Hanemaaijer, A., Kishna, M., Koch, J., Prins, A.G. & Wilting, H. (2021). *Mogelijke doelen voor een circulaire economie*. Den Haag, PBL-publicatienummer: 4610. [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610\\_0.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf)
- Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 76-79.
- Hekkert, M.P., Negro, S.O., Heimeriks, G., Harmsen, R. & De Jong, S. (2011). Technological Innovation System Analysis. A manual for analysts. <https://pdfs.semanticscholar.org/68e1/abecbbe0da073c7e63d95dbb750f5d910024.pdf>



- Integrale Circulaire Economie Rapportage (2021). *PBL Planbureau voor de Leefomgeving*. Den Haag, PBL-publicatienummer: 4124. Geraadpleegd van: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>
- KIDV (2018). *Chemische recycling van kunststof verpakkingen. Analyse en mogelijkheden voor opschaling*. Den Haag. Geraadpleegd van: [https://kidv.nl/media/publicaties/chemische\\_recycling\\_van\\_kunststof\\_verpakkingen\\_.pdf](https://kidv.nl/media/publicaties/chemische_recycling_van_kunststof_verpakkingen_.pdf)
- KIDV (2019). *De toekomst van duurzaam verpakken in zeventien brancheplannen*. Geraadpleegd van: <https://kidv.nl/de-toekomst-van-duurzaam-verpakken-in-zeventien-brancheplannen-1>
- KIDV (2020a). *Cif hervulbare spuitfles met geconcentreerde navulverpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://kidv.nl/cif-hervulbare-spuitfles-met-geconcentreerde-navulverpakkingen>
- KIDV (2020b). *Community of Practice Herbruikbare verpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://kidv.nl/community-of-practice-herbruikbare-verpakkingen>
- KIDV (2021). *Kennis en onderzoek*. Geraadpleegd van: <https://kidv.nl/kennisinstellingen>
- Kircherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.
- KIVO (n.d.). *Wanneer is folie recyclebaar*. Geraadpleegd van: <https://www.kivo.nl/kennisbank/recycling/wanneer-is-folie-recyclebaar/>
- Meijerstad (2020, 6 januari). *Metalen verpakkingen mogen vanaf 1 februari bij plastic- en drankverpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://meijerijstad.nieuws.nl/2020/01/06/metalen-verpakkingen-mogen-vanaf-1-februari-bij-plastic-en-drankverpakkingen/>
- Mission Reuse (2022). *Over ons*. Geraadpleegd van: <https://missionreuse.com/>
- Natuur & Milieu (2021). *Plastic in de supermarkt. Een onderzoek naar herbruikbare en recyclebare plastic verpakkingen in de grootste supermarkten van Nederland*. Geraadpleegd van: <https://natuurenmilieu.nl/app/uploads/Natuur-en-Milieu-Verpakkingenonderzoek-Plastic-in-de-supermarkt-2021.pdf>
- Nederland circulair in 2050. (2016). *Rijksbreed programma Circulaire Economie*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050.pdf>
- Ozarka. (2020). *Concept*. Geraadpleegd van: <https://ozarka.nl/#concept>
- Plastic Pact NL. (2019). *Koplopers gaan voor méér met minder plastic in de circulaire economie*. Geraadpleegd van: <https://www.meermetminderplastic.nl/bijlage-1-plastic-pact-nl-koplopers-gaan-voor-meer-met-minder-plastic-in-de-circulaire-economie.pdf>
- Plastic Pact NL. (2021). *Meer met minder plastic. Wall of fame*. Geraadpleegd van: [https://mcusercontent.com/60c04024b16b759b8ebbe1ae1/files/22966ae0-0443-a5e7-f0b0-41b01a3c9155/Wall\\_of\\_fame\\_30\\_september.pdf](https://mcusercontent.com/60c04024b16b759b8ebbe1ae1/files/22966ae0-0443-a5e7-f0b0-41b01a3c9155/Wall_of_fame_30_september.pdf)
- Raamovereenkomst Verpakkingen 2013-2022 (2012). *Raamovereenkomst verpakkingen 2013-2022*. Geraadpleegd van: <https://kidv.nl/media/wet-en-regelgeving/raamovereenkomst-verpakkingen-2013-2022.pdf>
- Rang, H. (2020, 15 april). *Wetgeving hergebruik verpakkingen in Nederland en de EU*. KIDV Community of Practice Herbruikbare verpakkingen. Geraadpleegd van: [https://kidv.nl/media/cop/herbruikbaar/20200415\\_presentatie\\_minvws\\_-\\_hidde\\_rang.pdf](https://kidv.nl/media/cop/herbruikbaar/20200415_presentatie_minvws_-_hidde_rang.pdf)
- Rijksoverheid. (2021). *Meer kunststof recycelen door nieuwe methode*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/03/12/meer-kunststof-recycelen-door-nieuwe-methode#:~:text=Staatssecretaris%20Stientje%20van%20Veldhoven%3A%20%E2%80%9CHet,minder%20nieuwe%20fossiele%20grondstoffen%20nodig.>



- Rijksoverheid. (n.d.). *Afvalfonds Verpakkingen*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/contact/contactgids/adres-afvalfonds-verpakkingen>
- Rijkswaterstaat (2022). *Actiemonitoring Circulaire Economie*. Geraadpleegd van: [https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/DownloadDocument.ashx?identificer=PUC\\_723055\\_31&versienummer=1&type=pdf&ValChk=V7rnP2P-vAFHxBdJq6pDZib9zI2lcBlkmeb1fKvw5g1](https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/DownloadDocument.ashx?identificer=PUC_723055_31&versienummer=1&type=pdf&ValChk=V7rnP2P-vAFHxBdJq6pDZib9zI2lcBlkmeb1fKvw5g1)
- Roadmap Chemische Recycling (2020). *Roadmap Chemische Recycling Kunststof 2030 Nederland*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2021/03/12/bijlage-1-roadmap-chemische-recycling/bijlage-1-roadmap-chemische-recycling.pdf>
- RVO. (2021a). *Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+)*. Geraadpleegd van: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/demonstratie-energie-en-klimaatinnovatie-dei>
- RVO. (2021b). *Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI)*. Geraadpleegd van: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/mooi>
- RVO. (2021c). *R-ladder strategieën van circulariteit*. Geraadpleegd van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/circulaire-economie/r-ladder>
- Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Bizarro, D. G., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & Van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331-342.
- SER. (2021). *Hoogwaardige recycling van plastic: milieuwinst én meer banen*. SERmagazine. Geraadpleegd van: <https://www.ser.nl/nl/Publicaties/sabic-recycling-plastics>
- Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (2020). *Besluit regeling voor uitgebreide producentenverantwoordelijkheid*. Geraadpleegd van: <https://open.overheid.nl/repository/ronl-174c6c52-5592-48eb-b1b1-40dd2b5dbc76/1/pdf/besluit-regeling-voor-uitgebreide-producentenverantwoordelijkheid.pdf>
- Transitie Agenda Consumptiegoederen. (2018). *De transitie naar een circulaire consumptiegoedereneconomie*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2018/01/15/bijlage-2-transitie-agenda-consumptie-goederen/bijlage-2-transitie-agenda-consumptie-goederen.pdf>
- Transitie Agenda Kunststoffen. (2018). *Transitie Agenda Circulaire Economie Kunststoffen*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2018/01/15/bijlage-3-transitieagenda-kunststoffen/bijlage-3-transitieagenda-kunststoffen.pdf>
- Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2020-2023 (2020). *Uitvoeringsprogramma Circulaire Economie 2020-2023*. Geraadpleegd van: [https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/09/25/uitvoeringsprogramma-2020-2023/lenW+Uitvoeringsprogramma+Circulaire+Economie\\_def2+PDFa+280920.pdf](https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/09/25/uitvoeringsprogramma-2020-2023/lenW+Uitvoeringsprogramma+Circulaire+Economie_def2+PDFa+280920.pdf)
- Van Afval Naar Grondstof (2014). *Uitwerking van acht operationele doelstellingen*. Geraadpleegd van: <https://www.afvalcirculair.nl/publish/pages/103193/van-afval-naar-grondstof-uitwerking-van-acht-operationele-doelstellingen.pdf>
- Van Veldhoven-Van der Meer, S. (2021a). *Concretisering doelen circulaire economie*. Geraadpleegd van: <https://open.overheid.nl/repository/ronl-557dba19-8ad2-4f20-8ce9-6f0a973b90e9/1/pdf/concretisering-doelen-circulaire-economie.pdf>





- Van Veldhoven-Van der Meer, S. (2021b). *Stand van zaken chemische recycling*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2021/03/12/stand-van-zaken-chemische-recycling/stand-van-zaken-chemische-recycling.pdf>
- VANG (2017). *3 Friese G's voor nascheiding: Gemak, Goede resultaten en Gebrek aan ruimte*. VANG huishoudelijk afval. Geraadpleegd van: <https://www.vang-hha.nl/nieuws-achtergronden/2017/3-friese-nascheiding/>
- Vermeulen, W.J.V., C.W. Backes, M.C.J. de Munck, K.Campbell-Johnston, I.M. de Waal, J. Rosales Carreon, M.N. Boeve, (2021). Transitiepaden voor uitgebreide producentenverantwoordelijkheid op weg naar een circulaire economie. *Utrecht University, Circular Economy and Society Hub*, Utrecht. ISBN: 978-90-6266-601-0.
- VNCI Routekaart Mechanische Recycling. (2021). *Van Routekaart naar Realiteit*. Geraadpleegd van: [https://assets.vnci.nl/p/32768/none/PDF%20Docs/VNCI\\_Lancering\\_R2R\\_.pdf](https://assets.vnci.nl/p/32768/none/PDF%20Docs/VNCI_Lancering_R2R_.pdf)
- VNO-NCW. (2021, 22 oktober). Waarom Sabic chemische recycling wel kan, maar niet mag gebruiken. *Opinieblad Forum VNO-NWC*. Geraadpleegd van: <https://www.vno-ncw.nl/forum/waarom-sabic-chemische-recycling-wel-kan-maar-niet-mag-gebruiken>
- Vollmer, I., Jenks, M. J., Roelands, M. C., White, R. J., van Harmelen, T., de Wild, P., ... & Weckhuysen, B. M. (2020). Beyond mechanical recycling: Giving new life to plastic waste. *Angewandte Chemie International Edition*, 59(36), 15402-15423.
- VROM. (1997). *Convenant Verpakkingen*. Staatscourant nr. 247, p.38. Geraadpleegd van: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-1997-247-p38-SC11947.pdf>
- Wanzenböck, I., Wesseling, J. H., Frenken, K., Hekkert, M. P., & Weber, K. M. (2020). A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem–solution space. *Science and Public Policy*, 47(4), 474-489.
- Wesseling, J.H. & Meijerhof, N. (2020). *Development and application of a Mission-oriented Innovation Systems (MIS) approach*. WORKING PAPER. [https://www.uu.nl/sites/default/files/Wesseling%20and%20Meijerhof%202020\\_working%20paper.pdf](https://www.uu.nl/sites/default/files/Wesseling%20and%20Meijerhof%202020_working%20paper.pdf)

## 9. Appendix I: Onderliggende formulaties probleemoplossings diagnose

Tabel 4: Probleem-oplossingen diagnose

Probleem-oplossingen diagnose	Onderdeel	Beschrijving	Bron	
Problemen	Eindige hoeveelheid grondstoffen	Explosieve vraag naar grondstoffen. Specifieke grondstoffen die nodig zijn. Groei is niet houdbaar.	RBP CE	
		Hogere milieudruk, toenemende aantasting en uitputting van natuurlijk kapitaal, verlies aan biodiversiteit, dreigende grondstoffenuitputting en klimaatverandering.	RBP CE	
		Explosieve grondstoffenvraag vergroot milieu, klimaat en andere duurzaamheidsproblemen.	RBP CE	
		Afhankelijkheid van andere landen – geopolitieke spanningen – effect op grondstoffeprijzen en leveringszekerheid	RBP CE	
		Uitputting voorkomen van niet-hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen, zoals fossiele grondstoffen.	TAK	
	Vervuiling/ lekkage zwerfafval	Urgentie voor het milieu specifiek voor plastic. Kunststof heeft de eigenschap dat het heel langzaam of bijna niet afbreekt. In water breekt het langzaam af tot steeds kleinere (micro- en nano)deeltjes en uiteindelijk tasten deze deeltjes – waaraan toxische stoffen zich kunnen binden – het ecosysteem aan én komen deze deeltjes terecht in ons voedselsysteem.	RBP CE	
		Toenemende druk en bezorgdheid over plastic soep, effecten van micro- en nano-plastic op milieu, leefomgeving en gezondheid van mens en dier.	TAK	
		Druk op het klimaat door verspreiding van plastic zwerfvuil en microplastics op land en in zee.	UP	
	CO2 uitstoot	Winnen en verbruiken van grondstoffen levert een bijdrage aan energieverbruik en uitstoot CO2. Klimaatbeleid en CE beleid kunnen tegenstrijdig optreden.	RBP CE	
		Kunststoffen worden gemaakt uit fossiele olie- en gasproducten en leiden tot CO2 uitstoot.	TAK	
	Doelen	Primaire grondstoffen vervangen	Eindige grondstoffen vervangen door hernieuwbare grondstoffen of alternatieve primaire grondstoffen	Staats-secretaris
			Kunststof materiaalstromen zoveel mogelijk hernieuwbaar toepassen door grootschalige inzet kunststof recycleat en biobased kunststoffen	RBP CE
			Inzet biobased kunststoffen	UP
Toepassen kunststof recycleat in nieuwe producten en verpakkingen			UP	



	Minder gewicht primaire grondstoffen gebruiken	Minder grondstoffen gebruiken door af te zien van producten (preventie)	Staatssecretaris
		Preventie. 1 van de 4 actierichtingen. Afname van virgin fossiele plastics	TAK
		Verbod op bepaalde soorten plastics	UP
		Afname grondstoffenbehoefte door ketens efficiënt te benutten. Afname jaarlijkse hoeveelheid huishoudelijk restafval in 2025.	RBP CE
		Er is 20% minder gebruik van plastic voor eenmalige producten en verpakkingen	PP
	Langer en intensiever gebruiken van grondstoffen	Gebruik langer en intensiever door hergebruik en reparatie	Staatssecretaris
		Kunststof producten zodanig ontwerpen dat ze kunnen worden hergebruikt en na afdanking hoogwaardig kunnen recycleren	RBP CE
		Alle plastic verpakkingen en eenmalig plastic producten zijn waar mogelijk en zinvol herbruikbaar, maar in ieder geval 100% recyclebaar	PP
	Sluiten kringlopen	Sluiten van kringloop door <ul style="list-style-type: none"> <li>- recycling van materialen en</li> <li>- tegengaan van verlies</li> </ul>	Staatssecretaris
		Voorkomen lekkages <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficiënt benutten van kunststof materialen</li> <li>- Potentie voor meer recyclen</li> </ul>	RBP CE
		Voorkomen van lekkage <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelen van Closed loop retour systemen als gevolg van EPR systemen</li> <li>- Betere nascheiding uit restafval</li> <li>- Meer gescheiden inzameling door milieustraten</li> </ul>	TAK
		Meer en betere sortering <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhogen kwaliteit uitgesorteerde kunststof afvalstromen</li> </ul>	UP
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimaal 70% van de eenmalige plastic producten en verpakkingen wordt hoogwaardig gerecycled</li> <li>- Alle eenmalig te gebruik plastic producten en verpakkingen bevatten gemiddeld minstens 35% recyclelaat.</li> </ul>	PP
	Oplossingsrichtingen	Afzien	-
Product hergebruik		Gebruik langer en intensiever door hergebruik en reparatie. Hergebruik als verlenging	Staatssecretaris
		Kunststof producten zodanig ontwerpen dat ze kunnen worden hergebruikt en na afdanking hoogwaardig kunnen recycleren	RBP CE
	Van het kunststof in verpakkingen is ten minste het volgende gewichtspercentage hergebruikt of	BBV	



		gerecycled: 40gewichts% (2021), 42 gewichts% (2022), 44 gewichts% (2023), 47 gewichts% (2024), 50 gewichts% (2025)	
	Toepassen recycalaat	Hernieuwbaar toepassen van kunststof materiaalstromen door grootschalige inzet kunststof recycalaat - kwantiteit	RBP CE
		Meer vraag en aanbod hernieuwbare en gerecyclede kunststoffen – kwantiteit (+ indirect kwaliteit)	TAK
		Sturing op minimaal 10% chemische recycling in 2030 - kwantiteit	UP
		Toepassen kunststof recycalaat in nieuwe producten en verpakkingen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniforme standaarden voor kwaliteit van gerecyclede kunststoffen (vraaggestuurd) - kwaliteit</li> </ul>	UP
		Bevorderen vraag en ontwikkelen aanbod kunststof recycalaat – kwaliteit en kwantiteit	AP (recycalaat)
Specifieke technologieën	Bio-plastic	370 kton met bio-based plastic, wat neerkomt op 15% van de totale kunststof productie.	TAK
		Actieplan bio-based kunststoffen	AP
	Preventie	36% minder fossiel	TAK
		20% minder verpakken	PP
	Refill-systeem	-	
	Take back systeem	-	
	Mechanische recycling	Actieplan meer en betere sortering en mechanische recycling in 2019. Doel: verhogen van kwaliteit uitgesorteerde kunststof afvalstromen tot 95% monostromen.	UP, AP
	Chemische recycling	Actieplan chemische recycling. Sturing op 10% chemisch recyclen in 2030.	UP, AP
Sortering	Actieplan meer sorteercapaciteit voor kunststoffen	UP, AP	
Herontwerp	-	Kunststof producten zodanig ontwerpen dat ze kunnen worden hergebruikt en na afdanking hoogwaardig kunnen recycelen	RBP CE
		Van lineair naar circulair ontwerp (preventie ontwikkelrichting 1)	TAK
		Circulair ontwerpen die met <b>CIRCO</b> verder wordt opgepakt	UP

## 10. Appendix II: Vier vormen van chemische recycling

Tabel 5: Vier verschillende vormen van chemische recycling<sup>10</sup>

	Feedstock recycling		Oplossen en depolymeriseren	
Technologie	Pyrolyse	Vergassen	Solvolyse	Depolymerisatie (ook wel glycolyse)
Wat is het	Terug naar olieachtig product - kraken	Terug naar gas product	Door middel van oplosmiddel polymeren oplossen en scheiden van andere materialen.	Door oplosmiddel en warmte verpakking oplossen. Van polymeer naar monomeer
Input stroom	Mix Schone PET stroom (Interview C)	Mix	EPS, PET PE en PP (interview Q)	PET (inclusief vervuiling)
Synergie met mechanische recycling	Kan complementair zijn		Concurrereert met mechanisch, vanwege input stroom (PET)	
Output stroom	Olie, brandstof Opbrengst minder dan bij mechanische recycling <sup>11</sup>	Gas, brandstof	PS en broom	PET hogere kwaliteit met iets lager milieu rendement
Foodgrade	Ja	Onbekend	Nee	Ja

<sup>10</sup> Op basis van CE Delft (2019), Crippa et al. (2019), KIDV (2018)

<sup>11</sup> Materiaal recovery tientallen procenten lager dan solvolyse of mechanische recycling