



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Productgroepanalyse **kunststofverpakkingen** en drankenkartons

Productgroepanalyse kunststofverpakkingen en drankenkartons

RIVM-briefrapport 2024-0099

Colofon

© RIVM 2024

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2024-0099

N.M. Spanbroek (auteur), RIVM
S.A.M.J.V. Bours (auteur), UU
M. Pruijn (auteur), RWS
E. van den Beuken (auteur), TNO
P. Stegmann (auteur), TNO
S. Lensen (auteur), TNO
M. Veenhuizen (auteur), RWS
F. Heens (auteur), RIVM

Contact:

Natascha Spanbroek
Veilige technologische Innovaties en Circulaire economie (VIC)
natascha.spanbroek@rivm.nl

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het [Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2024](#). Een samenwerking 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.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Productgroep analyse kunststofverpakkingen en drankenkartons

Er wordt steeds meer plastic gemaakt, het meeste wordt gebruikt voor verpakkingen. De productie en het gebruik van plastic verpakkingen dragen bij aan klimaatverandering, vervuiling (zwerfafval en microplastics) en minder biodiversiteit. De Nederlandse overheid wil daarom dat er in 2050 geen nieuwe plastic verpakkingen van nieuw gewonnen olie (primaire fossiele grondstoffen) worden gemaakt. Dat betekent dat alle plastic verpakkingen in 2050 alleen nog maar zijn gemaakt van gerecycled materiaal en 'hernieuwbare bronnen', zoals mais en suikerriet.

Het doel voor 2050 kan niet worden gehaald met de manier waarop plastic verpakkingen nu worden gemaakt en met het huidige beleid. Op dit moment is maar 7 procent van de plastic verpakkingen gemaakt van gerecycled materiaal. Dit concludeert het RIVM in onderzoek dat het met de Universiteit Utrecht (UU), Rijkswaterstaat en TNO heeft gedaan.

Om het doel voor 2050 te halen moet de manier waarop plastic wordt gemaakt, gebruikt en verwerkt (van ontwerp tot recyclen), worden verbeterd. Beleid en maatregelen zijn nu vooral op recycling gericht, dus op het hergebruik van afval. Extra beleid is nodig om de verpakkingketen helemaal circulair te maken. Bijvoorbeeld beleid dat er voor zorgt dat er minder plastic verpakkingen worden gebruikt en verpakkingen opnieuw gebruikt worden. Hiermee is veel winst te halen op weg naar een circulaire verpakkingketen.

Een visie vanuit de rijksoverheid op alle onderdelen van de verpakkingketen kan helpen de overgang naar een circulaire economie te versnellen en concreet uit te voeren. Dit geeft bedrijven duidelijkheid over noodzakelijke innovaties en mogelijke markten/verdienmodellen in de toekomst.

Ook buiten de keten van verpakkingen is beleid nodig. Het is daarbij belangrijk om het gebruik van verpakkingen te bekijken als onderdeel van de manier waarop de maatschappij is georganiseerd. Het gebruik van verpakkingen hangt bijvoorbeeld samen met het landbouwsysteem in Nederland: voor lokale en seizoensgebonden producten zijn minder verpakkingen nodig. Voor voedsel dat on the go wordt verkocht, is juist veel verpakkingmateriaal nodig met hoge veiligheidseisen.

Dit onderzoek gaat over mogelijkheden om de verpakkingketen in 2050 circulair te krijgen. Het is een onderdeel van onderzoek van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) naar de circulaire economie.

Kernwoorden: circulaire economie, recyclen, levensduurverlenging, gebruik

Synopsis

Product group analysis for plastic packaging and beverage cartons

Increasing amounts of plastic are being produced, mostly in the form of packaging. The production and use of plastic packaging contribute to climate change, pollution (litter and microplastics) and reduced biodiversity. Therefore, the Dutch government aims to ensure that no new plastic packaging will be made from newly extracted oil (primary fossil fuel) in 2050. This means that in 2050, all plastic packaging should be made only from recycled materials and 'renewable sources', such as corn and sugarcane.

This target for 2050 cannot be achieved with the current methods of plastic packaging production and existing policies. Currently, only 7 per cent of plastic packaging is made from recycled material. This conclusion was drawn by RIVM in a study conducted with Utrecht University, the Directorate-General for Public Works and Water Management (Rijkswaterstaat) and TNO.

To achieve the 2050 target, the way in which plastic is produced, used and processed (from its design to recycling) needs to be improved. Existing policies and measures are primarily focused on recycling, meaning the reuse of waste. Additional policies are needed to make the packaging chain completely circular, such as policies to reduce the amount of plastic packaging used and to ensure such packaging is reused. Considerable gains could be made in this area on the road to a circular packaging chain.

A vision on the part of the Dutch government for all components of the circular packaging chain can help accelerate the transition to a circular economy and make it a reality. This will provide companies with clarity about necessary innovations and potential markets/business models for the future.

Policies outside the packaging chain are also needed. In that context, it is important to consider packaging use as part of how society is organised. As an example, the use of packaging is linked to the agricultural system in the Netherlands: fewer packages are needed for local and seasonal products. Conversely, food purchased on the go requires a lot of packaging materials subject to strict security requirements.

This study focused on the possibilities of making the packaging chain circular by 2050. It formed part of the PBL Netherlands Environmental Assessment Agency's research on the circular economy.

Keywords: circular economy, recycling, lifespan extension, usage

Voorwoord

Voor dit onderzoek is dankbaar gebruik gemaakt van de inzichten en feedback van de begeleidingscommissie:

- Rob Cornelissen – Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Ulphard Thoden van Velzen – WUR
- Ernst Worrell – Universiteit Utrecht
- Hester Klein Lankhorst / Robert Seegers - Verpact
- Thor Tummers - Unilever
- Rob Buurman – Fair Resource Foundation
- Astrid Hamer – RVO
- Wendy de Wild – NVRD
- Aldert Hanemaaijer - Planbureau voor de Leefomgeving
- Anne Gerdien Prins - Planbureau voor de Leefomgeving (opdrachtgever)

Inhoudsopgave

Samenvatting: naar een circulaire verpakkingketen — 11

1 Inleiding — 21

- 1.1 Aanleiding en doel — 21
- 1.2 Aanpak en werkwijze (leeswijzer) — 22

2 De huidige keten in beeld — 29

- 2.1 Doelen — 29
- 2.2 Keten in beeld — 36
- 2.3 Onderscheid in verpakkingsoorten en materiaalsoorten — 41
- 2.4 Grensoverschrijdende stromen — 42
- 2.5 Samenvattende conclusies huidige keten — 43

3 Verpakkingketen toekomstscenario's — 45

- 3.1 Bepalende ontwikkelingen — 45
- 3.2 Circulariteit en broeikasgasemissie analyse van het toekomstige verpakkingssysteem — 49
- 3.3 Het referentie scenario (BAU) — 50
- 3.4 Het Circulaire scenario — 52
- 3.5 Toekomst scenario's voor de specifieke productgroepen — 57
- 3.6 Samenvattende conclusies toekomst scenario's — 58

4 Barrières en kansen: wat versnelt of hindert de transitie naar een circulaire verpakkingketen? — 61

- 4.1 Vermindering van grondstoffengebruik (narrow the loop) — 63
- 4.2 Substitutie van grondstoffen (substitute) — 65
- 4.3 Levensduurverlenging (slow the loop) — 67
- 4.4 Hoogwaardige verwerking (close the loop) — 68
- 4.5 Veiligheid van stoffen — 72
- 4.6 Barrières en kansen specifieke verpakkingsoorten — 74
- 4.7 Samenvattende conclusies — 75
 - 4.7.1 MIS analyse — 75
 - 4.7.2 Veiligheid van stoffen — 76

5 Analyse: naar aangrijpingspunten voor beleid — 79

- 5.1 Integratie bevindingen (synthese) — 79

6 Belangrijkste conclusies en aanbevelingen — 85

- 6.1 Belangrijkste conclusies — 85
- 6.2 Aangrijpingspunten voor beleid — 88

7 Reflectie op de productgroepanalyse — 95

- 7.1 Reflectie productgroep analyse — 95
- 7.2 Leerpunten voor toekomstige productgroep analyses — 96

8 Referenties — 99

9 Bijlagen — 103

- 9.1 Begrippenlijst — 103
- 9.2 Verantwoording en toelichting bij hoofdstuk 4 MIS-analyse — 104

9.2.1	Theoretisch raamwerk — 104
9.2.2	Methode MIS analyse — 106
9.2.3	Resultaten MIS analyse — 108
9.3	Verantwoording en toelichting bij hfd 2 keten in beeld — 130
9.3.1	Doelen — 130
9.3.2	De keten in beeld — 136
9.3.3	Aannames, randvoorwaarden en geraadpleegde bronnen en experts — 147
9.4	Veiligheid van stoffen — 148
9.4.1	Samenvatting — 148
9.4.2	Introductie: risico's van chemische stoffen in verpakkingen — 151
9.4.3	Relevante regelgeving wat betreft veiligheid van producten en recyclingprocessen — 153
9.4.4	Risico's van recycling — 154
9.4.5	Uitdagingen — 158
9.4.6	Kansen — 159
9.4.7	Specifieke informatie over NIAS in verpakkingen — 161

Samenvatting: naar een circulaire verpakingsketen

Meer inzicht in wat de circulaire economie nodig heeft

Nederland streeft naar een circulaire economie in 2050. Op verzoek van het kabinet rapporteert het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) daarom elke twee jaar over de voortgang van deze transitie. Dit is de Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER). In voorbereiding op de ICER van 2025 bestaat de wens om in te zoomen op een aantal productgroepen. Op deze manier hopen we meer inzicht te krijgen in wat er nodig is voor een circulaire economie.

Het RIVM heeft de analyse uitgevoerd voor kunststofverpakkingen en drankenkartons

Deze analyse geeft de Rijkoverheid aanknopingspunten om met beleid de circulariteit van kunststofverpakkingen en drankenkartons te stimuleren. Ook draagt de analyse bij aan kennis over de circulaire aanpak van productgroepen in het algemeen.

Productie van plastic slecht voor klimaat, biodiversiteit en milieu

Sinds 2000 is de productie van plastics explosief gegroeid. In Europa wordt elk jaar 54 miljoen ton plastics geproduceerd. Wereldwijd was dit in 2022 440,3 miljoen ton (Plastics Europe, 2023). De meeste plastics worden gebruikt voor verpakkingen. In Europa is dit 39% (Plastics Europe, 2023). Voor bijna alle verpakkingen is minerale (fossiele) olie nog de primaire grondstof.

De manier waarop we nu kunststofverpakkingen en drankenkartons maken en gebruiken, draagt bij aan de klimaatverandering. Het heeft ook een negatief effect op biodiversiteit en vervuult het milieu in de vorm van zwerfafval, microplastics en gevaarlijke stoffen. (Europees Milieuagentschap, 2023).

De productie van plastics in Europa zorgt voor de uitstoot van ongeveer 13,4 miljoen ton CO₂. Dit is 20 procent van alle uitstoot door de chemische industrie in hele EU. Als de gehele levenscyclus wordt meegenomen (inclusief de afvalfase) is de uitstoot veel hoger. Dit blijkt uit de broeikasgasinventarisatie van het Europees Milieuagentschap.

Uitkomsten analyse geven aangrijpingspunten voor beleid

Het doel van deze analyse is om geschikte aangrijpingspunten te vinden voor beleid. Het uitgangspunt van het Nederlandse beleid is de doelstelling om in 2050 geen kunststof verpakkingen meer te maken van primaire fossiele grondstoffen. Dat betekent dus dat het gebruik van plastics van fossiele olie met 100 procent moet dalen (NPCE, 2023).

Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) gaat uit van vier strategieën om een circulaire economie te bereiken. Dit zijn vermindering, levensduurverlenging, substitutie en hoogwaardige verwerking.

Deze strategieën zijn het uitgangspunt voor het bepalen van de aangrijpingspunten.

Scope en definitie van verpakkingen

Voor deze analyse hanteren we de volgende definitie van verpakkingen:

De kunststofverpakkingen inclusief drankenkartons waarmee producten op de Nederlandse consumentenmarkt worden gebracht. Dit is inclusief kunststofverpakkingen en drankenkartons die binnen bedrijven, door consumenten worden gebruikt (zoals drankenkartons en individuele voedselverpakkingen).

Concreet is onderzoek gedaan naar vijf categorieën verpakkingen (zie onderstaand figuur met enkele illustratieve voorbeelden):

	Contactgevoelig	Niet contactgevoelig
Vormvast	Cat. I Sausemmers, shampoo	Cat. II Verfemmers, wasmiddel
Flexibel	Cat. III Vleeszak, boterhamzakjes	Cat. IV Bubbelfolie, handwikkelpap, rekfolie
	Cat. V Drankenkartons	

Complexe keten vraag om combinatie van onderzoeksmethoden

De verpakkingsketen is complex. Er zijn veel verschillende actoren en belangen. Soms conflicteren (beleids)doelen zoals voedselveiligheid versus gebruik van gerecycled materiaal. Het is ook een internationale keten, die te maken heeft met Europese wetgeving en wereldwijde ontwikkelingen in de markt. Dat betekent dat er geen gemakkelijke oplossingen zijn. Inherent hieraan is dat informatie heel fragmentarisch beschikbaar is. Het is lastig hier een goed overzicht van te krijgen. Dit exploratieve onderzoek maakt daarom gebruik van verschillende informatiebronnen, onderzoeksmethoden. Verschillende kennisinstellingen leverden een bijdrage.

Relatie met andere analyses van productgroepen

De geformuleerde aangrijpingspunten zijn onderdeel van de bredere aanpak vanuit PBL. In deze aanpak zijn ook woningbouw en hernieuwbare energietechnologie geanalyseerd. PBL heeft op basis van deze drie productgroepen lessen getrokken uit de overeenkomsten en verschillen tussen deze drie productgroepen (Rood et al., 2024). Daarnaast is voor elk van de drie productgroepen geanalyseerd welke beleidsinstrumenten zouden kunnen worden ingezet (Warringa et al., 2024).

Circulaire doelen en milieueffecten

Met een circulaire economie wil Nederland bijdragen aan het tegengaan van klimaatverandering, het herstellen en verbeteren van biodiversiteit en het creëren van een gezonde, schone en veilige leefomgeving (Hanemaaijer et al., 2021). Daarnaast kan een circulaire economie

bijdragen aan het vergroten van de leveringszekerheid van grondstoffen. Voor deze productgroepanalyse is daarom gekeken naar de effecten via proxy's:

1. klimaatverandering (uitgedrukt in kiloton CO₂-eq),
2. milieuvervuiling (gevaarlijke stoffen, zwerfafval en microplastics).
3. biodiversiteitsverlies (landgebruik gekoppeld aan inzet van biobased-materiaal).

De effecten op CO₂ en de hoeveelheid vermeden primaire fossiele grondstof zijn kwantitatief in beeld gebracht. De andere milieueffecten beschrijven we kwalitatief.

Korte toelichting op de werkwijze

De analyse bestaat uit vijf stappen. We geven hieronder per stap een korte beschrijving:

- I. *Huidige keten in beeld (hoofdstuk 2);*
Stap 1 brengt de keten in beeld en beschrijft de huidige doelen. We beschrijven hoe de keten functioneert en koppelen dat aan hoe de massa van kunststof verpakkingen verdeeld is in de keten. Bijvoorbeeld hoeveel verpakkingen er op de markt komen en hoeveel daarvan gerecycled wordt. Deze vergelijking van doelen, stofstromen en de ketenbeschrijving geeft een eerste indicatie van de belangrijkste aangrijpingspunten voor beleid.
- II. *Toekomstscenario's (hoofdstuk 3)*
Op basis van de huidige situatie (Stap I) schetsen we twee scenario's voor de situatie in 2050.
 1. Business as usual. In dit scenario gaan we door zoals nu gaat, op basis van het bruto binnenlands product (bbp) en bevolkingstrends.
 2. Circulair in 2050. Dit scenario is zo optimistisch mogelijk, maar nog wel realistisch haalbaar binnen de huidige (technische) mogelijkheden, op basis van interviews met experts uit de keten. Onder optimistisch wordt verstaan dat maatregelen die nu als realistisch worden ingeschat ook daadwerkelijk worden geïmplementeerd (denk bijvoorbeeld aan het lichter maken van verpakkingen door loze ruimte te verminderen).
- III. *Barrières en kansen in beeld (hoofdstuk 4)*
In stap III brengen we in beeld wat in de transitie naar een circulaire verpakkingenketen, de kansen en belemmeringen zijn voor de ontwikkeling en versnelling van de vier circulaire strategieën. Dit doen we aan de hand van het raamwerk Missiegedreven Innovatie Systeem (MIS).
- IV. *Analyse: naar aangrijpingspunten voor beleid (hoofdstuk 5)*
In stap IV formuleren we de aangrijpingspunten voor beleid. Op basis van de huidige situatie (stap I), de toekomstscenario's (II) en de kansen en belemmeringen (III)
- V. *Belangrijkste conclusies en aangrijpingspunten (hoofdstuk 6)*

Bepalende bevindingen

We hebben de zes meest bepalende bevindingen op een rij gezet, op basis waarvan de conclusies en aangrijpingspunten geformuleerd zijn:

1. *Het doel is niet haalbaar voor 2050*

Het doel om in 2050 geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen te maken, kan niet worden gehaald. De vraag naar verpakkingen blijft toenemen. In het scenario Business as Usual (BaU) zien we een stijging van 17 procent in de vraag naar kunststofverpakkingen door consumenten. In het scenario Circulair wordt in 2050 ten opzichte van het BaU-scenario 67 procent primair materiaal (302 kiloton) vermeden. Toch blijft er ook in dit optimistische scenario nog steeds een substantiële vraag van 149 kiloton naar primaire plastics voor consumentenverpakkingen.

2. *Samenhang nodig tussen doelen, als basis voor beleidsinstrumenten*

zowel beleid als industrie zijn er ambitieuze circulaire strategieën uitgesproken en vastgelegd. Maar de doelen vormen nog geen samenhangend en logisch geheel, gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingketen en het verlagen van de milieudruk. Ook zijn ze niet altijd afdwingbaar vastgelegd in wet- en regelgeving.

De groeiende vraag naar verpakkingen is gerelateerd aan ongewenste milieueffecten:

- De broeikasgasemissies van de hele levenscyclus van kunststofverpakkingen en drankenkartons bedroegen ca 1.700 kiloton CO₂-eq in 2022.
- Bio-gebaseerde plastics kunnen broeikasgasemissies reduceren maar, kunnen neveneffecten hebben op het milieu, via (intensief) landgebruik.
- Kunststofverpakkingen zijn met 25 procent, momenteel één van de belangrijkste bronnen van de directe uitstoot van microplastics naar het milieu: ongeveer 1,2 kiloton in Nederland in 2017.
- Ongeveer 14 kiloton verpakkingoplastics komt jaarlijks in het milieu (referentiejaar 2017).

Ook worden chemische stoffen gebruikt in het productieproces en om de eigenschappen van kunststoffen te verbeteren (additieven). Mens en milieu kunnen blootgesteld worden aan chemische stoffen in verschillende fases van de levenscyclus van producten. En de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen belemmert de toepassingsmogelijkheden van recycelaat.

3. *Bredere blik nodig op het hele 'systeem' van verpakkingen, niet alleen de kunststof verpakkingketen*

Het behouden van al het materiaal binnen de huidige verpakkingketen (closed-loop recycling) is niet voldoende om het doel te bereiken. Er is extra inzet nodig om aan de groeiende vraag naar verpakkingen te kunnen voldoen.

De huidige economie is gericht op groei (kwantiteit) en stuurt niet of nauwelijks op (milieu)kwaliteit. Nederland heeft bijvoorbeeld economisch baat bij de productie van kunststofverpakkingen. Daarnaast zijn er maatschappelijke trends waardoor het gebruik van verpakkingen toeneemt in plaats van afneemt.

Dit vraagt om aangrijpingspunten en afwegingen die ook (gedeeltelijk) buiten de kunststofverpakkingsketen liggen. Deze aangrijpingspunten zijn op verschillende niveaus te definiëren:

- keuze verpakkingsmateriaal (rekening houdend met milieu-impact en beschikbaarheid van andere materialen als glas en blik),
- de synergie en/of afruil tussen verschillende productketens,
- de afweging tussen verschillende (milieu)effecten,
- veranderingen in leefstijl en
- huidige governance en economische systeem.

4. *Onvoldoende regie, samenwerking en delen van data, informatie en kennis in de keten*

In de keten van kunststof verpakkingen zijn veel overdrachtsmomenten, verschillende verpakkings- en kunststofsoorten en verschillende stakeholders. Ook internationale aspecten spelen een rol. Dat maakt regie en samenwerking in de keten belangrijk, maar ook lastig en uitdagend. Het delen van data en (gezamenlijke) kennis(opbouw) is cruciaal om vervolgstappen te kunnen zetten richting een circulaire verpakkingsketen.

5. *Sturen op circulaire verpakkingsketen vraagt continue verbetering en inzet overheid*

De verpakkingsketen is complex en continu in beweging. Dat vraagt ook om een continue afweging van maatschappelijke belangen en circulaire strategieën. Bijvoorbeeld het belang van voedselveiligheid in relatie tot inzet van recyclaat. Of het gebruik van minder materiaal versus een langere levensduur. Bij deze dynamiek past een aanpak en een overheidsinzet die continu stuurt op verbetering en bijstuurt richting het doel in 2050. Dit vraagt om sturingsinformatie die aansluit bij de dynamiek in de keten.

6. *Inzet op combinatie van circulaire strategieën en verpakkingssoort wenselijk*

Beleid en maatregelen zijn er nu vooral op recycling gericht. Uit het circulaire scenario blijkt dat voor een circulaire verpakkingsketen inzet op alle strategieën noodzakelijk is. Onvoldoende is bekend over de relatie tussen verpakkingssoorten en de wijze van verwerking (wordt de verpakking gerecycled of verbrand) en de relatie tussen verpakkingssoort en materiaalsoort. Duidelijk is dat folies (61% niet gerecycled) en drankenkartons (67% niet gerecycled) nu slecht presteren en dat het gebruik van recyclaat in nieuwe verpakkingen vooral gebeurt voor de stroom PET frisdrankflessen. Door structureel te analyseren welke specifieke verpakkingssoorten / product-verpakkingscombinatie slecht presteren zijn gerichte interventies mogelijk. Dat kan in combinatie met een specifieke circulariteitsstrategie zoals het uitfaseren of verminderen van slecht presterende verpakkingssoorten. Hierbij ligt een grote, nog onbenutte, potentie bij de strategieën verminderen en levensduurverlenging.

Belangrijkste conclusies

1. Niet op koers richting nationaal doel 2050
 Het doel van de Nederlandse overheid is dat in 2050 kunststof verpakkingen niet meer worden gemaakt van primaire fossiele grondstoffen. Van de in totaal op de markt gebrachte kunststof verpakkingen gaat op dit moment bij inzameling en recycling de helft verloren (verbranding met energiewinning). Voor drankenkartons is dat tweederde. Op dit moment bestaan kunststof verpakkingen maar voor 7 procent uit recycklaat. (closed-loop recycling). Bij drankenkartons is dat 0 procent. De rest van het recycklaat wordt toegepast in andere ketens (open-loop recycling).
2. Huidige marktwerking en governance maakt sturen op transitie naar circulaire verpakkingketen uitdagend
 De productie van plastic (verpakkingen) is sinds 2000 explosief gegroeid. Voor bijna alle verpakkingen is op dit moment minerale olie nog de primaire grondstof. Nederland heeft een groot aandeel in de Europese productie van kunststof. Dit geeft Nederlandse producenten een sterke prikkel om nieuwe kunststoffen te (blijven) maken.
 Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) is een belangrijk uitgangspunt voor beleid. De uitvoering van deze producenten verantwoordelijkheid is belegd bij Verpact. Dit is een samenwerking van producenten en importeurs van verpakkingen. De verantwoordelijkheid is daarmee belegd bij producenten die ook worden gestuurd door marktwerking. Verpact heeft vanuit de UPV de verantwoordelijkheid dat grondstoffen gerecycled worden, maar is niet verantwoordelijk voor het toepassen van het recycklaat. De vraag is of met de huidige inrichting van de UPV het juiste sturingspotentieel kan worden bereikt om aan de doelstelling van het NPCE te voldoen.
3. Extra interventies nodig naast optimaliseren huidige verpakkingketen
 De productgroepanalyse laat zien dat ook interventies buiten de huidige verpakkingketen nodig zijn. Dit kan op verschillende niveaus, van hoe onze maatschappij en economie functioneert tot hoe de consument zich gedraagt. Denk bijvoorbeeld aan de eisen die aan verpakkingen vanuit voedselveiligheid worden gesteld.
4. Er ontbreekt een visie op een circulaire verpakkingketen en samenhang tussen nationale en internationale doelen en instrumenten
 Er zijn duidelijke en ambitieuze doelen voor het bereiken van een circulaire verpakkingketen. Zowel voor de korte, midden en langere termijn. Deze doelen vormen echter nog geen samenhangend en logisch geheel. De huidige praktijk en gebruikte instrumenten richten zich vooral op effecten voor een beperkt deel van de keten (recycling). Ook zijn de doelen niet altijd in wet- en regelgeving vastgelegd en/of afrekenbaar, met name bij de strategie verminderen en levensduurverlenging. Sturing gebeurt echter niet alleen met doelen. De noodzakelijke innovatie wordt ook belemmerd door onzekerheid over de richting en dus de toekomstige markt/verdienmodellen. Een samenhangende visie vanuit de Rijksoverheid op een circulaire

verpakkingsketen kan helpen de transitie te versnellen en kan inzicht geven in een meer concrete invulling van een circulaire verpakkingsketen.

5. Inzet op alle circulaire strategieën nodig met onderscheid naar verpakkingssoort

De huidige praktijk en het ingezette instrumentarium is vooral gericht op (mechanische) recycling. Deze inzet blijft nodig, maar het is belangrijk ook de mogelijkheden binnen de strategieën 'verminderen' en 'levensduurverlenging' beter te benutten. Het is belangrijk om het gebruik van verpakkingen te verminderen, in te zetten op het vaker gebruiken van dezelfde verpakking en verpakkingen te maken van hernieuwbare grondstoffen.

Elke verpakkingssoort kent daarbij specifieke uitdagingen. Het ontwerp, soms in combinatie met de inrichting van het systeem van inzameling en recycling, belemmert hergebruik en recycling. Gerichte interventies zijn mogelijk door structureel te analyseren welke specifieke verpakkingssoorten of product-verpakkingscombinaties slecht presteren.

6. Vergroten transparantie cruciaal voor betere sturing

Goed inzicht in de werking van de keten is nodig voor de selectie van succesvolle interventies. Gerichte sturing, op basis van een feedbackloop in de keten, is nu niet goed mogelijk. Ook is een (kwantitatieve) koppeling met milieu-effecten lastig te maken. Data over de volumes van kunststofverpakkingen op punten in de keten buiten de wettelijke rapportageplicht worden vanuit producentverantwoordelijkheid niet systematisch verzameld en tot een samenhangend en bruikbaar beeld gebracht. Op deze gegevensbehoefte zou de Rijksoverheid kunnen sturen. Betere kennis van de complexe keten en inzicht in alle stappen van de keten gekoppeld aan verpakkings- en materiaalsoorten incl. de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen helpt om belemmeringen op te sporen en interventies te ontwikkelen. Daarbij hoort ook inzicht in de import en export van te recyclen materiaal.

Aangrijpingspunten voor beleid

Om in 2050 geen verpakkingen te maken van primaire fossiele bronnen is behoud van al het materiaal binnen de huidige verpakkingsketen (closed-loop recycling) niet voldoende. In aanvulling daarop is het nodig om ook te werken aan alternatieve grondstoffen en om de vraag naar verpakkingen te verminderen.

Dit betekent dat de aangrijpingspunten en afwegingen (gedeeltelijk) ook buiten de kunststofverpakkingsketen liggen.

De aangrijpingspunten zijn daarom onderverdeeld in:

- I. Binnen de verpakkingsketen
- II. Buiten de verpakkingsketen

I Aangrijpingspunten binnen de verpakkingsketen

Hiervoor kunnen meer algemene afspraken binnen de verpakkingsketen worden gemaakt naast afspraken per circulaire strategie.

Algemeen

Denk hierbij aan:

- Verbreding van de producentenverantwoordelijkheid naar ketenverantwoordelijkheid /vergroten sturingspotentieel;
- Organisatie van een feedbackloop van data in en kennis over de keten;
- Veilig en duurzaam ontwerpen (Safe and Sustainable by Design);
- Toepassing van het principe "Best beschikbare productontwerp";
- Hiërarchie in de keuze voor de verpakkingsoort bij productontwerp;
- inzet van (financiële) prikkels.

Per circulaire strategie:

- Vermindering
Mogelijke aangrijpingspunten binnen deze strategie zijn breed; van inzet op het veranderen van gedrag van consumenten en producenten, efficiënter of anders verpakken (bijvoorbeeld gebruik van concentraten) tot het stellen van (oplopend) strengere circulariteit bevorderende eisen aan verpakken. Vermindering kan in het circulaire scenario tot 35% minder gebruik van primair materiaal leiden. Het effect van vermindering is het hoogst voor niet-contactgevoelige vormvaste verpakkingen.
- Levensduurverlenging
Om een langere levensduur van kunststofverpakkingen verder te stimuleren kan de (retour)infrastructuur worden verbeterd. Ook kan er ingezet worden op experimenten en ontwikkelen van kennis. Verdere kan een financiële prikkel of een wettelijk verplicht aandeel hergebruik deze ontwikkeling stimuleren. Specifiek voor de productgroep contactgevoelige flessen verpakkingen heeft de circulaire strategie levensduurverlenging de grootste potentie (84% primair materiaal vermeden). Denk hierbij aan het verplicht gebruik van herbruikbare verpakkingen, eventueel gekoppeld aan een minimaal aantal levenscyclussen.
- Substitutie
Naast het behoud van al het materiaal binnen de huidige verpakkingketen is een aanpak gericht op het gebruik alternatieve grondstoffen noodzakelijk. Om aangrijpingspunten voor deze strategie te kunnen formuleren is een visie op een circulaire verpakkingketen, inclusief een afwegingskader belangrijk. Welke (mix) van alternatieve grondstoffen en onder welke randvoorwaarden past in het beeld van een circulaire verpakkingketen in 2050.
- Hoogwaardige verwerking en toepassing van recycalaat
Aangrijpingspunten voor deze strategie gaan over kwantiteit en kwaliteit van het recycalaat en over een toekomstvisie op nieuwe recycling technologieën. Hoogwaardige verwerking kan in het circulaire scenario tot 39% minder gebruik van primair materiaal leiden.

Om de kwantiteit te vergroten kan de markt gestimuleerd worden door bijvoorbeeld prijsprikkels, voldoende recycle-capaciteit, een norm voor het toepassen van gerecycled kunststof of het standaardiseren van het ontwerp van verpakkingen.

Ook de focus op voldoende kwaliteit van het recyclaat is belangrijk. De aanwezigheid van gevaarlijke stoffen bepaalt mede de kwaliteit en dus de toepassingsmogelijkheden van recyclaat. Zowel vanuit technisch perspectief als wat betreft de veiligheid (met name van voedselcontactmaterialen).

Een duidelijke visie op de inzet van opkomende recyclingtechnologieën, kan inzicht geven in de mogelijke rol en benodigde vervolgstappen. Het is belangrijk dat een visie op recyclingtechnologieën onderdeel is van een bredere visie op een circulaire verpakingsketen. Een integrale blik waarbij bijvoorbeeld rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen (chemische recycling kan een oplossing zijn om stoffen te verwijderen), materiaalverlies en de energievraag.

II Aangrijpingspunten buiten de verpakingsketen

Deze aangrijpingspunten zijn op verschillende niveaus te definiëren:

- Brede aanpak strategie substitutie
Voor een 100 procent circulaire keten is inzet van alternatieve grondstoffen nodig. Dit vraagt om een afweging tussen verschillende maatschappelijke belangen. Ook andere transitie vragen bijvoorbeeld om inzet van biomassa en recyclaat. Hier ligt een duidelijke rol voor de overheid in het afwegen en prioriteren van de uiteenlopende belangen.
- Systeemblik: voorbeeld relatie voedselketen
Maak (voedsel)verpakkingen onderdeel van beleid/strategie op de toekomst van de voedselketen/landbouwbeleid. Het grootste deel van onze verpakkingen betreft voedsel. Dat betekent dat er een relatie is tussen ons voedselsysteem en wijze van verpakken. Voedsel dat lokaal en vers (seizoensgebonden) wordt aangeboden heeft in de regel minder verpakking nodig.
- Maatschappelijk debat over consumptiemaatschappij
Stimuleer een maatschappelijk debat over het huidige aanbod van verpakkingen, de marketing en het gemak in relatie tot de (verschillende) maatschappelijke opgaven. Bijvoorbeeld, verschillende maatschappelijke trends (bijvoorbeeld on the go en kant-en-klare maaltijden) leiden tot toename in het gebruik van voedselverpakking. Tegelijkertijd zijn de kwaliteitseisen voor voedselverpakkingen hoog en daarmee het lastigst om een alternatief te vinden voor het gebruik van primaire fossiele grondstof.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) rapporteert, op verzoek van het kabinet, elke twee jaar over de voortgang van de transitie naar een circulaire economie in Nederland. De meest recente Integrale Circulaire Economie Rapportage verscheen in januari 2023 (ICER 2023). Om meer inzicht te krijgen in wat nodig is om meer circulair te produceren en consumeren, is voor de komende ICER rapportage (2025) de wens om in te zoomen op productgroep niveau.

In 2023 is gestart met analyses op de productgroepen:

1. Woningbouw
2. Kunststof verpakkingen en drankenkartons
3. Hernieuwbare energietechnologie

De productie-consumptieketens van deze geselecteerde productgroepen hebben een meer dan gemiddelde impact op klimaatverandering, biodiversiteitsverlies of milieuvervuiling, ofwel de productieketens is verbonden met aanzienlijke leveringsrisico's. Daarnaast hebben de productgroepen een substantieel aandeel in de totale stroom van grondstoffen, materialen en producten die geïmporteerd en gewonnen worden, en vervolgens worden geproduceerd, geconsumeerd en afgedankt.

Het doel van de productgroep analyses is om meer inzicht te krijgen waar kansen liggen om de transitie naar een circulaire economie in 2050 te versnellen. In de analyse wordt in de gehele productie- en consumptieketens gekeken naar de stand van zaken van de transitie, de voortgang, de belemmeringen en kansen om daarmee mogelijke opties in kaart te brengen om op dit moment de transitie te versnellen.

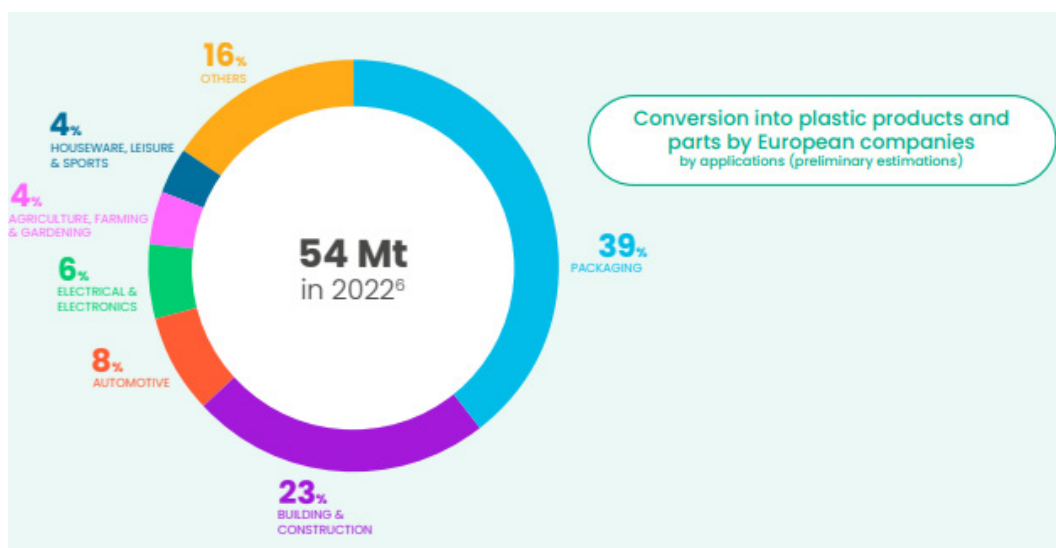
Deze analyse geeft sturingsinformatie (aangrijpingspunten voor beleid) voor de productgroep kunststof verpakkingen en drankenkartons en draagt bij aan kennis voor de circulaire aanpak via productgroepen in het algemeen.

Een groeiende keten met grote impact

De productie van plastic is sinds 2000 explosief gegroeid. Het meeste plastic (44%, [Plastic Soup Foundation, 2021](#)) wordt wereldwijd gebruikt voor verpakkingen, voor Europa is dit 39% (plastic europe, [2023](#)). In Europa worden jaarlijks 54 Mt plastics geproduceerd, de wereldwijde productie van plastics was in 2022 440,3 Mt (Plastics Europe, [2023](#)). Bijna alle verpakkingen worden op dit moment nog van minerale olie als primaire grondstof gemaakt. Ongeveer de helft van de Europese productie is geconcentreerd in het ARRA¹ petrochemiecluster, waarvan de helft in Nederland (Rotterdam/Zeeland/Geleen). Nederland heeft daarmee een relatief groot aandeel in de Europese productie van kunststof².

¹ Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr Area

² [Outlook Energiesysteem 2050 | Expertteam Energiesysteem 2050 \(etes2050.nl\)](#)



Figuur 1.1.1 toepassing plastic in Europa 2023

De huidige wijze van productie en consumptie van kunststofverpakkingen en drankenkartons draagt bij aan de klimaatverandering, een negatief effect op biodiversiteit en aan verontreiniging (zwerfafval, microplastics, gevaarlijke stoffen) ([Europees Milieuagentschap, 2023](#))

Uit de [broeikasgasinventarisatie van het EEA](#) blijkt dat de jaarlijkse emissies in verband met de productie van plastic in de EU ongeveer 13,4 miljoen ton CO₂ bedragen, ofwel circa 20% van de emissies van de chemische industrie in de hele EU.

Een dynamische en complexe keten

De keuze voor een soort verpakking is een afweging van verschillende factoren. Een productverpakkingcombinatie is het gevolg van keuzes over onder andere de factoren kostprijs, houdbaarheid, voedselveiligheid, gemak en marketing naast duurzaamheid en circulariteit. Het resultaat van die afweging bepaalt de te gebruiken materiaal soort en type verpakking, binnen de wettelijke kaders.

Verpakkingen zijn een zogenaamd kort-cyclisch product, dat betekent dat een verpakking vaak binnen een paar maanden na verkoop in de afdankfase komt. Het ontwerp verandert onder invloed van bijvoorbeeld (marketings)trends, beleid en sterk fluctuerende grondstofprijzen. Dat gaat ook over het gebruikte materiaal. Kunststof is een optie naast blik, karton en glas.

De verpakkingketen kent een complex speelveld, vanwege verschillende actoren en belangen, soms conflicteren (beleids)doelen, een internationale keten beïnvloed door diverse geopolitieke ontwikkelingen. Er zijn daarmee geen gemakkelijke en snelle oplossingen voorhanden.

1.2 Aanpak en werkwijze (leeswijzer)

Leidend uitgangspunt in deze productgroep analyse is de nationale doelstelling om in 2050 geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen te maken; enkel van recycleaat en hernieuwbare

grondstoffen (op dit moment zijn dat biogebaseerde grondstoffen in de toekomst is mogelijk ook CO₂ een hernieuwbare grondstof) (Nationaal Programma Circulaire Economie, [2023](#)). Een belangrijke indicator is daarom het percentage “vermeden gebruik primaire fossiele grondstof”. Deze indicator heeft een centrale plaats in deze analyse.

In de productgroep analyse zijn de vier circulaire strategieën (vermindering, levensduurverlenging, substitutie en hoogwaardige verwerking) uit het NPCE een belangrijk ordenend principe en zijn uitgangspunt voor het bepalen van de aangrijpingspunten om te komen tot het nationale doel (geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen in 2050).

Het doel van de analyse is om geschikte aangrijpingspunten te vinden voor beleid.

Circulaire doelen en milieueffecten

De missie naar een circulaire economie is erop gericht om bij te dragen aan het tegengaan van klimaatverandering, het herstellen en verbeteren van biodiversiteit en het creëren van een gezonde, schone en veilige leefomgeving (Hanemaaijer et al., 2021). Daarnaast kan een circulaire economie bijdragen aan het vergroten van de leveringszekerheid van grondstoffen. Voor deze productgroep analyse is gekeken naar de volgende effecten via proxy's:

- klimaatverandering (uitgedrukt in kiloton CO₂-eq),
- milieuvervuiling (gevaarlijke stoffen, zwerfafval en microplastics).
- biodiversiteitsverlies (landgebruik gekoppeld aan inzet van biobased-materiaal)

Daarbij zijn de effecten op CO₂ en de hoeveelheid vermeden primaire fossiele grondstof kwantitatief in beeld gebracht en de andere milieueffecten kwalitatief beschreven.

De milieueffecten brengen we in beeld om de impact in te schatten van beleid. Het optimaliseren van de verpakkingketen op het gebied van circulariteit betekent niet automatisch dat milieueffecten, zoals de uitstoot van broeikasgassen, in dezelfde mate worden verminderd. Alhoewel de broeikasgasemissies redelijk lineair gekoppeld lijken te zijn aan primair materiaalgebruik is het, bijvoorbeeld met het oog op toenemende inzet van bio gebaseerde plastics en inzet van chemische recycling, belangrijk in de toekomst aanvullend de verschillende milieueffecten mee te nemen bij het bepalen van aangrijpingspunten.

Combinatie van onderzoeksmethoden

De verpakkingketen kent een complex speelveld; veel verschillende actoren en belangen, soms conflicteren (beleids)doelen zoals voedselveiligheid versus inzet op recycling. Een internationale keten die te maken heeft met wereldwijde ontwikkelingen in de markt: zoals import van goedkoop nieuw kunststof uit Azië en Amerika en hoge energiekosten. Er zijn daarmee geen gemakkelijke oplossingen voorhanden. Inherent aan dit complexe speelveld is ook dat overzicht en beschikbare informatie fragmentarisch zijn. Dit exploratieve onderzoek maakt daarom gebruik van verschillende informatie bronnen en

onderzoeksmethoden (MIS analyse, modelering, desktopstudie, expert judgement) en bijdragen vanuit verschillende kennisinstellingen.

De analyse om te komen tot aangrijpingspunten voor beleid is een samenkomst van deze verschillende onderzoeksmethoden. Het combineert onder andere kwantitatief en kwalitatief onderzoek. De verschillende onderzoeksmethoden zijn ook onderling verbonden. Dit maakt dat enige herhaling in de verschillende hoofdstukken onvermijdelijk is omwille van navolgbaarheid en verantwoording.

Voor zowel de bronnen zelf, als de interpretatie geldt dat er een bepaalde mate van subjectiviteit mee gemoeid is. Door partijen vanuit de gehele keten en vanuit verschillende organisaties te betrekken³ is getracht dit zoveel mogelijk te beperken. Daarnaast is op een aantal cruciale momenten in het onderzoek actief om feedback gevraagd zodat ook in de uitvoering van het onderzoek al gebruik kon worden gemaakt van aanwezige kennis van partijen uit de verpakkingsketen.

Daarnaast zijn de geformuleerde aangrijpingspunten onderdeel van de bredere aanpak vanuit PBL, waarbij nog twee andere productgroepen geanalyseerd worden. Op basis van de drie productgroepen heeft PBL een overkoepelende integrerende notitie gemaakt en is per productgroep ook nog eens specifiek gekeken naar inzet van beleidsinstrumenten.

Opbouw rapport

In deze paragraaf is de onderzoek aanpak (met de verschillende onderzoeksmethoden) nader toegelicht. Deze aanpak bestaat uit vijf stappen (gekoppeld aan de hoofdstukken in deze rapportage):

- I. Huidige keten in beeld (hfd 2)

De beleidsdoelen voor de keten van kunststofverpakkingen en drankenkartons zijn op een rij gezet. Deze zijn gekoppeld aan de vier strategieën uit het NPCE. De keten die van belang is om deze doelen te halen is uitgewerkt op het niveau van actoren en in massastromen.

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens in de literatuur en informatie die verzameld is in interviews en workshops met experts/stakeholders die betrokken zijn bij de verpakkingsketen.

Door vergelijking van doelen, stofstromen en de ketenbeschrijving is een eerste indicatie van de belangrijkste aangrijpingspunten voor beleid verkregen.
- II. Toekomst scenario's (hfd 3)

Op basis van de huidige situatie zijn twee scenario's in beeld gebracht:

 1. Scenario 2050 business as usual (op basis van het bruto binnenlands product (bbp) en bevolkingstrends)
 2. Scenario 2050 "circulair" (in dit scenario is zo optimistisch mogelijk, maar nog wel realistisch haalbaar binnen de huidige (technische) mogelijkheden, op basis van inzicht van experts uit de keten, de potentie in beeld gebracht richting 2050)

³ In dit onderzoek zijn 47 personen van 28 verschillende organisaties betrokken geweest.

Beide scenario's zijn kwantitatief in beeld gebracht voor hoeveelheid (gewicht) verpakkingen en CO₂-equivalenten. Voor deze analyse is het Circular Industrial Transformation System (CITS)-model van TNO gebruikt.

Het circulair toekomstscenario is tot stand gekomen op basis van een literatuuronderzoek en een trendanalyse, waarbij de aannames voor het scenario in een workshop met experts zijn gedefinieerd.

Aan de hand van beide scenario's is een beeld gegeven in hoeverre de huidige doelstelling ("geen gebruik van primaire fossiele grondstoffen in 2050") kan worden gehaald binnen de huidige (technische) mogelijkheden en in welke mate de verschillende circulaire strategieën hieraan (kunnen) bijdragen, mede in relatie tot de verschillende verpakkingsoorten.

III. Barrières en kansen in beeld (hfd 4)

Aan de hand van het Missiegedreven Innovatie Systeem (MIS)-raamwerk zijn kansen en belemmeringen voor de ontwikkeling en versnelling van de vier circulaire strategieën in de transitie naar een circulaire verpakkingketen in beeld gebracht. Dit onderzoek is, in tegenstelling tot stap I en II meer kwalitatief van aard, de inzichten komen voort uit literatuuronderzoek, 22 interviews en 8 workshops met 48 verschillende experts uit de keten en de wetenschap.

IV. Analyse: naar aangrijpingspunten voor beleid (hfd 5)

Op basis van het beeld van de huidige situatie, de toekomstscenario's en de kansen en belemmeringen zijn aangrijpingspunten voor beleid geformuleerd. Deze analyse is in drie workshops (begeleidingscommissie, vertegenwoordigers transitieteam kunststoffen en PBL) besproken en aangevuld en daarna via een separate schriftelijke feedbackronde door dezelfde partijen getoetst.

V. Conclusies (hfd 6)

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste conclusies en aangrijpingspunten samengevat.

Om de leesbaarheid te vergroten sluiten de hoofdstuk 2 tot en met 4 af met de belangrijkste bevindingen. Daarnaast zijn in deze hoofdstukken steeds eerst de algemene bevindingen voor kunststofverpakkingen en drankenkartons gegeven en is de informatie over de specifieke verpakkingsoorten in een aparte paragraaf weergegeven.

Eenduidige begrippen

Een eenduidig gebruik van begrippen is gewenst. Voor deze productgroep analyse zijn een aantal keuzes gemaakt. De belangrijkste lichten we hier toe. In bijlage 9.1 staat een meer uitgebreide begrippenlijst.

Substitutie vs hoogwaardige verwerking: In het NPCE wordt onder substitutie verstaan, het vervangen van primaire grondstoffen door duurzame grondstoffen zoals biogebaseerde en secundaire grondstoffen. Dit sluit aan op het leidende uitgangspunt van deze analyse: geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen. De secundaire grondstoffen (of recycelaat) zijn afkomstig van ingezamelde

afvalstromen. De in het NPCE genoemde strategie "Hoogwaardige verwerking" dient onder andere om te komen tot aanbod van recycklaat dat weer opnieuw wordt ingezet. Belemmeringen en aangrijpingspunten gericht op beschikbaarheid van voldoende en bruikbaar recycklaat werken door op zowel substitutie als hoogwaardige verwerking. In deze rapportage is aangesloten op de definitie van substitutie uit het NPCE.

In de Missie-gedreven Innovatie Systeem (MIS) analyse zijn belemmeringen en aangrijpingspunten die te maken hebben met de beschikbaarheid en toepassing van recycklaat gerapporteerd onder hoogwaardige verwerking. Belemmeringen en aangrijpingspunten die te maken hebben met het vervangen van primaire grondstoffen door biobaseerde grondstoffen zijn gerapporteerd onder substitutie.

Open en closed loop recycling: Het voor kunststofverpakkingen toe te passen recycklaat kan uit de kunststofverpakkingsketen zelf komen (closed loop) of afkomstig zijn uit een andere keten (open loop). Toepassing van recycklaat in de kunststofverpakkingsketen dat uit een andere keten komt, is momenteel niet bekend. Bekende voorbeelden van toepassingen van recycklaat uit de verpakkingsketen in een andere keten zijn de fleece truien en de berrmpaaltjes. Met het oog op het leidende uitgangspunt (geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen) is inzet op closed loop recycling (behoud van het recycklaat uit de verpakkingsketen) wenselijk. "Open loop" recycling wordt soms aangeduid met de term "downcycling". Binnen de context van deze analyse wordt hier niet op ingegaan. We beperken ons tot de constatering of er sprake is van open of closed loop recycling.

Scope

De productgroep analyse verpakkingen is gericht op:

De kunststofverpakkingen inclusief drankenkartons waarmee producten op de Nederlandse consumentenmarkt worden gebracht. Dit is inclusief kunststofverpakkingen en drankenkartons die binnen bedrijven (door individuele consumenten) worden gebruikt (zoals drankenkartons, individuele voedselverpakkingen).

Concreet is onderzoek gedaan naar vijf categorieën verpakkingen:

- Er is onderscheid gemaakt tussen wel of geen contactgevoelige toepassingen (zoals voedsel, zeep, cosmetica, medicijnen). Voor het gemak vaak "Food" genoemd.
- En er is onderscheid naar vormvaste verpakkingstypen en folieachtige, die ook worden aangeduid als "Rigid" (frisdrankflessen, bakjes), en "Flex" of "Flexibel" (chipszakken, knijpzakken).
- En drankenkartons (wijze van inzameling gelijk aan kunststof verpakkingen).

	contactgevoelig	niet contactgevoelig
vormvast	Cat. I sausemmers, voedselbakjes, shampoo, PET statiegeld	Cat. II Verfemmers, wasmiddel
Flexibel	Cat. III Vleeszak, boterhamzakjes, meerlaags multimateriaal verpakking	Cat. IV Bubbelfolie, handwikkel, rekfolie
	Cat. V Drankenkartons	

Figuur 1.2.1 overzicht 5 verpakkingsoorten met illustratieve voorbeelden

Deze indeling is tot stand gekomen vanuit de veronderstelling dat mogelijke aangrijpingspunten om te komen tot een circulaire verpakkingketen (mede) afhankelijk zijn van het type verpakking. Denk aan de specifieke (wettelijke) eisen aan voedselcontact materiaal of de huidige hogere uitval van folies vergeleken met vormvast materiaal in het mechanische recyclingproces.

In de verschillende scenario's (hfd 3) is in de categorie vormvast aanvullend onderscheid gemaakt tussen flessen en overige vormvaste verpakkingen, waardoor er hier zeven categorieën zijn. Dit omdat het effect van verschillende circulaire strategieën (met name hergebruik) verschilt tussen deze verpakkingsoorten.

Deze productgroep analyse richt zich op kunststofverpakkingen. Als gevolg van beleid kan een producent kiezen voor een andere materiaalsoort (bijvoorbeeld glas of blik). Daarmee vermindert het volume aan kunststofverpakkingen maar geeft dat een toename in een andere materiaalketen ("waterbedeffect"). In deze studie is niet kwantitatief gekeken naar de totaal-milieu impact van dit waterbedeffect. Waar relevant benoemen we die wel kwalitatief.

2 De huidige keten in beeld

Om aangrijpingspunten voor beleid te identificeren is het gewenst een goed overzicht te hebben van de te analyseren ketens. In dit hoofdstuk staat daarom beschreven welke (beleids)doelen er zijn en hoe de keten functioneert.

Het overzicht is gebaseerd op de totale massa aan kunststofverpakkingen inclusief drankenkartons. Er is een verdieping van de keten aangebracht door uitsplitsing naar verschillende soorten verpakkingen en materialen. Deze aanpak geeft extra inzicht en daarmee meer mogelijke aangrijpingspunten.

Nederland importeert verpakte producten, te recyclen materiaal wordt geïmporteerd en geëxporteerd. Dit is van belang voor de Nederlandse markt waar het beleid op gericht is. Daarom wordt ook dit in beeld gebracht.

Uit een vergelijking met de doelen worden conclusies getrokken voor de belangrijkste belemmeringen en aangrijpingspunten voor beleid.

Deze keten is complex, een nauwkeurige beschrijving van die keten en verwijzing naar de bronnen is opgenomen in de bijlage 9.5. Voor de leesbaarheid wordt in dit hoofdstuk volstaan met een compacte beschrijving.

2.1 Doelen

In dit onderdeel wordt een overzicht gegeven van vastgestelde doelen in Nederlands beleid (wat aan de Tweede Kamer is gemeld), adviezen over mogelijke doelen, vrijwillige doelen uit de sector en Europese doelen (verordeningen en richtlijnen). Verder zijn er indirecte doelen die van belang kunnen zijn voor de verpakkingsector. Bijvoorbeeld doelen ten aanzien van samenstelling, zwerfafval of ten aanzien van gescheiden inzameling.

Naast de vastgestelde doelen, zijn er ook doelen aangekondigd. Voorbeelden zijn de circulaire plastics norm en de Plastic Packaging Waste Regulation (PPWR). Informatie hierover is opgenomen in hoofdstuk 3.

Voor Nederland is een belangrijk beleidsdocument het vastgestelde Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030 (NPCE). Dit document schetst waar Nederland de komende jaren ten aanzien van de circulaire economie wenst heen te gaan. Mede gebaseerd op nationale en Europese wet- en regelgeving wordt aangegeven welke acties, projecten en onderzoeken zullen bijdragen aan het verder sluiten van verschillende ketens, waaronder die ten aanzien van verpakkingen. Een belangrijk uitgangspunt is dat Nederland de ambitie heeft om in 2050 klimaatneutraal en circulair te zijn. Circulair zijn betekent dat in ieder geval het grondstoffengebruik voor de Nederlandse productie en consumptie zodanig wordt teruggebracht dat het binnen de planetaire

grenzen en de daaruit volgende 'veilige operationele ruimte' voor Nederland valt. Analoog aan het NPCE is in deze rapportage de term circulariteit gerelateerd aan het Nederlandse gebruik van grondstoffen gericht op de Nederlandse markt.

In 2050 wordt er volgens het NPCE waar dat leidt tot milieuwinst minder plastics gebruikt. Dit is inclusief plastic verpakkingen. Plastics worden in 2050 bovendien niet meer gemaakt van primaire fossiele grondstoffen, maar van gerecyclede fossiele grondstoffen aangevuld met duurzame biobaseerde grondstoffen en op termijn mogelijk CO₂-gebaseerde grondstoffen. Gekoppeld aan dit doel is in het NPCE het uitgangspunt dat in 2050 geen primaire kunststoffen worden verbrand. Om die ambitie te kunnen waarmaken is vanuit de Rijksoverheid een tussendoel vastgesteld om in 2030 het gebruik van primaire fossiele grondstoffen voor kunststof te halveren, ten opzichte van 2016. In deze analyse worden deze doelen als hoofddoelen gezien.

Verder zijn er doelen voortvloeiend uit de Kaderrichtlijn Afvalstoffen, de richtlijn verpakkingen, de Single Use Plastic (SUP) richtlijn, Besluit Beheer Verpakkingen en het beleid omtrent huishoudelijk afval. Ook de sector heeft zichzelf een aantal doelen gesteld. Alhoewel vrijwillig door de branche aangegeven⁴, zijn die toch relevant omdat die iets zeggen over hun ambities. Tabel 2.1.1 bevat een overzicht van al deze doelen, gerangschikt naar circulaire strategie. Er zijn met name concrete doelen voor de strategieën hoogwaardig hergebruik en substitutie. Voor verminderen is nog van belang dat de Europese richtlijn 94/62 de verplichting kent een verpakking uit te voeren met een minimaal mogelijke hoeveelheid materiaal en waarbij een bottleneck aangetoond moet worden volgens normen.

Onderstaand een overzicht van de belangrijkste doelen per circulaire strategie (in bijlage 9.3 een nadere toelichting).

⁴ Afvalwijzer Verpact <https://www.verpact.nl/nl/de-plastic-wijzer>

Tabel 2.1.1 overzicht doelen voor kunststofverpakkingsafval (in groen wettelijke doelen)

	Bron (jaar publicatie)	Jaarloos	2025	2026	2029	2030	2035	2050
Substitutie grondstoffen	<u>SUP (2019)</u>		>25% recycleert (PET-drankflessen)			>30% recycleert (PET-drankflessen)		
	<u>NPCE (2023)</u>					Gebruik fossiele grondstoffen gehalveerd		Geen kunststoffen uit primaire fossiele grondstoffen
	<u>Plastic Pact (2019)</u>		>35% recycleert en 100% recyclebaar (eenmalige verpakkingen)					
	<u>Plastic Wijzer (2023)</u>					Producenten en importeurs krijgen 100% aandeel recycleert terug en verpakkingen 100% recyclebaar		

	Bron (jaar publicatie)	Jaarloos	2025	2026	2029	2030	2035	2050
Verminder- ring grond- stoffen	<u>SUP (2019)</u>			Wegwerp is verboden en consumptie-vermindering moet zichtbaar zijn (tov 2022)				
	<u>NPCE (2023)</u>	Reduceren waar mogelijk						
	<u>Plastic Pact (2019)</u>		20% minder gebruik (eenmalige producten en plastic verpakkingen)					
	<u>Plastic Wijzer (2023)</u>	Gebruik plastic producten gaat omlaag						

	Bron (jaar publicatie)	Jaarloos	2025	2026	2029	2030	2035	2050
Hoogwaardige verwerking	<u>KRA (2018)</u>		55% recycling (MSW)			60% recycling (MSW)	65% recycling (MSW)	
	<u>Richtlijn verpakkingen (2018)</u>		50% recycling en hergebruik			55% recycling en hergebruik		
	<u>Besluit beheer verpakkingen (2018)</u>		50% recycling			55% recycling		
	<u>SUP (2019)</u>		>77% recycling (SUP-producten)		>90% recycling (SUP-producten)			
	<u>NPCE (2023)</u>					Optimale inzameling voor recycling (verpakkingen)		
	<u>Plastic Pact (2019)</u>		70% eenmalige verpakkingen hoogwaardig gerecycled					
	<u>Plastic Wijzer (2023)</u>					Uniforme hoogwaardige inzameling verpakkingen		

	Bron (jaar publicatie)	Jaarloos	2025	2026	2029	2030	2035	2050
Levensduurverlenging	<u>KRA (2018)</u>	Meer nadruk op hergebruik						
	<u>Richtlijn verpakkingen (2018)</u>	Meer nadruk op hergebruik en statiegeldsystemen						
	<u>SUP (2019)</u>	Hergebruik is de norm						
	<u>NPCE (2023)</u>					Potentieel herbruikbare verpakkingen maximaal benut en duurzaam toegepast waar mogelijk		
	<u>Plastic Wijzer (2023)</u>	Verpakkingen zijn waar mogelijk herbruikbaar						

Naast concrete doelen volgend uit het beleid gericht op de verpakkingketen (zie tabel hiervoor) is er ook aanpalend nationaal beleid dat effect heeft op deze keten. Dat gaat bijvoorbeeld over het duurzaam toepassen van biograndstoffen.

De bevindingen omtrent de doelen (tabel 2.1.1) zijn samengevat en gerangschikt naar circulaire strategie:

- Substitutie:
 1. Het beleidsdoel is dat fossiele grondstoffen voor kunststof volledig vervangen gaan worden door duurzame alternatieven. Deze substitutiedoelstelling is onderschreven door het verpakkend bedrijfsleven in haar eigen ambities. Wettelijke doelen gespecificeerd op het toepassen van hernieuwbaar materiaal zijn in voorbereiding.
 2. Uit bovenstaande doelstelling volgt dat fossiele grondstoffen vervangen moeten worden door recyclebaar en biogebaseerde grondstoffen.
- Vermindering:
 3. Uitvoering van de verminderverplichting per verpakking (EC94/62) lijkt niet te gebeuren. Als ieder bedrijf dit zou doen, dan kan veel materiaal bespaard worden.
- Levensduurverlenging:
 4. Doelen zijn gericht op het maximaal benutten van herbruikbare verpakkingen, maar zijn niet wettelijk vastgelegd.
- Hoogwaardige verwerking:
 5. Er zijn duidelijke wettelijke doelen voor recycling van kunststofverpakkingen, er zijn beleidsdoelen voor huishoudelijk afval met name gericht op gescheiden inzameling en Europese doelen gericht op recycling.
 6. Er zijn, nog nauwelijks wettelijke doelen om recyclebaar toe te passen in kunststofverpakkingen. Deze zijn wel in voorbereiding. Gevolg is dat recyclebaar nu buiten deze keten wordt toegepast.

Er zijn duidelijke en ambitieuze doelen zowel voor korte, midden als wat langere termijn. De doelen zijn niet altijd in wet- en regelgeving vastgelegd, met name bij de strategie verminderen en levensduurverlenging. De doelen vormen echter nog geen samenhangend en logisch geheel gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingketen.

Het doel van de Nederlandse overheid is dat in 2050 kunststof verpakkingen niet meer gemaakt worden van primaire fossiele grondstoffen. Om tot deze volledig fossielvrije verpakkingketen te komen, zijn voldoende secundaire en biogebaseerde grondstoffen van de juiste kwaliteit nodig. De beleidsambitie om geen recyclebaar materiaal meer te verbranden in 2050 sluit daar bij aan. Er zal zo veel mogelijk afgedankte verpakking naar verwachting nodig zijn om te kunnen voldoen aan de vraag naar recyclebaar.

2.2 Keten in beeld

De keten voor kunststofverpakkingen is complex. Om aangrijpingspunten voor beleid te vinden, is een meer gedetailleerd beeld van de keten nodig. Dat gaat dan over de ketenstappen en de wijze waarop de verpakkingen door die stappen al dan niet ingezet kunnen worden ter vervanging van primaire grondstoffen.

De praktijk van de inzameling uit huishoudens is anders dan de inzameling van de zogenaamde bedrijfsmatige verpakkingen. De samenstelling van deze stroom is vergelijkbaar met de stroom uit de huishoudens. Die is het grootst (70/30) en daar is ook veel meer van bekend. De samenstelling van verpakkingen uit huishoudens is daarom verder aangehouden.

Historische ontwikkeling producthergebruik, inzameling en recycling

Producthergebruik in de vorm van herbruikbare kunststofverpakkingen vindt niet op significante schaal plaats. Statiegeldflessen worden wel als verpakking ingezameld maar worden als materiaal (na verwerken, malen) opnieuw ingezet. Inzameling en recycling van kunststof verpakkingen neemt gestaag toe vanaf begin jaren 90. Drijvende kracht is de producentenverantwoordelijkheid en de oplopende doelen die daarin zijn opgenomen. De registratie is daar ook op gericht.

Drankenkartons worden in significante hoeveelheden pas vanaf begin jaren 2010 ingezameld en gerecycled. Hier is sprake van een gestage toename en later van stabilisatie.

De verdeling van de massa over de keten

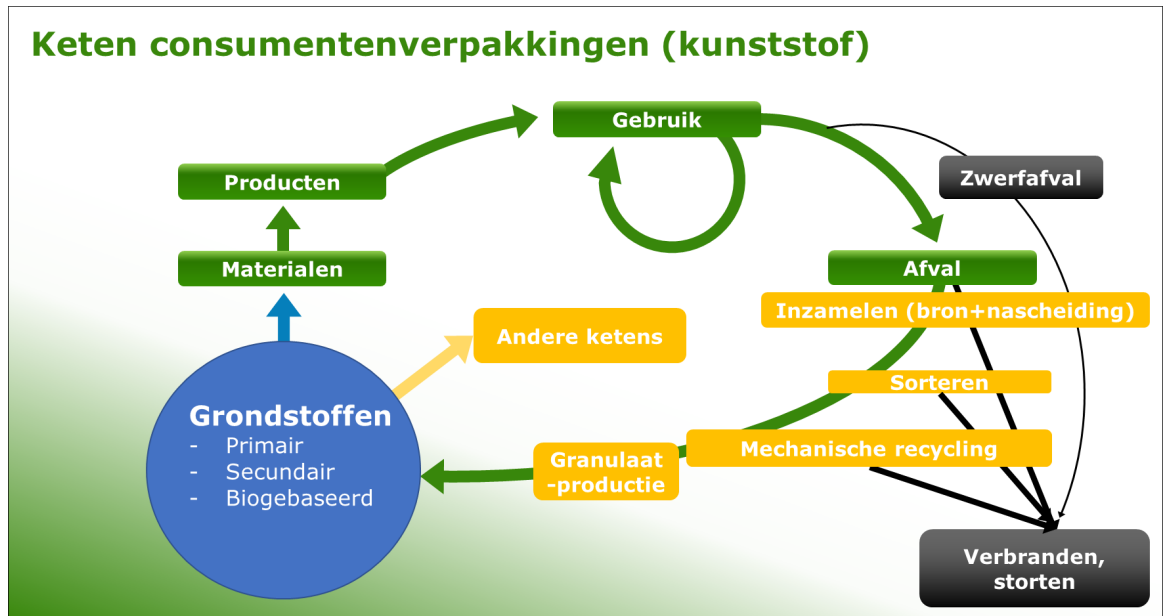
Om aangrijpingspunten voor beleid te kunnen identificeren is een actueel beeld gewenst van de verdeling van de massa kunststof verpakkingen in deze keten. Dat beeld moet in globale zin aangeven hoe de stromen lopen en, met name, waar er belangrijke aangrijpingspunten zitten om interventies te kunnen plegen die de keten helpen te bewegen richting de gestelde doelen. Sommige data zijn direct voorhanden, andere minder. Mede omdat hier niet eerder specifiek naar is gekeken. Voor dit onderzoek is het van belang om in de breedte te kijken en naar aangrijpingspunten te zoeken. Gewenst is dat het te gebruiken beeld herkenbaar is voor de betrokken partijen. De beschikbare gegevens geven hier voldoende basis voor. Daarom is voor de volgende aanpak gekozen:

- Er is gekozen voor een verdeling in procenten (en niet in kilotonnen).
- Waar er goede bronnen makkelijk toegankelijk zijn is die informatie gebruikt.
- Waar er geen makkelijk toegankelijke bronnen zijn, is een inschatting/aanname gedaan.
- Met de aldus beschikbare informatie is op basis van massabalansen een verdeling in concept gemaakt.
- Het beeld is regelmatig gevalideerd door praktijkexperts vanuit verschillende achtergronden, zowel bedrijfsleven, overheid, wetenschap als ngo's.

In bijlage 9.3 is dit verder uitgewerkt inclusief de gebruikte bronnen en inschattingen.

Ketenbeschrijving

De waardeketen van verpakkingen zoals deze nu functioneert kent een aantal stappen. Deze zijn schematisch weergegeven in figuur 2.2.1.



Figuur 2.2.1 overzicht waardeketenverpakkingen

Grondstoffen voor kunststof verpakkingen zijn voornamelijk primaire fossiele grondstoffen. Nederland is een relatief belangrijke producent van fossiele grondstoffen voor kunststoffen (monomeren)⁵. Daarmee is het produceren van kunststof verpakkingen een belangrijke economische factor. De circulaire alternatieven zijn recycleaat en biogebaseerde kunststoffen. Drinkenkartons worden gemaakt van papiervezels, kunststof en aluminium. Converters kopen polymeren in, maken er plastic (tussen)producten van, deze worden verkocht aan het verpakkend bedrijfsleven die er verpakkingen van maken. De bedrijven die producten in verpakte vorm op de markt brengen bepalen het ontwerp en het soort verpakking (inclusief het soort materiaal). Naast kunststof of drinkenkartons kan ook gekozen worden voor bijvoorbeeld blik of glas, of een concept zonder verpakking. Voor kunststof verpakkingen wordt gekozen voor de materiaal soort (bv PET, PE, PP, biogebaseerd) of een combinatie van verschillende kunststoffen (bv laminaten). De keuzes die hier gemaakt worden, bepalen de mate van duurzaamheid van de verpakking net als de mate van herbruikbaarheid en recyclebaarheid. Deze bedrijven zijn wettelijk via de Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) verplicht om als onderdeel van doelmatig afvalbeheer de verpakkingen weer te laten inzamelen en recycleren. Daarbij zijn er wettelijke recycledoelstellingen. Deze zijn gericht op het produceren van zogenaamd maalgoed dat op de grondstoffenmarkt verhandeld wordt. De wijze van inzet van dit maalgoed is hiermee niet wettelijk geregeld. De uitvoering van de wettelijke verplichting gebeurt door producentverantwoordelijkheidsorganisatie Verpact (voorheen Aalfonds verpakkingen). Verpact brengt voor de uitvoering

⁵ <https://www.breakfreefromplastic.org/winter-is-coming/>

(gedifferentieerde) tarieven in rekening bij de producenten en importeurs. Daarmee maken de kosten voor het inzamelen en recyclen onderdeel uit van de kostprijs van verpakte producten. De totale hoeveelheid verpakkingen die op de markt komt zien we in deze analyse als uitgangspunt van het beeld van de keten.

De consument koopt en gebruikt het verpakte product. Een niet significant deel van de verpakkingen wordt als verpakking hergebruikt. Na gebruik dankt hij de verpakkingen af. Deels gebeurt dat buiten huishoudens ("bedrijfsmatig"), het grootste deel (orde 70%) binnen huishoudens. De inzameling gebeurt dan door de gemeenten. Dat kan door de inwoners het aan de bron te laten scheiden en het in te zamelen als zogenaamd PMD (Plastic, Metalen (blik) en Drankpakken). Een deel van de gemeenten (29%) kiest niet voor bronscheiding maar zamelen de verpakkingen in als onderdeel van het restafval. Vervolgens vindt een nascheiding plaats waarbij kunststofverpakkingen en drankenkartons uit het huishoudelijk restafval worden gesorteerd. De bedrijfsmatige verpakkingen worden door de bedrijven zelf ingezameld en gesorteerd. Bij gebruik en inzameling komt een deel (<1%) van de verpakkingen in openbare vuilnisbakken terecht of wordt zwerfafval. Deze fractie gaat grotendeels ongesorteerd naar de verbranding.

Het ingezamelde verpakkingsafval wordt in een aantal stappen gereed gemaakt voor recycling. Eerst vindt er sortering plaats naar materiaalsoort. Ook drankenkartons worden hier uitgesorteerd. Afbreekbaar biogebaseerd materiaal dat in het verpakkingsafval zit, wordt niet uitgesorteerd en gaat als grondstof verloren. Elke materiaalsoort wordt dan apart opgewerkt tot grondstof ter vervanging van primair materiaal. Een tussenstap daarbij is voor de kunststofstromen het zogenaamde granulaat. Dat zijn korrels van de diverse kunststofsoorten die door een gespecialiseerd bedrijf zijn opgewerkt tot de juiste kwaliteit voor inzet als secundaire grondstof. Een opkomende mogelijkheid voor het recyclen van ingezamelde kunststof verpakkingen is chemische recycling. Deze techniekontwikkeling is vaak gericht op specifieke kunststofsoorten. Er vindt behoorlijke innovatie op dit vlak plaats.

In 2022 was er in Nederland een operationele chemische recycling inputcapaciteit van 55 Kiloton, op basis van 5 operationele projecten.⁶ Deze techniek wordt nog niet significant toegepast. Door chemische recyclingtechnieken kunnen verontreinigingen (zoals smaak- en geurstoffen en chemische stoffen) verwijderd worden. Dit biedt de kansen om meer recyclaat te maken voor contactgevoelige toepassingen.

In al de stappen vanaf het afdanken vinden dus behoorlijke materiaalverliezen plaats. Op het materiaalverlies van kunststof verpakkingen wordt vanuit de EU een stevige heffing in rekening gebracht aan de lidstaten⁷. Netto wordt 46% van de op de markt gebrachte kunststof verpakkingen ingezet voor recycling, voor drankenkartons is dat 33%.

Inzet van secundair materiaal, toepassen recyclaat, gebeurt voor een beperkt deel (7% van de op de markt gebrachte kunststof

⁶ <https://rebelgroup.com/wp-content/uploads/Rapportage-doelbereik-chemische-recycling-2022-1.pdf>

⁷ EU Plastic Waste Tax-regeling, €800/ton niet gerecycled kunststof verpakkingsafval in 2021

verpakkingen) als grondstof voor verpakkingen. Dat is vooral gerecycled PET afkomstig van statiegeldflessen. Dit wordt toegepast voor de productie van nieuwe PET flessen. Het toepassen van recycklaat van PP en PE voor voedselcontactmaterialen is momenteel nog niet mogelijk. Er zijn ook niet-voedselverpakkingen, die (deels) van recycklaat zijn gemaakt, zoals verfemmers, shampooflesjes en verpakkingen van schoonmaakmiddelen.

De rest (39% van de op de markt gebrachte kunststof verpakkingen en al het materiaal uit de drankenkartons) wordt grondstof in een andere keten (bloempotten, steigerbalken, kleding en voor papier uit drankenkartons bv hygiëne papier).

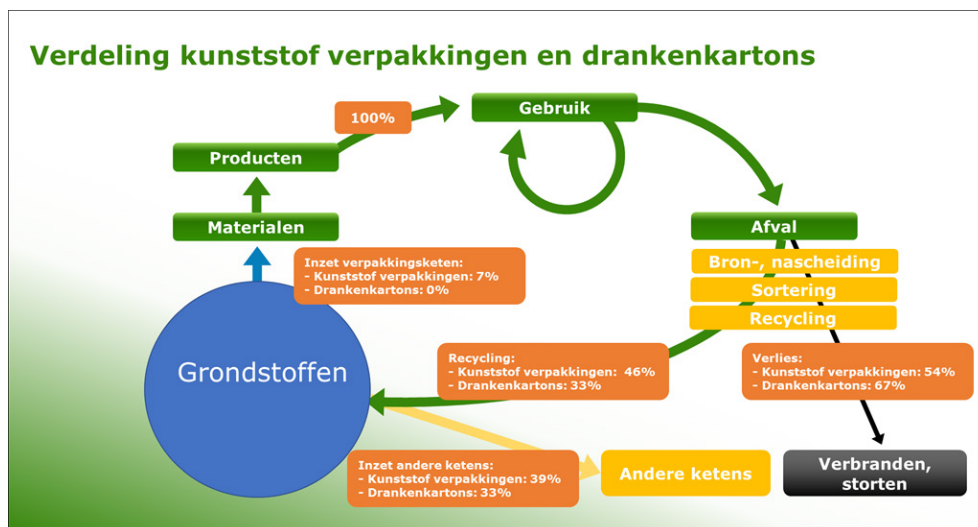
Veiligheidsregels voor voedselcontactmaterialen

Het gebruik van recycklaat in voedselverpakkingen wordt geregeld door EU richtlijn 2022/1616. Een van de zorgen bij de recycling van plastics voor voedselverpakkingen is het risico voor de voedselveiligheid. Om de veiligheid te kunnen waarborgen, heeft EFSA (Europese autoriteit voor voedselveiligheid) vastgesteld dat gerecycled PET voor minstens 95% uit (gebruikte) voedselverpakkingen moet bestaan. Gerecycled PET is voor een groot deel afkomstig van statiegeldflessen. Dit is een relatief schone stroom die goed in te zamelen en te scheiden is, waardoor een homogene stroom ontstaat die ook weer voor voedseltoepassingen ingezet mag worden. Verschillende recyclingbedrijven hebben een goedkeuring voor het recyclen van PET, op basis van een 'geschikte' decontaminatietechnologie (reiniging).

Voor andere materialen dan PET, zoals PP en PE, zijn er nog geen decontaminatie-technieken als 'geschikt' beoordeeld en is het niet toegelaten om recycklaat te maken voor toepassing in voedselcontactmaterialen.

Samenvattend beeld

In figuur 2.2.2 is de waardeketen van kunststofverpakkingen en drankenkartons kwantitatief in beeld gebracht.



Figuur 2.2.2 waardeketen verpakkingen kwantitatief in beeld

De belangrijkste conclusies:

- Het totaalbeeld van de keten wordt in belangrijke mate bepaald door de uitvoering van het wettelijke instrument Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid. Dit beleidsinstrument heeft een sterke sturende rol door de doelen (recycling, zie tabel 2.1.1) die worden gesteld, de toegepaste tarieven en vergoedingen en de wijze van vormgeven van de governance.
- In de keten vinden momenteel nog aanzienlijke verliezen plaats. Van de in totaal op de markt gebrachte kunststof verpakkingen gaat op dit moment globaal de helft verloren (verbranding met energiewinning). Voor drankenkartons is dat zelfs tweederde.
- Op dit moment is maar 7% van de hoeveelheid gebruikte kunststof grondstoffen in verpakkingen recycleert. Bij het kunststof in de drankenkartons is dat 0%. De rest van het recycleert wordt toegepast in andere ketens.

Reflectie op het in beeld brengen van de keten

Er is een complex systeem van actoren, materiaalsoorten, verpakkingsoorten, inzamelsystemen en doelen. De keten is bovendien behoorlijk in beweging. Aangrijpingspunten voor het kwantitatief in beeld brengen van de keten zijn er wel.

- De producentverantwoordelijkheidsorganisatie Verpact beschikt over veel informatie vanuit hun wettelijke taak. Deze informatie wordt gemonitord op basis van de rapportage verplichting.
- Informatie over de ketenstappen buiten de wettelijke rapportageplicht (gericht op recycling) vanuit producentverantwoordelijkheid wordt door Verpact niet systematisch verzameld en tot een samenhangend en bruikbaar beeld gebracht.
- Ook andere ketenpartijen beschikken over relevante informatie. Dat gaat dan over de ontwerpkant, het gebruik, de samenstelling van het restafval en de export.

Beter inzicht in alle stappen van de keten gekoppeld aan verpakkingsoorten en materiaalsoorten (inclusief aanwezigheid gevaarlijke stoffen) helpt om belemmeringen op te sporen en interventies te ontwikkelen. Daarbij hoort ook inzicht in de export van te recycleren materiaal.

Reflectie op de inrichting van de keten

Kunststof verpakkingen zijn kort-cyclische producten: er is maar weinig tijd tussen verkoop en afdanken door gebruikers (consumenten). Uitdagend is dat de totale keten veel overdrachtmomenten kent⁸ (zie figuur 2.2.2) en er meerdere actoren bij betrokken zijn. En dat de keten internationale aspecten heeft die moeilijk te beïnvloeden zijn. De prijs van primair materiaal wordt bepaald op de wereldmarkt waar de vraag stevig lijkt te fluctueren. De prijs van afzet van recycleert fluctueert daarom ook. Dat maakt dat veranderingen in de keten moeizaam zijn. Aanpassingen aan de productiekant zoals bij het inzamelen en aan de recyclingkant van de keten vragen om noodzakelijke techniekontwikkeling en investeringen om de keten te kunnen sluiten.

⁸ Niet alleen tussen de ketenstappen uit de afbeelding, maar ook door de vele verschillende soorten actoren per ketenstap. Denk aan de verschillende verkoopkanalen bij productie en retail, gemeenten bij de inzameling en de verschillende verwerkingsroute per materiaalsoort

2.3 Onderscheid in verpakkingsoorten en materiaalsoorten

Om meer zicht te krijgen op de circulariteit van de verpakkingketen kan op verschillende manieren naar de verpakkingstromen gekeken worden. Folie van de materiaalsoort PE waarin boontjes verkocht worden kent een andere keten dan een verfemmer van de materiaalsoort PP. Een gedetailleerder beeld van aangrijpingspunten voor beleid ontstaat wellicht door inzicht in deze verschillen. Een inschatting is gemaakt van de verdeling van de totale massa kunststof verpakkingen die op de markt komen over de verschillende verpakkingsoorten. Op basis van de opgestelde verdeling van de totale massa over de keten en gevalideerde aannames is een beeld gemaakt van de wijze waarop de diverse verpakkingsoorten zich verdelen.

Belangrijkste daarbij is de verdeling van de hoeveelheid die op de markt komt over gerecycled (met waar mogelijk onderscheid in open en closed loop) en verlies naar de verbranding. Hieronder volgt een samenvatting van de resultaten. Dit is gedaan voor de verpakkingen die gebruikt worden in huishoudens, inclusief de verpakkingen die met statiegeld worden ingezameld. In bijlage 9.5 staat een meer uitgebreide uitwerking met onderbouwing.

Verpakkingsoorten:

- Er is onderscheid gemaakt tussen de functie wel of niet voor contact gevoelige toepassingen (zoals voedsel, zeep, cosmetica, medicijnen). Voor het gemak hier "Food" genoemd, dit is 59% van het totaal (en 41% non food).
- En er is onderscheid tussen vormvaste verpakkingstypen en folieachtige. Die zijn "Vormvast" (frisdrankflessen, bakjes) en "Flex" (folies, chipszakken, knijpzakken) genoemd. Het aandeel vormvaste verpakkingen is 52% en flex 48%.

Materiaalsoorten:

- De huidige wijze van sortering is gericht op het produceren van kunststofstromen die aangeboden worden aan recyclers. Hiervoor zijn standaarden beschikbaar voor een goede marktwerking. Het gaat om verschillende materiaalsoorten zoals PET, PE, PP en foliestromen (MIX). Inschatting is dat de foliestromen 45% van de totale massa zijn, PET is 32%.

Met de kennis die er is over de samenstelling van de verpakkingsoorten en het effect van de verwerkingsstappen is een eerste voorzichtige inschatting gemaakt van het aandeel dat gerecycled wordt ten opzichte van hetgeen op de markt is gebracht. Interessant is hoe de verliezen in de keten zijn verdeeld over de verschillende verpakkingsoorten. Deze uitkomsten zijn erg indicatief. Ze geven een beeld van de ordegrrootte en de wijze waarop aangrijpingspunten voor verdere ontwikkeling gevonden kunnen worden.

Tabel 2.2.1 Verdeling van op de markt gebracht kunststof verpakkingsmateriaal over de keten

Aandeel	Vormvast Food	Vormvast Non food	Flex Food	Flex Non-food	Totaal
Op de markt	35%	17%	24%	24%	100%
Closed loop	7%	0%	0%	0%	7%
Open loop	13%	9%	9%	9%	39%
Materiaalverlies	15%	8%	16%	16%	54%

Een belangrijke factor die recycling belemmert is het ontwerp van een verpakking, soms in combinatie met de inrichting van het systeem van inzameling en recycling. De gehanteerde verdeling in verpakkingssoorten geeft al een aanvullend beeld van de keten en daarmee extra aangrijpingspunten. Ook deze groepen kunnen weer opgedeeld worden. Dat gaat dan bijvoorbeeld over bio-afbreekbare verpakkingen. Deze worden niet apart ingezameld en ook niet uitgesorteerd. Ook gaat dit over samengestelde verpakkingen die niet worden gesorteerd & gerecycled en over verpakkingen die vervuild zijn (zoals met yoghurt). Uiteindelijk is het interessant om exact te weten welke verpakkingen niet recyclebaar zijn, zodat bekend is welke verpakkingen (kunnen) bijdragen aan de circulariteit en welke niet.

Een aangrijpingspunt om te stimuleren dat het ontwerp van kunststof verpakkingen bijdraagt aan de circulaire doelen is de heffing die vanuit UPV wordt opgelegd aan de producent. Het differentiëren van die tarieven geeft een prikkel. Sinds 2024 differentieert Verpact op de inzet van recycleaat en op kleur, samenstelling en de aanwezigheid van labels gericht op de recyclebaarheid in de tariefdifferentiatie 2.0⁹.

Uit het eerste indicatieve beeld komt het volgende naar voren: er is een verbeterpotentie in alle verpakkingssoorten.

- De folies zijn daarbij belangrijk aangezien het een groot aandeel van het totaal op de markt gebracht is en deze verpakkingssoort relatief laag presteert.
- Het gebruik van recycleaat in nieuwe verpakkingen gebeurt nu vooral bij de PET frisdrankflessen.
- In de categorie vormvast non-food wordt recycleaat toegepast (bijvoorbeeld voor verfemmers, shampooflessen). Dit recycleaat komt vooral uit de categorie vormvast food (open loop recycling).
- De inschatting is dat 34% van het voor recycling aangeboden kunststof uit PET bestaat. Dat is de enige kunststof waarvoor op dit moment een toelating is om "voedselveilig" recycleaat te maken. Het wringt dus tussen het beleidsdoel circulariteit en het garanderen van de voedselveiligheid.

2.4 Grensoverschrijdende stromen

De gepresenteerde getallen over de kunststof verpakkingen gaan aan de productiekant uit van de Nederlandse markt. Het gaat immers om alle verpakte producten die op de Nederlandse markt gebracht worden. De productielocatie is daarmee diffuus. Verpakte producten komen zowel uit

⁹ <https://www.verpact.nl/sites/default/files/2023-09/Model%20Tariefdifferentiatie%20Plastic%202.0.pdf>

Nederland, uit de EU als daarbuiten. Daarmee is het relatief complex de wijze van productie als aangrijpingspunt voor beleid te nemen. De in Nederland gebruikte kunststoffen worden voornamelijk in Nederland geproduceerd. Mogelijk is er enige import, voornamelijk uit de EU. Vanuit Nederland worden grote hoeveelheden kunststof geëxporteerd. Deze materiaalstroom maken geen deel uit van deze analyse.

Natuurlijk komen er ook verpakte producten van over de grens die in het buitenland gekocht zijn door consumenten. Compensatie van dit effect vindt plaats door verpakte producten die in Nederland worden gekocht en meegenomen naar het buitenland. Voor deze analyse lijkt het gerechtvaardigd dat deze stromen verwaarloosd worden.

Dit kan niet gezegd worden van de stromen aan de afval- en recyclaatkant van de keten. Materiaalstromen zijn vrij verhandelbaar, ook als ze afkomstig zijn uit afgedankte verpakkingen. De kostprijs bepaalt de afzet. Stromen recyclaat verlaten Nederland om in de EU of daarbuiten (Turkije, Oost-Azië) ingezet te worden voor het produceren van nieuwe verpakkingen of voor andere toepassingen¹⁰. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat er afgedankte verpakkingen in de vorm van te recyclen materiaal geïmporteerd worden. Binnen de scope van deze analyse is dit niet in kaart gebracht. Recyclaat afkomstig van kunststof verpakkingen uit huishoudens wordt gerecycled in Nederland, binnen en buiten Europa (in die volgorde).

De markt voor recyclaat binnen en buiten Nederland heeft een bepalende invloed op het deel van de keten dat gedreven is door kostprijs. Inzicht in ontwikkeling en bestemming en van deze stromen is beperkt.

2.5 Samenvattende conclusies huidige keten

Doelen

Er zijn duidelijke en ambitieuze doelen zowel voor korte, midden als wat langere termijn. Deze doelen richten zich vooral op de achterkant van de keten, met name recycling. Het hoofddoel van de Nederlandse overheid is dat in 2050 kunststof verpakkingen niet meer gemaakt worden van primaire fossiele grondstoffen.

De doelen zijn niet altijd in wet- en regelgeving vastgelegd, met name bij de strategie verminderen en levensduurverlenging.

De doelen vormen nog geen samenhangend en logisch geheel gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingketen. De huidige praktijk en het ingezette instrumentarium zijn gericht op effecten voor een beperkt deel van de keten. Uit vergelijking van de doelen met het beeld van de keten komt een belangrijk voorbeeld hiervan. De hoofddoelstelling (geen gebruik primair kunststof) betekent automatisch dat er voldoende alternatieve grondstoffen beschikbaar moeten komen. Concreet betekent dat nu dat er recyclaat en biogebaseerde grondstoffen nodig zullen zijn. Er zijn echter geen doelen voor voldoende productie van deze grondstoffen of reductie van het verbranden van recyclebare verpakkingen.

De huidige set doelen grijpt in op de verpakkingketen. Van een samenhangend pakket is echter geen sprake. Na analyse van deze productgroep is waarschijnlijk een betere set op te stellen.

¹⁰ Toepassing buiten de EU wordt door Verpact niet specifiek gerapporteerd

Verandermogelijkheid keten

De dynamiek in de keten kent een aantal aspecten:

- Kunststof verpakkingen zijn kort-cyclische producten: er is maar weinig tijd tussen verkoop en afdanken.
- Er zijn veel overdrachtsmomenten met veel verschillende actoren en verpakkingssoorten wat onder andere kan zorgen voor vervuiling met voedselresten.
- Het gebruik van recycalaat in voedselverpakkingen is gereguleerd. Door wettelijke eisen is momenteel alleen het gebruik van gerecycled PET toegestaan. Hierdoor is het nog niet mogelijk om recycalaat van de materiaalsoorten PE en PP toe te passen in kunststof levensmiddelenverpakkingen.
- Internationale aspecten spelen mee en zijn moeilijk te beïnvloeden. De prijs van primair materiaal wordt bepaald op de wereldmarkt, de afzet van recycalaat ook.

Deze maken dat veranderingen in de keten moeizaam zijn. Aanpassingen aan de productiekant, bij het inzamelen en aan de recyclingkant van de keten vragen techniekontwikkeling en investeringen.

Verliezen in de keten

In de keten vinden momenteel nog aanzienlijke verliezen plaats. Van de in totaal op de markt gebrachte kunststof verpakkingen gaat op dit moment de helft verloren (verbranding met energiewinning). Voor drankenkartons is dat zelfs twee/derde.

Op dit moment wordt maar 7% van de hoeveelheid gebruikte kunststof grondstoffen in verpakkingen toegepast als recycalaat. Bij drankenkartons is dat 0%. De rest van het recycalaat wordt toegepast in andere ketens.

Geen circulair ontwerp

Het ontwerp, soms in combinatie met de inrichting van het systeem van inzameling en recycling, belemmert hergebruik en recycling. Onvoldoende is bekend hoe de relatie is tussen verpakkingssoorten en de wijze van verwerking (wordt de verpakking gerecycled of verbrand). Duidelijk is dat folies en drankenkartons slecht presteren en dat het gebruik van recycalaat in nieuwe verpakkingen nu alleen gebeurt voor de stroom PET frisdrankflessen. Gegevens ontbreken hoe succesvol de verwerking per specifieke verpakkingssoort is. Door structureel te analyseren welke specifieke verpakkingssoorten slecht presteren kunnen gerichte interventies (in combinatie met een specifieke circulariteitsstrategie) worden gedaan. Er komen nu veel verpakkingen op de markt die niet circulair ontworpen zijn.

Inzicht in de keten

Goed inzicht in de werking van de keten is nodig voor de selectie van succesvolle interventies. Er zijn veel actoren en samen beschikken die over veel informatie. Informatie over de ketenstappen buiten de wettelijke rapportageplicht vanuit producentverantwoordelijkheid wordt niet systematisch verzameld en tot een samenhangend en bruikbaar beeld gebracht. Beter inzicht in alle stappen van de ketenen gekoppeld aan verpakkings- en materiaalsoorten incl. aanwezigheid gevaarlijke stoffen helpt om belemmeringen op te sporen en interventies te ontwikkelen. Daarbij hoort ook inzicht in de export van te recycelen materiaal.

3 Verpakkingsketen toekomstscenario's

De vraag naar kunststof consumentenverpakkingen in 2022 wordt geschat op 386 kiloton en de vraag naar drankkarton verpakkingen op 55 kiloton:

- Van 2010 tot en met 2020 is het totale gewicht aan geproduceerde kunststof consumentenverpakkingen & drankkartons met gemiddeld 2% per jaar gestegen (bij een gemiddelde bevolkingsgroei van 0,5% per jaar), zie paragraaf 3.2. Dit ondanks dat door innovaties verpakkingen per stuk per jaar gemiddeld 1% lichter worden¹¹.
- Van 2020 tot en met 2023 is deze groei sterk gedaald ten opzichte van de periode 2010-2020: van gemiddeld 2% naar 1% per jaar (bij een gemiddelde bevolkingsgroei van 0,7% per jaar). Meest bepalende factor voor deze groeivermindering is naar alle waarschijnlijkheid de Single-Use Plastic (SUP) Directive (EU) 2019/904 die sinds juli 2021 van kracht is. Deze Directive heeft als doel om de kunststofvervuiling in het milieu te verminderen.

We hebben dus te maken met een historie waarbij de hoeveelheid kunststof consumentenverpakkingen & drankkartons sterk stijgt. Sinds 2021 zien we een afvlakking van deze stijging, maar er is nog steeds sprake een stijging.

In paragraaf 3.1 wordt een analyse gemaakt van de belangrijkste ontwikkelingen in beleid, gedrag en ontwerp waarvan we verwachten dat deze het verloop van de hoeveelheid geproduceerd kunststof verpakkingen en drankkartons (mede) zullen gaan bepalen. De effecten hiervan zijn echter nog niet te kwantificeren.

In paragraaf 3.3 is kwantitatief het te verwachten toekomst scenario geschetst op basis van een voortzetting van historische verpakking-consumptiepatronen. Tevens is aangegeven welke effecten dit toekomst scenario heeft op primair fossiel grondstofgebruik en CO₂ emissies. In paragraaf 3.4 is kwantitatief het scenario geschetst waarbij we alle op dit moment technisch haalbaar geachte inspanningen doen om te komen tot een meer circulaire verpakkingsketen en de effecten hiervan op fossiel grondstofgebruik en CO₂.¹²

3.1 Bepalende ontwikkelingen

Beleid en wetgeving

Begin maart 2024 is er door de EU Council en het EU Parlement een voorlopig akkoord gesloten over de inhoud van een vernieuwde EU Verordening inzake verpakking en verpakkingsafval die de bestaande Verordening (EU) 2019/1020 en Richtlijn (EU) 2019/904 zal aanpassen en waardoor Richtlijn 94/62/EC zal worden ingetrokken. Doel van deze nieuwe Verordening is om de hoeveelheid verpakkingsafval in de EU te

¹¹ Professor Roland ten Klooster: A trend-based analysis of packaging material amounts per capita per day in The Netherlands, 31st IAPRI Member Conference on Packaging, Mumbai, 2023, pp. 395-404).

¹² Hoofdstuk 3 is gebaseerd op het achtergrond rapport "Circularity and greenhouse gas assessment of the plastic packaging and beverage carton system in the Netherlands until 2050", TNO, Stegmann et al., 2024

verminderen en om verpakkingen duurzamer te maken. Verwacht wordt dat deze Verordening eind 2024 definitief zal worden goedgekeurd. Volgens deze Verordening zullen alle EU-lidstaten maatregelen gaan doorvoeren die tot doel hebben om de hoeveelheid gegeneerd afval van verpakkingen:

- in 2030 met 5% te verminderen;
- in 2035 met 10% te verminderen;
- in 2040 met 15% te verminderen.

De vermindering wordt gemeten ten opzichte van de in 2018 gebruikte hoeveelheid.

In de afzonderlijke artikelen van deze Verordening worden richtlijnen gegeven hoe deze doelstellingen kunnen worden bereikt, zoals:

- "REDUCE" (verminderen):
 - het verbieden van verschillende soorten "onnodige" verpakkingen (zoals krimpfolie, verpakkingen voor vers voedsel en groenten) en het verbieden van verschillende vormen van verpakkingen (zoals kleine verpakkingen voor HORECA) die nu door hun vorm moeilijk te recyclen zijn (art. 22);
 - het verplicht stellen van het aanbieden van "Re-Fill" faciliteiten in winkels;
- "REUSE" (levensduurverlenging): het stellen van doelstellingen aan het minimale percentage van verpakkingen die jaarlijks hergebruikt wordt;
- "RECYCLE" (hoogwaardige verwerking): het aanbod van verpakkingen voor recycling wordt gestimuleerd door het verplicht stellen dat alle verpakkingen recyclebaar zijn en door voor bepaalde verpakkingen (bijvoorbeeld drankflessen) (statiegeld) inzamelingsystemen op te zetten waarmee minimaal 90% van de verkochte verpakkingen na gebruik weer ingezameld wordt.

De vraag naar gerecycled materiaal wordt gestimuleerd door verplicht te stellen dat een zekere minimale hoeveelheid gerecycled materiaal wordt gebruikt in nieuw op de markt gebrachte verpakkingen.

Nederland heeft al initiatieven in gang gezet om aspecten van deze nieuwe verordening in de nationale wetgeving op te nemen: zo bereidt het een wijziging voor van de Wet milieubeheer¹³. Vanaf 2027 worden verwerkers van polymeren verplicht om een minimumpercentage fossiele grondstoffen te vervangen door recyclelaaf of bio-gebaseerde polymeren.

In het kader van het verplichte gebruik van minimale percentages gerecycled materiaal is tevens van belang de Verordening (EU) 2022/1616 van de Commissie van 15 september 2022 betreffende materialen en voorwerpen van gerecycleerde kunststof bestemd om met levensmiddelen in aanraking te komen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 282/2008. Deze regelgeving biedt - binnen strenge voorwaarden - de mogelijkheid om verpakkingen met gerecycled materiaal goedgekeurd te krijgen voor voedselcontact toepassingen.

¹³ https://www.internetconsultatie.nl/nationale_circulaire_plastic_norm/b1

Voor mechanisch recycling zijn er voor PET verpakkingen al een flink aantal goedkeuringen verstrekt, deze blijven geldig onder de verordening 2022/1616. Voor polyolefine (PE/PP) verpakkingen zijn er nog geen geschikt geachte decontaminatietechnieken. Er heerst nog onduidelijkheid bij de sector over de richtlijnen en het beoordelingsprotocol dat EFSA gaat volgen voor het beoordelen van nieuwe recyclingtechnieken (zoals pyrolyse, chemische recycling, die mogelijk kunnen voldoen aan de strenge eisen) voor deze verpakkingen. Polyolefines (PE/PP) domineren de flexibele verpakkingen, zowel in food als non-food. Polyolefines (PE/PP) en PET domineren samen de rigide verpakkingen.

In de vernieuwde EU Verordening inzake verpakking en verpakkingsafval is opgenomen dat elke nationale lidstaat vrijstelling kan aanvragen van de verplichting tot gebruik van gerecycled materiaal in verpakkingen indien het kan aantonen dat er in die lidstaat niet voldoende gerecycled materiaal beschikbaar is wat is goedgekeurd voor voedsel contact toepassingen.

Socio economische veranderingen en gedragsveranderingen

De volgende sociaaleconomische veranderingen kunnen een significante invloed hebben op de hoeveelheid gebruikte kunststof consumenten verpakkingen & drankenkartons in Nederland:

- Er wordt de komende jaren een sterke groei verwacht van e-commerce. Volgens een studie van McKinsey³ zal deze groei voor meer verpakkingsmateriaal zorgen, omdat er bij e-commerce extra eisen aan de sterkte van het verpakkingsmateriaal worden gesteld;
- Het gemiddelde aantal personen per Nederlands huishouden neemt af ¹⁴. Hierdoor is de verwachting dat er in de toekomst kleinere porties consumptiegoederen zullen worden aangeboden, waarvan er meer worden verkocht. Het verwachte 'overall' effect hiervan is dat er meer verpakkingsmateriaal nodig zal zijn;
- Er is al jaren een duidelijke trend om steeds kortere tijd te besteden aan de bereiding van eten¹³ en de verwachting is dat deze trend zich blijft doorzetten. Hierdoor neemt de vraag naar speciaal verpakte kant-en-klaar en snel-klaar maaltijden toe en zal er meer verpakkingsmateriaal nodig zijn;
- Middels klantenonderzoeken hebben McKinsey & Company¹⁵, Innova market insights en Exploding Topics getracht om toekomstige veranderingen van consumentengedrag in kaart te brengen en hun effecten op de verpakkingsmarkt . Verwacht wordt dat consumenten-voorkeuren zullen veranderen richting meer personalisatie, meer gemak en meer aandacht voor de gezondheid. Dit zal waarschijnlijk leiden tot gemiddeld kleinere en beter verpakte (langer houdbare) porties en daardoor gemiddeld meer verpakkingsmateriaal.;
- Aan de andere kant wordt ook een tegengestelde trend geïdentificeerd dat steeds meer mensen zich bewust worden van de negatieve effecten van verpakkingsafval en daardoor nieuwe

¹⁴ <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/71486ned>

¹⁵ <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/paper%20and%20forest%20products/our%20insights/winning%20with%20new%20models%20in%20packaging/no-ordinary-disruption-winning-with-new-models-in-packaging-2030-vf.ashx>

initiatieven steeds meer accepteren om verpakkingen te verminderen, zoals navul systemen. Voorbeelden zijn de start-ups Pieter Pot en LOOS.

Trends in circulair ontwerp van verpakkingen

Belangrijke geïdentificeerde trends in het ontwerp van verpakkingen die van directe invloed zijn op de hoeveelheid kunststof consumenten verpakkingen & drankenkartons, zijn:

- Vermindering van het gewicht van nieuw ontworpen verpakkingen. Door innovaties worden verpakkingen per stuk per jaar gemiddeld 1% lichter¹⁶ en de verwachting is dat deze trend zich doorzet;
- Meer gebruik van papier, karton en glas ten opzichte van kunststof, als basismaterialen voor het ontwerp van verpakkingen. Dit wordt gedreven door de relatief hogere verwijderingsbijdrage voor kunststof verpakkingen en de negatiever wordende associaties bij kunststof verpakkingen. Deze ontwikkeling werkt tegengesteld aan de eerste ontwikkeling en leidt tot een toename van het totale gewicht aan verpakkingen.

Daarnaast zijn er belangrijke geïdentificeerde trends in het ontwerp van verpakkingen die een positief effect hebben op het gebruik van gerecycled materiaal (en daarmee indirect van invloed zijn op de hoeveelheid verpakkingsafval):

- Verpact¹⁷ actualiseert regelmatig haar 'design for recycling'-richtlijnen om de verpakkingsproducenten te begeleiden bij het ontwerpen van hun product met verbeterde sorteer- en recycleerprestaties. Verpact biedt tevens (een voorsnog relatief beperkte) korting op het 'kunststof verpakkingstarief' aan de producenten van de verpakkingen die aan deze 'design for recycling'-richtlijnen voldoen;
- Digitale etikettering¹⁸ is een nieuwe ontwikkeling waarbij het gebruik van etiketten (met bijbehorende inkt en lijmen) kan worden vermeden. Hierdoor zal de kwaliteit van het recycleaat verbeteren en daarmee zal de inzet van gerecycled materiaal worden bevorderd.

Tenslotte is een trend om bij de productie van kunststof verpakkingen, fossiele grondstoffen te vervangen door hernieuwbare bio-gebaseerde grondstoffen. Dit biedt de mogelijkheid om de milieudruk door met name CO₂ emissies te verminderen.

Trends in collectie, sorteren en recycling

Om hoogwaardig mechanisch of chemisch te kunnen recylen, kan "closed-loop" collectie worden toegepast. Afgezien van PET uit frisdrankflessen wordt closed loop recycling nog zeer beperkt toegepast. Bij deze closed loop recycling controleert de toeleveringsketen de volledige hergebruik-, inzamelings- en sorteerprocedure om de oorsprong van het te recylen materiaal te kunnen garanderen. Hierdoor

¹⁶ Professor Roland ten Klooster, A trend-based analysis of packaging material amounts per capita per day in The Netherlands, 31st IAPRI Member Conference on Packaging, Mumbai, 2023, pp. 395-404

¹⁷ <http://www.verpact.nl>

¹⁸ <https://endplasticwaste.org/en/our-work/plasdtic-waste-free-communities/holy-grail>

kunnen onzuiverheden van het ingezamelde afval worden geminimaliseerd en de kwaliteit (waaronder de mechanische prestaties) verbeterd. Bij mechanisch recyclen is het bestaan van een dergelijke gecontroleerde keten een absolute voorwaarde om kans te maken op een positieve EFSA opinie die nodig is voor gebruik van recyclaat als contactgevoelig verpakkingsmateriaal.

Een bestaande toepassing van recyclaat als contact gevoelig verpakkingsmateriaal is mechanisch recycled PET afkomstig van drankflessen uit een statiegeldsysteem. Hierbij zijn er geen andere bronnen van gerecycled PET naast PET flessen. Door het recyclingproces wordt aanwezige vervuiling eruit gehaald.

Bij sorteren zijn de belangrijkste ontwikkelingen:

- Het gebruik van kunstmatige intelligentie ("AI") die het sorteren in steeds zuiverder sorteerfractie mogelijk maakt;
- Het sorteren op markers, reliëfvorming of codering die in de verpakkingen worden aangebracht.

De huidige mechanische recycling wordt continu verbeterd waardoor steeds meer onzuiverheden kunnen worden verwijderd en de kwaliteit van het recyclaat steeds beter wordt.

Bij recycling is tenslotte een bepalende trend dat er meer en meer geïnvesteerd wordt in geavanceerde recycling technologieën die complementair zijn aan mechanische recycling: dissolutie, chemische de-polymerisatie (voor polycondensaten) en thermochemische recycling (vooral voor polyolefinen). Hiermee kan enerzijds het tekort aan recycled polyolefine voor voedselcontacttoepassingen worden ingevuld en anderzijds kan hierdoor een steeds breder palet aan kunststofafval stromen hoogwaardig gerecycled worden.

De resultaten van de kwalitatieve trendanalyse in deze paragraaf 3.1 – zoals gepland/verklaard beleid – zijn niet specifiek opgenomen in de volgende kwantitatieve "Business as usual" scenarioanalyse, tenzij ze al impliciet zijn opgenomen in de historische marktgegevens.

3.2 Circulariteit en broeikasgasemissie analyse van het toekomstige verpakkingssysteem

Paragraaf 3.3 tot en met 3.6 bevatten een circulariteits- en broeikasgasbeoordeling van het kunststof verpakkingssysteem in Nederland tot 2050. Dit wordt gedaan voor een business-as-usual (BAU) scenario en een circulair scenario om het effect van circulaire strategieën vast te stellen. De verpakkingsoort "vormvast" is hier verder verdeeld in flessen en overig, om statiegeld flessen goed in kaart te brengen. De analyse onderscheidt hier dus 7 verpakkingsoorten:

- Flessen (contactgevoelig, overig),
- Vormvaste verpakkingen (contactgevoelig, overig),
- Flexibele verpakkingen (contactgevoelig, overig),
- Drankenkartons.

Voor de analyse is het Circular Industrial Transformation System (CITS)-model van TNO gebruikt. CITS is ontworpen om de rol van materialen te onderzoeken in de transitie naar een circulaire, duurzame en

veerkrachtige economie, om beslissingen over circulaire economie (CE) strategieën en beleidsmaatregelen te ondersteunen.

3.3 Het referentie scenario (BAU)

Het Business-as-usual scenario (BAU)

Als referentie hebben we gebruik gemaakt van een versimpeld BAU-scenario, waarin een voortzetting van historische verpakingsconsumptiepatronen werd aangenomen. Om de toekomstige volumes van de kunststofverpakkingmarkt in Nederland te bepalen, hebben we de historische relatie tussen de marktomvang van kunststofverpakkingen, het BBP en de bevolkingsontwikkeling geanalyseerd. Hiermee hebben wij een lineair regressiemodel ontwikkeld om de toekomstige marktomvang voor kunststof verpakkingen te projecteren.

Daarnaast nemen we aan dat de huidige verwerkingssystemen voor verpakkingen hetzelfde zullen blijven tot 2050. Dit betekent bijvoorbeeld dat het aandeel verpakkingen dat wordt verbrand en gerecycled gelijk blijft. In dit scenario wordt dus geen rekening gehouden met mogelijke toekomstige effecten van (aangekondigd) beleid. Alleen effecten van wetgeving tijdens de geanalyseerde dataperiode (tot 2022) maken deel uit van dit scenario.

De netto broeikasgasemissies bestaan uit uitstoot bij het winnen van grondstoffen, het produceren van materialen en verpakkingen, de inzameling, sortering, en verwerking van het afval, en het transport. Daarnaast nemen we de vermeden impact door energierugwinning en vermeden primaire materiaal productie door recycelaat als voordeel mee.

Achtergrond scenario's bij de electriciteitsmix:

We hebben de impact van beide scenario's berekend tegen de achtergrond van twee energie achtergrondscenario's (te zien in figuren 3.4.2 en 3.4.3). Het ene achtergrondscenario schetst een wereld die niet werkt aan het behalen van de klimaatdoelstellingen van Parijs, en daarom een op fossiele brandstoffen gerichte electriciteitsmix heeft, hierna "fossiel" genoemd in de figuren. In het andere achtergrondscenario voldoen de lidstaten aan de 1,5-graden klimaatdoelstelling van het klimaatakkoord van Parijs, en nemen we aan dat de electriciteitsmix meer hernieuwbaar wordt, hierna "Hernieuwbaar" genoemd¹⁹ (voor details zie het achtergrondrapport).

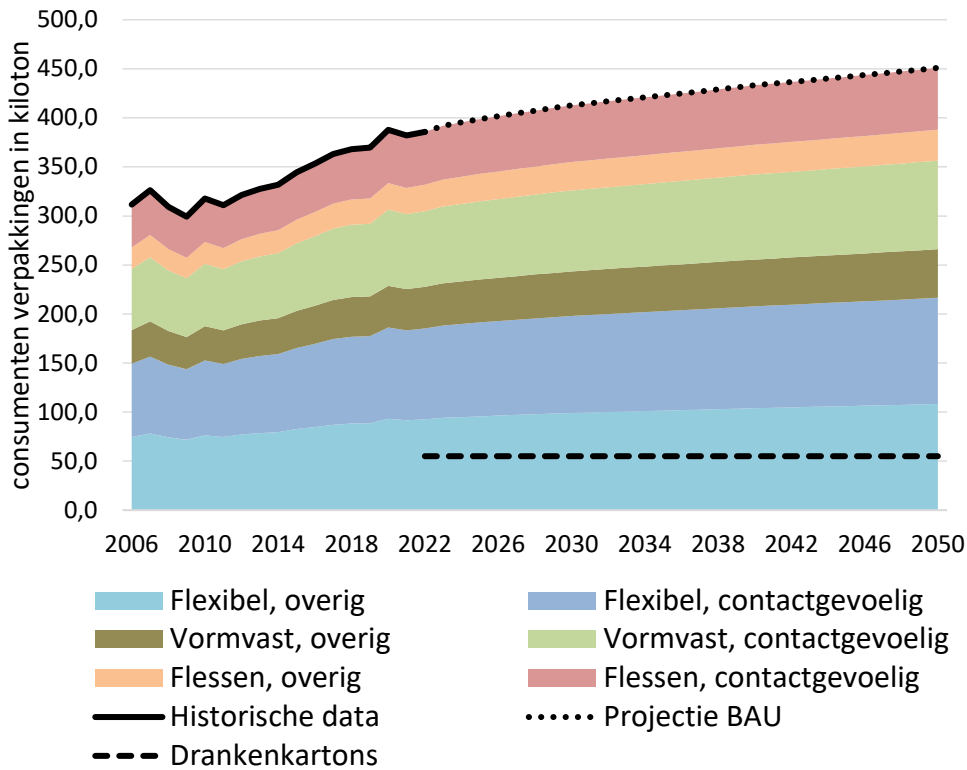
De methode en alle aannames van de analyse worden uitgebreider beschreven in het achtergrondrapport over het model.

Consumptie

Wanneer een voortzetting van de historische consumptiepatronen wordt aangenomen, laat het BAU-scenario een stijging zien van 17% in de vraag naar kunststof verpakkingen door consumenten. De stijging is van 386 kiloton in 2022 tot 451 kiloton in 2050 (zie Figuur 3.3.1). Flexibele verpakkingen vormen het grootste deel, gevolgd door vormvaste

¹⁹ Stegmann et al. (2024): Circularity and greenhouse gas assessment of the plastic packaging and beverage carton system in the Netherlands until 2050

verpakkingen en ten slotte flessen. In alle drie de categorieën is de contactgevoelige toepassing dominant. Vanwege een gebrek aan publieke historische data is in overleg met experts aangenomen dat de vraag naar drankkartons gelijk blijft op 55 kiloton tot 2050.



Figuur 3.3.1 Projectie van kunststof consumentenverpakkingen & drankenkartons in het BAU-scenario

Zonder grote veranderingen in onze consumptie en afvalbeheer zou een BAU-systeem leiden tot materiaalverliezen door verbranding (met energietेरugwinning) van 279 kiloton in 2050, ofwel 55% van de verpakkingen en drankenkartons.

In het BAU scenario wordt slechts een klein deel van het gerecyclede materiaal gebruikt voor nieuw verpakkingsmateriaal (door closed-loop recycling van PET flessen die zijn ingezameld met statiegeld²⁰). Dit komt doordat de kwaliteit van het recycleaat uit mechanische recycling gelimiteerd is door het ontwerp van de verpakkingen en het inzamelings- en sorteersysteem. Bovendien zijn er beperkt goedgekeurde technologieën voor het maken van voedselveilig recycleaat volgens EFSA richtlijnen.

Emissies

De netto broeikasgasemissies van de hele levenscyclus van het Nederlandse consumenten verpakkingssysteem (kunststof,

²⁰ Vanwege een gebrek aan kwantitatieve data is dit een versimpeling van het huidige en toekomstige gebruik van recycleaat van verpakkingen in het BAU scenario. Vandaag de dag worden bijvoorbeeld gerecyclede mono PP en PE folies gebruikt om nieuwe plastic tassen van te maken, en worden gerecyclede PP en HDPE flessen gebruikt om flessen en andere vormvaste verpakkingen te maken voor niet contactgevoelige toepassingen.

drankenkartons)²¹ bedroegen 1696 kiloton CO₂-eq in 2022, wat zou kunnen oplopen met 12% tot 1901-1906 kiloton CO₂-eq in 2050, afhankelijk van het achtergrondscenario (zie figuren 3.4.2 en 3.4.3). De achtergrondscenario's bepalen of er wel of geen verduurzaming van de elektriciteitsmix plaatsvindt.

De productie van primaire plastics en afvalverbranding leveren de grootste bijdrage aan de totale impact, gevolgd door de productie van de verpakkingen. De inzameling, sortering en recycling hebben relatief lage impacts (zie figuur 3.4.2).

De impact van de teruggewonnen energie uit verbranding wordt gerekend als negatief: gelijk aan de impact van de op reguliere manier opgewekte energie die wordt vermeden. Als elektriciteitsproductie in 2050 wordt gedomineerd door productie vanuit fossiele grondstoffen is terugwinning van energie bij verbranding van meer waarde voor de totale BKG-impact dan wanneer de elektriciteitsmix voornamelijk uit hernieuwbaar wordt geproduceerd.

Microplastics

Kunststofverpakkingen zijn momenteel een van de belangrijkste bronnen van de directe uitstoot van microplastics naar het milieu, namelijk ongeveer 1,2 kiloton in 2017 over de hele keten. Dit is 25% van de totale directe uitstoot van microplastics in Nederland. De rest van de microplastics komen voornamelijk van autobanden (ca 50%), textiel en landbouw.²²

3.4 Het Circulaire scenario

Het circulaire scenario

Naast het BAU-scenario is een circulair toekomstscenario gemaakt, waarvoor via een literatuuronderzoek en een workshop met 9 experts aannames zijn gedefinieerd. Het doel was een optimistisch circulair scenario te schetsen, dat technisch haalbaar is met de kennis van nu. Dit scenario houdt rekening met upstream circulaire strategieën om de kringloop te verkleinen (weigeren, verminderen, vervangen van materialen), waardoor de vraag naar materialen afneemt. Daarnaast passen we strategieën toe om de materiaalkringloop te vertragen en producten langer in gebruik te houden (hergebruik, levensduurverlenging), en ook nog downstream strategieën (hoogwaardige verwerking) die betrekking hebben op het ontwerp van circulaire verpakkingen, en betere afvalinzameling, sortering en recycling. Deze strategieën worden afzonderlijk door het model doorgerekend en gecombineerd in het circulaire scenario.

Vermindering en hergebruik

De vraag wordt verminderd door het elimineren van onnodige verpakkingen, het vervangen door verpakkingen van andere materialen en het verminderen van de materiaalhoeveelheid per verpakking door slimmer ontwerp en het verminderen van lege ruimte. Ook materiaalvervanging binnen de systeemgrenzen van het model wordt

²¹ Zie systeemgrenzen in Figuur 2 in het achtergrondrapport (Stegmann et al. 2024 : Circularity and greenhouse gas assessment of the plastic packaging and beverage carton system in the Netherlands until 2050) over het model.

²² Schwarz, A. E. et al. 2023. "Plastics in the Global Environment Assessed through Material Flow Analysis, Degradation and Environmental Transportation." *Science of The Total Environment* 875: 162644.; Urbanus, H. et al. 2022. *Microplastics Are Everywhere: 70% Reduction Achievable*.

meegenomen (bijvoorbeeld drankkartons die worden vervangen door kunststof flessen). Kunststof kan als verpakking ook vervangen worden door andere materialen. De effecten vallen dan ook in andere ketens. Deze zijn hier niet doorgerekend. Verder speelt hergebruik voornamelijk een belangrijke rol bij drankflessen, maar tot op zekere hoogte ook bij andere verpakkingsoorten.

Recycling

Daarnaast worden opkomende recycling technologieën dissolutie, depolymerisatie, pyrolyse en vergassing geanalyseerd, die hoogwaardige recyclaten maken die geschikt zijn voor gebruik in verpakkingen, potentieel zelfs in contactgevoelige toepassingen. We nemen aan dat door circulair productontwerp, meer gescheiden inzameling en verbeterde sortering een hogere zuiverheid in de gesorteerde stromen bereikt wordt dan in het BAU scenario. Dit betekent dat, naast chemisch gerecyclede kunststoffen, ook meer mechanisch gerecyclede kunststoffen in verpakkingstoepassing kunnen worden gebruikt. We nemen aan dat het recyclaat uit mechanische recycling niet geschikt is voor contactgevoelige toepassingen, tenzij ze via een statiegeldsysteem worden ingezameld (leidt tot zuiverder recyclaat). De scenarioaannames, waaronder de distributie van het afval over de recyclingtechnologieën, worden verder beschreven in hoofdstuk 3 van het achtergrondrapport¹².

Kanttekening

Dit is een simplistisch, normatief scenario om de potentie en de impact van verschillende circulaire strategieën per verpakkingsoort te onderzoeken, op aanbeveling van de geraadpleegde experts. In vergelijking met andere scenario's zoals uit het Reshaping plastics-rapport van SYSTEMIQ (2022)²³, zagen de geraadpleegde experts meer potentieel in maatregelen voor vermindering, maar waren ze minder optimistisch over hergebruikmodellen. Een uitgebreidere analyse van meerdere scenario's zou ons begrip van de voor- en nadelen van de verschillende trajecten naar een circulaire toekomst kunnen verbeteren.

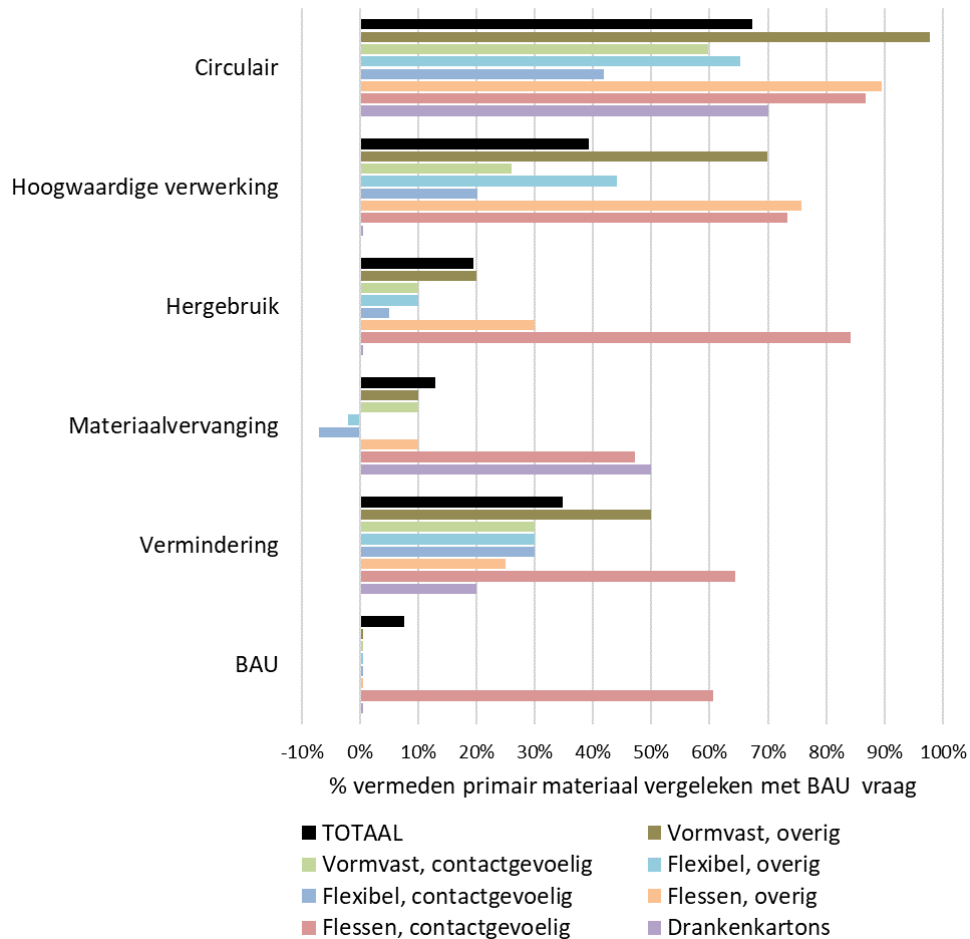
Circulariteit

In totaal wordt in het circulaire scenario 67% primair materiaal in 2050 vermeden (zie figuur 3.4.1).

We zien dat de potentie van de strategieën Vermindering (refuse & reduce), Materiaalvervanging, Hergebruik (levensduurverlenging) en Hoogwaardige verwerking (beter inzamelen, sorteren en recyclen) aanzienlijk varieert volgens de scenario-inschattingen van de experts. De afzonderlijke strategieën tellen door hun interacties niet direct op tot het totaleffect van het circulaire scenario. Het grootste effect is te zien in de scenario's met Hoogwaardige verwerking en de Verminderingsmaatregelen, waarin respectievelijk 39% en 35% primair materiaal wordt vermeden. Reduce maatregelen veroorzaken het grootste deel van het effect in het Vermindering scenario. Een voorbeeld hiervan is het lichter maken van verpakkingen door loze ruimte te verminderen. Experts voorzagen een kleiner potentieel voor Verminderingsmaatregelen door het weigeren van verpakkingen, namelijk 10%. In het

²³ ReShaping PLastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral Plastics System in Europe.

Hergebruik scenario wordt circa 19% primair materiaal vermeden. In Materiaalvervanging is dit circa 13%, wat voornamelijk komt door het gebruik van meer lichtgewicht flexibele verpakkingen.



Opmerkingen: (1) In deze figuur wordt aangenomen dat mechanisch gerecyclede producten (zonder statiegeldsysteem) uit contactgevoelige toepassingen worden gebruikt als grondstof voor andere verpakkingstoepassingen. Hierdoor presteert bijvoorbeeld 'Vormvast, overig' zeer goed omdat het recycleat overneemt van 'Vormvast, contactgevoelig'; (2) 'Flessen, contactgevoelig' en flexibele verpakkingen presteren slechter in het 'Materiaalvervanging'-scenario vergeleken met BAU, omdat hun volume is vergroot om drankkartons en andere verpakkingen te vervangen;

Figuur 3.4.1 Percentage vermeden primair materiaal per verpakkingsoort en scenario in 2050, in verhouding tot de totale vraag naar primair materiaal in het BAU-scenario (CITS model).

Emissies

In totaal verminderen de circulaire maatregelen in 2050, bij aanname van een fossiele elektriciteits-mix, de netto uitstoot van broeikasgassen met 48% (tot 983 kiloton CO₂-eq) ten opzichte van het BAU-scenario. Wanneer een hernieuwbare elektriciteits-mix wordt aangenomen, neemt dit verder toe tot 62% vermindering (722 kiloton CO₂-eq) (zie figuren 3.4.2 en 3.4.3). Bij gebruik van de hernieuwbare elektriciteits-mix, hebben de maatregelen Hoogwaardige verwerking (31%) en Vermindering (29%) de grootste potentie om broeikasgasemissies te verminderen, vergeleken met het BAU-scenario. Hierna volgen Hergebruik met 14% en Materiaalvervanging met 13%.

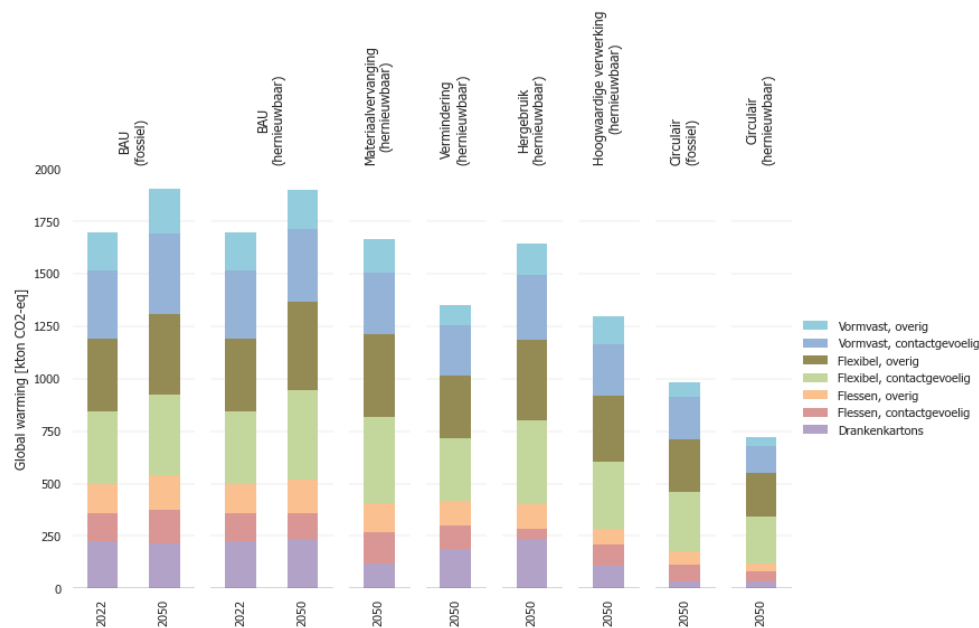
In het Circulaire scenario zijn, net als in het BAU scenario, de meeste emissies afkomstig van de productie van primaire materialen (zie Figuur 3.4.2), gevolgd door verbranding. Productie van de verpakkingen komt

op de derde plek, terwijl emissies van de recycling relatief klein zijn, zelfs als de mate en complexiteit van recycling hoog is (zoals in scenario Hoogwaardige verwerking en Circulair).



Opmerkingen: (1) Scenario's met (fossiel) nemen geen klimaatbeleid aan, wat resulteert in een elektriciteitsmix die gedomineerd wordt door fossiele grondstoffen (SSP2 base). Alle andere scenario's worden berekend met een hernieuwbare elektriciteitsmix die voldoet aan de Parijsdoelen van 1.5°C opwarming (SSP2 RCP19); (2) Gerecyclede producten die als grondstof worden gebruikt voor dezelfde verpakkingen laten de vraag naar primair materiaal voor deze verpakkingsgroep dalen; Gerecyclede producten en energie die buiten het systeem van de verpakkingen wordt gebruikt, worden apart weergegeven als baten onder de X-as in figuur 3.4.2 (vermeden primair materiaal en teruggewonnen energie); (3) Als elektriciteitsproductie in 2050 wordt gedomineerd door fossiele grondstoffen, is terugwinning van energie bij verbranding van meer waarde voor de totale BKG-impact dan wanneer de elektriciteitsmix voornamelijk uit hernieuwbaar wordt geproduceerd; (4) Thermische recycling omvat pyrolyse en vergassing naar monomeren; (5) "Recycelaat naar polymeer" omvat alle omvormingsstappen die nodig zijn om polymeren te vormen uit recyclingproducten zoals nafta en monomeren.

Figuur 3.4.2 Broeikasgasemissies van het consumentenverpakkingssysteem per scenario, opgedeeld in de bijdrage per processtap (CITS model).



Opmerking: Scenario's met (fossiel) nemen geen klimaatbeleid aan, wat resulteert in een electriciteitsmix die gedomineerd wordt door fossiele grondstoffen (SSP2 base). Alle andere scenario's worden berekend met een hernieuwbare electriciteitsmix die voldoet aan de Parijsdoelen van 1.5°C opwarming (SSP2 RCP19).

Figuur 3.4.3 Broeikasgasemissies van het consumentenverpakkingssysteem per scenario, opgedeeld in de bijdrage per verpakingscategorie (CITS model).

Afwegingen

Er zijn afwegingen te maken tussen recycleert kwaliteit, recycleert kwantiteit, en broeikasgasemissies. Hoewel thermische recyclingtechnologieën zoals pyrolyse en vergassing leiden tot recycleert van hogere kwaliteit, presteren ze slechter als het gaat om materiaalefficiëntie en broeikasgasemissies dan bijvoorbeeld mechanische recycling. Dissolutie levert ook recycleert van een hogere kwaliteit, maar gebruikt veel elektriciteit vergeleken met conventionele mechanische recycling. Het verschil in broeikasgasemissies tussen mechanische recycling en dissolutie is kleiner wanneer gebruikt wordt gemaakt van een hernieuwbare elektriciteitsmix, maar is significant wanneer fossiele energie wordt gebruikt (zie Figuur 3.4.2).

Het circulaire scenario in dit rapport bekeek slechts één potentiële technologiecombinatie voor afvalrecycling, waarbij de nadruk lag op hoogwaardige recycling waarmee nieuwe verpakkingen gemaakt kunnen worden. Uiteindelijk dient er een geoptimaliseerde combinatie van mechanische en chemische recyclingtechnologieën te worden gevonden, die voor elke toepassing de juiste materiaalkwaliteit biedt en die kunststoffen die door herhaalde mechanische recycling degraderen weer bruikbaar maakt.

Zelfs in het circulaire scenario, waarin alle circulaire maatregelen worden genomen, blijft er met 149 kiloton in 2050 nog steeds een substantiële vraag naar primaire plastics voor consumentenverpakkingen bestaan (in vergelijking: totale vraag naar kunststof verpakkingen in het BAU-scenario in 2050 is 451 kiloton). Hiervan is 72% bedoeld voor contactgevoelige toepassingen en in totaal

64% voor de productie van (beide types) flexibele verpakkingen en 24% voor vormvaste contactgevoelige verpakkingen. Als het streven is om fossielvrij te zijn in 2050, dan dienen niet-fossiele bronnen gebruikt te worden om te voldoen aan deze vraag. Hiervoor kan men gebruik maken van kunststofafval uit andere sectoren, van biomassa, of van nieuwe technologieën voor het afvangen en gebruik van CO₂.

Biomassa

Biomassa als grondstof zou een belangrijke rol kunnen spelen bij het terugdringen van fossiele grondstoffen en broeikasgasemissies van de plasticsector. Uit levenscyclusanalyses blijkt dat biogebaseerde kunststoffen doorgaans een lagere uitstoot van broeikasgassen hebben dan fossiele kunststoffen, maar aanzienlijk grotere gevolgen hebben in andere milieucategorieën, zoals landgebruik of verzuring. Deze impacts kunnen worden teruggedrongen door bio-based kunststoffen circulair te maken en afvalstromen als grondstof te gebruiken, bijvoorbeeld reststromen uit landbouw en bosbeheer, en groenafval van huishoudens en industrie.

Het potentieel van biomassa uit afval en residuen is echter beperkt. Van Harmelen et al. (2023)²⁴ schatten dat er in totaal circa 8200 kiloton biomassa uit groenafval en residuen uit landbouw en bosbeheer beschikbaar was in de ARRRR-regio (België, Nederland, Noordrijn-Westfalen) in 2020. Dit staat gelijk aan ongeveer 140 PJ energetisch materiaal. Dit terwijl de Nederlandse chemiesector alleen al meer dan 800 PJ verbruikt (Oliveira and van Dril 2021)²⁵, waarvan circa de helft als grondstof voor chemische producten waaronder plastic en de andere helft als energiebron. Dit onderstreept de scheve verhouding tussen beschikbaarheid van biomassa uit afval en residuen en de vraag ernaar. Desalniettemin zouden de residuen van de ARRRR regio hypothetisch genoeg zijn om te voldoen aan de overgebleven vraag van 149 kiloton primair materiaal voor kunststofverpakkingen in het circulaire scenario.

Hoefnagels and Germer (2018)²⁶ schatten dat het totale aanbod van biomassa in de EU 115 – 525 Mton was in 2020, wat zou kunnen oplopen tot 195 – 595 Mton in 2050. Om hiervan gebruik te maken, moet nog wel rekening worden gehouden met competitie tussen regio's, maar ook tussen toepassingen zoals verwarming.

3.5 Toekomst scenario's voor de specifieke productgroepen

Het vermeden primair materiaal in het circulaire scenario varieert aanzienlijk per verpakkingssoort, van 42% voor contactgevoelige flexibele verpakkingen tot 98% voor niet-contactgevoelige vormvaste verpakkingen (zie Figuur 3.4.1). De reductie van de netto broeikasgasemissies vergeleken met het BAU scenario met fossiele elektriciteits-mix varieert van 41% voor contactgevoelige flexibele

²⁴ van Harmelen, Toon, Paul Schouten, and Paul Stegmann. 2023. Plastic Waste Scenarios for the ARRRR Region - Current and Future Quantities of Regionally Available Plastic Waste and Biowaste. Utrecht. <https://repository.tno.nl/SingleDoc?docId=56365>.

²⁵ Oliveira, Carina, and A.W.N. van Dril. 2021. Decarbonisation Options for Large Volume Organic Chemicals Production, Sabic Geleen. The Hague. www.pbl.nl/en.

²⁶ Hoefnagels, Ric, and Sonja Germer. 2018. 5833127 Advance Fuel Report Supply Potential, Suitability and Status of Lignocellulosic Feedstocks for Advanced Biofuels. <http://www.advancefuel.eu/contents/reports/d21-report-on-lignocellulosic-feedstock-availability.pdf>.

producten tot 85% voor drankkartons (zie Figuur 3.4.3 en Figuur 10 in het achtergrond rapport: Stegmann et al 2024).

We zien in Figuren 3.4.1 en 3.4.3 dat het potentieel van de strategieën Vermindering, Materiaalvervanging, Hergebruik en Hoogwaardige verwerking aanzienlijk varieert tussen de verpakkingsoorten. In Hergebruik wordt, met 19%, minder primair materiaal vermeden dan in Vermindering en Hoogwaardige verwerking, maar dit scenario is wel het meest effectief voor contactgevoelige flessen (84% primair materiaal vermeden). Het effect van Vermindering is het hoogst voor niet-contactgevoelige vormvaste verpakkingen, waar experts de grootste potentie voor reductie zagen. Materiaalvervanging wordt het sterkst toegepast op drankkartons, die worden in het Circulair Scenario vervangen door flexibele verpakkingen en flessen, respectievelijk om het gewicht te verminderen en hergebruik te stimuleren. Hoogwaardige verwerking door verbeterde inzameling, sortering en recycling heeft de grootste impact voor overige flessen (76%) en overige vormvaste verpakkingen (70%). Overige verpakkingen presteren beter dan hun contactgevoelige tegenhangers omdat we ervan uitgaan dat zij gebruik kunnen maken van recycleert afkomstig uit contactgevoelige toepassingen. We nemen aan dat het recycleert van mechanische recycling niet in contactgevoelige verpakkingen toegepast wordt als dit niet afkomstig is van een mono-inzamelsysteem zoals statiegeld.

Het reductiepotentieel voor flexibele verpakkingen (voor zowel vermeden primair materiaal, als voor broeikasgasemissies) in het Hoogwaardige verwerking-scenario is beperkt doordat een groot deel ervan in gemengde gesorteerde stromen terechtkomt (Film en Mix), die in dit scenario in grotere mate door pyrolyse en vergassing worden behandeld. Beide technologieën bieden recycleert van primaire kwaliteit, maar ten koste van een lager polymeer-rendement ten opzichte van mechanische recycling.

3.6 Samenvattende conclusies toekomst scenario's

Het BAU-scenario verwacht een groei van vraag naar consumentenverpakkingen met 17% in 2050, wat gepaard zou gaan met een groei van broeikasgasemissies van 12%, en materiaalverliezen (door verbranding) van 55%.

Het Circulaire scenario met een hernieuwbare elektriciteits-mix zorgt in 2050 voor een vermindering van broeikasgasemissies van circa 62% ten opzichte van het BAU-scenario, en voor een vermeden productie van primair materiaal van 67%.

De resultaten toonden aan dat het geschatte effect van de geanalyseerde circulaire strategieën aanzienlijk varieert tussen de verpakkingsoorten. Dit benadrukt de noodzaak van verpakking specifieke inspanningen voor het vormen van een circulair verpakkingssysteem. De resultaten tonen ook waar potentieel de grootste obstakels liggen voor het bereiken van circulariteit, en waar grote hoeveelheden primair materiaal nodig blijft. Dit is met name het geval voor contactgevoelige flexibele verpakkingen, waar verdere

inspanning nodig is om de consumptie van primair materiaal te beperken.

In totaal blijft er in het Circulaire scenario een vraag naar primair plastic bestaan van 149 kiloton in 2050, die vooral gebruikt wordt voor flexibele verpakkingen en contactgevoelige toepassingen. Als deze vraag niet kan worden verlaagd met aanvullende maatregelen, moet er aan worden voldaan door het gebruik van alternatieve grondstoffen zoals biomassa, plastic afval uit andere sectoren/landen, of nieuwe technologieën voor het afvangen en gebruik van CO₂. Alleen dan kan het doel van fossielvrije plastics in 2050 worden bereikt.

Beperkingen

Deze analyse werd gedaan op basis van de huidige publiek beschikbare data en aannames door experts (te lezen in het achtergrondrapport). Consistente databronnen met betrekking tot materiaalstromen vormen de basis van circulariteitsonderzoek. Dit is op dit moment de best beschikbare data. Betere en meer gedetailleerde dataverzameling en open-source beschikbaarheid zijn van cruciaal belang voor uitgebreidere analyses in de toekomst. Waar de resultaten nu afhankelijk zijn van de aannames van experts, bijvoorbeeld de opsplitsing in verpakkingsoorten (zie hoofdstuk 2), zullen deze genoemde verbeteringen de betrouwbaarheid van de resultaten verhogen. Desalniettemin bieden de modelresultaten een eerste kwantificering van de impact van het verpakkingssysteem, hetgeen ons in de circulaire transitie helpt bij het evalueren van de uitdagingen die voor ons liggen, en de strategieën die we kunnen toepassen op elk van de verpakkingsoorten.

Langetermijnbeoordelingen zoals deze kunnen geen toekomstige ontwikkelingen voorspellen, maar verschaffen informatie over de potentiële impact van verschillende toekomstige paden. Deze evaluatie onderzocht één pad naar circulariteit, gebaseerd op de inbreng van experts. Een uitgebreidere analyse maakt het mogelijk om verschillende potentiële toekomstige paden beter in kaart te brengen en naast elkaar te leggen. Hiermee kunnen afwegingen worden blootgelegd, bijvoorbeeld tussen een systeem dat wordt gedomineerd door mechanische recycling of door chemische, thermische of andere fysische recycling technologieën. Daarnaast kunnen dan ook andere impactcategorieën geanalyseerd worden, om af te kunnen wegen tussen broeikasgasemissies en andere factoren zoals verzuring, fijnstof uitstoot of landgebruik.

4 Barrières en kansen: wat versnelt of hindert de transitie naar een circulaire verpakingsketen?

In dit hoofdstuk brengen we de huidige stand van de transitie naar een circulaire verpakingsketen in kaart. Dit is noodzakelijk om stappen te zetten naar een circulair toekomstbeeld. Om dit inzichtelijk te maken, gebruiken we het Missiegedreven Innovatie Systeem (MIS)-raamwerk (Elzinga et al., 2023; Hekkert et al., 2020). De vraag die centraal staat in dit hoofdstuk is: *'Wat zijn de grootste barrières in de huidige transitie naar een circulaire verpakingsketen en welke kansen zijn er om de transitie te versnellen'*. Deze analyse bouwt voort op twee MIS analyses die in 2022 voor kunststof verpakkingen (Bours et al., [2022](#)) en bioplastics (Elzinga et al., [2022](#)) zijn uitgevoerd.

Missiegedreven Innovatie Systeem raamwerk

Met behulp van een Missiegedreven Innovatie Systeem raamwerk worden de innovatieactiviteiten en -dynamieken geanalyseerd die verricht worden door actoren (organisaties) en instituties (wetten, regels en normen) voor een centrale missie, in dit geval de missie naar een circulaire verpakingsketen (Hekkert et al., 2020). Vanwege de gewenste monitoring en evaluatie van de koers naar het doel voor 2050 vanuit het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie is een goed inzicht benodigd in de huidige staat van de transitie op socio-technisch vlak. De MIS is hier een toepasselijk raamwerk, omdat een MIS analyse de mogelijkheid biedt om actoren, instituties en stimulerende, dan wel belemmerende dynamieken rond de missie in kaart te brengen. Door dit inzicht is het vervolgens mogelijk om aangrijpingspunten voor beleid te formuleren om de transitie te versnellen naar een volgende fase.

Via drie stappen biedt het MIS raamwerk de mogelijkheid om de kansen en barrières te identificeren de transitie naar een circulaire economie te versnellen, namelijk: probleem-oplossingen diagnose (verkennen van maatschappelijke problemen en oplossingen die verbonden zijn aan de missie), structurele analyse (in kaart brengen van actoren en instituties die het tempo en de richting van de transformatie bepalen) en de functionele analyse (beoordelen van de prestatie van belangrijke transitieprocessen via negen functies) (Elzinga et al., 2023).

Dit hoofdstuk focust zich op de ontwikkelingen van de transitieprocessen uit de functionele analyse (stap 3), omdat hier de grootste verandering heeft opgetreden ten opzichte van twee jaar geleden. De maatschappelijke problemen en oplossingen waar de circulaire economie aan probeert bij te dragen en de beschrijving van het innovatiesysteem zijn in de afgelopen twee jaar nauwelijks veranderd. Een beknopte samenvatting van de eerste twee stappen is te vinden in Bijlage 9.2. Deze resultaten zijn gebaseerd op de analyse van twee jaar geleden (Bours et al., 2022), welke geactualiseerd is met informatie uit de trend analyse (sectie 3.1) en de doelen en keten in beeld (sectie 2.1 en 2.2). Via de beoordeling van de transitieprocessen in de functionele analyse

van de MIS worden per circulaire strategie de belangrijkste barrières blootgelegd die de transitie momenteel belemmeren. De functies zijn in onderstaande tabel 4.1 weergegeven en verwijzingen worden in de tekst via de notatie (F nummer) gemaakt. Wanneer de desbetreffende functie belemmerend werkt, is er een (-) voor de 'F' geplaatst.

Tabel 4.1 Beschrijving MIS functies

Functie	Functiebeschrijving
F1 Ondernemerschap	Ondernemers ontwikkelen, experimenteren met, schalen en investeren mogelijke circulaire oplossingen.
F2 Kennisonwikkeling	Kennisonwikkeling over nieuwe technologieën, producten, regels en de markt zijn nodig om te kunnen innoveren.
F3 Kennisverspreiding	Kennis moet uitgewisseld worden tussen partijen die geïnteresseerd zijn in het versnellen van oplossingen.
F4 Directionaliteit	Innovatie is per definitie onzeker, maar wordt vergemakkelijkt door eenduidige verwachtingen over hoe oplossingen bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke problemen.
F5 Marktformatie	Het creëren van stimulansen en weghalen van belemmerende marktprikkels via wet- en regelgeving, standaarden, businessmodellen en aanbestedingscriteria.
F6 Mobiliseren van middelen	Activiteiten van actoren om middelen beschikbaar te krijgen, zoals financiële, materiële, menselijke en infrastructurele middelen om innovaties te ontwikkelen en op te schalen.
F7 Legitimiteit creëren	Vernieuwing kan weerstand oproepen en commerciële belangen pogen de status quo in stand te houden. Een ondersteunende socio-institutionele omgeving kan legitimiteit en draagvlak creëren voor innovaties en de weerstand verzwakken.
F8 Coördinatie	Coördinatie van, en tussen de oplossingen is essentieel voor het volbrengen van de missie. Deze rol kan vervuld worden door overheden, bedrijven NGO's of consortia.
F9 Destabiliseren regime	Naast opbouw van een nieuw systeem is afbouw van het oude systeem net zo belangrijk. Het uitfasen en ontleren van belemmerende praktijk hoort daarbij.

De belangrijkste barrières die voortkomen uit de MIS-analyse zijn per circulaire strategie in tabel 4.2 gegeven. Deze barrières worden in paragraaf 4.1 tot en met 4.4 toegelicht voor de vier circulaire strategieën. Deze inzichten komen voort uit literatuuronderzoek, 22 interviews en 8 workshops met 48 verschillende deelnemers. Verwijzingen via citaties uit deze interviews en workshops zijn in de tekst aangeduid via (Interview *kenmerk nummer*) of (Workshop *kenmerk nummer*), zie Tabel 9.2.2 en 9.2.3.

Aanvullend op de MIS analyse wordt in paragraaf 4.5 ingegaan op kansen en uitdagingen gerelateerd aan de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen in kunststof verpakkingen en in paragraaf 4.6 worden de barrières voor de verschillende verpakkingsoorten (contactgevoelig/niet-contactgevoelig en flexibel/vormvast) toegelicht.

Tabel 4.2 Overzicht hoofd barrières per circulaire strategie op basis van interviews en workshops

Circulaire strategie	Hoofd barrière
Vermindering	Systeem gericht op meer produceren en consumeren
	Gebrek aan sturingsmechanismen gericht op verminderen
Substitutie ²⁷	Huiverigheid en uiteenlopende percepties voor de toepassing van biogebaseerde kunststoffen
Levensduurverlenging	Gebrekkige infrastructuur voor hergebruik door ontbreken standaarden en benodigde gedragsverandering
	Gebrek aan meetbaarheid en monitoring belemmeren sturingspotentieel op hergebruik
Hoogwaardige verwerking (mechanische recycling)	Te weinig recycalaat toegepast in nieuwe verpakkingen door gebrek aan kwantiteit en kwaliteit van recycalaat, hoge prijzen en gebrekkige stimulans om recycalaat toe te passen
	Gebrekkig inzicht door gefragmenteerde data
Hoogwaardige verwerking (opkomende recycling technologieën)	Gebrekkige coördinatie voor opkomende recycling technologieën

4.1 Vermindering van grondstoffengebruik (narrow the loop)

Het verminderen van verpakkingen kan plaatsvinden door het afzien van verpakkingen of reduceren van verpakkingsgewicht.

Hier hebben we twee tegenstrijdige trends geobserveerd. Enerzijds zijn trends geobserveerd die duiden op reducties van verpakkingsgewicht (zoals met reductie van kunststof doppen of overstap van vormvaste naar flexibele verpakkingen) en wordt er geëxperimenteerd bijvoorbeeld met dry misting systemen in supermarkten om groenten niet meer te verpakken (**F1 ondernemerschap**). Anderzijds is de productie van (kunststof) verpakkingen toegenomen in de afgelopen jaren (inleiding hoofdstuk 4). Daar zijn twee verklarende hoofd barrières voor gevonden: (1) onze maatschappij is gericht op 'meer produceren en consumeren' en (2) er is een gebrek aan sturingsmechanismen gericht op verminderen.

²⁷ Onder substitutie verstaan we hier alleen het vervangen van primair fossiel materiaal door hernieuwbare grondstoffen (biogebaseerde kunststoffen). Substitutie van primair materiaal door inzet van secundair materiaal zien we voor de MIS analyse als een onderdeel van de Close the loop strategie, omdat de barrières van recycleren en het toepassen van recycalaat met elkaar verbonden zijn.

Het hele systeem en de maatschappij zijn gericht op een groei in productie en consumptie van kunststof verpakkingen (-F7 legitimiteit creëren/-F9 destabiliseren regime).

Allereerst is er een blijvende groei in het gebruik en de vraag naar (wegwerp) verpakkingen (zie Figuur 4.2.1.). De huidige marktprikkels (**-F5 marktformatie**) zijn gericht op het gemak van de consument ('*on-the-go*' (wegwerp) verpakkingen of veel soorten voorgesneden groenten) waardoor consumenten eerder in verleiding worden gebracht om keuzes te maken die meer verpakking met zich meebrengen (Interviews N1, N3; Workshop Rijk9) (**-F9 destabiliseren regime**). Deze trend is ook te linken aan bredere socio-economische trends waarin kleinere porties standaard worden en meer kant-en-klaar maaltijden gekocht worden (zie Hoofdstuk 4.1).

Daarnaast is het niet in het belang van converters en producenten om het aantal verpakkingen te reduceren, omdat hun businessmodel ervan afhankelijk is (**-F6 mobiliseren van middelen**). Producenten en verkopers van kunststof verpakkingen zijn erbij gebaat als er meer verpakkingsmateriaal verkocht wordt. Bovendien zijn er minder mogelijkheden voor merkeigenaren om de herkenbaarheid of branding van hun merk te laten zien wanneer er wordt afgezien van verpakkingsmateriaal of een significante reductie van het materiaal plaatsvindt (**-F7 legitimiteit creëren**) (Interview N2; Workshop BGC3, Rijk3). Daardoor kunnen merkeigenaren terughoudend zijn om af te zien van verpakkingsmateriaal. Ten slotte vervullen verpakkingen een essentiële rol om het product te beschermen tegen schade en bederf, en zijn er zorgen (**-F7 legitimiteit creëren**) dat reductie van verpakkingsmateriaal de kwaliteit niet ten goede komt (Interview Rijk11).

'Er zijn in Nederland relatief veel gemakverpakkingen wat consumptie aanjaagt.' (Interview N1)

'Er is een "to go" trend. In die categorie moeten wij [consumenten] andere keuzes maken.' (Interview N3)

Sturingsmechanismen ontbreken voor vermindering van verpakkingen (-F4 directionaliteit/-F8 coördinatie).

Gekoppeld aan het eerste probleem waarin het systeem is gericht op groei in productie, ontbreekt het aan sturingsmechanismen (**-F5 marktformatie**) zoals afrekenbare doelen (**-F4 directionaliteit**) om de groei in kunststof verpakkingen terug te dringen. Tot 2024 was er een vrijwillig, niet afrekenbaar doel vanuit het Plastic Pact, maar dit initiatief is begin 2024 gestopt. Daarnaast is de afvalbeheersbijdrage gericht op het aantal kilogrammen dat op de markt wordt gebracht en moet daarmee zorgen dat het verpakkingsgewicht gereduceerd wordt. Verschillende NGO's geven echter aan dat deze reductie in kosten doorgaans verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de verkoopprijs van het product waardoor er geen concurrentievoordeel ontstaat (Interview N1, N2).

Op Europese schaal sturen enkele richtlijnen steeds meer op verminderen, zoals de SUP en het PPWR (**F5 marktformatie**). De eerste uitwerking van de SUP in Nederland heeft al voor een verbod op gratis kunststof wegwerpbekers en maaltijdverpakkingen gezorgd.

Daardoor wordt de consument indirect gestimuleerd om eigen herbruikbare verpakkingen te gebruiken of zal de consument extra moeten betalen voor de wegwerpverpakking. Deze regeling heeft er echter ook voor ongewenste ontwikkelingen gezorgd, zo zijn er meer karton-plastic combinaties op de markt gekomen om deze regeling te omzeilen (Interview U1), welke weer slechter te recyclen zijn.

Aangezien de PPWR nog in ontwikkeling is, heerst er momenteel onduidelijkheid en onzekerheid (**-F7 legitimiteit creëren**) over hoe de regels eruit zullen zien voor verschillende verpakkingsoorten bij ondernemers (zie ook hoofdstuk 4.1). Dit geeft onduidelijkheid en onrust over de toekomstige richting voor verpakkingen. Deze onrust is te merken aan advocaten die ingeschakeld worden en de richtlijn discriminerend vinden voor kunststof ten opzichte van andere materialen, onder andere door het verbod op flexibele kunststof wegwerpverpakkingen voor consumptie ter plaatse en voor wegwerpkunststof voor groente en fruit (AfvalOnline, 2024). De Europese richtlijn biedt wel perspectief aan circulaire strategieën die hoger op de R-ladder staan, zoals verminderen (zie Sectie 4.1.). Ten slotte is een goede navolging van wettelijke eisen voor overmatige verpakking nodig om over-verpakken tegen te gaan. Ondanks wetgeving komt dit in praktijk nog voor (**-F5 marktformatie**) (Workshop Rijk1).

4.2 Substitutie van grondstoffen (substitute)

In deze analyse beschouwen we substitutie als het vervangen van primair fossiel materiaal door hernieuwbare alternatieven (zijnde biogebaseerd).

Substitutie van primair materiaal door inzet van secundair materiaal valt volgens de definitie van het NPCE zowel onder de strategie substitutie als onder Close the loop. Voor de MIS analyse analyseren we dit alleen als een onderdeel van de Close the loop strategie, omdat de barrières van recyclen en het toepassen van recyclaat met elkaar verbonden zijn. Onder substitutie analyseren we hier dus alleen de hernieuwbare grondstoffen stroom.

Biogebaseerde kunststoffen zijn onder te verdelen in drop-ins (dezelfde chemische en mechanische eigenschappen als hun fossiele tegenhanger zoals Bio-PE) en novels (andere mechanische en chemische eigenschappen dan conventionele kunststoffen zoals PLA en PEF). Ze worden voornamelijk gemaakt van natuurlijke en hernieuwbare grondstoffen zoals suikers, zetmeel of cellulose. Er worden momenteel veel experimenten uitgevoerd met biogebaseerde toepassingen (**F1 ondernemerschap**) en via InvestNL en het Groeifonds zijn speciale programma's opgezet om de ontwikkeling van biogebaseerde kunststoffen financieel te stimuleren (**F6 mobiliseren van middelen**). In de MIS rapportage over biogebaseerde kunststof verpakkingen (2022) zijn de specifieke belemmeringen en kansen voor vier verschillende biogebaseerde kunststoffen uitgewerkt. In deze analyse geven we de algemene systeembeschrijving weer. Ook groeit de aandacht vanuit ministeries en samenwerkingen op dit thema (**F8 coördinatie**) (Interview O4). Zo wordt er vanuit de Nationale Norm Circulaire Plastics (2023) vanaf 2027 een percentage recyclaat en/of

biogebaseerd kunststof verplicht gesteld voor alle kunststoffen die in Nederland geproduceerd en op de markt komen.

'Onze directie is in de afgelopen twee jaar sterk gegroeid. [...] Het wordt steeds meer als prioriteit gezien. [...] Bij Europese productregelgeving (PPWR) hebben we ons best gedaan om bio-plastics erin te krijgen. Dat is beperkt gelukt, maar we hebben er wel veel aan gedaan.' (Interview O4)

Verschillende partijen zijn nog huiverig om vol op biogebaseerde kunststoffen in te zetten.

Onder andere door de verschillende toepassingen (biodegradeerbaar of niet) en door het verschil aan het einde van de levenscyclus tussen deze toepassingen (recycling, compostering of verbranding) lopen meningen en percepties uiteen en blijft er verwarring en twijfel bij (mede-)overheden, verwerkers en NGO's over de recyclebaarheid van novels, de voordelen van biodegradeerbare verpakkingen en de gehele duurzaamheid van deze toepassingen (**-F7 legitimiteit creëren**). Deze onduidelijkheid zorgt voor verwarring bij burgers over het afdanken van biogebaseerde verpakkingen in het restafval, PMD of bij het GFT (Workshop BGC11, Rijk9). Verder is er momenteel geen gelijk speelveld en daarmee geen marktvoordeel (**-F5 marktformatie**) voor biogebaseerde kunststoffen door de lage prijs van fossiel kunststof (Interviews O4, R1; Workshop BGC3, BGC10, BGC11, Rijk8). Ook is er een beperkt volume van novel biogebaseerde kunststoffen zoals PLA in de sortering. Hierdoor worden de novels niet gesorteerd en worden ze verbrand (**-F6 mobiliseren van middelen**). Deze condities zorgen voor een gebrek bij ondernemers om met biogebaseerde verpakkingen aan de slag te gaan. Drop-ins zoals bio-PE kunnen wel via het reguliere sorteer- en recyclesysteem verwerkt worden, maar zijn daardoor na afloop niet meer van het fossiel PE te onderscheiden en kunnen niet opnieuw als biogebaseerd kunststof ingezet worden, maar wel als recycleaat (Interview S1). Ten slotte zijn er verschillende percepties op de concurrentiepositie van biogebaseerd materiaal met andere sectoren die ook biomassa willen toepassen vanwege de beperkte beschikbaarheid van het materiaal zoals de transport- en voedselsector (**-F6 mobiliseren van middelen**). Sommige partijen (Workshop BGC9; Rijk9) laten weten dat dit een probleem kan opleveren, anderen (Workshop BGC3) geven aan dat er voldoende reststromen zijn voor het maken van biogebaseerde materialen. Dit duidt erop dat de opbouw van biogebaseerde kunststoffen nog onvoldoende geconcretiseerd is in een duidelijke beleidsvisie voor de toekomst van biogebaseerd kunststof (**-F8 coördinatie**) (Workshop TTK6).

'Bio-based en biodegradeerbaar zijn lastige dingen om uit elkaar te houden.' (Workshop BGC9)

'Is het biogebaseerd kunststof duurzaam of lijkt het duurzaam. Dat is wel een obstakel naar verduurzaming omdat de consument knettergek wordt.' (Workshop BGC11)

'Prijs van bio-based is hoger. Maar is dat nog steeds zo als je naar true pricing gaat? Dat lijkt me interessant.' (Workshop BGC11)

4.3 Levensduurverlenging (slow the loop)

Levensduurverlenging en het hergebruiken van kunststof verpakkingen is een vrij nieuwe circulaire strategie die nog volop in ontwikkeling is.

Het hergebruiken van verpakkingen is niet nieuw. Zo worden glazen (bier)flessen al jaren hergebruikt en werden melkflessen vroeger aan huis gebracht en weer opgehaald. Het hergebruiken van kunststof verpakkingen vindt momenteel in Nederland plaats in pilots en experimenten (**F1 ondernemerschap**). Er is een duidelijke trend waarneembaar naar meer gemak en wegwerpverpakkingen (zie hoofdstuk 4.1). De huidige experimenten vinden steeds meer plaats met herbruikbare bekertjes en statiegeldsystemen (Verpakkings Management, [2023](#)), in de e-commerce (Verpakkings Management, [2023](#)) en met refill stations voor bijvoorbeeld wasmiddel (Verpakkings Management, [2023](#)). Deze experimenten dienen voornamelijk als doel om legitimiteit (**F7**) en markt te creëren (**F5**) voor hergebruik businessmodellen (Workshop BGC7, RPF2, RPF12). Daarnaast heeft de SUP richtlijn er voor gezorgd dat er een grotere interesse is in hergebruik voor voedsel- en drankverpakkingen vanwege het verbod op en de uitfasering van wegwerpverpakkingen (**F5 marktformatie**). Voor deze nieuwe businessmodellen is het belangrijk om kennis hierover te delen (**F3 kennisverspreiding**) en de boodschap uit te dragen, wat bijvoorbeeld in 2023 gebeurde bij de Reusable Packaging Fair.

'Nu is het echt belangrijk om merkbekendheid te ontwikkelen en anderen te inspireren.' (Workshop RPF12)

Het huidige systeem is nog niet ingericht op de vereiste samenwerking en standaardisering die nodig zijn om levensduurverlenging te laten slagen (-F5 marktformatie).

De keten en het systeem zullen fundamenteel anders ingericht moeten worden om levensduurverlenging succesvol te laten zijn. Verschillende onderliggende belemmeringen liggen hieraan ten grondslag. Allereerst, zijn er flinke investeringen benodigd voor het opzetten van een retourlogistiek van herbruikbare verpakkingen met voldoende volume aan verpakkingen (**F6 mobiliseren van middelen**), inzamelapparatuur, reinigingsfaciliteiten en het transport (**structuur**) (Workshop BGC7, BGC10, Rijk6). Daarnaast zorgen gebrekkige standaardisatie en uniformering van inzamel- en retourssystemen ervoor dat kosten hoog zijn en het voor gebruikers onduidelijk kan zijn hoe en waar verpakkingen te retourneren (**-F5 marktformatie**) (Workshop BGC10, Rijk3, Rijk5). Verder zijn financiële belangen van bedrijven in huidige verdienmodellen belangrijk en past marketing in gestandaardiseerde hergebruikverpakkingen niet of lastig op producten (**-F9 destabiliseren regime**). Sommige ondernemers of partnerorganisaties twijfelen ook om op herbruikbaar in te zetten omdat ze onzeker zijn over de milieuvoordelen van hergebruik ten opzichte van eenmalige verpakkingen (Workshop Rijk11). Ten slotte is het voor hergebruik nodig dat consumenten het nieuwe businessmodel omarmen, wat vaak gepaard gaat met een gedragsverandering ten opzichte van een wegwerpbusinessmodel, zoals schoonmaken en retourneren van de verpakking. Deze benodigde aanpassingen zorgen bij ondernemers voor een extra barrière (**-F7 legitimiteit creëren**) (Workshop BGC3, Rijk9,

Rijk11). Deze factoren beïnvloeden uiteindelijk hoeveel opschaling er mogelijk is van succesvolle hergebruik businessmodellen (**F1 ondernemerschap**).

'Het is nog nieuw en onbekend bij consumenten en bij partners.'
(Workshop RPF2)

'[Fastfoodketen] piept nu ze moeten. Er is weerstand uit het oude denken.' (Interview N2)

'Ik denk dat we eigenlijk pas net begonnen zijn om eraan te werken en dat we moeten beseffen dat het best een grote transitie is die een hele andere manier van sturing systeem zal hebben dan het wegwerp model. [...] Op dit moment is het nog een belemmering om draagvlak te kunnen krijgen en op te schalen.' (Workshop BGC7)

Hergebruik wordt belemmerd door een gebrekkige meetbaarheid (-F2 kennisontwikkeling) en monitoring (-F8 coördinatie) van de hoeveelheid hergebruikte verpakkingen.

De aandacht voor hergebruik neemt toe in wet- en regelgeving (**F5 marktformatie**). Zo moet Verpact sinds 2023 ook rapporteren over de hoeveelheid verpakkingen die hergebruikt worden. Dit is vastgelegd in het Besluit Beheer Verpakkingen. De SUP richtlijn zorgt voor een stimulans van hergebruik in drank- en voedselverpakkingen. Er is echter geen meetbare definitie die bepaalt en registreert hoeveel omlopen nodig zijn om een verpakking als hergebruik aan te duiden en die onafhankelijk van recycling gemeten wordt (**-F8 coördinatie**) (Workshop BGC10, Rijk4).

'Van het kunststof in de verpakkingen ten minste het volgende gewichtsperscentage wordt hergebruikt of gerecycled: ...' (Besluit Beheer Verpakkingen, [2024](#))

Door hergebruik samen met recycling op te nemen in de wettelijke doelstelling hoeft er niet separaat op hergebruik gemeten te worden. Dit zorgt voor ruimte aan de sector om zelf invulling te geven aan de doelstelling, maar doordat het systeem gericht is op groei, is de verwachting dat dit voor hergebruik van verpakkingen tot weinig grote verandering zal leiden (Interview U3). Experts noemen dit een gebrek aan meetbaarheid van het huidige concept 'hergebruik' (Workshop BGC1). Daardoor is het meten van hergebruik vooralsnog vrijblijvend en niet afrekenbaar (**-F4 directionaliteit**).

'Hergebruik zit samen met recycling in de doelstelling, maar heeft nog wel dezelfde doelstelling als alleen recycling. Dat in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij glas' (Workshop Rijk4).

4.4 Hoogwaardige verwerking (close the loop)

Mechanische recycling is de dominante circulaire strategie ten opzichte van de andere circulaire strategieën; levensduurverlenging, substitutie en vermindering.

Mechanische recycling is dominant en in het verste stadium van ontwikkeling vanwege een aantal factoren: (1) geformuleerde doelstellingen, (2) gevestigde infrastructuur en consumentengemak, en (3) wettelijke dwang met het UPV-systeem. Allereerst zijn er duidelijke

nationale en internationale geformuleerde doelstellingen en monitoring op recycling, wat duidt op een hoge sturing op de circulaire strategie hoogwaardige verwerking (**F4 directionaliteit**). Ten tweede zorgt de ontwikkelde en gevestigde infrastructuur van productie, inzameling, sortering en recyclage die al decennia bestaat ervoor dat er draagvlak is voor de gevestigde recycling belangen en er vertrouwen is in de recycling technologie (**F7 legitimiteit creëren**). Verder is de huidige infrastructuur gericht op het gemak van de consument/burger en past de infrastructuur bij het huidige weggooigedrag van de consument (gescheiden bij PMD of in het restafval). Hier is uiteraard een kanttekening bij te plaatsen dat het correct afdanken van verpakkingen nog niet altijd op de gewenste manier gaat (Interview PV1). Ten derde is het systeem van de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV) ingericht zodat producenten betalen voor de verwerking van hun producten, wat financieel bijdraagt aan inzameling en recycling van verpakkingen (**F5 marktformatie/F6 mobiliseren van middelen**). Het gereduceerde tarief voor goed recyclebare verpakkingen binnen de UPV zou verder voor een stimulans van recycling moeten zorgen, maar dit wordt door verschillende actoren bestempeld als onvoldoende sturend om impact te maken (Interview N1, N2).

Het grootste obstakel om de kringloop te sluiten via mechanische verwerking is dat er nog te weinig recyclebaar wordt toegepast (of kan worden toegepast) in nieuwe kunststof verpakkingen.

Daar zijn verschillende oorzaken voor te vinden, namelijk: (1) lage kwantiteit van recyclebaar, (2) hoge prijs van recyclebaar ten opzichte van fossiele kunststoffen, (3) lage kwaliteit van recyclebaar en (4) gebrek aan stimulansen om recyclebaar toe te passen. De analyse in hoofdstuk 3 laat zien dat in totaal maar de helft van alle huishoudelijke kunststof verpakkingen die op de markt komen, gerecycled wordt tot materiaal dat als grondstof primair materiaal kan vervangen in deze of een andere productgroep (**-F6 mobiliseren van middelen**). In de praktijk komt maar ongeveer 7% van het op de markt gebrachte verpakkingsmateriaal via closed-loop recycling terug in nieuwe kunststof verpakkingen. De rest wordt gerecycled in andere productketens.

Dit is onder andere te wijten aan het verpakkingenontwerp en de aanwezigheid van stoorstoffen. Het gebrek aan uniforme inzamelsystemen (Interview PV1; Workshop BGC11, BGC12, Rijk6) en de discussies over de kwaliteit van het ingezamelde materiaal dragen ook niet bij aan duidelijkheid bij gemeenten en burgers. Het verpakkingenontwerp bepaalt hoe gemakkelijk verpakkingssoorten gesorteerd kunnen worden (Workshop BGC10). Daarnaast is er een gebrek aan voldoende recycle capaciteit met name voor folies en drankenkartons (**-F6 mobiliseren van middelen**) in Nederland en Europa (Interviews PV1, R1) waardoor kunststofafval geëxporteerd wordt (AfvalOnline, [2023](#)). De sorteer- en recyclingtechnieken zouden ook niet voldoende in staat zijn om verpakkingen te herkennen en verontreinigingen op een kostenefficiënte manier te verwijderen (Workshop BGC3). Deze factoren bepalen de relatief hoge uitval en uiteindelijke verbranding van het ingezamelde afval (De Ingenieur, [2022](#)).

Het lagere volume aan verpakkingsmateriaal door uitval in combinatie met lage grondstofprijzen voor fossiel kunststof is de prijs van recycklaat momenteel een stuk hoger dan de fossiele variant (Interviews B2, B3, I1, R1; Workshop BGC8, BGC10, TTK2) (**-F6 mobiliseren van middelen**). Dit zorgt er ook voor dat er geen goede business case is voor recyclingbedrijven om te investeren en recyclers moeten stoppen (AfvalOnline, [2024](#)). Hierdoor worden converters en retailers niet financieel gestimuleerd om voor recycklaat te kiezen (**-F5 marktformatie**) (Interview R1; Workshop BGC9, BGC12). De prijzen schommelen echter. Zo was de prijs van recycklaat een paar jaar geleden lager dan de prijs voor fossiel kunststof (CE Delft, [2022](#)). Desalniettemin zorgde dit niet voor een afname in de vraag naar virgin, vanwege de lagere kwaliteit van recycklaat (Workshop TTK6).

'Veel recyclers staan op het punt om failliet te gaan. Virgin prijzen zijn superlaag.' (Workshop BGC10)

'In veel gevallen is virgin goedkoper dan recycklaat.' (Interview B2)

Naast kwantiteit is ook de kwaliteit van het recycklaat een probleem, omdat deze lager is dan de kwaliteit van fossiel materiaal.

Er wordt momenteel formeel niet op een hogere kwaliteit van recycklaat gestuurd of afgerekend, maar enkel op het behalen van een kwantiteitsdoelstelling: het recyclingpercentage (**-F5 marktformatie**). Via de vernieuwde tariefdifferentiatie ontvangen goed recyclebare verpakkingen die voldoen aan eisen op ontwerp zoals kleur, samenstelling, label en verpakkingssoort (flexibel/vormvast) een korting via de UPV ([2024](#); Sectie 3.2). Vanuit een (aanvullende) kwaliteitsdoelstelling zou gestuurd kunnen worden op het toepassen van recycklaat in closed-loop toepassingen. Daarnaast zijn er geen vaste regels over het ontwerpen van verpakkingen voor recycling (**-F5 marktformatie**) waardoor verpakkingslagen verlijmd worden of blends (mengsels van kunststoffen) toegevoegd worden (Interview I1; Workshop BGC10, BGC11). Dit zorgt ervoor dat er verpakkingen op de markt komen die niet recyclebaar zijn (**-F6 mobiliseren van middelen**). Verder zorgen verschillen in inzamelsystemen volgens sommige geïnterviewden (Workshop BGC5, BGC12) voor verschil in kwaliteit van de aangeleverde afvalstoffen (**-F8 coördinatie**).

Ten slotte, is er een gebrek aan stimulans op het toepassen van recycklaat (**-F5 marktformatie**) (Interview Cmp1; Workshop BGC5, BGC8, TTK2). Daar wordt wel meer aandacht aan besteed door de plastic norm die vanaf 2027 voor een bijmengverplichting zou moeten gaan zorgen ([2023](#)). Een andere stimulans komt van de nieuwe tariefdifferentiatie 2.0 die vanaf 2024 geldt en een korting geeft voor verpakkingen die recycklaat hebben toegepast ([2024](#)). Momenteel is er daardoor nog geen markt of goed businessmodel voor ondernemers om recycklaat toe te passen in verpakkingen (**-F1 ondernemerschap**), maar door deze nieuwe regels moet deze er wel gaan komen (**F5 marktformatie**). Op Europees niveau moet de nieuwe PPWR-richtlijn meer verplichtingen gaan opleggen voor het toepassen van recycklaat (**F5 marktformatie**). Deze combinatie aan factoren zorgt ervoor dat er momenteel naar schatting nog maar 7% van alle kunststof verpakkingen weer terugkomt in nieuwe kunststof verpakkingen (zie ook hoofdstuk 2).

'De vermarkting van recycalaat is lastig. Gerecycled materiaal is veel duurder en volatiel in kwaliteit en beschikbaarheid.' (Workshop BGC9)
'Ik kan mijn recycalaat niet kwijt. Niemand wil het kopen.' (Interview R1)

Een ander probleem is een gebrek aan overzicht van de data over verpakkingen en recyclage van verpakkingen, wat duidt op een verminderde kennisverspreiding (-F3).

De data over verpakkingstromen in verschillende stappen van de kunststofverpakkingketen zijn te gefragmenteerd, concurrentiegevoelig en gesommeerd. Dat zorgt ervoor dat de data lastig is te interpreteren en kennisdragers daardoor voorzichtig zijn met het delen ervan. Verder ontbreken specificaties over welke percentages er per verpakkingsoort (contactgevoelig of niet en vormvast of flexibel) verwerkt worden (-F2 **kennisontwikkeling**) (Workshop Rijk11). De gegevens over de vermarkting van de afvalstroom en het recycalaat zijn weinig tot niet publiek bekend. De vermarkting van de gesorteerde afvalstroom en daarmee ook de recycalaat stroom is via Verpact/Nedvang georganiseerd. Door dit gebrek aan inzicht is het lastig om op de meest belemmerende materiaaltypen in de keten in te grijpen (Workshop BGC7, BGC10).

'In de wetgeving wordt er niet zo heel veel data gevraagd van het Afvalfonds. [...] De hoeveelheid data en de detaillering ervan is onduidelijk, al helemaal met contactgevoelig en flexibel materiaal' (Workshop Rijk11).

Naast mechanische recycling zijn er verschillende geavanceerde, opkomende recycling technologieën, zoals dissolutie, solvolyse, depolymerisatie, pyrolyse en vergassing.

Op basis van interviews met experts en de deskresearch kan geconcludeerd worden dat deze opkomende recycling technologieën zich in een eerder stadium van ontwikkeling bevinden ten opzichte van mechanische recycling. Deze technologieën zitten nog in de opschalingsfase, waarin er veel pilots en demo's plaatsvinden (**F1 ondernemerschap**) (Workshop BGC10). Het voordeel dat deze recycling technologieën hebben ten opzichte van andere circulaire strategieën is dat ze complementair zijn met de huidige, ontwikkelde recycle-infrastructuur: van inzameling, naar sortering tot de aanlevering aan de recyclers (Workshop BGC7).

'Er is toename in de professionalisering, maar het is nog in ontwikkeling' (Workshop BGC10).

Doordat de technologieën zich nog in een vroeg stadium van ontwikkeling bevinden en zich nog niet voldoende bewezen hebben, lopen percepties en vertrouwen uiteen (-F7 legitimiteit creëren) voor deze opkomende recycling technologieën.

Deze twijfels komen voort uit de diversiteit aan technologieën die verschillende kenmerken hebben wat betreft de rendementen, milieueffecten en input stromen (schoon of 'vies' verpakkingsmateriaal). Aan de inputkant concurreren verschillende van deze nieuwe technologieën, zoals solvolyse en depolymerisatie, met de schone PET feedstock die via mechanische processen reeds gerecycled kan worden (-F6 **mobiliseren van middelen**). Daarnaast zorgen de lage massaopbrengsten tegen hoge milieu-impact (gemeten in energiegebruik) en hoge kosten van pyrolyse ervoor dat mechanische

recyclers, NGOs en kennisinstellingen huiverig staan tegenover een inzet op de ontwikkeling van deze chemische recyclingprocessen (Interview Cmp2, R1, U1, U2), terwijl deze wel recycelaat kan genereren dat voor contactgevoelige verpakkingen ingezet kan worden (Interview U1). Deze factoren duiden op onzekerheid over de toekomstige richting van deze opkomende recycling technologieën en hoe deze technologieën naast mechanische recycling kunnen bestaan. Volgens enkele geïnterviewden zijn deze technologieën een potentieel gevaar omdat bij een verkeerde inzet andere circulaire strategieën niet ontwikkeld worden (Workshop BGC4, BGC11). Concluderend kunnen we stellen dat het hier een duidelijke en gecoördineerde toekomstvisie en -strategie ontbreekt over hoe in te zetten op de opkomende recycling technologieën en binnen welke kaders de gewenste technologie voor een duurzaam alternatief kan zorgen (**-F8 coördinatie**).

'Pyrolyse kan vanuit fundamentele nooit meer dan 50% rendement opleveren' (Interview Cmp2).

'Chemische recycling kost te veel energie, met een veel te lage yield [opbrengst]. Je verliest te veel materiaal. Nog niemand komt boven de 25% uit. Het staat nog allemaal in de kinderschoenen (Interview R1).

'Wat vooral speelt is dat er nog veel onduidelijkheid is over beleid dat inzet van chemisch recycelaat in producten stimuleert. Dat raakt aan de belemmering over onvoldoende duidelijkheid over gegarandeerde afzet en marktacceptatie' (Workshop TTK6).

4.5 Veiligheid van stoffen

RIVM heeft in het kader van de productgroep analyse onderzoek gedaan naar de aanwezigheid en risico's van chemische stoffen in verpakkingen. In een circulaire economie zijn de producten van nu, de grondstoffen voor later. Het hergebruiken van producten en recyclen van materialen bespaart (nieuwe) grondstoffen en vermindert de CO₂-impact. De keerzijde daarvan is dat de gevaarlijke stoffen in de kringloop kunnen blijven of kunnen ontstaan tijdens het recycleproces. Een circulaire oplossing is dus niet altijd vanzelf veilig voor mens en milieu. Andersom kan strenge veiligheidswetgeving ook belemmerend zijn voor het toepassen van gerecyclede materialen.

Daarom is het belangrijk de invloed van "chemische stoffen en veiligheid" op circulaire maatregelen mee te nemen. Daarbij is de volgende aanpak gehanteerd:

1. Beschrijving van de samenstelling, relevante wetgeving en emissies van stoffen in de hele keten
2. Beschrijving van mogelijke risico's van stoffen bij recycling
3. Inventarisatie barrières voor het toepassen van gerecyclede grondstoffen vanuit veiligheidsperspectief.
4. Formuleren van kansen
5. Voorbeelden van gevaarlijke chemische stoffen in plastics

Er worden chemische stoffen (additieven) gebruikt in het productieproces en om de eigenschappen van kunststoffen te verbeteren. Daarnaast kunnen ook chemische stoffen aanwezig zijn die niet opzettelijk zijn toegevoegd maar ontstaan door chemische reacties tijdens productie, gebruik of recycling van verpakkingen. Deze stoffen

worden met de Engelse term NIAS aangeduid (Non-intentionally added substances).

In dit onderdeel belichten we de kunststofverpakkingen en mogelijke risico's van recycling. De drankenkartons zijn niet nader uitgewerkt, mede omdat de kunststof- en aluminiumfractie (PolyAl fractie) nu beperkt gerecycled wordt, en bij recycling niet als voedselcontactmateriaal worden gebruikt.

De aanwezigheid van zowel opzettelijk toegevoegde als niet-opzettelijk toegevoegde stoffen leidt tot specifieke uitdagingen en kansen. Het bepaalt mede de kwaliteit en dus de toepassingsmogelijkheden van recycleert, zowel vanuit technisch perspectief als vanuit veiligheidsperspectief (dit speelt vooral voor voedselcontactmaterialen). In bijlage 9.6 is dit nader uitgewerkt, met de focus op het veiligheidsperspectief. In deze paragraaf zijn de belangrijkste bevindingen samengevat.

Belangrijkste barrières zijn:

- **Afweging:**
De veiligheidscriteria die EFSA (European Food Safety Authority) hanteert bij de beoordeling van de recycling van plastics voor toepassing als voedselcontactmateriaal is streng, omdat deze gebaseerd is op het voorzorgsprincipe (Franz et al., 2022). Bij de beoordeling van risico's van stoffen wordt bijvoorbeeld uitgegaan van een bepaald worst-case contaminatie niveau gebaseerd op 20 jaar oud onderzoek. Bij de inschatting van de contaminatie gaat men ervanuit dat consumenten PET flessen "misbruiken" voor het opslaan van andere vloeistoffen (bijv. reinigingsmiddelen of pesticiden) waardoor gevaarlijke (genotoxische) stoffen in het recycleert terecht kunnen komen (Franz et al., 2022). De gehanteerde waarde (concentratieniveau) van deze genotoxische stoffen, wordt ter discussie gesteld door onderzoekers van het Fraunhofer Instituut (Franz et al., 2022).

Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen betekent niet noodzakelijk dat er een risico is. Het gaat ook om blootstelling aan stoffen, hiervoor worden blootstellingsmodellen toegepast. Bij een beoordeling van het recyclingproces voor PET trays door EFSA, is de veiligheidsbeoordeling gedaan op basis van de aanname dat een peuter per dag 833 gram vlees consumeert. Wat ook weer een conservatieve aanname is volgens onderzoekers van het Fraunhofer Instituut.

Wat betreft de recycling van polyolefines is er nog onduidelijkheid over het specifieke beoordelingsprotocol dat zal worden toegepast door EFSA. EFSA's rol is het beoordelen van de voedselveiligheid.

Een belangrijke maatschappelijke vraag is welke veiligheidsmarge nodig is om de voedselveiligheid te kunnen garanderen en tegelijkertijd het sluiten van ketens niet te belemmeren. Deze afweging wordt niet door EFSA gemaakt.

- **Kennis en verantwoordelijkheden in de keten:**
Door gebrek aan kennis over NIAS en gebrek aan geharmoniseerde standaarden, is de beoordeling en controle op

migratie van chemische stoffen in voedsel uitdagend. Recyclers van voedselcontactmaterialen moeten de veiligheid garanderen van alle stoffen die kunnen migreren, inclusief NIAS. Dit is een moeilijke opdracht omdat de samenstelling van gerecycled materiaal niet bekend is, tenzij er gemeten wordt (De Tandt et al., 2021)(Gerassimidou, 2022).

- **Ontwerp:** Voedselcontactmaterialen zijn goed gereguleerd, maar vervuiling treedt met name op als er menging met andere materialen optreedt. Om de mechanische recycling van PE en PP voedselverpakkingen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat ook de secundaire verpakkingscomponenten (labels, lijmen, prints, doppen, etc.) ontworpen zijn voor recycling zodat er geen NIAS uit migreert naar de hoofdcomponent (fleslichaam, schaal) zodat die te vervuild is om voedselveilig te kunnen recycelen (Thoden van Velzen E.U., 2021).

Belangrijkste oplossingen zijn:

- Het ontwikkelen van kennis bij de verpakkende industrie (ontwerpers), wetenschappers en beleidsmakers over waar chemische stoffen (zoals NIAS) in recycelaat vandaan komen. Op basis van deze kennis kunnen (nieuwe) design-for-recycling richtlijnen opgesteld worden waardoor de kwaliteit van het recycelaat verbetert.
- Het voeren van een dialoog tussen wetgevende instanties, wetenschappers en recyclers om een goede afweging te maken tussen risico's van stoffen en materiaalbehoud. Dit houdt in dat er afstemming tussen wetgevende instanties en industrie is over wat "goede kwaliteit" recycelaat is en een compliance en monitoringsmechanisme wordt opgezet om de kwaliteit van eindproducten en recyclaten (tussenproducten) te controleren, ook in het geval van transport tussen landen.
- Chemische recycling kan in sommige gevallen een oplossing zijn om (N)IAS te verwijderen.

4.6 Barrières en kansen specifieke verpakkingssoorten

De geïdentificeerde barrières en kansen in de verpakkingsketen kunnen verschillen per verpakkingssoort. Deze variaties vinden plaats tussen contactgevoelige en niet-contactgevoelig verpakkingen, vormvaste en flexibele verpakkingen en voor drankenkartons.

Contactgevoelige en niet-contactgevoelige verpakkingen

De barrières die groter worden voor contactgevoelige materialen hebben met name te maken met de extra regels om voedselveiligheid te borgen en verspilling te voorkomen (**-F5 marktformatie**). Daarin worden afwegingen gemaakt tussen voedselveiligheid en milieuaspecten, waarin de veiligheid vaak hoger wordt geplaatst. Dit betekent dat de barrières groter zijn voor contactgevoelige verpakkingen met betrekking tot het (1) huidige systeem dat gericht is op produceren en consumeren, (2) dat het lastiger is om een goede infrastructuur voor hergebruik op te zetten voor contactgevoelige verpakkingen, (3) het toepassen van recycelaat in contactgevoelige verpakkingen moeilijker is en (4) er een gebrekkige coördinatie is voor opkomende recycling technologieën en de

toepassing daarvan in contactgevoelige verpakkingen. Dit betekent dat niet-contactgevoelige verpakkingen minder sturing behoeven en de barrières in mindere mate aanwezig zijn dan voor de contactgevoelige verpakkingen.

Flexibele en vormvaste verpakkingen

De barrières tussen vormvaste en flexibele verpakkingen verschillen met name op technisch vlak. Vanwege de lastige recycleerbaarheid van flexibele kunststoffen zijn deze verpakkingen in de nieuwe tariefdifferentiatie 2.0 ook 10 cent per kilo duurder dan de vormvaste verpakking (Verpact, [2024](#)) (**F5 marktformatie**). Daar staat tegenover dat flexibele verpakkingen ook lichter zijn en daarmee minder verpakkingsgewicht behoeven. Deze kenmerken van flexibele verpakkingen zorgen ervoor dat barrières om circulair te worden groter zijn met betrekking tot (1) het opzetten van een infrastructuur voor flexibele hergebruik verpakkingen lastiger is dan voor vormvaste verpakkingen en (2) recycleert in mindere mate wordt toegepast in flexibele verpakkingen ten opzichte van vormvaste verpakkingen doordat recycleert ervoor zorgt dat het materiaal dikker wordt wat ongewenst is voor flexibele verpakkingen.

Drankenkartons

Voor drankenkartons zijn er op een aantal vlakken andere dynamieken in vergelijking met volledig kunststoffen verpakkingen. Drankenkartons zijn anders samengesteld dan volledig kunststoffen verpakkingen. Drankenkartons bevatten gemiddeld 77% papier, 21% kunststoffen en 2% aluminium (Interview B1). Deze andere samenstelling zorgt ervoor dat het recyclingproces ingewikkelder is en meer stappen vereist van verschillende actoren die een deel van de verpakking kunnen recyclen. Daarnaast zijn drankenkartons voedselverpakkingen, waardoor dezelfde extra barrières van toepassing zijn als hierboven benoemd voor contactgevoelige verpakkingen. Verder worden veelal dikke zuivelproducten in de Nederlandse drankenkartons verpakt wat leidt tot achtergebleven resten die voor stank en ongedierte zorgen (**-F6 mobiliseren van middelen**; Interview Cmp2). Hierdoor is de Nederlandse fractie minder aantrekkelijk om te verwerken. Deze dynamieken zorgen ervoor dat de volgende barrières voor drankenkartons in eenzelfde mate of groter zijn dan voor kunststof verpakkingen: (1) het systeem is gericht op productie en consumptie van drankenkartons en (2) het gebrek aan toepassing van recycleert in nieuwe drankenkartons vanwege de ontoereikendheid om contactgevoelig materiaal toe te passen in drankenkartons.

4.7 Samenvattende conclusies

4.7.1 MIS analyse

De MIS analyse heeft laten zien dat de vier circulaire strategieën allen een bijdrage leveren aan de missie naar een circulaire kunststof verpakkingen sector in 2050, maar dat er verschillende barrières ervaren worden die de verdere ontwikkeling en de gehele transitie momenteel belemmeren.

- **Verminderen** als circulaire strategie in de kunststof verpakkingssector is opkomend en steeds meer bespreekbaar, maar deze circulaire strategie lijdt nog wel onder het huidige

systeem dat gericht is op productie en consumptie. Door het gebrek aan afrekenbare doelen, richting en sturing voor de strategie verminderen, vindt verminderen wel plaats als reducerende maatregel, maar is er op grote schaal nog geen dalende trend waar te nemen. **Om de transitie te versnellen voor deze oplossingsrichting zijn onder andere heldere afrekenbare doelen voor vermindering nodig, zoals in de PPWR worden voorgesteld.**

- **Substitutie** door het vervangen van primair fossiel materiaal met hernieuwbare alternatieven ontvangt steeds meer aandacht en draagvlak zowel in de industrie als in beleid. Dat neemt niet weg dat er nog een bepaalde huiverigheid en verschil in percepties bestaat rondom de duurzaamheid van biogebaseerd kunststof. Daarbinnen heerst onzekerheid over hoe goed recyclebaar biogebaseerd kunststof is, welke rol composteerbare kunststoffen in de transitie spelen en de concurrentiepositie van biogebaseerd kunststof aan de input kant. **Om de transitie te versnellen is een helder afwegingskader nodig dat een duidelijke richting opzet voor biogebaseerde kunststoffen zoals de groene en oranje lijst (waarin bijvoorbeeld is vastgelegd welke biogebaseerde kunststoffen composteerbaar of recyclebaar zijn).**
- **Levensduurverlenging** via hergebruik businessmodellen vindt in toenemende mate plaats voor kunststof verpakkingen, al zijn er nog steeds problemen met het **opzetten van de benodigde retoursystemen en infrastructuur** waar **extra financiële middelen** voor benodigd zijn en **samenwerking met ketenpartijen**. Verder zijn **heldere definities** voor hergebruik die meetbaar en afrekenbaar zijn benodigd om hierop te kunnen handhaven. Drankenkartons zijn niet herbruikbaar.
- **Mechanische recycling en het toepassen van recycalaat** is in het verste stadium van ontwikkeling is, met de meeste regels, wetten en instrumenten ter stimulans van deze circulaire oplossingsrichting. Toch is een **verdere stimulering en coördinatie benodigd om de toepassing van recycalaat in nieuwe kunststof verpakkingen te bevorderen**. Daar wordt via wetten en regels in de PPWR, de circulaire plastic norm en de nieuwe tariefdifferentiatie een eerste aanzet voor gedaan.
- **Hoogwaardige verwerking via geavanceerde recycling technieken** vindt in toenemende mate plaats. Echter, vanwege de diversiteit aan mogelijkheden van deze opkomende recycling technologieën en verschil in input, milieurendement en mogelijke output, zijn partijen huiverig over de toepassingsmogelijkheden en terughoudend met investeringen. **Een helder afwegingskader en coördinerende activiteiten zijn nodig welke laten zien voor welke verpakkingsoorten, welk soort recycling technologie geschikt is.**

4.7.2

Veiligheid van stoffen

In een circulaire economie kunnen gevaarlijke stoffen in de kringloop blijven of kunnen ontstaan tijdens het recycleproces. Een circulaire oplossing is dus niet altijd vanzelf veilig voor mens en milieu. De aanwezigheid van gevaarlijke stoffen belemmert de toepassingsmogelijkheden van recycalaat. Dit geldt met name voor

toepassingen in voedselverpakkingen. Om de transitie te versnellen is meer kennis nodig over onder andere aanwezigheid en risico's stoffen en een maatschappelijke dialoog over de afweging tussen risico's van stoffen en materiaalbehoud.

5 Analyse: naar aangrijpingspunten voor beleid

5.1 Integratie bevindingen (synthese)

Op basis van de analyse van de huidige keten (hoofdstuk 2), de toekomstscenario's (hoofdstuk 3) en de kansen en barrières (hoofdstuk 4) worden in sectie 6.2 aangrijpingspunten voor beleid geformuleerd. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit de eerdere hoofdstuk geïntegreerd tot één synthese. De zes meest bepalende bevindingen voor het formuleren van deze aangrijpingspunten voor beleid zijn:

Doel fossielvrije verpakkingen in 2050 niet haalbaar

Het doel om in 2050 geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen te maken kan niet worden gehaald. De vraag naar verpakkingen blijft toenemen.

In een Business as Usual (BAU) scenario waarin een voortzetting van historische verpakkingsconsumptiepatronen is aangenomen (op basis van de historische relatie tussen de marktomvang van kunststofverpakkingen, het BBP en de bevolkingsontwikkeling) zien we een stijging van 17% in de vraag naar kunststofverpakkingen door consumenten. Flexibele verpakkingen vormen het grootste deel, gevolgd door vormvaste verpakkingen en ten slotte flessen. In alle drie de categorieën is de contactgevoelige toepassing dominant ten opzichte van de niet-contactgevoelige varianten. Drankenkartons vormen het kleinste deel.

Naast het BAU-scenario is een circulair toekomstscenario gemaakt, waarvoor via een literatuuronderzoek en een workshop met experts aannames zijn gedefinieerd. Het doel was een optimistisch circulair scenario te ontwerpen, dat technisch haalbaar is volgens de huidige kennis. In dit circulaire scenario wordt in totaal 67% primair materiaal vermeden in 2050 (t.o.v. BAU scenario). Zelfs in dit circulaire scenario blijft er, met 149 kiloton, nog steeds een substantiële vraag naar primair plastic voor consumentenverpakkingen. Dat betekent dat op basis van huidig technisch haalbare mogelijkheden (in een optimistisch scenario) het doel van fossielvrije kunststofverpakkingen in 2050 niet haalbaar is.

Samenhangende en complete doelenset nodig als basis voor beleidsinstrumenten

Vanuit verschillende beleidsstrategieën, wetten en ambitieuze industriedocumenten worden ambities voor de circulaire strategieën uitgesproken en vastgelegd. Maar de doelen vormen nog geen samenhangend en logisch geheel gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingsketen en zijn niet altijd afdwingbaar vastgelegd in wet- en regelgeving.

Naast aanvullende doelen rond bijvoorbeeld levensduurverlenging en preventie, is een belangrijk uitgangspunt het verlagen van de milieudruk.

De groeiende vraag naar verpakkingen is gerelateerd aan ongewenste milieueffecten. De broeikasgasemissies van de hele levenscyclus van kunststofverpakkingen en drankenkartons bedroegen ca 1.700 kiloton CO₂-eq in 2022, wat zou kunnen toenemen met ca. 12% in 2050. In het circulaire scenario (met hernieuwbare energiemix) daalt de netto uitstoot van broeikasgassen met ongeveer 60% in verhouding tot het BAU-scenario, tot 722 kiloton CO₂-eq in 2050.

Bio-gebaseerde plastics kunnen broeikasgasemissies reduceren, maar hebben neveneffecten in andere milieucategorieën, zoals landgebruik of verzuring. Bij een toenemende inzet van bio-gebaseerde plastics (op dit moment minder dan 1% van de wereldwijde plastic markt) is het belangrijk om deze effecten mee te nemen bij het bepalen van de aangrijpingspunten voor beleid.

Kunststofverpakkingen zijn momenteel een van de belangrijkste bronnen van de directe uitstoot van microplastics naar het milieu: ongeveer 1,2 kiloton in Nederland in 2017. Dit is 25% van de totale directe uitstoot van microplastics. De rest van de microplastics komen voornamelijk uit autobanden (ca 50%), textiel en landbouw (hoofdstuk 3).

Ongeveer 14 kiloton verpakkingsplastic komt jaarlijks in het milieu (referentiejaar 2017). Niet altijd is duidelijk waar. De keten is als geheel niet volledig inzichtelijk cq traceerbaar.

Daarnaast worden chemische stoffen (additieven) gebruikt in het productieproces en om de eigenschappen van kunststoffen te verbeteren. Mens en milieu kunnen blootgesteld worden aan chemische stoffen in verschillende fases van de levenscyclus van producten. De aanwezigheid van gevaarlijke stoffen belemmert de toepassingsmogelijkheden van recyclaat (bijlage 9.4).

Alhoewel de broeikasgasemissies redelijk lineair gekoppeld lijken aan primair materiaalgebruik is het, bijvoorbeeld met het oog op toenemende inzet van biogebaseerde plastics en inzet van chemische recycling (vraagt hogere energie inzet dan mechanische recycling), belangrijk om het verlagen van milieudruk mee te nemen bij het formuleren van beleid.

Systeemblik (aangrijpingspunten buiten de kunststof verpakkingsketen) nodig

Om in 2050 geen verpakkingen te maken van primaire fossiele bronnen is, naast behoud van al het materiaal binnen de huidige verpakkingsketen (closed-loop recycling), aanvullende inzet noodzakelijk om aan de groeiende vraag naar verpakkingen te kunnen voldoen. Dat betekent inzet op:

- I. alternatieve grondstoffen, denk aan:
 - ander materiaal dan kunststof
 - kunststof afval uit andere sectoren of eventueel het buitenland,
 - biomassa,
 - of via technologieën voor koolstofgebruik.
- II. verminderen van de vraag naar verpakkingen:

De huidige economie is gericht op financiële groei (kwantiteit) en

stuurt niet of nauwelijks op (milieu)kwaliteit. Nederland heeft bijvoorbeeld, economisch baat bij de productie van kunststof verpakkingen.

Daarnaast zijn er maatschappelijke trends waardoor het gebruik van verpakkingen toeneemt in plaats van afneemt. Denk aan inzet op gemak (voorgesneden groenten, kant en klaar), vergroting aanbod (verschillende soorten verpakking voor één type product) en kleinere huishouden (kleinere porties).

Dit vraagt om aangrijpingspunten en afwegingen die (gedeeltelijk) buiten de kunststof verpakkingketen liggen. Deze aangrijpingspunten zijn op verschillende niveaus te definiëren – denk aan:

- keuze verpakkingsmateriaal (rekening houdend met milieu-impact en beschikbaarheid van andere materialen als glas en blik)
- de synergie en/of afruil tussen verschillende productketens. Inzet van kunststof afval uit andere sectoren of buitenland leidt mogelijk tot een (ongewenste) verschuiving van het probleem. Dit geldt ook voor de inzet van biomassa, ook andere transities vragen om inzet van biomassa
- de afweging tussen verschillende (milieu)effecten. In deze analyse is de doelstelling *fossielvrije verpakking* leidend. Alhoewel de broeikasgasemissies redelijk lineair gekoppeld lijken te zijn aan primair materiaalgebruik is het, bijvoorbeeld met het oog op toenemende inzet van bio-gebaseerde plastics en inzet van chemische recycling, belangrijk een onderbouwde afweging te maken met het oog op mogelijke verschillende milieueffecten.
- Veranderingen in leefstijl. De huidige vraag naar verpakkingen is ook gerelateerd aan leefstijl. Met inzet op leefstijlverandering kan het gebruik van verpakkingen waarschijnlijk lager komen te liggen. Dit vereist inzet op leefstijlverandering, inzicht in de mogelijkheden om daarop te sturen en de effecten daarvan op het gebruik van energie en grondstoffen.
- Huidige governance en economische systeem. De keten wordt in belangrijke mate gekenmerkt door marktwerking, waarbij economische groei (meer produceren, meer producten verkopen) voor een groot deel bepaalt hoe de keten functioneert.

Onvoldoende regie, samenwerking en delen van data en kennis in de keten

Er zijn veel overdrachtsmomenten in de keten, verschillende verpakkingsoorten en kunststofsoorten en ook internationale aspecten. Dat maakt regie en samenwerking in de keten belangrijk, maar ook lastig en uitdagend. De huidige praktijk en het ingezette instrumentarium is voornamelijk gericht op effecten voor een beperkt deel van de keten (mechanische recycling). Het geheel stuurt en werkt nog niet effectief samen op het behalen van een circulaire verpakkingketen. Naast (blijvende) aandacht voor mechanische recycling is inzet op aspecten als ontwerp, verminderen en levensduurverlenging, inzameling en sortering, opkomende recycling technieken en de onderlinge samenhang tussen de verschillende circulaire strategieën (inclusief een feedbackloop) noodzakelijk.

Er is een duidelijk gezamenlijk ketenbelang (van ontwerp tot afdankfase) om in de toekomst al het materiaal binnen de keten te behouden gelet op groeiende vraag naar verpakkingen en het gestelde doel (geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen) en de kwaliteitseisen die, met name, worden gesteld aan contactgevoelige verpakkingen.

Er zijn weinig tot geen gegevens bekend over de vermarkting van afval en het recyclaat, en welke specifieke verpakkingsoorten nog in de afvalstroom aanwezig zijn. Dit komt vanwege concurrentiegevoelige data of gesommeerde data die lastig te interpreteren is. Dit is te relateren aan de bevinding in deze analyse dat de doelen nog geen samenhangend en logisch geheel vormen gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingketen (en niet altijd afdwingbaar zijn vastgelegd in wet- en regelgeving). Daardoor is er gebrekkig inzicht en is gerichte sturing, op basis van een feedbackloop in de keten, niet goed mogelijk. En is ook een (kwantitatieve) koppeling met milieu effecten lastiger te maken.

Naast data wordt daarmee ook de kennis over de relatie tussen verpakkingontwerp, inzamelwijze, sorteervijze en recyclingwijze enerzijds en voedselveiligheid anderzijds (ook met oog op aanwezigheid /ontstaan van gevaarlijke stoffen) niet binnen de keten gedeeld en verder ontwikkeld. Het delen van data en (gezamenlijke) kennis(opbouw) is cruciaal om vervolgstappen te kunnen zetten richting een circulaire verpakkingketen.

Sturen op circulaire verpakkingketen vraagt continue verbetering en inzet overheid

De keten is complex en dynamisch, waarbij afwegingen tussen verschillende maatschappelijke belangen moeten worden gemaakt (bijvoorbeeld voedselveiligheid in relatie tot inzet recyclaat), maar ook tussen de inzet van de verschillende circulaire strategieën (gebruik van minder materiaal kan bijvoorbeeld een langere levensduur in de weg staan). Hierbij past een aanpak en een overheidsinzet die stuurt op continue verbetering en bijsturing richting het doel in 2050.

Om de transitie richting 2050 bij te sturen en tijdig te evalueren is een goede coördinatie van de missie nodig met een gedragen visie op een circulaire verpakkingketen en de rol van de verschillende strategieën daarbinnen. Denk bijvoorbeeld aan de inzet van chemische recycling. Heldere (onafhankelijke en valideerbare) afwegingskaders die duiden voor welke verpakkingsoorten welke innovatie of technologie het meest geschikt is, geven duidelijkheid voor alle actoren in de keten naar een circulaire verpakkingketen. Dit kan ook mogelijkheden creëren voor innovaties die verder weg staan bij de huidige infrastructuur, welke voornamelijk gericht is op mechanische verwerking van kunststof verpakkingen.

Inzet op combinatie van circulaire strategieën en verpakkingsoort wenselijk

Een sterke sturing (vanuit beleid via bijvoorbeeld de doelstellingen en de focus van bedrijven) is geobserveerd voor één van de circulaire strategieën, namelijk hoogwaardige verwerking (specifiek mechanische recycling). Uit het circulaire scenario blijkt dat voor een circulaire verpakkingketen inzet op alle circulaire strategieën noodzakelijk is.

Hierbij ligt een grote, nog onbenutte, potentie bij de strategieën verminderen en levensduurverlenging.

De gestelde doelen maken nu nagenoeg geen onderscheid tussen verpakkingsoorten. Op basis van het circulaire scenario is in onderstaande tabel 5.1 per verpakkingsoort aangegeven welke circulaire strategie de grootste bijdrage kan leveren richting een circulaire verpakkingketen. Vanuit de MIS analyse zijn voor deze strategie de belangrijkste barrières gegeven.

Tabel 5.1 Overzicht circulaire strategieën gekoppeld aan barrières en specifieke verpakkingsoorten

soort verpakking	prioritaire strategie	barriere (belangrijkste vanuit de MIS)
I Vormvast contactgevoelig	Vermindering Hoogwaardige verwerking	*Systeem gericht op meer produceren en consumeren *Gebrek aan sturingsmechanismen gericht op verminderen *Te weinig recycklaat toegepast in nieuwe vormvaste contactgevoelige verpakkingen door gebrek aan kwantiteit en kwaliteit van recycklaat, hoge prijzen en gebrekkige stimulans om recycklaat toe te passen *Gebrekkige coördinatie voor opkomende recycling technologieën
<i>contactgevoelige flessen</i>	Levensduurverlenging	*Gebrekkige infrastructuur voor hergebruik door ontbreken uniforme inzamel- en retoursystemen en benodigde gedragsverandering. *Gebrek aan meetbaarheid en monitoring belemmeren sturingspotentieel op hergebruik
II Vormvast niet contactgevoelig	Hoogwaardige verwerking Vermindering (vooral reduce door terugdringen loze ruimte). <i>Bij het toepassen van recycklaat in deze categorie kan ook recycklaat uit de categorie contactgevoelig vormvast worden ingezet, als deze niet in aanmerking komt voor toepassing contact sensitive categorie.</i>	*Te weinig recycklaat toegepast in nieuwe niet-contactgevoelige verpakkingen door gebrek aan kwantiteit en kwaliteit van recycklaat, hoge prijzen en gebrekkige stimulans om recycklaat toe te passen *Systeem gericht op meer produceren en consumeren *Gebrek aan sturingsmechanismen gericht op verminderen en reduceren
<i>niet-contactgevoelige flessen</i>	Hoogwaardige verwerking <i>Bij het toepassen van recycklaat in deze categorie</i>	*Te weinig recycklaat toegepast in nieuwe niet-contactgevoelige flessen door gebrek aan

soort verpakking	prioritaire strategie	barriere (belangrijkste vanuit de MIS)
	<i>kan ook recycleat uit de categorie contactgevoelige flessen worden ingezet, als deze niet in aanmerking komt voor toepassing in de "eigen" contact gevoelige categorie (in de praktijk zijn dat flessen die 1) niet verzameld via statiegeldsysteem en 2) niet chemisch worden gerecycled.)</i>	kwantiteit en kwaliteit van recycleat, hoge prijzen en gebrekkige stimulans om recycleat toe te passen
III Flexibel contact gevoelig	Van alle verpakkingsoorten het minst circulair (blijft substantiële hoeveelheid primair materiaal nodig). Vermindering is de meest effectieve strategie gevolgd door hoogwaardige verwerking via opkomende technologieën	*Systeem gericht op meer produceren en consumeren van flexibele verpakkingen *Gebrek aan sturingsmechanismen gericht op verminderen van flexibele verpakkingen *Gebrekkige coördinatie voor opkomende recycling technologieën
IV Flexibel niet contact gevoelig	Naast flexibel contact gevoelig blijft ook hier een substantiële hoeveelheid primair materiaal nodig voor de productie. Hoogwaardige verwerking is de meest effectieve strategie. <i>Bij het toepassen van recycleat in deze categorie kan ook recycleat uit de categorie contact gevoelig flexibel worden ingezet, als deze niet in aanmerking komt voor toepassing in de "eigen" contact gevoelig categorie.</i>	*Gebrekkige coördinatie voor opkomende recycling technologieën *Te weinig recycleat toegepast in nieuwe niet-contactgevoelige flexibele verpakkingen door gebrek aan kwantiteit en kwaliteit van recycleat, hoge prijzen en gebrekkige stimulans om recycleat toe te passen
V Dranken-kartons	Materiaalvervanging (binnen de geanalyseerde verpakkingsoorten, bijv. van drankenkartons naar flessen)	*Systeem gericht op meer produceren en consumeren van drankenkartons *Gebrek aan sturingsmechanismen gericht op vervangen naar andere verpakkingsoorten

6 Belangrijkste conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies van deze productgroep analyse gegeven en is een breed palet aan aangrijpingspunten voor beleid geformuleerd. De verschillende aangrijpingspunten zijn in deze studie nog niet geprioriteerd. Voor de prioritering zijn suggesties gedaan maar de prioritering is (mede) afhankelijk van beleidskeuzes tussen productgroepen en andere milieu en/of maatschappelijke belangen en daarmee geen onderdeel van deze productgroep analyse.

6.1 Belangrijkste conclusies

1. Niet op koers richting nationaal doel 2050

Het doel van de Nederlandse overheid is dat in 2050 kunststof verpakkingen niet meer worden gemaakt van primaire fossiele grondstoffen. Dat vraagt dus om een reductie van het gebruik van primair materiaal (kunststof van fossiele bron) met 100%.

- In de keten vinden momenteel nog aanzienlijke verliezen plaats. Van de in totaal op de markt gebrachte kunststof verpakkingen gaat op dit moment bij inzameling en recycling de helft verloren (verbranding met energiewinning). Voor drankenkartons is dat tweederde.
- Op dit moment is recycleat naar schatting maar 7% van de hoeveelheid gebruikte kunststof grondstoffen (gerecycled PET uit het statiegeldsysteem) in verpakkingen (closed-loop recycling). Bij drankenkartons is dat 0%. De rest van het recycleat wordt toegepast in andere ketens (open-loop recycling).
- Daarbij neemt het gebruik van kunststof verpakkingen toe.
- De huidige productie en gebruik van verpakkingen is gerelateerd aan ongewenste milieu effecten.

Met de huidige inrichting van de keten en het ingezette beleidsinstrumentarium kan het doel niet worden gehaald. In een optimistisch, technisch haalbaar circulair toekomstscenario wordt in totaal 67% primair materiaal vermeden in 2050. Er blijft dan nog steeds een substantiële vraag van 149 Kiloton/jaar naar primair plastic voor consumentenverpakkingen. Het gaat dan vooral om contactgevoelige verpakkingen en flexibele verpakkingen.

Naast inzet op vermindering van de vraag naar kunststofverpakkingen, is inzet van alternatieve (hernieuwbare) grondstoffen zoals biomassa, of nieuwe technologieën voor het afvangen en gebruik van CO₂ nodig.

Deze analyse bevestigt voor deze productgroep de eerdere conclusie in de ICER; *"Versnelling van de transitie is nog niet zichtbaar en dat is zorgelijk gezien de ambities"* ([ICER 2023](#))

2. Huidige marktwerking en governance maakt sturen op transitie naar circulaire verpakingsketen uitdagend

De productie van plastic (verpakkingen) is sinds 2000 explosief gegroeid. Bijna alle verpakkingen worden op dit moment nog van minerale olie als primaire grondstof gemaakt. Nederland heeft een groot aandeel in de Europese productie van kunststof²⁸. Dit geeft voor de Nederlandse markt een sterke prikkel om nieuwe kunststoffen te (blijven) maken. De prijs van primair materiaal wordt bepaald op de wereldmarkt, de afzet van recycelaat ook. Dat maakt dat veranderingen en het sturen op het realiseren van een circulaire verpakingsketen uitdagend zijn. Recente faillissementen van bedrijven gericht op de recycling van kunststof zijn hiervoor illustratief.

Het overheidsbeleid wordt in belangrijke mate bepaald door de uitvoering van het wettelijke instrument *Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV)*. De uitvoering is belegd bij Verpact, een samenwerking van producenten en importeurs van verpakkingen. Verpact heeft vanuit de UPV de verantwoordelijkheid dat grondstoffen gerecycled worden maar is niet verantwoordelijk voor het toepassen van het recycelaat. De verantwoordelijkheid binnen de UPV is daarmee niet gelijk aan de doelstelling in het NPCE. Daarnaast is deze sector vooral gericht op economische factoren (marktwerking) en is vooral de prijs bepalend voor het maken van keuzes. De UPV is (alleen) belegd bij partijen die onderdeel zijn van deze marktwerking en het doel van de UPV is niet gelijk aan de nationale doelstelling. De vraag is of hiermee het juiste sturingspotentieel kan worden bereikt.

Daarnaast kent het sturingspotentieel sterke belemmeringen:

- Er zijn veel verschillende type actoren en verpakkingsoorten waardoor de keten complex is en data en kennis om te kunnen sturen richting een circulaire verpakingsketen niet optimaal wordt ingezet (zie ook punt 6 van deze conclusies)
- Aanpassingen aan de productiekant, de inzameling en recycling vragen om technologieontwikkeling en (lange termijn) investeringen. Hiervoor is een lange termijn visie (zie ook punt 4 in deze conclusies) en consequent beleid belangrijk.

De huidige marktwerking en de complexiteit (denk ook aan de vereiste kwaliteit voor voedselverpakkingen) van de keten in combinatie met de huidige governance en het ontbreken van een lange termijnvisie en aanpak voor het behalen van het missiedoel in 2050, maken het sturen op de transitie naar een circulaire verpakingsketen uitdagend.

3. Extra interventies nodig naast optimaliseren huidige verpakingsketen

Om het doel te halen zijn meer fundamentele ingrepen nodig, zoals bij voorbeeld het uitfasen van niet circulaire verpakkingsoorten of het opleggen van scherpe verminderdoelstellingen (denk bijvoorbeeld aan het verdergaand stimuleren van het gebruik van concentraat door een verbod op het verpakken van lucht en/of water).

²⁸ [Outlook Energiesysteem 2050 | Expertteam Energiesysteem 2050 \(etes2050.nl\)](https://etes2050.nl)

De productgroep analyse laat zien dat ook interventies buiten de huidige verpakkingsketen nodig zijn. Dit kan op verschillende niveaus, bijvoorbeeld als onderdeel van hoe onze maatschappij en economie functioneert. Daar liggen vooral kansen in relatie met de circulaire strategie "verminderen". Denk bijvoorbeeld aan ingrepen in de voedselketen. Voedsel dat lokaal en vers (seizoensgebonden) wordt aangeboden heeft in de regel minder verpakking nodig. Of denk aan ingrepen die te maken hebben met de sfeer van mensen zoals toename van e-commerce en verpakte kant-en-klaar maaltijden.

4. Samenhangende set nationale en internationale doelen en instrumenten en een visie op een circulaire verpakkingsketen ontbreekt

Er zijn duidelijke en ambitieuze doelen zowel voor korte, midden als langere termijn. De doelen vormen echter nog geen samenhangend en logisch geheel gericht op het bereiken van een circulaire verpakkingsketen. De huidige praktijk en het ingezette instrumentarium is vooral gericht op effecten voor een beperkt deel van de keten (recycling). Ook zijn de doelen niet altijd in wet- en regelgeving vastgelegd en/of afrekenbaar, met name bij de strategie verminderen en levensduurverlenging.

De huidige en voorgenomen doelen in de PPWR kunnen gezien worden als een start voor een nog te ontwikkelen set doelen gericht op een circulaire verpakkingsketen. Het doel uit het NPCE gericht op fossielvrij nieuw kunststof is helder. Verdere concrete doelen zijn nog niet opgenomen.

Sturing gebeurt echter niet alleen met doelen. De noodzakelijke innovatie wordt ook belemmerd door onzekerheid over de richting en dus de toekomstige markt/verdienmodellen (zie ook punt 2). Een duidelijke visie vanuit de Rijksoverheid op een circulaire verpakkingsketen kan helpen de transitie te versnellen en kan inzicht geven in een meer concrete invulling van een circulaire verpakkingsketen. Denk bijvoorbeeld aan het opstellen van een prognose hoeveel de vraag naar verpakkingen zou moeten verminderen richting 2050 om aan het doel te voldoen. Een ander voorbeeld is duidelijk aangeven welke rol chemische recycling krijgt in een circulaire verpakkingsketen.

5. Inzet op alle circulaire strategieën nodig met onderscheid naar verpakkingsoort

De huidige praktijk en het ingezette instrumentarium is vooral gericht op (mechanische) recycling. Om te komen tot een circulaire verpakkingsketen is het belangrijk om ook het gebruik van verpakkingen te verminderen, in te zetten op het vaker gebruiken van dezelfde verpakking (levensduurverlenging) en verpakkingen te maken van hernieuwbare grondstoffen. Inzet op recycling blijft nodig maar de strategieën verminderen en levensduurverlenging hebben een nog grote onbenutte potentie.

Elke verpakkingsoort kent daarbij specifieke uitdagingen. Het ontwerp, soms in combinatie met de inrichting van het systeem van inzameling en recycling, belemmert hergebruik en recycling. Onvoldoende is bekend

over de relatie tussen verpakkingsoorten²⁹ en de wijze van verwerking (wordt de verpakking gerecycled of verbrand) en de relatie tussen verpakkingsoort en materiaalsoort. Duidelijk is dat folies (61% niet gerecycled) en drankenkartons (67% niet gerecycled) nu slecht presteren en dat het gebruik van recycelaat in nieuwe verpakkingen vooral gebeurt voor de stroom PET frisdrankflessen (zie hoofdstuk 3). Daarnaast zorgt de grote hoeveelheid verschillende soorten kunststoffen voor een extra uitdaging. Door structureel te analyseren welke specifieke verpakkingsoorten / product-verpakkingcombinatie slecht presteren zijn gerichte interventies mogelijk. Dat kan in combinatie met een specifieke circulariteitsstrategie zoals het uitfaseren of verminderen van slecht presterende verpakkingsoorten. Op basis van het circulaire scenario is per circulaire strategie en verpakkingsoort in deze analyse aangegeven waar de meest potentie voor het versnellen van de transitie naar een circulaire verpakkingketen ligt (zie tabel 5.1).

6. Vergroten transparantie cruciaal voor verbeteren sturing

Goed inzicht in de werking van de keten is nodig voor de selectie van succesvolle interventies. Er zijn veel actoren en samen beschikken die over veel informatie:

- De producentverantwoordelijkheidsorganisatie Verpact beschikt over veel informatie vanuit hun wettelijke taak. Deze informatie wordt gemonitord op basis van de rapportageplicht en is openbaar beschikbaar. Vanuit haar rol in de keten beschikt Verpact ook over informatie die niet onder deze rapportageplicht valt. Deze informatie is niet openbaar beschikbaar.
- Ook andere ketenpartijen beschikken over relevante informatie. Dat gaat dan over de ontwerpkant, het gebruik van verpakkingen, de inzameling en de samenstelling van ingezameld en restafval. Een bijzonder voorbeeld is informatie die aanwezig is bij de ketenpartijen die betrokken zijn bij de export van de te recycelen stromen. Bij verwerking buiten Nederland wordt vaak getwijfeld over de circulariteit van de verwerking en ongewenste milieueffecten.

Informatie over de volumes van kunststofverpakkingen op punten in de keten buiten de wettelijke rapportageplicht worden vanuit producentverantwoordelijkheid niet systematisch verzameld en tot een samenhangend en bruikbaar beeld gebracht. Hier zou vanuit de Rijksoverheid op gestuurd kunnen worden. Beter inzicht in alle stappen van de keten gekoppeld aan verpakking- en materiaalsoorten incl. de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen helpt om belemmeringen op te sporen en interventies te ontwikkelen. Daarbij hoort ook inzicht in de import en export van te recycelen materiaal.

6.2 Aangrijpingspunten voor beleid

Om in 2050 geen verpakkingen te maken van primaire fossiele bronnen is behoud van al het materiaal binnen de huidige verpakkingketen (closed-loop recycling) niet voldoende. In aanvulling daarop is het nodig om ook te werken aan alternatieve grondstoffen (denk aan biomassa of

²⁹ Onder verpakkingsoorten is in dit rapport verstaan het onderscheid in wel of niet vormvast en wel of niet contactgevoelig. Deze soorten zijn ook weer op te delen in subsoorten, denk aan de verschillende soorten zakken, knijpzakken, chipszakken enz die allemaal onder niet vormvast contactgevoelig vallen. Ook deze differentiatie is van belang bij het wegnemen van belemmeringen en aangrijpingspunten voor beleid.

kunststofrecycleat uit andere ketens) en om de vraag naar verpakkingen te verminderen.

Dit betekent dat de aangrijpingspunten en afwegingen (gedeeltelijk) ook buiten de kunststofverpakkingsketen liggen.

De aangrijpingspunten zijn daarom onderverdeeld in:

- I. Binnen de verpakkingsketen
- II. Buiten de verpakkingsketen

De verschillende aangrijpingspunten zijn niet geprioriteerd. In het algemeen lijkt een hiërarchie logisch op basis van de R-ladder (start met refuse en als laatste recylen) en het behoud van materiaal binnen de keten (gerelateerd aan de kwaliteitseisen aan recycleat):

1. Hergebruiken/recyclen voor contactgevoelige verpakkingen,
2. dan voor niet-contactgevoelig verpakkingen en
3. dan voor toepassingen buiten de verpakkingsketen.

Maar ook andere aspecten, zoals milieu impact of andere maatschappelijke belangen, kunnen in de prioritering van belang zijn. In een vervolgstudie zou dit verder onderzocht kunnen worden.

I Aangrijpingspunten binnen de verpakkingsketen

Hiervoor kunnen meer algemene afspraken worden gemaakt naast afspraken per circulaire strategie.

Algemeen

Meer algemene afspraken kunnen zich richten op:

- *Organiseren van een feedbackloop van data en kennis in de keten;* (verplichting tot het) actief delen van informatie en data (per verpakkingstype) en het organiseren van een trusted environment³⁰.
- *Safe and sustainable design;* het ontwerpen van verpakkingen bestaande uit duurzame grondstoffen en gericht op lange levensduur (bijvoorbeeld door standaardisatie van verpakkingen) die na gebruik volledig recyclebaar zijn.
- *Toepassen principe "Best beschikbare productontwerp"*³¹ De meest circulaire wijze om een product te verpakken wordt de norm en verpakkingen die daar niet aan voldoen worden uitgefaseerd. Dit kan bijvoorbeeld worden gestimuleerd via tariefdifferentiatie.
- *Hanteer voor productontwerp een hiërarchie bij keuze in verpakkingsoort.* Bovenaan "niet verpakken", daarna inzet op behoud van materiaal (bij voorkeur) binnen de keten. Dat betekent een keuze voor het gebruik van verpakkingen die allereerst geschikt zijn voor hergebruik (glas en blik zijn dan relevante opties mits milieueffecten worden meegenomen) en als dat niet mogelijk is een keuze voor verpakkingen die binnen de keten kunnen worden gerecycled. En pas in de laatste plaats een keuze voor een verpakking met recycling buiten de keten.

³⁰ Een beschermd afgesloten omgeving om data te kunnen verzamelen, valideren en anonimiseren/aggregeren.

³¹ naar analogie van BAT (Best Available Technology)

- *Inzet van (financiële) prikkels.* Het op de markt brengen van uit het oogpunt van circulariteit ongewenste verpakkingen kan worden ontmoedigd met bij voorbeeld grotere tariefdifferentiatie in de afdracht die producenten moeten doen binnen UPV.
- *Vergroten sturingspotentieel.* De uitvoering van de UPV is belegd bij producenten die ook worden gestuurd door marktwerking. In het kader van het verbreden naar een ketenverantwoordelijkheid is het belangrijk om te onderzoeken hoe het huidige sturingspotentieel kan worden vergroot, bijvoorbeeld welke ketenpartners (nog meer) betrokken moeten zijn.

Aangrijpingspunten per circulaire strategie

Heel concreet kan in het kader van gezamenlijke ketenverantwoordelijkheid worden ingezet op verplichtende afspraken per circulaire strategie, waar mogelijk per verpakkingstype. Het circulaire scenario geeft hiervoor een eerste aanzet (zie ook tabel 5.1).

- **Vermindering**

Mogelijke aangrijpingspunten binnen deze strategie zijn breed; van inzet op het veranderen van gedrag van consumenten en producenten, efficiënter of anders verpakken tot het stellen van strengere eisen op verpakken. De aangrijpingspunten gericht op het veranderen van gedrag hangen sterk samen met hoe de huidige consumptiemaatschappij functioneert (zie ook onder categorie II aangrijpingspunten buiten de verpakkingketen).

Strengere eisen

Op basis van informatie over best beschikbare circulaire innovaties of technologieën kunnen eisen (bij voorkeur internationaal afgestemd) worden gesteld aan verpakkingsoorten. Als een meer circulair alternatief beschikbaar is dan kan de bestaande verpakking of technologie worden uitgefaseerd. Verder liggen er mogelijkheden om normen te stellen voor het gebruik van circulaire opties, dan wel afrekenbare doelen te stellen voor het verminderen of hergebruiken van verpakkingen.

Verminderen gebruik van drankenkartons

Drankenkartons zijn binnen het huidige systeem niet herbruikbaar, kennen hoge verliezen bij de inzameling en recycling en het materiaal is niet recyclebaar binnen de keten. Verpakken in een ander type verpakking (bijvoorbeeld in plastic flessen in combinatie met hergebruik) is voor deze productgroep de strategie met de grootste potentie. Bij de keuze voor een alternatieve verpakking is het belangrijk om rekening te houden met milieueffecten.

Gebruik concentraten stimuleren

Met het gebruik van concentraten kan de hoeveelheid verpakkingmateriaal worden verminderd, denk aan het gebruik van wasstrips of (hand)zeep waar thuis water aan wordt toegevoegd (in een hervulbare verpakking). Aangrijpingspunten kunnen zich richten op consumentenacceptatie van het gebruik van concentraten. Of op een voorbeeldfunctie/marktstimulus via de inkoop van de overheid (bijvoorbeeld de handzeep op toiletten).

Een meer fundamentele benadering is om "overbodige verpakking" te definiëren als geen lucht en/of water verpakken.

Hiermee wordt het gebruik van concentraat verdergaand gestimuleerd. Start met de productgroep *vormvaste verpakkingen in niet contact sensitieve toepassingen (bv wasmiddelflacons)*.

- **Levensduurverlenging**

Om levensduurverlenging van kunststof verpakkingen verder te stimuleren kan de (retour)infrastructuur worden verbeterd, ingezet worden op experimenten en ontwikkelen van kennis. Verdere stimulans kan plaatsvinden via financiële prikkels of een wettelijk aandeel hergebruik verplicht te stellen. Denk hierbij aan het verplicht gebruik van herbruikbare verpakkingen, eventueel gekoppeld aan een "verplicht" aantal levenscyclussen, bijvoorbeeld in het Besluit Beheer Verpakkingen. Ten slotte kunnen activiteiten worden ondernomen die extra draagvlak bij consumenten genereren.

Helder beleidskader en standaardiseren

Ontwikkel, als onderdeel van een visie op een circulaire verpakkingketen (zie ook punt 4 van de conclusies), ook een helder beleidskader voor levensduurverlenging (met een aangescherpte definitie voor hergebruik). Kom tot meetbare, afrekenbare doelen in bestaand beleid en koppel die aan best practices, waarbij het cruciaal is dat daar vervolgens ook op gerapporteerd en gehandhaafd kan worden. Stimuleer het ontwikkelen en implementeren van (gestandaardiseerde) hergebruiksystemen in combinatie met hoogwaardige verwerking.

Voor de productgroep *contactgevoelige flessen verpakkingen* heeft de circulaire strategie levensduurverlenging de grootste potentie.

- **Substitutie**

Om in 2050 geen verpakkingen te maken van primaire fossiele bronnen zijn, naast behoud van al het materiaal binnen de huidige verpakkingketen (closed-loop recycling), alternatieve grondstoffen noodzakelijk, zoals:

- biomassa,
- kunststof afval uit andere sectoren of eventueel het buitenland
- of via technologieën voor koolstofgebruik.

Voor het formuleren van aangrijpingspunten voor deze strategie is een visie op een circulaire verpakkingketen, inclusief een afwegingskader belangrijk. Welke (mix) van alternatieve grondstoffen en onder welke randvoorwaarden past in het beeld van een circulaire verpakkingketen in 2050.

Voor de inzet van biomassa is de groene en oranje lijst³² waarin bijvoorbeeld is vastgelegd welke biogebaseerde kunststoffen composteerbaar of recyclebaar zijn mogelijk een goed vertrekpunt.

³² <https://transitieagendakunststoffen.nl/publish/pages/196565/actieplan-biobased-kunststoffen.pdf>

De productgroep analyse heeft zich gericht op de Nederlandse markt. Voor grondstoffen inclusief recyclaten en zelfs afvalstromen is er sprake van een internationale markt. Optie is om grondstoffen (recyclaat, biogebaseerd) te importeren om daarmee voldoende recyclaat/biogebaseerde grondstof te hebben. Hiermee kan, al dan niet tijdelijk voorzien worden in voldoende (alternatieve) grondstoffen. Uiteraard vraagt dit wel afweging met andere belangen in het (inter)nationale speelveld en zal onderdeel moeten zijn van de visie op een circulaire verpakingsketen.

meer fundamentele ingrepen zouden zich kunnen richten op een heffing op het gebruik van primaire kunststof of op het (op termijn) verbieden van verpakkingen die niet bijdragen aan circulariteit of van verpakkingen waar een (meer circulair) alternatief voor bestaat. Bijvoorbeeld via een verplicht aandeel, het beprijzen van fossiele kunststoffen, tariefdifferentiaties in de UPV of als losse doelstelling in het PPWR.

- **Hoogwaardige verwerking en toepassing van recyclaat**

Inzet op vergroten kwantiteit recyclaat (stimuleren markt)

Stuur op mogelijkheden om de kwantiteit van het recyclaat te vergroten en de prijs van het recyclaat te helpen concurreren met de prijs van fossiel kunststof. Denk aan prijsprikkels, zorgen voor voldoende recycle capaciteit, norm voor het toepassen van gerecycled kunststof zoals via de circulaire plastics norm of het standaardiseren van het ontwerp van verpakkingen (inclusief de materialen).

Inzet op verhogen kwaliteit recyclaat

Zorg naast focus op kwantiteit ook voor focus op recyclaat van voldoende kwaliteit. Kwaliteit kan op verschillende manieren worden gedefinieerd. Denk aan mate van inzetbaarheid in een volgende toepassing of het aantal recyclingscycli dat een materiaal meegaat. Dit onderstreept het belang van een ketenperspectief. Gezien de hoge kwaliteitseisen aan voedselverpakkingen en de vraag naar recyclaat van hoge kwaliteit lijkt het strategisch om hoogwaardig materiaal binnen de (voedsel)keten te behouden.

Aangrijpingspunten kunnen zich richten op het optimaliseren van en innoveren in de inzameling en sortering, het stimuleren van het correct afdanken door consumenten, concrete doelen op kwaliteit of het verbieden van slecht-recyclebare kunststoffen. De aanwezigheid van zowel opzettelijk toegevoegde als niet-opzettelijk toegevoegde stoffen leidt tot specifieke uitdagingen en kansen. Het bepaalt mede de kwaliteit en dus de toepassingsmogelijkheden van recyclaat, zowel vanuit technisch perspectief als vanuit veiligheidsperspectief (dit speelt vooral voor voedselcontactmaterialen). Belangrijk aangrijpingspunt is het ontwikkelen van kennis bij de verpakkende industrie (ontwerpers), wetenschappers en beleidsmakers over waar chemische stoffen in recyclaat vandaan komen.

Eenduidig en gedragen toekomstvisie opkomende recycling technologieën

Een duidelijke visie over de inzet van opkomende recycling technologieën kan inzicht geven in de mogelijke rol en benodigde vervolgstappen van recycling technologieën als pyrolyse, dissolutie en solvolyse, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende chemische recyclingtechnieken (bijvoorbeeld milieu-impact, economische impact, afvalspecificaties, beschikbaarheid afval). Belangrijk is dat deze visie onderdeel is van de bredere visie op een circulaire verpakingsketen. Een integrale blik waarbij bijvoorbeeld rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen (chemische recycling kan een oplossing zijn om stoffen te verwijderen), materiaalverlies en de energievraag. Denk aan een nationaal of Europees afwegingskader, of een onderzoek naar de verschillende recycling technologieën en welke het meest geschikt is voor welke verpakingsstroom of het opzetten van experimenteerruimte.

Fundamentele ingrepen

Meer fundamentele ingrepen aan de afvalkant kunnen zich richten op een verbod, of het zwaarder belasten van kunststof verpakkingen in het restafval. Het verplichten, of een hogere vergoeding te hanteren voor gebruik van recycleat afkomstig uit de verpakingsketen. Houd hierbij rekening dat niet de verkeerde impulsen ontstaan die leiden tot levensduurverkorting en/of fraude gevoelig zijn.

Kijk naar ingrepen in de wijze van governance, waarbij de producent (of verkoper) eigenaar blijft van de verpakking ook in de afdankfase.

De veiligheidscriteria die EFSA (European Food Safety Authority) hanteert bij de beoordeling van de recycling van plastics voor toepassing als voedselcontactmateriaal is streng, omdat deze gebaseerd is op het voorzorgsprincipe (Franz et al., 2022). Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen betekent niet noodzakelijk dat er een risico is. Een belangrijke maatschappelijke vraag daarbij is welke veiligheidsmarge nodig is om de voedselveiligheid te kunnen garanderen en tegelijkertijd het sluiten van ketens niet te belemmeren. Onderzoek hoe (interpretatie van) de eisen aan inzet van recycleat voor voedselcontactmaterialen ook kunnen aansluiten bij het maatschappelijke belang van transitie naar een circulaire economie.

II Aangrijpingspunten buiten de verpakingsketen

Om in 2050 geen verpakkingen te maken van primaire fossiele bronnen is aanvullende inzet noodzakelijk om aan de (groeiende) vraag naar verpakkingen te kunnen voldoen. Dat betekent inzet op alternatieve grondstoffen en het verminderen van de vraag naar verpakkingen. Dit vraagt om aangrijpingspunten en afwegingen die (gedeeltelijk) buiten de kunststof verpakingsketen liggen. Deze aangrijpingspunten zijn op verschillende niveaus te definiëren – denk aan:

- *Brede aanpak strategie substitutie*
Voor een 100% circulaire keten is inzet van alternatieve grondstoffen nodig. Dit vraagt om een afweging tussen

verschillende maatschappelijke belangen. Ook andere transitie vragen bijvoorbeeld om inzet van biomassa en recycelaat. Hier ligt een duidelijke rol voor de overheid in het afwegen en prioriteren van de uiteenlopende belangen. Ten opzichte van andere productketens is het goed om de specifieke kwaliteitseisen die aan voedselverpakkingen worden gesteld als uitgangspunt te nemen.

- *Systeemblik: voorbeeld relatie voedselketen*
Maak (voedsel)verpakkingen onderdeel van beleid/strategie op de toekomst van de voedselketen/landbouwbeleid. Het grootste deel van onze verpakkingen betreft voedsel. Dat betekent dat er een relatie is tussen ons voedselsysteem en wijze van verpakken. Voedsel dat lokaal en vers (seizoensgebonden) wordt aangeboden heeft in de regel minder verpakking nodig. Inzet op lokaal en seizoensgebonden met een focus op kortere levensduur van onverpakte voedselproducten draagt ook bij aan andere maatschappelijke opgaven en kan schade door transport beperken. Dat betekent dat de ketenpartners in het voedselsysteem ook een rol hebben bij het verminderen van verpakkingen en dat implementatie van oplossingen ook kan liggen bij de producenten van voedsel, de voedselverwerkende industrie of de retailers/supermarkten.
- *Huidige consumptiemaatschappij*
Stimuleer een maatschappelijk debat over huidig aanbod, marketing en gemak in relatie tot de (verschillende) maatschappelijk opgaven. Denk daarbij aan aanbod (hoeveel verschillende soorten verpakking van één type product) en gemak (aanbod in voorgesneden groenten en fruit en kant en klaar maaltijden, e-commerce).
De rijksoverheid kan bijvoorbeeld via wettelijke maatregelen het mensen makkelijker maken om ook bij de toename van e-commerce en verpakte kant-en-klaar maaltijden gebruik te maken van circulaire oplossingen zoals herbruikbare verpakkingen.

7 Reflectie op de productgroepanalyse

7.1 Reflectie productgroep analyse

Onderzoeksmethode en data

Het onderzoek maakt gebruik van verschillende informatie bronnen (denk aan desktopstudie, interviews en opbrengsten uit workshops). Voor zowel de bronnen zelf als de interpretatie geldt dat er een bepaalde mate van subjectiviteit mee gemoeid is. Door partijen vanuit de gehele keten en vanuit verschillende organisaties te betrekken³³ is getracht dit zoveel mogelijk te beperken. Daarnaast is op een aantal cruciale momenten in het onderzoek actief om feedback gevraagd zodat ook in de uitvoering van het onderzoek al gebruik kon worden gemaakt van aanwezige kennis van partijen uit de verpakkingsketen.

Om een kwantitatieve analyse te kunnen uitvoeren was het noodzakelijk om data vanuit verschillende bronnen met elkaar te combineren (die niet altijd 1 op 1 op elkaar aansluiten) en gebruik te maken van expert judgement. Alhoewel daarmee een voldoende betrouwbaar beeld is verkregen voor het formuleren van aangrijpingspunten voor beleid, verdient het de aanbeveling om het actief en transparant delen van informatie en data (per verpakkingssoort) te stimuleren. Meer data vergroot de betrouwbaarheid (en snelheid) van onderzoek. En is nodig in de toekomst voor verdere verbetering van de circulariteit (inclusief het beperken van de milieu impact) van verpakkingen in Nederland.

Het gebruik van het innovatiesysteemraamwerk in deze rapportage, en specifiek het missiegedreven innovatiesysteem (MIS) raamwerk heeft tot verschillende inzichten geleid. Het MIS raamwerk heeft via een systeembenadering de kunststof verpakkingssector in kaart gebracht en de dynamieken tussen verschillende actoren en instituties laten zien voor de vier verschillende circulaire strategieën. Het MIS raamwerk geeft concrete handvatten via drie opeenvolgende stappen om tot de systemische problemen in de transitie naar een circulaire economie te komen en daarmee de huidige staat van de transitie in kaart te brengen. Hierin zijn knelpunten geïdentificeerd om vervolgens sturingsmogelijkheden te ontdekken. Andere transitieraamwerken kunnen (aanvullend) dienen om inzicht te geven welke (kleinschalige) initiatieven versterkt kunnen worden, zoals small wins of transformatieve governance. In dit onderzoek lag de nadruk op het komen tot systemische interventies, waardoor een missiegedreven innovatiesysteem raamwerk toepasselijk en nuttig was.

Milieueffecten

Leidend uitgangspunt in deze productgroep analyse is de nationale doelstelling om in 2050 geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen te maken; enkel van recycleert en hernieuwbare grondstoffen. De missie naar een circulaire economie is erop gericht om bij te dragen aan het tegengaan van klimaatverandering, het herstellen en verbeteren van biodiversiteit en het creëren van een gezonde, schone en veilige leefomgeving.

³³ In dit onderzoek zijn 47 personen van 28 verschillende organisaties betrokken geweest.

Het optimaliseren van de verpakingsketen op het gebied van circulariteit (in dit geval geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen enkel van recycleat en hernieuwbare grondstoffen) betekent niet automatisch dat milieueffecten, zoals de uitstoot van broeikasgassen, in dezelfde mate worden verbeterd. In de beide scenario's (BAU en circulair) zijn de effecten op broeikasgasemissies CO₂ kwantitatief in beeld gebracht. Hieruit blijkt dat de broeikasgasemissies redelijk lineair gekoppeld is aan primair materiaalgebruik.

Alhoewel de broeikasgasemissies redelijk lineair gekoppeld lijken te zijn aan primair materiaalgebruik is het wenselijk om, als onderdeel van een bredere visie op een circulaire verpakingsketen, de mogelijke milieu effecten kwantitatief in beeld te brengen. Een integrale blik waarbij bijvoorbeeld rekening wordt gehouden met een toenemende inzet van biobaseerde plastics en de mogelijke effecten op biodiversiteit, of de inzet van chemische recycling, wat een oplossing kan zijn om gevaarlijke stoffen te verwijderen maar ook vraagt om een hogere energie inzet.

Ook in de afwegingen tussen andere materialen (bijvoorbeeld verpakken in glas of blik in plaats van kunststof) of tussen productgroepen (bijvoorbeeld de inzet van kunststof recycleat in open loop recycling) en andere milieu en/of maatschappelijke belangen (bijvoorbeeld voedselveiligheid) is het meenemen van milieu effecten noodzakelijk voor een integrale afweging.

Reflectie industriële rol Nederland

Uit deze analyse blijkt dat de marktwerking een belangrijke bepalende factor is. Een vervolg analyse zou in beeld kunnen brengen welke industriële rol Nederland zou kunnen spelen in het circulair maken van de (Europese) economie. Nederland heeft een vrij unieke positie. Er is geen land in Europa dat (relatief) zoveel olie en gas verwerkt tot kunststoffen³⁴. Olieproducenten hoeven geen belasting te betalen voor de aardolie die als grondstof voor plastics dient³⁵ (miljoenennota [2024](#)). Dit staat op gespannen voet met het doel om in 2050 geen kunststofverpakkingen van primaire fossiele grondstoffen te maken.

7.2

Leerpunten voor toekomstige productgroep analyses

Deze analyse geeft de aangrijpingspunten voor beleid voor de productgroep kunststofverpakkingen en drankenkartons maar draagt ook bij aan kennis voor de aanpak via productgroepen in het algemeen. Vanuit de ervaring van deze analyse zijn onderstaande leerpunten geformuleerd.

Gekozen aanpak goed, maar start een volgende productgroep analyse met een "light" versie van deze aanpak (gekoppeld aan een gerichte verdieping)

De gevolgde aanpak:

1. Bepalen scope van de specifieke productgroep
2. In beeld brengen van de huidige keten
3. Potentie circulair toekomstscenario

³⁴ Nederlandse industrie rekt tot 2050 op aardolie | Investico Onderzoeksjournalisten (platform-investico.nl)

³⁵ Het gaat onder andere om een belastingvrijstelling voor aardolie die wordt verwerkt in kunststof à 14 miljard euro.

4. Opsporen barrières en kansen (MIS analyse)
5. Aangrijpingspunten voor interventies vaststellen

Is een goede werkwijze maar vraagt relatief veel tijd en middelen.

Bij een volgende productgroep analyse is onze aanbeveling te starten met een "light" versie van deze aanpak gevolgd door eventuele verdieping op specifieke punten. Dit kan met de volgende 4 stappen:

1. Verkrijgen van een **eerste globaal en indicatief beeld van de keten** en vandaaruit gericht te verdiepen. Nu is erg veel tijd gaan zitten in het (precies) kwantitatief in beeld brengen van de keten en het kunnen berekenen van bijvoorbeeld de trends.
2. Opstellen **herkenbaar overzicht van de stofstromen, de keten en de doelen** door het bij elkaar brengen van verschillende experts uit de keten.
3. Vaststellen **belangrijkste belemmeringen** door het uitvoeren van een MIS-analyse door uitvoerders van de productgroep analyse, zo nodig aangevuld met gerichte interviews. De resultaten van de MIS-analyse kunnen schriftelijk gevalideerd worden door experts.
4. **Aangrijpingspunten voor beleid** in concept bespreken in een collectieve (met alle betrokkene praktijkexperts) slotwerksessie op basis van een 90% versie.

Differentieer naar specifieke productsoorten.

Door onderscheid te maken in de specifieke verpakkingsoorten in relatie tot het huidig functioneren van keten, de circulaire potentie en de mogelijke barrières ontstonden extra aangrijpingspunten voor beleid. De inkadering en afbakening van de productgroep is de eerste en daarmee ook belangrijkste stap om toe te kunnen werken naar passende aangrijpingspunten.

8 Referenties

Besluit Beheer Verpakkingen 2014 (2020). Besluit beheer verpakkingen 2014. Geraadpleegd van:

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0035711/2021-07-03>

Bours, S., Elzinga, R., Pruijn, M., & Hekkert, M. (2022). Transitie naar een circulaire kunststof verpakkingenketen. Een missie-gedreven innovatie systeem analyse. *Zenodo*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7277672>

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

De Tandt, E., Demuytere C., van Asbroeck E., Moerman H., Mys N., Vyncke G., Delva L., Vermeulen A., Ragaert P., De Meester S., Ragaert K. (2020).

A recycler's perspective on the implications of REACH and food contact material (FCM) regulations for the mechanical recycling of FCM plastics. *Waste Management* 119 (2021) 315–329.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.10.012>

Dutra C., Reyes F.G.R., Freire M.T., Nerín C., Bentayeb K., Rodriguez-Lafuente A. and Aznar M. (2014). Migration of residual nonvolatile and inorganic compounds from recycled post- consumer PET and HDPE, *J. Braz. Chem. Soc.* 25 (4), 2014, 686696. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20140016>

ECHA (2023). Annex XV Restriction Report, Annex A: Proposal for a Restriction of Per- and polyfluoroalkyl substances.

<https://echa.europa.eu/documents/10162/d2f7fce1-b089-c4fd-1101-2601f53a07d1>

Elzinga, R., Bours, S., Pruijn, M., Hamer, A., Kwant, K., & Hekkert, M. (2022). Bio-plastics: Transitie naar een Circulaire Kunststofketen. *Zenodo*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7330658>

Elzinga, R., Janssen, M. J., Wesseling, J., Negro, S. O., & Hekkert, M. P. (2023). Assessing mission-specific innovation systems: Towards an analytical framework. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 48, 100745.

Europese Commissie (2022). Commission Regulation (EU) 2022/1616.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R1616>

Franz, R. & Welle, F. (2022). Recycling of Post-Consumer Packaging Materials into New Food Packaging Applications—Critical Review of the European Approach and Future Perspectives. *Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging (IVV), Sustainability* 2022, 14, 824. <https://doi.org/10.3390/su14020824>

Gerassimidou, S., Lanskaa, P., Hahladakis, J.N., Lovatc, E., Vanzettod, S., Geuekee, B., Grohf, K.J., Muncke, J., Maffinig, M., Martin, O.V., Iacovidoua, E. (2022). Unpacking the complexity of the PET drink bottles value chain: A chemicals perspective. *Journal of Hazardous Materials* 430(2022)128410. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128410>

Gerassimidou, S., Geueke, B., Groh, K.J., Muncke, J., Hahladakis, J.N., Martin, O.V., Iacovidou, E. (2023). Unpacking the complexity of the polyethylene food contact articles value chain: A chemicals perspective, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 454, 2023, 131422, ISSN 0304-3894. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131422>.

Geueke, B., Groh, J.K., Maffini, M.V., Olwenn, V. M, Justin M. B., Chiang, Y., Gwosdz, F., Jieh, P., Kassotis, C.D., Łańska, P., Myers, J.P., Odermatt, A., Parkinson, L.V., Schreier, N.V., Srebny, V., Zimmermann, L., Scheringer, M. & Muncke J. (2023) Systematic evidence on migrating and extractable food contact chemicals: Most chemicals detected in food contact materials are not listed for use, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63:28, 9425-9435, DOI: [10.1080/10408398.2022.2067828](https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2067828)

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

Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental innovation and societal transitions*, Vol: 34, 76-79.
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>

Horodytska, O., Cabanes, A., & Fullana, A. (2020). Non-intentionally added substances (NIAS) in recycled plastics. *Chemosphere*, 251, 126373. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126373>

Kort, M., van der Vusse, R., van Driel, C., van Rijn, N., Haffmans, S. & Gort, I. 2018. Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof', Technische en Economische Analyse. <https://kidv.nl/verkenning-kunststof-verpakkingsafval-als-grondstof>

Mayrhofer, E., Prielinger, L., Sharp, V., Rainer, B.; Kirchnawy, C., Rung, C., Gruner, A., Juric, M., Springer, A. Safety Assessment of Recycled Plastics from Post-Consumer Waste with a Combination of a Miniaturized Ames Test and Chromatographic Analysis. *Recycling* **2023**, *8*, 87. <https://doi.org/10.3390/recycling8060087>

Nationaal Programma Circulaire Economie (2023). *Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/beleidsnotas/2023/02/03/nationaal-programma-circulaire-economie-2023-2030/Nationaal+Programma+Circulaire+Economie+2023-2030.pdf>

Nerin, C., Alfaro, P., Aznar, M. Domeño, C. (2013). The challenge of identifying non-intentionally added substances from food packaging materials: A review, *Analytica Chimica Acta*, Volume 775, 2013. Pages 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2013.02.028>.

Phelps, D.W, Parkinson, L.V., Boucher, J.M., Muncke, J.& Geueke B. (2024). Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Food Packaging: Migration, Toxicity, and Management Strategies. *Environmental Science & Technology Article*. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c03702>

RIVM. 2023. Factsheet Nias in papieren verpakkingen <https://www.rivm.nl/documenten/casus-nias-in-papieren-verpakkingen>

Rijkswaterstaat (2020). Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater. https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/181740/bronnen_van_pfas_voor_het_nederlandse_oppervlaktewater_-_definitief_rapport.pdf

Rood et al. 2024, *Vooruitgang in circulaire economie*. PBL Planbureau voor de Leefomgeving (PBL-publicatienummer: 5514).

Stegman et al 2024., *Circularity and greenhouse gas assessment of the plastic packaging and drinking carton system in the Netherlands until 2050 for a business as usual and a circular scenario*. TNO.

Steimel, K. G., Hwang, R., Dinh, D., Donnell, M. T., More, S., Fung, E. Evaluation of Chemicals Leached from PET and Recycled PET Containers into Beverages. *Rev. Environ. Health* 2022. <https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0183>

Strangl, M., Schlummer, M., Maeurer, A., Buettner, A. "Comparison of the odorant composition of post-consumer highdensity polyethylene waste with corresponding recycled and virgin pellets by combined instrumental and sensory analysis" *Journal of Cleaner Production* 181 (2018) 599-607 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.137>

Thoden van Velzen, E.U., Brouwer, M.T. (TiFN & WFBR), Stärker, C. & Welle, F. (Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV) (2018). Effect of recycled content and rPET quality on the properties of PET bottles, part II: Migration.

<https://doi.org/10.1002/pts.2528>

Thoden van Velzen, E.U.; Brouwer M., Molenveld K. (2018). White paper "Kwaliteit van gerecyclede huishoudelijke kunststofverpakkingen".

<https://www.wur.nl/nl/show/White-Paper-Kunststofkwaliteit.htm>

Thoden van Velzen, E.U. (2021). The flow of plastics through our society.

<https://www.wur.nl/nl/show/The-flow-of-plastic-packages-through-our-society-Van-Velzen-Brouwer-Smeding.htm>

Thoden van Velzen, E.U. & Smeding, I.W (2022). Recycling van Nederlandse drankkartons (WFBR).

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/04/26/recycling-van-nederlandse-drankenkartons>

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>

Ubeda, S., Aznar, M., Nerín, C., 2018. Determination of oligomers in virgin and recycled polyethylene terephthalate (PET) samples by UPLC-MS-QTOF. *Anal. Bioanal. Chem.* 410, 2377–2384.

<https://doi.org/10.1007/s00216-018-0902-4>

Warringa, G., Boerdijk, S. (2024). *Instrumentenanalyse kunststof verpakkingen, CE-Delft*.

Wesseling, J., & Meijerhof, N. (2023). Towards a Mission-oriented Innovation Systems (MIS) approach, application for Dutch sustainable maritime shipping. *PLOS Sustainability and Transformation, Vol. 2(8)*, e0000075.

9 Bijlagen

9.1 Begrippenlijst

Verminderen: minder (primaire) grondstoffen gebruiken door af te zien van het produceren of kopen van producten, deze te delen of ze efficiënter te maken (NPCE, 2023), ook wel 'narrow the loop'.

- In onze analyse interpreteren we verminderen als: het afzien van verpakkingen in totaliteit en het reduceren van verpakkingsgewicht en daarmee de efficiëntie van het materiaal te verhogen.

Substitutie: vervangen van primaire grondstoffen door secundaire grondstoffen en duurzame biograndstoffen die zo hoogwaardig mogelijk toegepast worden, of door andere, meer algemeen beschikbare grondstoffen met een lagere milieudruk (NPCE, 2023).

- In onze analyse interpreteren we substitutie als: de toepassing van duurzame biograndstoffen (biogebaseerde kunststoffen) in kunststof verpakkingen. We laten hier de toepassing van secundaire grondstoffen buiten beschouwing, omdat de kenmerken hiervan onder hoogwaardige verwerking worden beschouwd.

Levensduurverlenging: langer en intensiever gebruik van producten en onderdelen door hergebruik en reparatie om de vraag naar nieuwe grondstoffen te vertragen (NPCE, 2023), ook wel 'slow the loop'.

- In onze analyse interpreteren we levensduurverlenging als: het opnieuw gebruiken van het product, in dit geval de verpakkingen, door het hervullen van verpakkingen of terugbrengen en omspoelen van verpakkingen (Coelho, 2021).

Hoogwaardige verwerking: de kringloop sluiten door recycling van materialen en grondstoffen, zodat er minder afval wordt verbrand of gestort én er meer hoogwaardig aanbod van secundaire grondstoffen ontstaat (NPCE, 2023), ook wel 'close the loop'.

- In onze analyse interpreteren we hoogwaardige verwerking als: het recycleren van verpakkingen (of hergebruiken van materialen) en toepassen van recyclaat in nieuwe verpakkingen
- Er is een onderscheid te maken tussen open-loop en closed-loop recycling. In deze rapportage is het streven naar closed-loop, omdat het doel is om zo min mogelijk primair fossiel kunststof in verpakkingen te gebruiken, maar wordt open-loop wel geanalyseerd.

Circulair toekomstbeeld voor 2050: waar dat leidt tot milieuwinst wordt er minder kunststof gebruikt. Kunststof wordt niet meer gemaakt van fossiele grondstoffen, maar van gerecyclede grondstoffen, aangevuld met secundaire en duurzame biograndstoffen en – op termijn – op CO₂-gebaseerde grondstoffen.

Hernieuwbare kunststoffen: kunststoffen gemaakt van materiaal uit hernieuwbare grondstoffen van biologische oorsprong (Wageningen

University & Research, [z.d.](#)). Het zijn daarmee biogebaseerde kunststoffen, wat zowel drop-ins (dezelfde chemische structuur als fossiele kunststoffen) als novels (nieuwe kunststoffen met specifieke chemische eigenschappen anders dan de fossiele kunststoffen) kunnen zijn.

Verpakkingsoorten:

- Contactgevoelige verpakkingen: verpakkingen die in contact zijn met voedsel (mens en dier) en cosmetica (Verpact, [2024](#)).
- Vormvaste verpakkingen: een stijve (rigide) verpakking die je niet makkelijk kan vervormen of een prop van kan maken en meestal dikker is dan 250µm, zoals flessen, flacons, trays, blisters, bekers en tubes (Verpact, [2024](#)).
- Flexibele verpakkingen: alles wat niet vormvast is en meestal dunner is dan 100µm, zoals zakjes, wikkels, pouches en flexibele verpakkingen met vormvaste delen (Verpact, [2024](#)).

Closed-loop recycling: Inzet van recyclaat binnen de verpakkingketen. In deze analyse is dat zowel binnen het zelfde verpakkingsoort (bijvoorbeeld contactgevoelig flessen naar contactgevoelige flessen). Als inzet naar andere verpakkingsoorten (bijvoorbeeld contactgevoelig flessen naar niet contactgevoelige flessen of flexibelen).

Open-loop recycling: Inzet van recyclaat buiten de verpakkingketen (e.g., bermplaatjes)

9.2 Verantwoording en toelichting bij hoofdstuk 4 MIS-analyse

9.2.1 Theoretisch raamwerk

De analyse in hoofdstuk 5 gericht op het identificeren van de huidige staat van de transitie naar een circulaire verpakkingketen is uitgevoerd aan de hand van het Missie-gedreven Innovatie Systeem (MIS) raamwerk. Dit raamwerk biedt handvaten om de innovatiedynamiek te begrijpen en de kansen en barrières te identificeren die een invloed hebben op het behalen van een centrale missie. In een MIS-analyse staat daarmee een specifieke missie centraal die ertoe dient om een (maatschappelijk) probleem aan te pakken (Elzinga et al., 2023; Hekkert et al., 2020). In dit onderzoek is dat de missie naar 'een circulaire verpakkingketen in 2050' (Transitieagenda Kunststoffen, 2018) waarbij wij specifiek kunststof verpakkingen en drankenkartons uitlichten. Binnen dit kader is een MIS-analyse uitgevoerd.

De aanpak van het MIS-raamwerk focust zich op het innovatie systeem van actoren en instituties die de ontwikkeling en diffusie van innovatieve technologische en sociale oplossingen beïnvloeden (Hekkert et al., 2020). Door deze analyse kunnen de barrières in het actorennetwerk en de instituties inzichtelijk worden gemaakt. Daaropvolgend is het mogelijk om interventiepunten te formuleren die trachten barrières weg te nemen. Binnen een MIS zijn meerdere oplossingen mogelijk die allen een bijdrage leveren aan de missie. De verschillende oplossingsrichtingen die wij in dit onderzoek onderscheiden zijn gelijk aan de vier circulaire strategieën door het NPCE ([2023](#)): verminderen

van het grondstoffengebruik, substitutie van grondstoffen, levensduurverlenging en hoogwaardige verwerking.

De MIS-analyse bestaat uit drie opeenvolgende stappen (Elzinga et al., 2023; Wesseling & Meijerhof, 2023):

1. *Probleem-oplossingen diagnose*: brengt de gestelde doelen en maatschappelijke problemen in kaart die onderliggend zijn aan de gestelde missie en de bijbehorende oplossingen om te beoordelen of actoren convergeren of divergeren over deze opvattingen.
2. *Structurele analyse*: brengt de actoren en instituties in kaart die een bijdrage leveren aan de missie of juist barrières opwerpt richting de missie en daarmee sturend opereert of niet.
3. *Functionele analyse & Barrière analyse*: brengt per oplossingsrichting (circulaire strategie) de belangrijke innovatie activiteiten in kaart die een functie vervullen in het behalen van de missie. Vervolgens volgt de analyse van systemische barrières die problematisch functioneren inzichtelijk maakt.

Onder de functionele analyse wordt het functioneren van het innovatiesysteem beoordeeld door middel van innovatiesysteem functies. Deze zijn in de MIS gedefinieerd als sleutelprocessen die plaatsvinden om het innovatiesysteem op te bouwen. Een goed functionerend en opgebouwd innovatiesysteem zorgt voor een grotere kans dat de missie wordt behaald. Daaropvolgend worden de interacties tussen functies beoordeeld. Activiteiten en functies staan niet op zichzelf, maar kunnen zowel positief als negatief interacteren. Positieve interacties versnellen de opbouw van het innovatiesysteem, waar negatieve interacties voor een belemmering of vertraging zorgen. Welke functies elkaar beïnvloeden is sterk afhankelijk van de fase waarin de transitie zich bevindt. De onderstaande tabel introduceert de acht MIS-functies die in dit onderzoek geanalyseerd worden.

Tabel 9.2.1 MIS-functies en beschrijvingen (op basis van Elzinga et al. (2023) en Wesseling & Meijerhof (2023))

Functie	Beschrijving
F1 Ondernemerschap	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 Kennisontwikkeling	Kennis over nieuwe technologieën, producten, regels en de markt zijn nodig om te kunnen innoveren.
F3 Kennisverspreiding	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.
F4 Directionaliteit	Innovatie is per definitie onzeker, maar wordt vergemakkelijkt als er eenduidige verwachtingen over hoe een oplossingsrichting

Functie	Beschrijving
	een bijdrage kan leveren aan het oplossen van de maatschappelijke problemen.
F5 Marktformatie	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 Destabiliseren regime	Naast opbouw van het systeem is de afbouw van het oude systeem net zo belangrijk. Hieronder wordt het uitfasen en ontlenen 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.

9.2.2

Methodie MIS analyse

Deze MIS-analyse bouwt voort op de MIS-analyses van de kunststof verpakkingenketen (Bours et al., 2022) en MIS-analyse over de rol van biogebaseerde kunststoffen (Elzinga et al., 2022) in deze transitie die in 2022 zijn gepubliceerd. Daarmee is deze studie een update en verdieping van de transitie dynamieken ten opzichte van de situatie twee jaar geleden. De verdieping is met name vastgesteld door voor vijf verpakkingssoorten (contactgevoelig/niet-contactgevoelig, vormvast/flexibel en drankenkartons) te specificeren welke transitiedynamieken voor extra belemmeringen of stimulans zorgen.

Voor deze studie zijn verschillende methodieken gebruikt om inzicht te krijgen in de meest recente innovatie en transitie-activiteiten in de sector. Voor het onderzoek zijn data verzameld en geanalyseerd door middel van deskresearch, interviews en verschillende workshops. Met behulp van deskresearch is een database opgesteld van 162 nieuwsartikelen, overheidsrapporten en industrie documenten zoals roadmaps in de tijdsperiode tussen april 2022 en december 2023. Voorbeelden uit deze nieuwsartikelen en rapporten zijn gebruikt worden om conclusies te onderbouwen en illustreren. Aanvullend op het deskresearch zijn 22 interviews met experts in de verpakkingketen gehouden. Deze interviews zijn uitgevoerd met actoren die betrokken zijn op verschillende punten in de kunststof verpakkingen productieketen, overheidsorganisaties, kennisinstellingen en NGO's. Een geanonimiseerd overzicht van de partijen die geïnterviewd zijn voor dit onderzoek is terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 9.2.2 Lijst met geïnterviewden

Categorie	Code	Datum	Verpakkingsoort
Brancheorganisatie	B1	15-8-2023	Drankenkartons
	B2	11-10-2023	Kunststoffen
	B3	11-10-2023	Kunststoffen
Compounder	Cmp1	22-3-2023	Kunststoffen
	Cmp2	27-10-2023	Drankenkartons
	Cmp3	4-12-2023	Kunststoffen
Converter	Cnv1	2-8-2023	Drankenkartons
Inzamelaar	I1	2-8-2023	Drankenkartons
NGO	N1	17-3-2023	Kunststoffen
	N2	20-11-2023	Kunststoffen
	N3	28-11-2023	Kunststoffen
Rijksoverheid	O1	13-4-2023	Kunststoffen
	O2	1-5-2023	Kunststoffen
	O3	16-5-2023	Kunststoffen
	O4	17-1-2024	Biogebaseerde kunststoffen
Producenten verantwoordelijkheid	PV1	22-3-2023	Kunststoffen
	PV2	22-3-2023	Kunststoffen
Recycler	R1	11-10-2023	Kunststoffen
Sorteerder	S1	9-10-2023	Kunststoffen en drankenkartons
Universiteit	U1	16-3-2023	Kunststoffen
	U2	20-3-2023	Kunststoffen
	U3	5-12-2023	Kunststoffen

Ten slotte zijn in dit onderzoek acht verschillende workshops gehouden met vijf verschillende groepen. In totaal hebben 48 verschillende personen van 28 verschillende organisaties deelgenomen aan deze workshops. De workshops dienden als doel om de resultaten uit de studie uit 2022 te verifiëren, verdiepen en toe te werken naar specificaties op verpakkingsoort en mogelijke aangrijpingspunten voor beleid. Details over de workshops zijn te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 9.2.3 Lijst met workshops

Groep	Beschrijving groep	#	Beschrijving workshop	Deelnemers
Begeleidingscommissie (BGC)	Verschillende actoren uit alle delen van de verpakkingenketen en experts die vanuit analytisch oogpunt de sector kennen.	1	Toetsing studie 2022 en ophalen gemiste barrières	11
		2	Toetsing eerste resultaten	8
		3	Verificatie resultaten	8
Rijksoverheid (Rijk)	Verschillende rijksorganisaties die op de beleidskant gereflecteerd hebben.	1	Toetsing studie 2022	7
		2	Verdieping per verpakkingsoort	6
		3	Aangrijpingspunt en beleid toetsen	6
Reusable Packaging Fair (RPF)	Een verschillende groep aan ondernemers die hun eigen hergebruik businessmodel (zoals met bekertjes of in de e-commerce) opzetten en proberen op te schalen	1	Verdieping hergebruik businessmodellen	12
Transitie team Kunststoffen (TTK)	Vanuit hun verantwoordelijkheid voor de uitvoering en monitoring van de Transitieagenda Kunststoffen hebben ze gereflecteerd op de resultaten.	1	Toetsing eerste resultaten	8

9.2.3

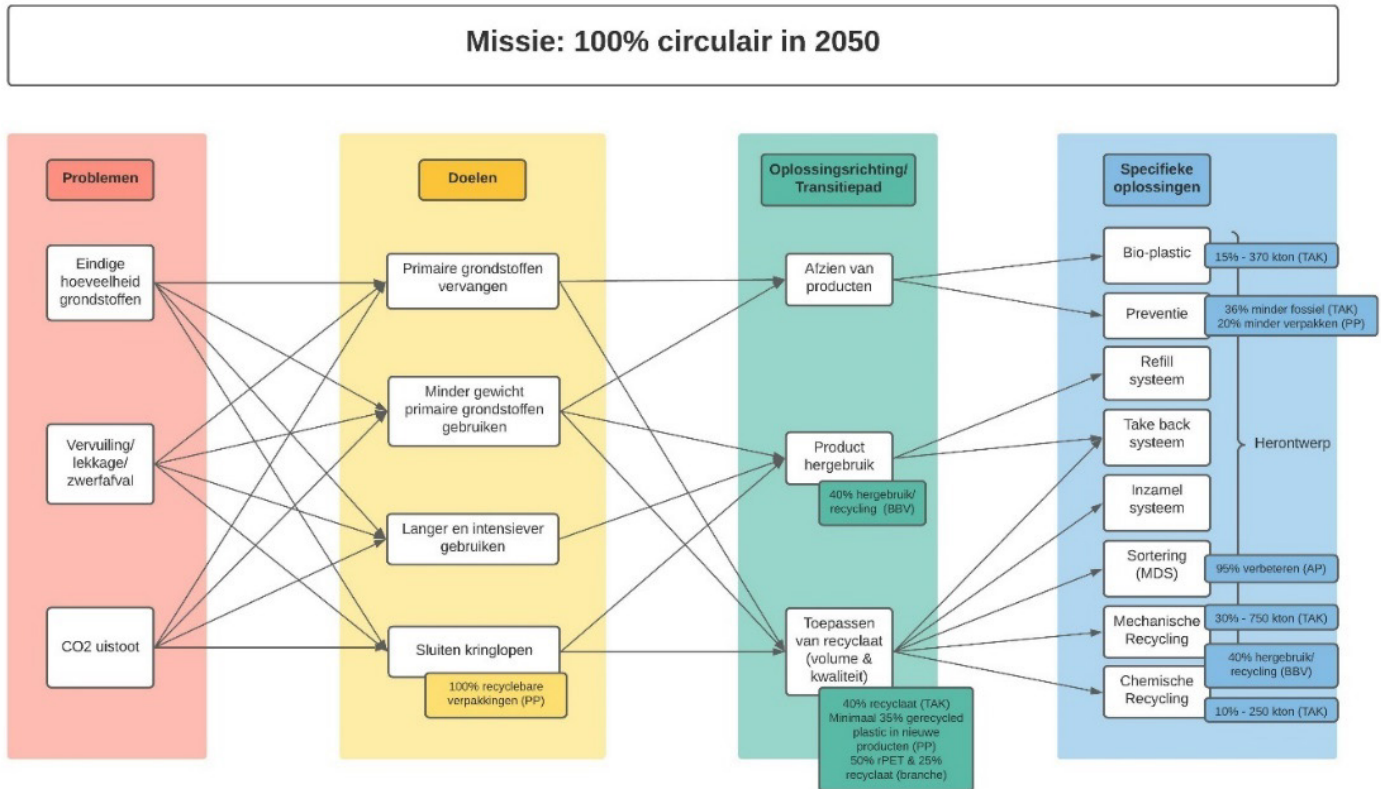
Resultaten MIS analyse

In dit deelhoofdstuk zijn de beschrijvende resultaten uit de MIS-analyse terug te lezen³⁶.

Probleem-oplossingen diagnose

De missie naar 'een 100% circulaire verpakkingenketen in 2050' kent verschillende onderliggende problemen, die de missie tracht aan te pakken en mogelijke oplossingsrichtingen, die invulling geven aan de missie. Deze problemen, doelen, oplossingen en specifieke oplossingen zijn in 2022 in kaart gebracht (Bours et al., 2022, zie figuur hieronder) en in dit onderzoek wederom getoetst en gevalideerd (paragraaf 2.1).

³⁶ Deze analyse is een update van de studie door Bours et al. (2022). De hier beschreven resultaten zijn dus een update van de huidige situatie sinds 2022 en zal daarom niet de gehele verpakkingsgeschiedenis meenemen. Voor het volledige overzicht kunt u de eerder genoemde studie raadplegen.



Figuur 9.2.1 Probleem-oplossingen diagnose (Bours et al., 2022)³⁷

Uit de probleem-oplossingen analyse bleek eerder dat er een grote verscheidenheid aan doelen geformuleerd is met gevarieerde looptijden. Daarnaast zijn de geformuleerde doelen vaak generiek en gaan zelden over specifieke oplossingen. Het onderliggende probleem voor de missie naar een circulaire verpakkingenketen is voor de geïnterviewden nog steeds het meest geconcentreerd rondom de drie geobserveerde uitdagingen; (1) afstappen van fossiele grondstoffen, (2) plasticvervuiling tegengaan en (3) terugdringen van emissies. Daarin lijken de reductie van CO₂-emissies en het tegengaan van lekkages de grootste beweegredenen voor actoren te zijn om voor circulaire opties te kiezen.

Daarnaast is er een sterke convergentie geobserveerd binnen de doelen op één specifieke oplossingsrichting (circulaire strategie), namelijk voor mechanische recycling binnen de hoogwaardige verwerkingsstrategie. Voor mechanische recycling zijn de meest concrete en meetbare doelen gesteld (te behalen recyclingpercentage in het Besluit Beheer Verpakkingen) vergeleken met de andere circulaire strategieën. Op de andere circulaire strategieën (zoals vermindering en hergebruik) waren voornamelijk vrijwillige doelen gesteld.

In de afgelopen twee jaar hebben enkele ontwikkelingen plaatsgevonden die doelen op nationale en internationale schaal hebben toegevoegd, namelijk het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) (2023)

³⁷ De gekleurde kaders zijn de gespecificeerde doelen uit beleidsdocumenten zoals het Rijksbrede Programma CE (2016) en de Transitieagenda Kunststoffen (2016).

en op Europese schaal het voorstel voor een nieuwe verpakkingsverordening Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) (2022). Deze geven richtlijnen en suggesties voor maatregelen om de komende jaren zuiniger met grondstoffen om te gaan, gericht op de vier circulaire strategieën. De PPWR specificeert op reductie, hergebruik en recycling een aantal doelen die per verpakkingssoort zijn uitgesplitst (zie hoofdstuk 4.1). Ten slotte is hergebruik sinds 2022 toegevoegd aan de recyclingdoelstelling van het Besluit Beheer Verpakkingen die door het Afvalfonds Verpakkingen gemonitord en gerapporteerd wordt. Hieruit blijkt dat er sinds 2022 meer beleidsaandacht uit lijkt te gaan naar hogere R-strategieën.

Drankenkartons

Voor drankenkartons spelen dezelfde maatschappelijke problemen als voor kunststof verpakkingen. Daarin wordt er de meeste aandacht besteed aan het verlagen van CO₂-emissies en het weggaan van primair fossiele materialen (Interview Cnv1). Deze dynamiek is vergelijkbaar met de algemene dynamiek in de kunststof verpakkingen sector.

'Het belangrijkste is een circulaire keten die laag in CO₂ is.' (Interview Cnv1)

Aan de kant van de oplossingsrichtingen lijkt de meeste aandacht uit te gaan naar de circulaire strategie open-loop recycling. Er is sinds 2023 een recyclingdoelstelling voor drankenkartons, namelijk 34% welke oploopt tot 55% in 2030 (Afvalfonds Verpakkingen, [2023](#)). Hierdoor is de aandacht voor recycling hoog, maar er wordt in praktijk nog nauwelijks recycleat toegepast in nieuwe drankenkartons. Daardoor vindt closed-loop recycling vrijwel niet plaats, maar wordt dit door actoren ook niet als problematisch beschouwd (Interview B1, Cnv1). Daarnaast is er aandacht voor de substitutie route door het vervangen van fossiele grondstoffen met hernieuwbaar materiaal en zien actoren de toepassing van karton in de drankenkarton ook als een hernieuwbaar materiaal waardoor zij de aandacht op deze route vestigen.

'Bij closed-loop recycling durf ik niet de vraag te stellen of dat wel de goede richting is vanuit milieuoogpunt. [...] Wat mij betreft terug naar toepassingen die het meest logisch zijn.' (Interview Cnv1)

'CE wordt vaak beperkt tot recyclen en terugkrijgen van grondstoffen. Maar het hoeft geen gerecycled materiaal te zijn, dat kan wel. Inzetten op hernieuwbare materialen past ook binnen de visie van CE.' (Interview Cnv1)

Structurele analyse

De innovatiesysteem dynamieken die de context van deze verpakkingen casus bepalen zijn gericht op een aantal actoren en instituties die duidelijk sturing kunnen geven aan de ontwikkelingen van oplossingen voor de missie.

Instituties

Het belangrijkste sturingsmiddel dat binnen de Nederlandse verpakkingsketen is opgezet, draait rondom de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV). Deze is erop gericht op producenten en importeurs die verpakkingen op de Nederlandse markt

brengen (mede) verantwoordelijk te maken voor het afvalbeheer van deze verpakkingen. Deze zijn wettelijk verankerd in het Besluit Beheer Verpakkingen (2014) en stellen producenten en importeurs verplicht tot het betalen van een afvalbeheersbijdrage met een gedifferentieerd tarief voor goed recyclebare kunststoffen. In het Besluit Beheer Verpakkingen is ook een jaarlijks oplopend recyclepercentage vastgelegd. Op Europese schaal is de Single-Use Plastics Directive (2021) een belangrijke richtlijn die verschillende regels oplegt voor kunststof wegwerpverpakkingen om zowel reducerende maatregelen toe te passen als een stimulans te zijn voor meer hergebruik.

In de afgelopen twee jaar zijn er een aantal instituties (regels, wetten en richtlijnen) bijgekomen op Europees en nationaal vlak. Op nationale schaal is de UPV herzien en heeft dit geleid tot een tariefdifferentiatie 2.0 (Verpact, [2024](#)). Hierin wordt de gegeven korting voor verpakkingengegeven in een andere verdeling dan voorheen. Deze nieuwe verdeling zorgt ervoor dat de korting op de afvalbeheersbijdrage gegeven wordt voor verschillende eigenschappen van de verpakkingen, bijvoorbeeld als deze transparant is, van mono-materiaal is, een deel recycleert toegepast is, goed recyclebaar is en er aan specificaties voor het label wordt voldaan. Daarmee worden de voorwaarden voor de korting verder gespecificeerd zodat de oplossingsroute 'hoogwaardige verwerking' gestimuleerd wordt.

Op Europese schaal wordt momenteel de Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) gepubliceerd, wat een verordening is die nog van kracht moet worden. Deze Europese verordening neemt wel duidelijk een positie in die meer gericht is op circulaire strategieën die hoger op de R-ladder staan, zoals refuse, reduce en reuse, ofwel verminderen en levensduurverlengen. Verder worden er ook specifiekere voorstellen gedaan om verpakkingsontwerp recyclebaar te maken en gerecycled materiaal toe te passen. Deze maatregelen hebben een uitwerking op nationale schaal en in afwachting van de uiteindelijke publicatie zijn actoren afwachting voor de toekomstige richting.

Actoren

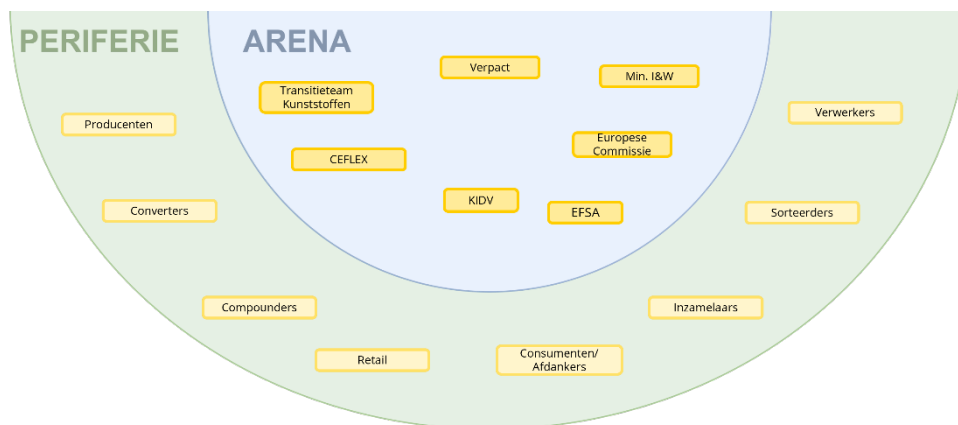
Actoren in de kunststof verpakkingssector die sturend kunnen optreden zijn met name Verpact (voorheen Afvalfonds Verpakkingen), het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en de Europese Commissie. Verpact heeft de regie in handen om producenten en importeurs in hun ontwerp een kant op te sturen die ofwel minder verpakkingsmateriaal verbruikt, gericht is op het hergebruiken van verpakkingen of ontworpen is voor recycling. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft Verpact hier de verantwoordelijkheid voor gegeven. De Europese Commissie is verantwoordelijk voor het formuleren van wetten en regels voor alle partijen in de Europese verpakkingsketen, zoals via de PPWR en de SUP. Daarmee bevinden deze actoren zich in de missie arena en kunnen de richting voor de toekomst bijsturen voor de actoren in de verpakkingsketen.

Verder zijn er verschillende netwerken en sturend optreden zoals het transitieteam kunststoffen op nationale schaal gericht is op het uitvoeren van de Transitieagenda en bestaat uit vertegenwoordigers van de kunststof verpakkingsindustrie zoals producenten, afvalverwerkers, producentenverantwoordelijkheidsorganisaties, ministeries, NGO's en

kennisinstellingen. Op Europese schaal zijn er verschillende netwerken, zoals CEFLEX waarin bedrijven, verenigingen en organisaties uit de flexibele verpakkingsketen samenwerken en richtlijnen publiceren die sturen op recyclebare verpakkingsontwerpen.

Ten slotte bevinden verschillende onderzoeksinstituten zich in de missie arena doordat zij richtlijnen voorschrijven en onderzoeken publiceren die op nationale en Europese schaal gevolgd worden door ministeries of de Europese Commissie, zoals de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) en het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken.

In de periferie bevinden zich de partijen uit de productie- en verwerkingsketen van verpakkingen. Deze partijen hebben zelf wel mogelijkheden tot beïnvloeden van de richting via lobby, maar zijn niet direct verantwoordelijk voor of betrokken bij de sturing en richting op oplossingen voor de transitie. Dit zijn onder andere producenten (fossiel en biogebaseerd kunststof), converters, compounders, retail, inzamelaars, sorteerdere, verwerkers, consumenten/afdanke. Voor een verdere uitwerking van deze actoren, zie rapportage Bours et al. (2022).



Figuur 9.2.2 Structurele analyse. Missie arena en periferie

Drankenkartons

In de drankenkartonindustrie speelt Verpact wederom een belangrijke rol, omdat drankenkartons ook verpakkingen zijn waar producenten en importeurs een bijdrage over moeten betalen. Naast de genoemde partijen uit de verpakkingsketen die ook hier eenzelfde rol spelen in de missie arena en de periferie, spelen de brancheverenigingen voor drankenkartonnen op nationale en Europese schaal een rol in het uitzetten van een richting. In Nederland is dit HEDRA (Hergebruik Kartonnen Drinkverpakkingen) en op Europese schaal is dit ACE (Alliance for beverage cartons and the environment). Zij spelen een rol in het behartigen van de belangen voor de drankenkartonindustrie en hebben op Europese schaal recyclingdoelen gesteld voor 2030, stellen roadmaps op voor 2030 en 2050 en hebben gelobbyd voor afrekenbare recyclingdoelen op nationale schaal welke sinds 2023 van kracht zijn (KIDV, 2023). Daarmee spelen deze twee organisaties een cruciale rol in de transitie naar een circulaire verpakkingsketen.

Functionele analyse

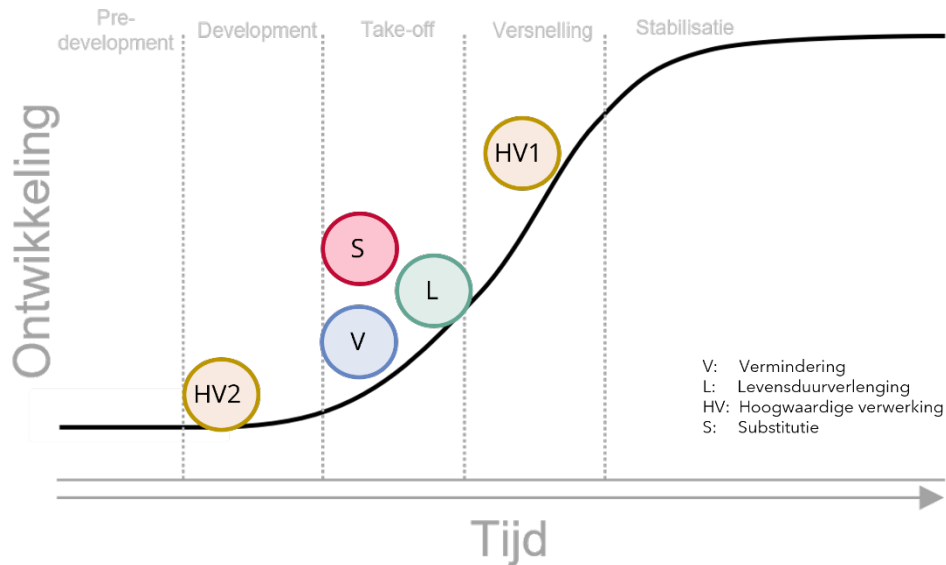
De vier circulaire strategieën die een mogelijke oplossing bieden richting de missie naar een circulaire economie in 2050 worden hieronder uitgewerkt aan de hand van de functionele analyse van de MIS. Daarin worden de innovatie activiteiten geëvalueerd om vervolgens systemische barrières te identificeren die het functioneren van de circulaire strategie belemmeren.

Stadium van ontwikkeling

Iedere circulaire strategie bevindt zich in een ander stadium van ontwikkeling. Zo bevinden de opkomende, geavanceerde recycling technologieën (HV2), zoals dissolutie en depolymerisatie zich nog in de *ontwikkelingsfase*, omdat er wel al werkende prototypes zijn van deze technologieën en er volop geëxperimenteerd wordt. Echter kan nog niet gesproken worden van een commerciële toepassing van deze opkomende recycling technologieën.

De circulaire strategieën Vermindering door bijvoorbeeld toepassing van dry-misting systemen of het reduceren van verpakkingsmateriaal (V), Substitutie van fossiel door biogebaseerd kunststof (S) en Levensduurverlenging (L) bevinden zich in de *take-off fase*. Er zijn werkende prototypes en deze worden steeds meer op commerciële schaal toegepast. Voorbeelden zijn herbruikbare bekersistemen en hergebruik systemen in de e-commerce, maar er is nog geen marktstandaard bereikt. Er is meer opschaling nodig van deze initiatieven om in een volgende fase van ontwikkeling te belanden. Hetzelfde geldt voor verschillende biogebaseerde kunststoffen zoals PLA, bio-PE, bio-PET of PEF en voor sociale en technologische innovaties die gericht zijn op vermindering zoals dry-misting systemen of verpakkingsloze supermarkten.

Hoogwaardige verwerking door mechanische recycling (HV1) bevindt zich in de *versnellingsfase* omdat er reeds een snelle toename aan marktpotentieel is gerealiseerd. Mechanische recycling vindt volop plaats in de kunststof verpakkingen sector, maar de markt is nog niet verzadigd, aangezien er nog een grote potentie is om het aandeel dat gerecycled wordt te vergroten en het aandeel dat weer wordt toegepast in nieuwe kunststof verpakkingen te verhogen.



Figuur 9.2.3 Circulaire strategieën in verschillende stadia van ontwikkeling

Functie score per circulaire strategie

In onderstaande paragrafen worden de circulaire strategieën gescoord aan de hand van de negen MIS-functies. Deze scores zijn in tabellen weergegeven samen met een korte toelichting. De laatste kolommen uit de tabellen bevatten de barrières of stimulansen voor de uitgesplitste vijf productgroepen. Daarbij staat vermeld of de gegeven score en toelichting in sterkere of zwakkere mate geldt per productgroep. De functies die voor de fase van ontwikkeling van belang zijn voor de circulaire strategieën zijn dikgedrukt weergegeven. Daarnaast zijn specifieke dynamieken (positief of negatief) voor de verschillende verpakkingstypen (contactgevoelig vs. niet-contactgevoelig, flexibel vs. vormvast en drankenkartons) aangegeven wanneer deze van toepassing zijn.

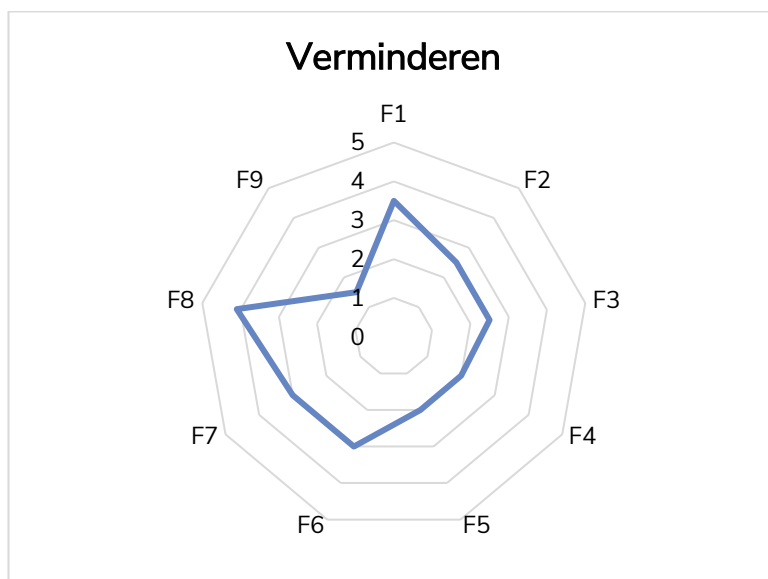
Vermindering (V)

In de take-off fase zijn met name functies 1 en 7 belangrijk (in bold). Ondersteunt door 4, 5 en 6. De functiescores zijn in onderstaande tabel uitgelegd en worden visueel weergegeven in het spindigram in onderstaande figuur.

Tabel 9.2.4 MIS-scores Verminderen

Functie	Score	Toelichting
1	Matig-goed	Ondernemers experimenteren met het reduceren van verpakkingsmateriaal en ook steeds meer met het afzien van verpakkingsmateriaal. Nog geen grootschalige opschaling.
		Flexibel: Reduceren verpakkings-materiaal voor ondernemers mogelijk door overstap vormvast naar flexibel (+)
2	Matig	Onderzoeken om op grote schaal verpakkingen te verminderen vinden nog niet plaats. Meeste onderzoeken gaan over het reduceren van verpakkingsgewicht of afzien van etikettering.

Functie	Score	Toelichting
3	Matig	Conferenties gericht op hogere R-strategieën besteden steeds meer aandacht aan verminderen of afzien van verpakkingen, maar het is nog niet mainstream.
4	Slecht	Er zijn alleen vrijwillige doelen geformuleerd op verminderen. Geen actieve sturing op minder verpakken.
5	Slecht	Er bestaan geen beleidsinstrumenten die sturen op minder. Het is vaak ook niet in het belang van marketeers om te verminderen.
6	Matig	Opschaling van initiatieven is afhankelijk van de middelen die beschikbaar zijn, zoals het geval bij dry misting systemen bij supermarkten.
7	Matig	Perceptie ten opzichte van verminderen wordt benadeeld door de verslechterde houdbaarheid en mogelijke schade aan het product Contactgevoelig & drankenkartons: Argument voedselverspilling staat haaks op verminderen verpakkingen (-)
8	Goed	In vrijwillige verduurzamingsplannen en door branches wordt wel aangestuurd op minder verpakken
9	Slecht	Systeem is nog niet gericht op verminderen.



Figuur 9.2.4 Spindigram Verminderen

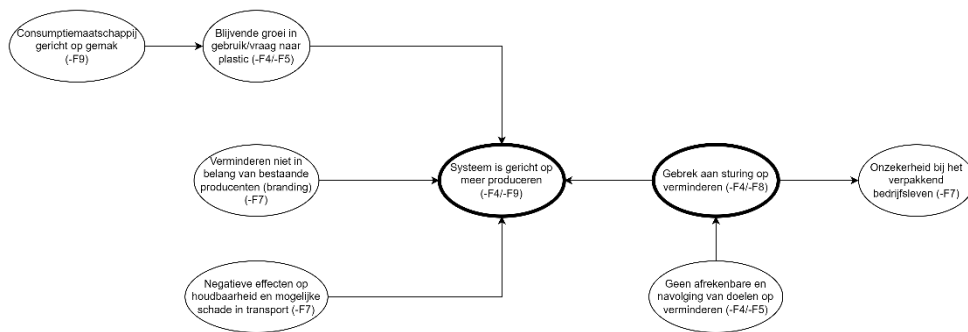
Belangrijkste observaties – wat gaat goed

- **Ondernemers experimenteren steeds meer met 'verminderende' activiteiten (F1)**
Voorbeelden zoals dry-misting systemen om volledig af te zien van verpakkingen om groenten en fruit vinden op steeds grotere schaal plaats. Daarnaast zijn initiatieven om verpakkingsgewicht te reduceren ook meer in trek.
- **Vrijwillige afspraken en coördinerende activiteiten moeten ervoor zorgen dat verpakkingen zo min mogelijk op de markt komen (F8)**
Via de UPV worden partijen die verpakkingen op de markt brengen ertoe aangemoedigd om zo min mogelijk (of zo licht

mogelijk) te verpakken. Verder zijn er alleen vrijwillige afspraken zoals in het Plastic Pact die een duidelijk verminderingsdoel formuleerden.

Wat kan beter

- **Het huidige systeem is nog te veel gericht op produceren en consumeren (-F9)**
 Het regime van bestaande actoren heeft vanwege huidige businessmodellen nog te veel baat bij meer produceren. De consument is gewend aan gemak- en on-the-go-verpakkingen, waardoor eenmalige wegwerpverpakkingen in stand blijven.
- **Formulering afrekenbare doelen op verminderen (-F4)**
 De huidige vrijwillige afspraken zorgen voor draagvlak, maar nog niet voor een dalende trend in het volume aan verpakkingen dat op de Nederlandse markt komt. Om voor een versnelling te zorgen zijn heldere afrekenbare verminderingsdoelen nodig.



Figuur 9.2.5 Samenhang barrières vermindering – systeem gericht op meer produceren en consumeren, en gebrekkige sturing op verminderen

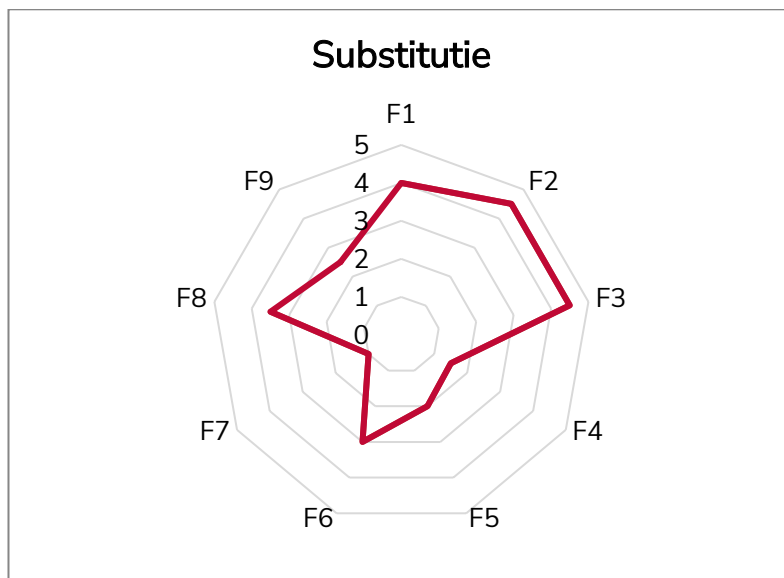
Substitutie (S)

In de take-off fase zijn met name functies 1 en 7 belangrijk (in bold). Ondersteunt door 4, 5 en 6. De functiescores zijn in onderstaande tabel uitgelegd en worden visueel weergegeven in het spindigram in onderstaande figuur.

Tabel 9.2.5 MIS-scores Substitutie

Functie	Score	Uitleg
1	Matig-goed	Experimenten vinden volop plaats, maar door gebrek aan goede toepassingen in de markt worden ondernemers belemmerd. Contactgevoelig: Lastiger bij contact-gevoelige verpakking (-)
2	Goed	Onderzoeken ter verbetering en evaluatie van biogebaseerde kunststoffen vinden in binnen- en buitenland plaats.
3	Goed	Zowel op nationale als internationale schaal zijn er conferenties gericht op het verspreiden van kennis rondom biogebaseerde en bioafbreekbare kunststoffen.
4	Slecht	Er ontbreekt een duidelijke toekomstrichting voor biogebaseerde toepassingen.

Functie	Score	Uitleg
5	Matig-slecht	Geen tot weinig markt creërende instrumenten voor biogebaseerde toepassingen. Prijzen biogebaseerd kunststof liggen hoger dan voor fossiele kunststoffen.
6	Matig	Marktaandeel van novels is te weinig om aparte recyclecapaciteit op in te zetten. Daarnaast concurreert biogebaseerd kunststof aan de input kant met andere sectoren. Financiering om te experimenteren is wel beschikbaar.
7	Slecht	Twijfels over de duurzaamheid, recyclebaarheid en biodegradeerbaarheid van biogebaseerde toepassingen zorgen voor huiverigheid in de sector. Drankenkartons: Actoren beschouwen karton als hernieuwbaar materiaal (+)
8	Matig	Steeds meer roadmaps worden geformuleerd, maar een duidelijke toekomstvisie ontbreekt nog.
9	Matig	Actoren die bezig zijn met drop-ins continueren de status quo. Bij novels komen nieuwe spelers in de markt. Actoren zijn over het algemeen wel bekend met de markt



Figuur 9.2.6 Spindigram Substitutie

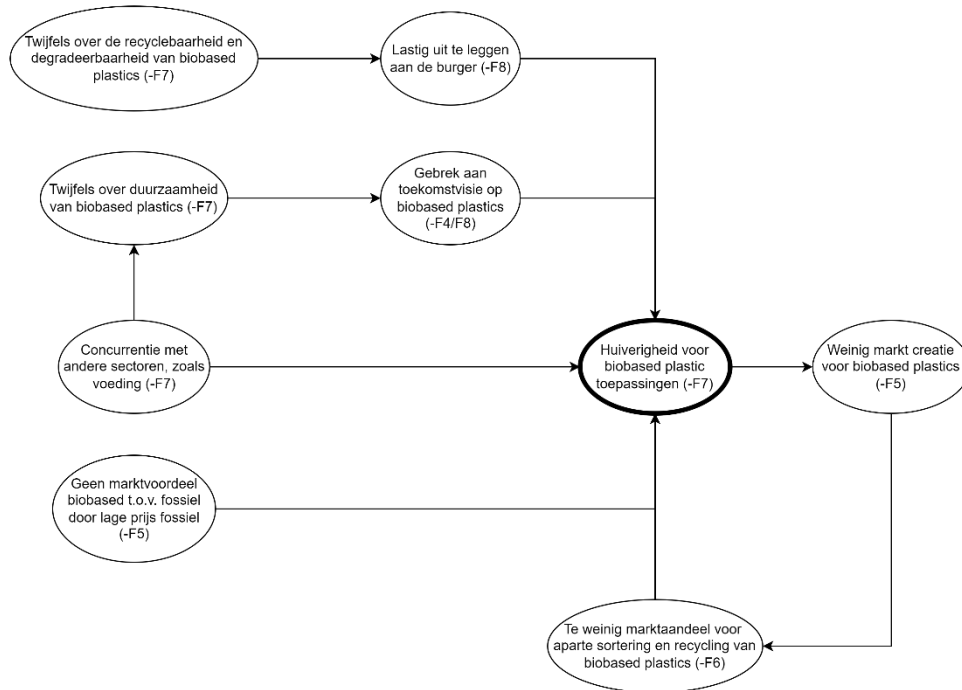
Belangrijkste observaties – wat gaat goed

- **Kennis ontwikkeling, deling en experimentatie voor biogebaseerd kunststof vindt plaats (F1/F2/F3)**
Nieuwe biobased toepassingen vinden plaats in kunststof verpakkingen. Dit is ook terug te zien in nieuwe samenwerkingsverbanden zoals voor de toepassing van PEF door Avantium in vruchtendrankflessen van Albert Heijn.

Wat kan beter

- **Huiverigheid voor biogebaseerd kunststof (-F7/-F9)**
Twijfels over de toepassingen en duurzaamheid van biogebaseerd kunststof belemmeren de groei naar de volgende fase van de

transitie. Een duidelijke toekomstvisie met een helder afwegingskader kan hier helpen.



Figuur 9.2.7 Samenhang van barrières substitutie – huisverigheid biogebaseerd kunststof toepassen

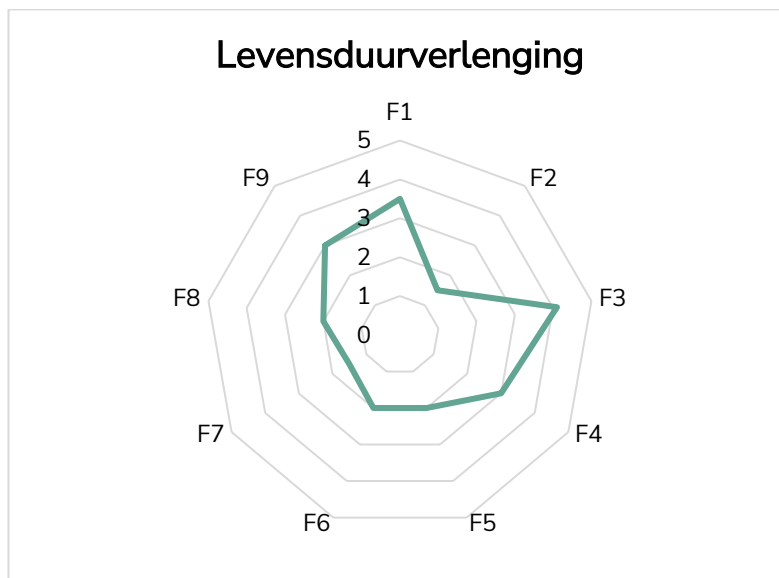
Levensduurverlenging (L)

In de take-off fase zijn met name functies 1 en 7 belangrijk (in bold). Ondersteunt door 4, 5 en 6. De functiescores zijn in onderstaande tabel uitgelegd en worden visueel weergegeven in het spindigram in onderstaande figuur.

Tabel 9.2.6 MIS-scores Levensduurverlenging

Functie	Score	Uitleg
1	Matig - goed	Experimenten vinden steeds meer plaats maar schalen nog niet massaal op. Flexibel: Mogelijk (zoals in pouches), maar technisch lastiger om te hergebruiken (-)
2	Slecht	Inzicht in de progressie en meetbaarheid van deze strategie ontbreekt.
3	Goed	Kennis over businessmodellen wordt volop gedeeld, ook tijdens conferenties specifiek gericht op hergebruik
4	Matig	In doelen (recyclingdoel of SUP) wordt er aandacht besteed aan hergebruiken, maar het blijft onduidelijk hoe dit meetbaar en afrekenbaar te maken.
5	Matig	Gebrek aan standaarden voor hergebruik- en retoursystemen die het gebruik en het opzetten makkelijker maken.

Functie	Score	Uitleg
		Contactgevoelig: Europese normeren strenger voor contactgevoelige verpakkingen; regels omtrent ontsmetten n reinigen (-)
6	Matig	Kosten voor de opzet van retourlogistiek zijn hoog. Weinig middelen beschikbaar voor ondernemers om dit te versnellen.
7	Slecht	De benodigde aanpassing in het consumentengedrag ontvangt groeiend perspectief, maar vindt nog niet grootschalig plaats. Daarnaast heerst er twijfel over de milieuprestatie van hergebruik ten opzichte van eenmalige verpakkingen Contactgevoelig: Huiverigheid bij producenten door zorgen over veiligheid van de producten (-)
8	Matig	Samenwerking en coördinatie die nodig is voor hergebruik vindt op kleine schaal plaats. Dit wordt nog weinig op grote schaal aangepakt.
9	Matig	Consumentengemak is leidend en zorgt ervoor dat de conventionele strategie (recycling) voornamelijk gevolgd wordt. Daarnaast stappen sommige regime actoren over op herbruikbare businessmodellen, maar is er nog geen grootschalige verandering.



Figuur 9.2.8 Spindigram Levensduurverlenging

Belangrijkste observaties - wat gaat goed

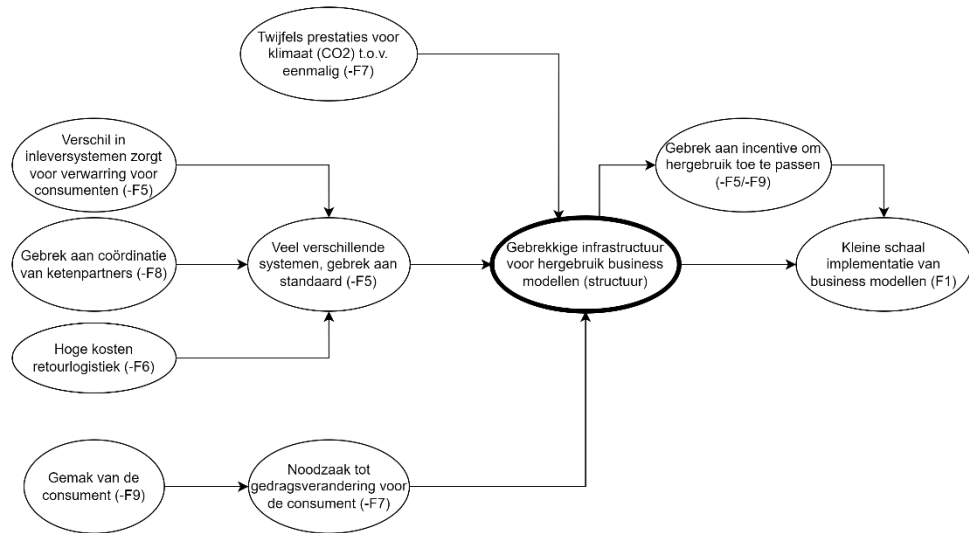
- **Kennis over hergebruik (businessmodellen) (F1) wordt steeds meer verspreid (F3)**

Aandacht voor hergebruik vindt steeds meer plaats in de vorm van conferenties, bijeenkomsten en via platformen, waar best practices gedeeld worden van ondernemers en hun succesverhalen.

Wat kan beter

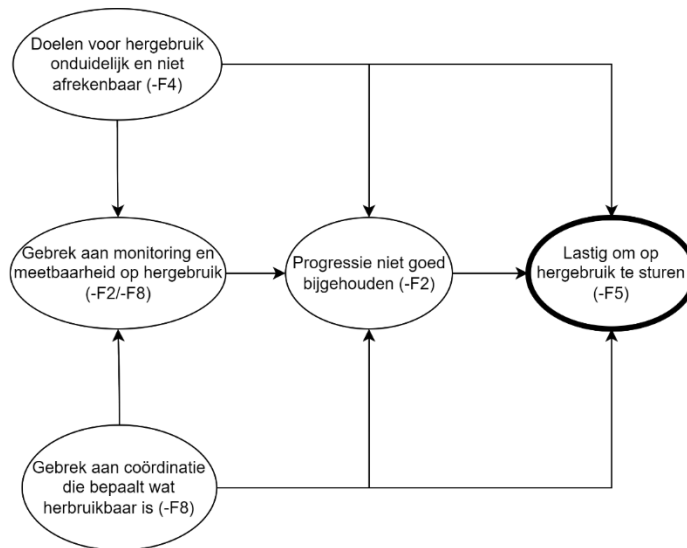
- **Gebrekkige infrastructuur voor hergebruik businessmodellen (structuur) door stabiliteit van het 'weggooi-regime' (-F9), gebrek aan standaarden (-F5) en beperkt draagvlak (-F7).**

De huidige infrastructuur gericht op het gebruiken en wegwerpen van verpakkingen past niet bij de benodigde retourinfrastructuur voor hergebruik businessmodellen. Daarvoor zijn additionele financiële middelen nodig om retoursystemen op te zetten. Standaarden voor hergebruik businessmodellen ontbreken en draagvlak voor hergebruiken en retourneren zijn nog in opkomst. Retail en consumenten moeten wennen aan deze andere vorm.



Figuur 9.2.9 Samenhang van barrières levensduurverlenging – gebrekkige infrastructuur

- **Lastig om op hergebruik te sturen (-F4) door gebrekkig inzicht (-F2)**
Hergebruik is nog niet meetbaar, waardoor gestelde doelen nog niet afrekenbaar of handhaafbaar zijn. Dit vergt om heldere, afrekenbare doelen om te kunnen handhaven.



Figuur 9.2.10 Samenhang van barrières levensduurverlenging – gebrekkige meetbaarheid

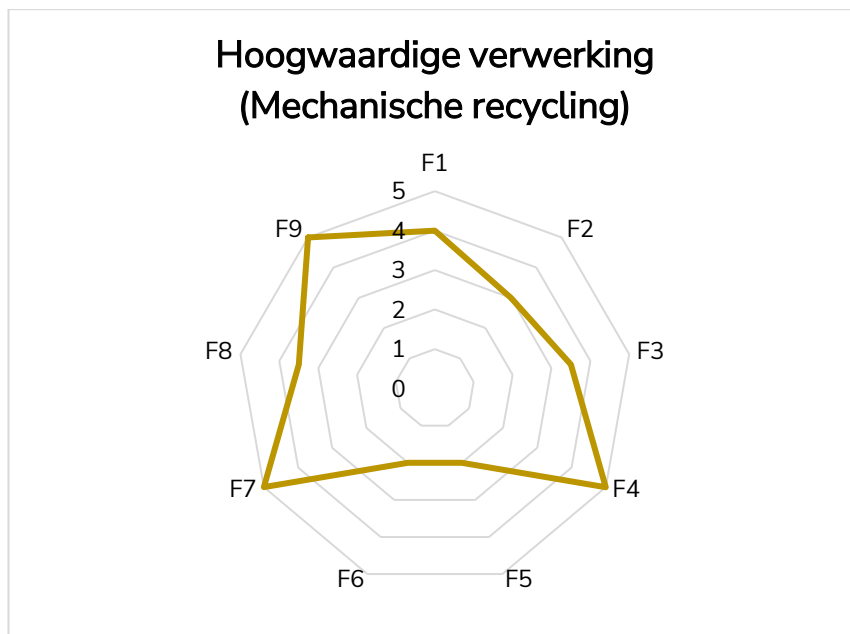
Hoogwaardige verwerking (mechanische verwerking) (HV1)

In de versnellingsfase is met name F5 belangrijk (in bold). Ondersteunt door F1, F4 en F6. De functiescores zijn in onderstaande tabel uitgelegd en worden visueel weergegeven in het spindigram in onderstaande figuur.

Tabel 9.2.7 MIS-scores Hoogwaardige verwerking via mechanische verwerking

Functie	Score	Uitleg
1	Matig - Goed	Experimenten vinden volop plaats om meer en beter recyclaat te verkrijgen. Echter het recyclaat dat daadwerkelijk in nieuwe verpakkingen wordt toegepast is minimaal. Flexibel: Recyclaat is lastiger toepasbaar in flexibele verpakkingen doordat het materiaal dikker wordt (-) Drankenkartons: Toepassen recyclaat uit de drankenkarton kan alleen open-loop (-)
2	Matig	Onderzoeken om recycling en de toepassing van recyclaat te verbeteren vinden volop plaats. Er is echter een datagebrek over de vermarkting en toepassing van recyclaat. Gebrek aan data groter voor uitsplitsing verpakkings-typen (-)
3	Matig	Data over recyclaattoepassing wordt waar mogelijk gedeeld, maar bij datagebreken en bedrijfsgevoelige data is deze niet deelbaar.
4	Goed	Duidelijke recyclingdoelstelling op nationale en Europese schaal. Drankenkartons Wettelijke recycling doelstelling sinds 2023 (+)
5	Slecht	Prikkels voornamelijk te weinig ingezet op kwaliteit en toepassen recyclaat.

Functie	Score	Uitleg
		Contactgevoelig: Hogere eisen voor toepassen recycklaat in contactgevoelig (-)
6	Slecht	Kwantiteit van recycklaat is laag en een hoge prijs ten opzichte van virgin kunststoffen. Recyclingcapaciteit in Nederland en Europa is niet voldoende. Flexibel: Verpakkingen verdwijnen vaker in de verbranding of export door slechtere recyclebaarheid (-) Drankenkartons: Voor verwerkers een onaantrekkelijke stroom vanwege de verpakte dikke zuivelproducten (-)
7	Goed	Vertrouwen in recycling als technologie is groot.
8	Matig - goed	Coördinatie op recycling is groot. Veel verschillende partijen die zich ermee bezighouden. Echter, ontbreekt hete aan coördinatie die zich richt op inzicht in materiaalstromen.
9	Goed	Voor regime actoren is inzetten op hoogwaardige verwerking via mechanische recycling al de norm. Het vergt optimalisatie en verbetering, maar biedt ruimte aan ondernemers om te ontwikkelen.



Figuur 9.2.11 Spindigram Hoogwaardige verwerking (mechanisch)

Belangrijkste observaties - wat gaat goed

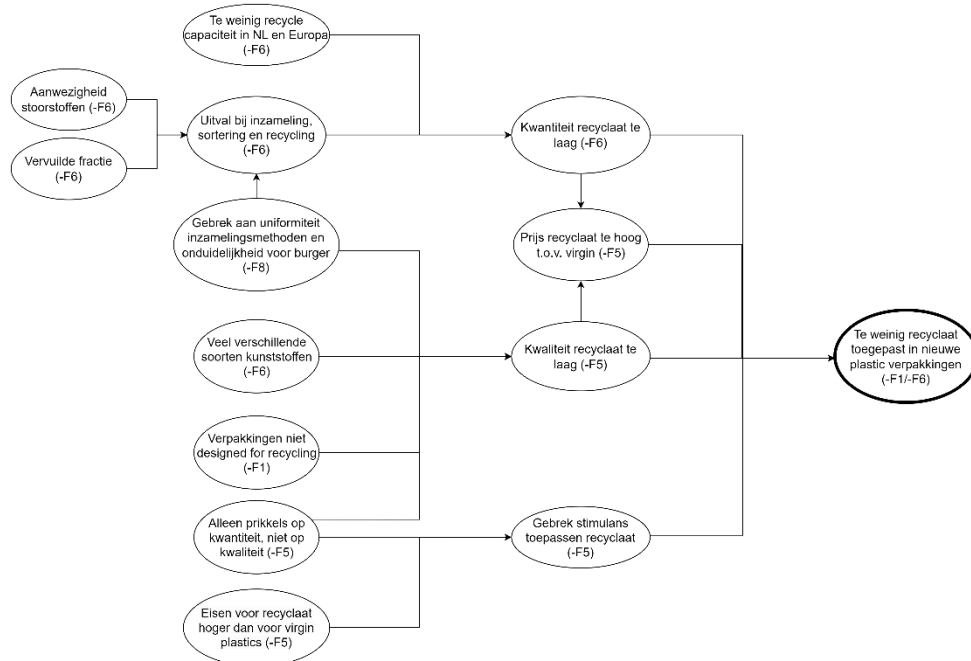
- **Vertrouwen in mechanische recycling is hoog (F7), er zijn duidelijke doelstellingen geformuleerd (F4) en regime actoren en de infrastructuur zijn ingericht voor mechanische recycling (F9)**

De huidige infrastructuur is gericht op het behalen van recycledoelstellingen en het verbeteren van de resultaten door efficiëntieslagen en investeringen.

Wat kan beter

- **Gebrek aan toepassing recycalaat in nieuwe verpakkingen door ongunstige marktomstandigheden en een gebrek aan stimulans op de toepassing ervan (-F5)**

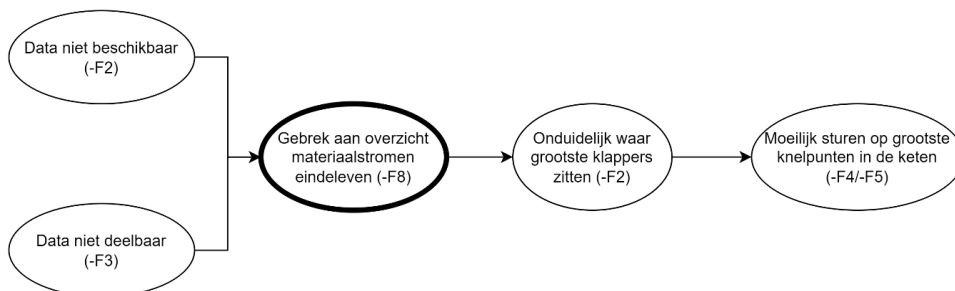
Een gebrek aan voldoende kwantiteit en kwaliteit van recycalaat, samen met de hogere prijs ten opzichte van primair fossiel kunststof zorgen voor ongunstige marktomstandigheden voor secundair materiaal. Daarnaast is er nog geen stimulans om secundaire materialen toe te passen. Daarmee is verdere stimulans en coördinatie van de toepassing van recycalaat benodigd om de transitie te bevorderen, bijvoorbeeld via gestelde doelen.



Figuur 9.2.12 Samenhang van barrières mechanische recycling - toepassen recycalaat in nieuwe verpakkingen

- **Gefragmenteerde, gesommeerde en concurrentiegevoelige data die lastig interpreteerbaar is (-F2)**

Door een gebrek aan inzicht in de data over verpakkingen en verpakkingsoorten is het lastig om te evalueren en concretere sturing aan te brengen.



Figuur 9.2.13 Samenhang van barrières mechanische recycling – gebrek aan overzicht materiaalstromen

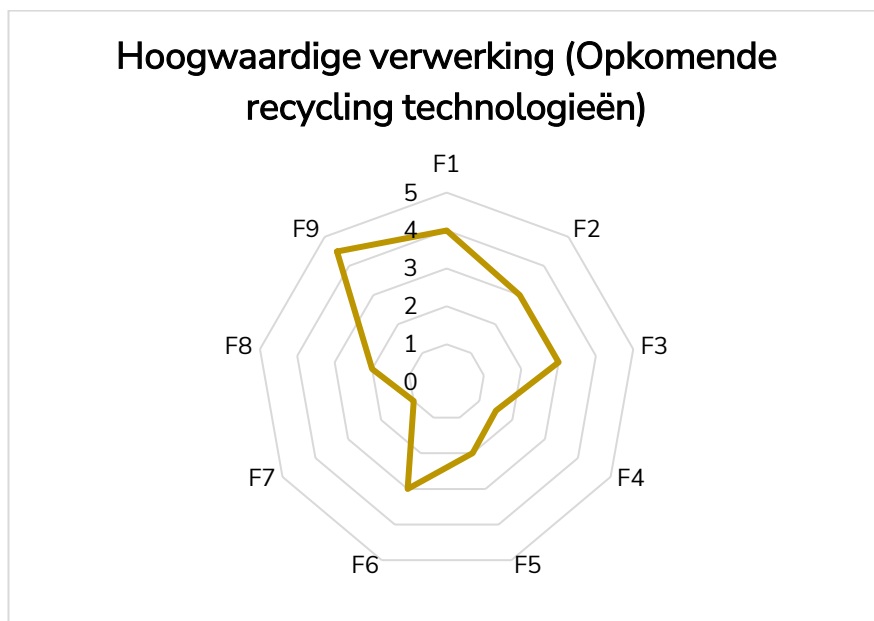
Hoogwaardige verwerking (opkomende recycling technologieën) (HV2)

In de ontwikkelingsfase zijn met name functies 1 en 2 zijn belangrijk (in bold). Ondersteunt door 3, 4, en 6. De functiescores zijn in onderstaande tabel uitgelegd en worden visueel weergegeven in het spindigram in onderstaande figuur.

Tabel 9.2.8 MIS-scores Hoogwaardige verwerking via opkomende recycling technologieën

Functie	Score	Uitleg
1	Goed	Experimenten vinden plaats met allerlei verschillende recycling technologieën, zoals dissolutie, depolymerisatie, solvolyse, pyrolyse en vergassing.
		Contactgevoelig: Experimenten en onderzoeken met als doel om recycalaat verkregen uit deze nieuwe recycling technologieën in te kunnen zetten voor contactgevoelig materiaal (+)
2	Matig	Experimenten gaan vaak gepaard met onderzoeken waarbij verschillende partijen aan de ontwerp en verwerkingskant van de keten samenwerken.
		Contactgevoelig: Experimenten en onderzoeken met als doel om recycalaat verkregen uit deze nieuwe recycling technologieën in te kunnen zetten voor contactgevoelig materiaal (+)
3	Matig	Op verschillende (chemische) recycling conferenties op nationale en internationale schaal wordt kennis over nieuwe recycling technologieën gedeeld.
4	Slecht	Onduidelijke toekomstvisie voor opkomende recycling technologieën en geen afrekenbare doelen.
5	Matig	Achterblijvend en afwachtend beleid voor opkomende recycling technologieën.
6	Matig	De chemische industrie investeert volop om nieuwe experimenten op te zetten en deze technologieën kunnen gebruik maken van de gevestigde infrastructuur. Echter behoeven deze technologieën dezelfde feedstock als mechanische recycling waar vaak minder energie voor nodig is en in vergelijking met sommige technologieën hogere rendementen behaald worden.
7	Slecht	Zorgen over mogelijke lock-in gevaren van investeren in verschillende (chemische) recycling technologieën.
		Contactgevoelig: Branche is hoopvol voor de mogelijkheden om deze recycling technologie in te zetten voor contactgevoelig materiaal (+) Drankenkartons:

Functie	Score	Uitleg
		Producenten staan positief tegenover het gebruik van geavanceerde recycling om closed loop recycling mogelijk te maken (+)
8	Slecht	Gebrekkige coördinatie en roadmaps die een duidelijke richting voor de toekomst moeten bieden. Wel meer aandacht via Roadmaps (2020) en Versnellingstafels (2023).
9	Goed	Opkomende recycling technologieën passen goed bij de huidige businessmodellen van de gevestigde orde (regime).



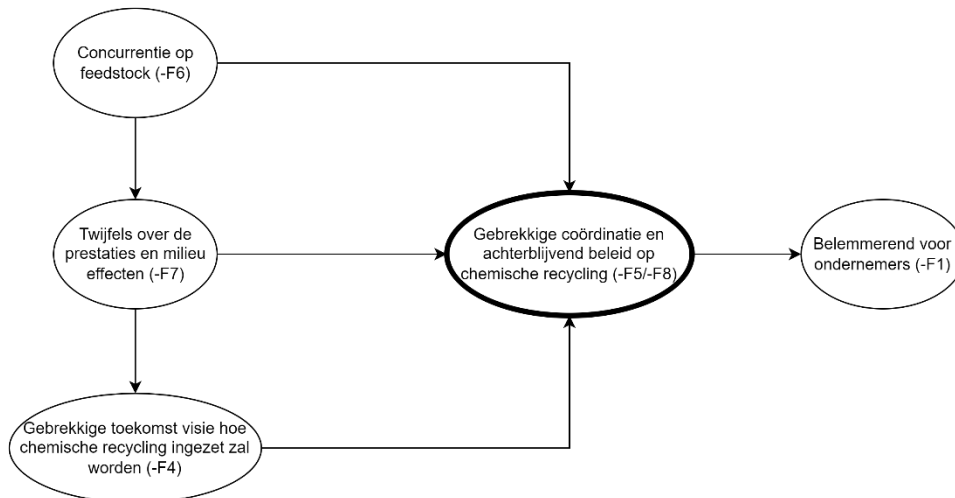
Figuur 9.2.14 Spindigram Hoogwaardige verwerking (opkomende recycling)

Belangrijkste observaties - wat gaat goed

- **Ondernemers experimenteren (F1) in een klimaat dat goed past bij het huidige regime (F9)**
Met verschillende opkomende (geavanceerde) recycling technologieën, zoals dissolutie, depolymerisatie en pyrolyse, wordt in verschillende fases geëxperimenteerd.

Wat kan beter

- **Gebrekkige coördinatie voor opkomende recycling technologieën (-F8)**
Opkomende recycling technologieën zijn nog in een vroeg stadium van ontwikkeling vergeleken met mechanische recycling. Lagere rendementen, de benodigde energie input en milieueffecten van deze technologieën zorgen voor twijfel en gebrekkig vertrouwen. Verder ontbrekend beleid op deze technologieën belemmert het draagvlak. Een afwegingskader is benodigd om te bepalen voor welke verpakkingen welke recycling technologie het meest geschikt is.



Figuur 9.2.15 Samenhang van barrières chemische recycling – gebrek aan coördinatie

Barrières voor specifieke verpakkingsoorten

Contactgevoelige en niet-contactgevoelige verpakkingen

Over alle circulaire strategieën heen hebben we geïdentificeerd dat de barrières groter zijn voor contactgevoelige verpakkingen vanwege eisen aan (voedsel)veiligheid. Dit brengt extra regels en wetten (-F5) en daarmee mogelijke zorgen en onzekerheid bij beleidsmakers en producenten (-F7) met zich mee.

- Vanuit de perceptie van het verpakkend bedrijfsleven kan het reduceren of afzien van verpakkingsmateriaal (*verminderen*) voor meer voedselverspilling zorgen (-F7). Voedselverspilling moet zo veel mogelijk voorkomen worden, maar vanuit experts werd duidelijk dat de houdbaarheid van producten vaak ook een luxe is waar we aan gewend zijn geraakt (Interview U3). Daaruit wordt duidelijk dat ons systeem gewend is aan de huidige standaarden waarin productie en consumptie ervoor zorgen dat voedsel lang houdbaar blijft.
- Het toepassen van hernieuwbaar materiaal (*substitutie*) is mogelijk in zowel contactgevoelig als niet-contactgevoelig materiaal (F1). Zo zijn er voorbeelden dat PLA toegepast wordt in bekertjes en bio-PET als vervanger van fossiel PET flessen (KIDV, 2023). Experts beredeneren echter dat het makkelijker toe te passen is bij niet-contactgevoelige verpakkingen (Workshop Rijk2).
- Wanneer producten verpakt worden in herbruikbare verpakkingen (*levensduurverlenging*) gelden er strengere regels voor contactgevoelige verpakkingen over de voedselveiligheid, hygiëne en houdbaarheid van de producten (Workshop Rijk1, Rijk6, RPF5; Rang, 2020) (-F5). Europese afspraken zijn opgenomen in verordeningen (EU 852/2004) en eisen stellen aan de reiniging en mogelijke ontsmetting van herbruikbare verpakkingen. De verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid voor deze veiligheid liggen bij retoursystemen bij de producent, wat voor huiverigheid zorgt (Interview U1; Gawronski, 2020) (-F7). Dit duidt erop dat problemen met het opzetten van een

- infrastructuur groter zijn bij contactgevoelige verpakkingen ten opzichte van niet-contactgevoelige verpakkingen
- Om recycklaat toe te kunnen passen in nieuwe contactgevoelige verpakkingen (*hoogwaardige verwerking*) zijn er enkele strengere Europese regels geformuleerd (**-F5**) ten opzichte van niet-contactgevoelige verpakkingen. Zo ging de Europese verpakkingsverordening 282/2008 over het toepassen van gerecycled kunststof en met name over PET verpakkingen. Sinds 2022 is daar de nieuwe richtlijn voor in de plaats gekomen 2022/1616 welke regels stelt om besmetting van verpakkingsafval te beperken in de toepassing in nieuwe verpakkingen (Interview U1; [European Commission](#)). Vanuit de Europese autoriteit voor voedselveiligheid (EFSA) is onderzoek gedaan naar de geschiktheid van het gebruik van gerecycled kunststof in contactgevoelige verpakkingen. Uit hun onderzoek komt een beoordelingsprotocol met een 95% criterium voor PET voedselverpakkingen dat 95% van voedselverpakkingen afkomstig moet zijn om gebruikt te worden als recycklaat in nieuwe voedselverpakkingen (**-F5**). Als gevolg daarvan mag bijna geen verpakking (behalve PET) na mechanische recycling toegepast worden in food-grade verpakkingen (Interview I1; Workshop BGC10). Hierdoor worden contactgevoelige verpakkingen ervan weerhouden om recycklaat toe te passen, wat volgens experts te wijten valt aan de extreem strenge veiligheidseisen en in meerdere gevallen van het 'worst-case' scenario wordt uitgegaan. In het Nederlandse UPV-systeem hoeven contactgevoelige verpakkingen minder recycklaat te bevatten om de korting via de tariefdifferentiatie te ontvangen (10% versus 20% in niet-contactgevoelig) (Verpact, [2024](#)) (**F5**). Dit duidt op de extra complexiteit van het toepassen van recycklaat in contactgevoelige verpakkingen en daarmee een versoepeling in de tarieven.
 - Specifiek in de toepassing van recycklaat verkregen uit geavanceerde recycling technologieën zoals dissolutie zijn er volgens experts (Interview Cmp1, U1) mogelijkheden om tot food-grade kwaliteit te komen. Er gelden hier echter dezelfde Europese regelingen als in het hierboven genoemde punt. In de verpakkingsverordening wordt specifiek aangehaald dat nieuwe recyclingtechnologieën geëvalueerd moeten worden door de EFSA voordat ze toegepast mogen worden (Finnish Food Authority, [2023](#)). De FDA heeft deze technologie al wel heeft goedgekeurd (Interview Cmp1, U1). Verder zou pyrolyse kunnen voorzien in contactgevoelig materiaal, maar ontbreekt duidelijkheid vanuit EFSA hierin (Interview B1). Dit duidt op een gebrek aan richting (**-F4**) en coördinatie (**-F8**) voor deze opkomende recycling technologieën

'Er is specifieke regelgeving op voedselveiligheid en contactmaterialen. Hierdoor zijn de eisen aan gerecycled materiaal hoog ten opzichte van virgin materiaal.' (Interview U1)

'Dissolutie geeft een hoge opbrengst, kwaliteit is foodgrade met een lage energie intensiteit. EFSA staat het nu niet toe. De FDA heeft het wel in de food contact materials regulation.' (Interview Cmp1)

Dit betekent dat niet-contactgevoelige verpakkingen minder sturing behoeven en de barrières in mindere mate aanwezig zijn dan voor de contactgevoelige verpakkingen. De barrières die groter worden voor contactgevoelige materialen hebben met name te maken met de extra regels om voedselveiligheid te borgen en verspilling te voorkomen. Dat zijn de barrières met betrekking tot het (1) huidige systeem dat gericht is op produceren en consumeren, (2) dat het lastiger is om een goede infrastructuur voor hergebruik op te zetten voor contactgevoelige verpakkingen, (3) het toepassen van recycalaat in contactgevoelige verpakkingen moeilijker is en (4) er een gebrekkige coördinatie is voor opkomende recycling technologieën en de toepassing daarvan in contactgevoelige verpakkingen.

Flexibele en vormvaste verpakkingen

Het verschil in de barrières tussen de verpakkingsoorten vormvaste of flexibele verpakkingen is met name op technisch vlak.

- Het toepassen van hernieuwbaar materiaal is mogelijk in zowel vormvaste als flexibele verpakkingen (*substitutie*) (**F1**).
- Om verpakkingsgewicht te besparen (*verminderen*) kan het voor retailers interessant zijn om de overstap te maken van vormvaste verpakkingen naar flexibele verpakkingen (**F1**). Dat zagen we bijvoorbeeld toen PET trays voor vlees vervangen werden met flexibele vleesverpakkingen (Neerman, [2021](#)). Dit brengt echter problemen met zich mee bij het recyclen van de verpakking.
- Folies verdwijnen sneller in de verbrandingsoven en verdwijnen eerder uit het recyclingproces of worden geëxporteerd uit Nederland (AfvalOnline, [2023](#)) dan vormvaste verpakkingen (Workshop Rijk7, Rijk8) (**-F6**) (*hoogwaardige verwerking*). Vormvaste verpakkingen zijn vanwege hun dikte makkelijker in te zamelen, uit te sorteren en te recyclen. Daarnaast wordt het materiaal bij toepassing van recycalaat altijd iets dikker, wat je juist niet wil bij flexibele verpakkingen (Workshop Rijk8).
- Vanwege de dikkere verpakkingslaag van vormvaste verpakkingen is het ook makkelijker om deze opnieuw te gebruiken (*levensduurverlenging*) (**-F1**). Voor flexibele verpakkingen zijn toepassingen in hergebruik businessmodellen wel mogelijk, zoals met hervulbare pouches of kledingzakken (Workshop Rijk9), maar is het vaak haalbaarder uit te voeren in vormvaste verpakkingen (Interview N2; Workshop Rijk2).

'Flexibele verpakkingen vormen een van de grootste uitdagingen'
(Interview Cmp1)

'Vormvast is makkelijker sorteren. Folie eindigt vaker in de verbrandingsoven dan vormvast.' (Interview B3)

'Als je recycalaat gebruikt moet je materiaal ietsje dikker worden, want er zitten bubbeltjes op.' (Workshop Rijk8)

Vanwege de lastige recycleerbaarheid van flexibele kunststoffen zijn deze verpakkingen in de nieuwe tariefdifferentiatie 2.0 ook 10 cent per kilo duurder dan de vormvaste verpakking (Verpact, [2024](#)) (**F5**). Daar staat tegenover dat flexibele verpakkingen ook lichter zijn en daarmee minder verpakkingsgewicht behoeven. Deze dynamieken zorgen ervoor dat barrières groter zijn voor (1) het opzetten van een infrastructuur

voor flexibele hergebruik verpakkingen lastiger is en (2) recycelaat in mindere mate wordt toegepast in flexibele verpakkingen ten opzichte van vormvaste verpakkingen doordat recycelaat ervoor zorgt dat het materiaal dikker wordt wat ongewenst is voor flexibele verpakkingen.

Drankenkartons

Voor drankenkartons zijn er op een aantal vlakken andere dynamieken in vergelijking met volledig kunststoffen verpakkingen. Drankenkartons zijn anders samengesteld dan volledig kunststoffen verpakkingen. Drankenkartons bevatten gemiddeld 77% papier, 21% kunststoffen en 2% aluminium (Interview B1). Dit zorgt voor andere dynamieken binnen de circulaire strategieën.

- Het volume drankenkartons is in de periode 2013 tot 2020 afgenomen (*vermindere*) van 70 kiloton naar 55 kiloton (Thoden van Velzen & Smeding, [2022](#)). Daar staat tegenover dat drankenkartonproducenten dit volume graag constant willen houden omdat hun businessmodel daarvan afhankelijk is (**F9**). Regime actoren willen hun positie in stand houden en laten via LCA's zien dat drankenkartons tot minder milieunadelen kunnen leiden. Het is daarbij nogal afhankelijk van de afbakening van de LCA of de drankenkarton er als beter of slechter uitkomt voor het milieu (Interview U2, U3; KIDV, [2023](#)). Daarnaast zijn drankenkartons ook voedselverpakkingen en geldt daarmee dezelfde extra complexiteit voor het verminderen van verpakkingsmateriaal (zoals de barrière laag) als voor alle contactgevoelige verpakkingen, namelijk de extra regels (**-F5**) en angst (**-F7**) voor een verminderde houdbaarheid van de verpakte producten en zorgen om de benodigde bescherming van het product.
- De toepassing van hernieuwbaar materiaal (*substitutie*) vindt volgens drankenkartonproducenten voornamelijk plaats doordat de drankenkarton voor 77% uit karton bestaat in plaats van volledig uit kunststof (Interview B1). Verder werken producenten aan het toepassen en bijmengen van biogebaseerd kunststof, verkregen uit bijvoorbeeld suikerriet, in de kunststof doppen en in de laagjes kunststof in de verpakking (Interview B1; Tetrapak, [2013](#)) (**F1**). Dit betekent dat de geïdentificeerde substitutie barrières in dezelfde mate aanwezig zijn als voor kunststof verpakkingen.
- Drankenkartons kunnen niet hergebruikt (*levensduurverlenging*) worden (Interview Cnv1).
- Om drankenkartons te recycleren moet de PolyAl-fractie van het karton gescheiden worden (*hoogwaardige verwerking*). De papierfractie wordt momenteel niet in Nederland verwerkt, maar in Duitsland of Frankrijk (ChangeInc, [2023](#)). Vervolgens zijn er verschillende opties voor het verwerken van de PolyAl-fractie, wat sinds november 2023 in Roosendaal op kleine schaal mogelijk is, maar ook in Italië gebeurt (Workshop TTK1; Duurzaam Ondernemen, [2023](#)). De aangeleverde Nederlandse fractie wordt alleen vaak door recyclers afgewezen, vanwege de achtergebleven dikke zuivelproducten die voor stank en ongedierte zorgen. Daardoor is de Nederlandse fractie een minder aantrekkelijke stroom dan de stroom uit andere landen (**-F6**) (Interview Cmp2).

- Het toepassen van het recycelaat uit de drankenkartons wordt momenteel nog niet toegepast in nieuwe drankenkartons, maar wordt via open-loop recycling toegepast in andere producten, zoals in dozen, de cementindustrie of als brandstof (-F6) (Interview B1). Daarnaast zou het mogelijk moeten zijn om food-grade content toe te passen in de PolyAl fractie van drankenkartons via geavanceerde recycling technologie, maar is op Europese schaal nog geen goedkeuring voor gegeven (Interview Cn1).

'We hopen dat het [drankenkartonproductie] niet daalt tot 2050. Met name zuivelproducten blijft zeker in drankenkartons, aangezien die een geschikte verpakking zijn voor zuivel.' (Interview B1)

'Closed loop recycling. Ik durf niet de vraag te stellen of dat de goede weg is. [...] Ik denk dat we terug moeten naar toepassingen die het meest logisch zijn. Makkelijk en beschikbaar zoals kartonnen dozen om de hoek.' (Interview Cnv1)

Deze dynamieken zorgen ervoor dat de volgende barrières voor drankenkartons in eenzelfde mate of groter zijn dan voor kunststof verpakkingen: (1) het systeem is gericht op productie en consumptie van drankenkartons en (2) de geringe toepassing van recycelaat in nieuwe drankenkartons.

9.3 Verantwoording en toelichting bij hfd 2 keten in beeld

Deze bijlage is nadere uiteenzetting van de doelen en hoe de keten van verpakkingen werkt behorende bij uit hoofdstuk 2: de keten in beeld.

9.3.1 Doelen

In dit onderdeel zijn alle mogelijke doelen en ambities verzameld vanuit Europa, Nederland en specifieke sectoren die zowel direct als indirect van invloed zijn op kunststofverpakkingen of drankenkartons voor de Nederlandse consumentenmarkt. Conform het Plan van Aanpak betreft het voor de officiële / beleidsmatige doelen uitsluitend doelen voor zover ook gemeld aan de Tweede kamer. Dit geldt niet voor de vrijwillige doelen/ambities die partijen vanuit de verschillende sectoren zichzelf hebben gesteld.

Europa

Vanuit Europa zijn verschillende richtlijnen en actieplannen van belang. Hieronder een opsomming van de voor kunststofverpakkingen en drankenkartons relevante doelen en ambities.

Kaderrichtlijn afvalstoffen (EU 2018/851)

Deze versie van de kaderrichtlijn afvalstoffen is een wijziging van de richtlijn uit 2008 (2008/98) waarmee nog meer de nadruk is komen te liggen op duurzaam materialenbeheer, waarmee bijvoorbeeld het meetpunt voor recycling is aangescherpt en ook hergebruik meer in scope zijn gekomen. De kaderrichtlijn geeft daarmee de kaders weer voor diverse andere richtlijnen.

Voor gemengd stedelijk afval³⁸, ofwel de totale stroom waar kunststofverpakkingen en drankenkartons deel van uit maken, zijn de volgende doelen gesteld voor voorbereiding voor hergebruik en recycling:

- Minimaal 55% in 2025
- Minimaal 60% in 2030
- Minimaal 65% in 2035.

Richtlijn Verpakkingen en verpakkingsafval (EU 94/62)

Met de aanpassing van de kaderrichtlijn afvalstoffen is in 2018 ook de richting verpakkingen en verpakkingsafval aangescherpt. Met deze aanpassingen heeft hergebruik (van verpakkingen) een belangrijke rol gekregen. Conform artikel 5 worden lidstaten aangemoedigd maatregelen te nemen om het aandeel hergebruik te vergroten door bv statiegeldregelingen, het stellen van kwalitatieve of kwantitatieve doelen, de inzet van economische prikkels en het vaststellen van een minimumpercentage herbruikbare verpakkingen. Tevens mogen herbruikbare verpakkingen meegenomen worden bij de doelstellingen voor voorbereiden voor hergebruik en recycling.

De richtlijn verpakkingen en verpakkingsafval kent alleen een doelstelling voor het totaal aan verpakkingen en per materiaalsoort. Een aparte Europese doelstelling voor drankenkartons, dat bestaat uit meerdere materialen, bestaat niet. De recycling van verpakkingen van samengestelde materialen dient per materiaal uitgewerkt te worden. De minimale doelstellingen voor recycling zijn:

- 65% voor het totaal aan verpakkingen in 2025 en 70% in 2030
- 50% voor kunststoffen in 2025 en 55% in 2030
- 25% voor hout in 2025 en 30% in 2030
- 70% voor ferrometalen in 2025 en 80% in 2030
- 50% voor aluminium in 2025 en 60% in 2030
- 70% voor glas in 2025 en 75% in 2030
- 75% voor papier en karton in 2025 en 85% in 2030.

Naast bovenstaande doelen voor recycling kent de richtlijn ook essentiële eisen voor verpakkingen. Deze eisen stellen o.a. dat de gebruikte hoeveelheid verpakking (in volume en/of gewicht) geminimaliseerd moet worden binnen de mogelijkheden binnen de mogelijkheden die er zijn als veiligheid, hygiëne en aanvaardbaarheid in ogenschouw genomen worden.

In maart 2024 is er binnen de EU een voorlopig akkoord gesloten over de inhoud van de nieuwe verordening voor verpakkingen die uiteindelijk de richtlijn verpakkingen gaat vervangen. Het ultieme doel van de verordening is de hoeveelheid verpakkingsafval te verminderen en verpakkingen te verduurzamen. Zie ook hoofdstuk 4 voor meer details over de mogelijke toekomstige aanpassingen.

Richtlijn eenmalige kunststofproducten (SUP) (EU 2019/904)

De SUP-richtlijn heeft tot doel om de effecten van bepaalde kunststofproducten op het milieu en op de menselijke gezondheid te

³⁸ Gemengd stedelijk afval is het totaal aan huishoudelijk afval plus het naar aard en samenstelling daarmee vergelijkbaar bedrijfsafval.

voorkomen en te verminderen, en de overgang naar een circulaire economie te bevorderen. Via deze richtlijn wordt ingezet op een consumptievermindering van kunststofproducten voor eenmalig gebruik, het beperken van in de handel te brengen specifieke kunststoffen, het stellen van productvereisten, een in te stellen UPV, gescheiden inzameling en bewustmakingsmaatregelen. Tevens worden producten van deze producten verantwoordelijk voor de opruimkosten van deze producten in het zwerfafval. Afhankelijk van het soort product gelden verschillende verplichtingen.

Gestelde doelen:

- De consumptievermindering dient in 2026 zichtbaar te zijn (tov 2022).
- Alle doppen en deksels dienen tijdens het gebruik aan de kunststofverpakkingen bevestigd te blijven.
- Vanaf 2025 dienen PET-drankflessen minstens 25% gerecyclede kunststoffen bevatten. Vanaf 2030 is dat minstens 30%.
- Via een in te stellen UPV worden producenten van eenmalige kunststoffen verantwoordelijk voor bewustmakingsmaatregelen, het inzamelen/de vervoer/de verwerking van deze producten via openbare inzamelsystemen, en het opruimen/vervoeren/verwerken van deze producten in het zwerfafval.
- Uiterlijk 2025 dient 77% van de in de handel gebrachte SUP-producten (vallend onder deel F richtlijn: drankflessen van maximaal 3 liter, doppen en deksels inbegrepen) gerecycled te worden. In 2029 gaat het om minstens 90%.

Circulair Economy Action plan van de EU

In maart 2020 heeft de Europese Commissie het nieuwe Circulaire Economie Actieplan goedgekeurd. Het is daarmee een van de belangrijkste bouwstenen van de nieuwe Europese agenda voor duurzame groei. Tevens is het een voorwaarde om de doelstelling van de EU om voor 2050 klimaatneutraal te worden te halen en het verlies aan bijvoorbeeld biodiversiteit een halt toe te roepen. Het nieuwe actieplan richt zich op de hele levenscyclus van producten, de manier waarop producten worden ontworpen, het stimuleert duurzame consumptie en heeft tot doel afval te voorkomen en gebruikte hulpbronnen zo lang mogelijk in de economie te behouden. Geformuleerde acties uit het actieplan gaan zich o.a. richten op de revisie van de richtlijn verpakkingen.

Besluit eigen middelen (EU 2020/2053)

Hoewel het Besluit eigen middelen geen numeriek doel bevat voor kunststof verpakkingen en/of drankkartons is het wel relevant. Met de afdracht van de Unie via het stelsel van eigen middelen probeert de Europese Unie namelijk beleidsprioriteiten te ondersteunen. Als eerste categorie is bepaald dat lidstaten per kilogram niet gerecycled kunststofverpakkingsafval 0,80 euro afdragen aan de Europese begroting. De ingangsdatum betreft 1 januari 2021.

Nederland

De Europese richtlijnen zijn in Nederland vertaald aan aparte besluiten.

Besluit beheer verpakkingen 2014

Conform de laatste wijzigingen van het Besluit beheer verpakkingen 2014 gelden de volgende doelen in Nederland:

- Minimaal 71% van de in de handel gebrachte verpakkingen dient in 2021 gerecycled of hergebruikt te worden, met 72% in 2022, 73% om 2024 en 74% vanaf 2025.
- Minimaal 40% hergebruik/recycling van kunststof verpakkingen in 2021, 42% in 2022, 44% in 2023, 47% in 2024, 50% vanaf 2025 en 55% vanaf 2030.
- Minimaal 86% hergebruik/recycling van glazen verpakkingen
- Minimaal 85% hergebruik/recycling van papier en karton verpakkingen
- Minimaal 55% hergebruik/recycling van houten verpakkingen
- Minimaal 73% hergebruik/recycling van aluminium verpakkingen in 2021, 73% in 2022, 76% in 2023, 78% in 2024 en 80% vanaf 2025
- Minimaal 94% hergebruik/recycling van ferrometaal verpakkingen.

Specifiek voor alleen recycling gelden de volgende doelen:

- Kunststoffen: 40% in 2021, 42% in 2022, 44% in 2023, 47% in 2023, 50% vanaf 2025 en 55% vanaf 2030.
- Glas: 70% vanaf 2021 en 75% vanaf 2030
- Papier en karton: 85%
- Hout: 30%
- Aluminium: 60%
- Ferrometalen: 80%.

Kijkend naar deze twee overzichten met doelen voor respectievelijk "recycling en hergebruik" en "recycling" wordt duidelijk voor welke materialen een bijdrage vanuit hergebruik verwacht wordt: glas, hout, aluminium en ferrometalen.

Het Besluit beheer verpakkingen 2014 bevat sinds 12 juni 2023 via de Regeling vaststellen recyclingpercentage voor drankenkartons ook doelen voor de recycling van drankenkartons. Het percentage te recyclen drankenkartons bedraagt 34 gewichtsprocent in 2023 en neemt vervolgens 3 gewichtsprocentpunt per jaar toe tot 55 gewichtsprocent in 2030 er verder.

Tevens is in het Besluit beheer verpakkingen geregeld dat producenten of importeurs van drank in kunststof flessen met een inhoud van 3 liter of minder ten minste 90 gewichtsprocent van de in de handel gebrachte flessen, doppen en deksels inbegrepen, gescheiden wordt ingezameld. Dit doel mag met 5 gewichtsprocent verlaagd worden mits ten minste 5 gewichtsprocent van de in de handel gebrachte flessen, doppen en deksels inbegrepen, wordt nagescheiden en deze flessen ten minste een vergelijkbare kwaliteit hebben als de gescheiden ingezamelde flessen.

SUP

De Europese SUP-richtlijn is inmiddels in Nederland geïmplementeerd om zo wegwerp te verminderen en hergebruik verder te stimuleren.

Voor het komende jaar zijn twee data relevant:

- 1 juli 2023: bij consumptie voor onderwerp; afhaal of bezorgen is het verstrekken van gratis wegwerp niet meer toegestaan en dient een herbruikbaar alternatief verplicht aangeboden worden of 'bring your own' mogelijk zijn.
- 1 januari 2024: bij consumptie ter plaatse; wegwerp is verboden en hergebruik is de norm. Met een beperkte uitzondering bij hoogwaardige recyclebare alternatieven, voorzien van een verplicht inzamelpercentage (voor hoogwaardige recycling)³⁹.

Om de uitvoering (en handhaving) vervolgens ook nog mogelijk te maken heeft het ministerie van IenW in december 2022 een Afwegingskader Regeling kunststofproducten voor eenmalig gebruik gepubliceerd. Dit kader bevat beslisbomen, definities en voorbeelden voor vormvaste voedselverpakkingen, zakjes en wikkels, drinkbekers en drankverpakkingen. Per soort gelden namelijk steeds andere regels voor de noodzakelijke reductiemaatregelen, UPV-zwerfafval, bewustmakingsmaatregelen, markeringsmaatregelen en/of productvereisten. Tevens is een portiemaat vastgelegd om te bepalen welke verpakkingen wel of niet onder de SUP-definitie vallen.

Nationaal programma Circulaire Economie

Het Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE) bevat maatregelen van het kabinet om de komende jaren zuiniger om te gaan met grondstoffen om zo uiteindelijk in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Het NPCE is in februari 2023 aan de Tweede Kamer aangeboden. Er zijn specifieke maatregelen geformuleerd voor de volgende productgroepen:

- verpakkingen en wegwerpproducten (als onderdeel van Consumptiegoederen)
- plastic verpakkingen (als onderdeel van Kunststoffen).

Voor verpakkingen en wegwerpproducten zijn de volgende vijf doelen geformuleerd:

- 1) Alle verpakkingen die vanaf 2030 op de Europese markt worden gebracht zijn geschikt voor gebruik in een circulaire economie en voldoen aan circulaire producteisen.
- 2) Vanaf 2030 wordt het potentieel van herbruikbare verpakkingen maximaal benut.
- 3) Vanaf 2030 worden verpakkingen optimaal ingezameld voor recycling. Verpakkingsmateriaal wordt na recycling ingezet als recyclaat.
- 4) Het aantal wegwerpproducten is teruggedrongen en wegwerpproducten met grote impact zijn volledig recyclebaar en hebben een passende afvalinzamelingsstructuur.
- 5) In 2030 is de hoeveelheid zwerfafval maximaal verminderd.

³⁹ Voor voedselverpakkingen is groeit het minimale inzamelpercentage voor hoogwaardige recycling van 75% in 2024 elk jaar met 5%-punt naar 90% in 2027 en verder.

Voor plastic verpakkingen zijn twee beleidssporen geformuleerd waarlangs de specifieke beleidsinzet vorm gaat krijgen:

- 1) Reduceren waar het kan.
- 2) Duurzaam toepassen waar dat moet.

Sectorspecifiek

Plastic Pact Nederland

In 2019 is het Plastic Pact Nederland gelanceerd. Bedrijven en organisaties, die koplopers willen zijn, hebben samen met de Rijksoverheid de handen ineen geslagen om te werken richting een circulaire economie voor eenmalige plastic producten en verpakkingen⁴⁰. Het Plastic Pact heeft voor 2025 de volgende gezamenlijke ambities geformuleerd:

- Alle plastic verpakkingen en eenmalige plastic producten zijn waar mogelijk en zinvol herbruikbaar maar in ieder geval 100% recyclebaar.
- Er is 20% minder gebruik van plastic voor eenmalige producten en verpakkingen.
- Minimaal 70% van de eenmalige plastic producten en verpakkingen wordt hoogwaardig gerecycled.
- Alle eenmalig te gebruik plastic producten en verpakkingen bevatten gemiddeld minstens 35% recyclelaet.

Per 1 januari 2024 is het Plastic Pact Nederland gestopt. De uitdagingen om de kunststofketen te verduurzamen zijn niet minder geworden, maar het Plastic Pact Nederland blijkt niet meer de beste vorm om samen te innoveren. Sinds de oprichting in 2019 is het landschap waarin het Plastic Pact zich beweegt veranderd. De vier doelen zijn steeds meer in wet- en regelgeving opgenomen. Daarnaast zijn er ook veel nieuwe initiatieven rondom circulaire plastic verpakkingen gestart waar ondertekenaars bij zijn betrokken waardoor het Plastic Pact niet meer de beste vorm is om samen te innoveren.

Plastic Wijzer Afvalfonds Verpakkingen

In maart 2023 heeft het Afvalfonds Verpakkingen de Plastic Wijzer gelanceerd. Met dit initiatief wil het laten zien hoe in gezamenlijkheid een bijdrage geleverd kan worden aan reduce, reuse, renew en recycling binnen de plastic verpakkingketen. In 2050 moeten alle producten volledig fossielvrij en circulair verpakt worden. Om daar te komen zijn de volgende ambities voor 2030 geformuleerd:

- 100% van de inzamel- en hergebruikssystemen in Nederland zijn kwalitatief hoogwaardig en uniform
- 100% van de producenten en importeurs krijgen hun aandeel recyclelaet terug
- 100% van de verpakkingen zijn recyclebaar
- Waar mogelijk zijn verpakkingen herbruikbaar.
- Plasticgebruik verpakkingen gaat omlaag zonder negatieve substitutie.

Deze ambities zijn alleen te realiseren door samen met alle partners in de gehele plastic keten (productie-sorteren-recycling-inzamelen-gebruik) intensief samen te werken.

⁴⁰ voor meer informatie zie Plastic Pact Nederland, de Monitor Nulmeting (2017-2018) (rivm.nl)

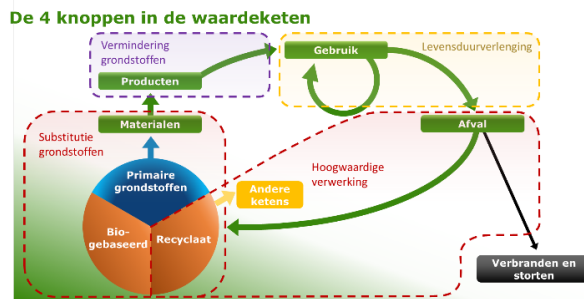
9.3.2

De keten in beeld

In dit deel van de bijlage staat uitgewerkt op welke wijze de keten van de productgroep kunststof verpakkingen inclusief drankenkartons functioneert. De keten bestaat uit de stappen die de grondstoffen, materialen en producten doorlopen. De resultaten van deze beschrijving zijn opgenomen in het hoofdrapport. Deze bijlage is de onderbouwing.

Van lineair naar circulair

De lineaire keten was eenvoudig: olie als grondstof wordt omgezet in kunststof, daarvan worden verpakkingen gemaakt die samen met het product de markt op gaan. Na gebruik worden de verpakkingen verbrand of gestort (take-make-waste).



Op weg naar circulariteit is er een stevig aantal extra ketenstappen toegevoegd. Deze staan beschreven, zowel qua functie als een inschatting van de effecten als het gaat over de bijdrage aan de transitie. Focus daarbij is de mate waarin de materialen in plaats van verlies door verbranding gebruikt worden binnen de keten of in een andere keten. De route naar een circulaire productgroep bestaat ook uit verminderen, levensduurverlenging en substitutie. Ook de aangrijpingspunten voor deze circulaire strategieën staan beschreven.

De verdeling van de massa over de keten

Om aangrijpingspunten voor beleid te kunnen identificeren is dus een beeld gewenst van de verdeling van de stroom kunststof verpakkingen in deze keten. Dat beeld moet in globale zin aangeven hoe de stromen lopen en met name waar er belangrijke aangrijpingspunten zitten om interventies te kunnen plegen die de keten helpen te bewegen richting de gestelde doelen. Gekozen is voor een zo actueel mogelijk beeld⁴¹. Daarbij doet zich een dilemma voor. Een perfect onderbouwd beeld vraagt het gebruik van verifieerbare data, een grondige analyse van de diverse stromen en beoordeling van discussiepunten tussen verschillende partijen. Deze informatie is niet altijd voor handen, voor de gevraagde aangrijpingspunten is dat ook niet nodig. Het is wel gewenst dat het te gebruiken beeld herkenbaar is voor de betrokken partijen. Daarom is voor de volgende aanpak gekozen:

- Er is gekozen voor een verdeling in procenten (en niet in kilotonnen).
- Waar er goede bronnen makkelijk toegankelijk zijn is die informatie gebruikt.

⁴¹ Hierbij opgemerkt dat het gaat om verpakkingen uit huishoudens en vergelijkbaar verpakkingen uit bedrijven. Qua samenstelling worden deze stromen vergelijkbaar geacht.

- Waar er geen makkelijk toegankelijke bronnen zijn, is een inschatting/aanname gedaan.
- Met de aldus beschikbare informatie is op basis van massabalansen een verdeling in concept gemaakt.
- Dat beeld is een aantal keren teruggelegd bij experts en op een aantal cruciale momenten in de analyse zijn aanpak en uitkomsten voorgelegd aan onder andere de begeleidingscommissie met het verzoek om feedback en de vraag of het beeld herkenbaar is. Waar dat niet zo is, hebben we gevraagd om informatie die het beeld verder kan aanscherpen.
- Op deze wijze kon met behulp van de feedback van experts vanuit verschillende invalshoeken/expertises de analyse worden geoptimaliseerd en gevalideerd.
- In deze bijlage is dit verder uitgewerkt. Uiteraard zijn de gebruikte bronnen en inschattingen vermeld, evenals de geraadpleegde experts⁴².
- Eenzelfde werkwijze is gevolgd voor de drankenkartons.

Gevolg is dat het beeld gezien kan worden als een bruikbare beschrijving van de situatie nu.

Scope: consumentenverpakkingen

De productgroepanalyse richt zich op in Nederland op de markt gebrachte kunststof verpakkingen en drankenkartons die in Nederland vrijkomen bij gebruik door consumenten en de vergelijkbare stroom in een bedrijfsomgeving. Omdat deze zogenaamde huishoudelijke stroom en het bedrijfsmatig deel onder een ander wettelijk kader vallen, is de keten en met name de registratie net iets anders ingericht. De verhouding tussen deze 2 stromen is ingeschat en geverifieerd op 70% - 30%.

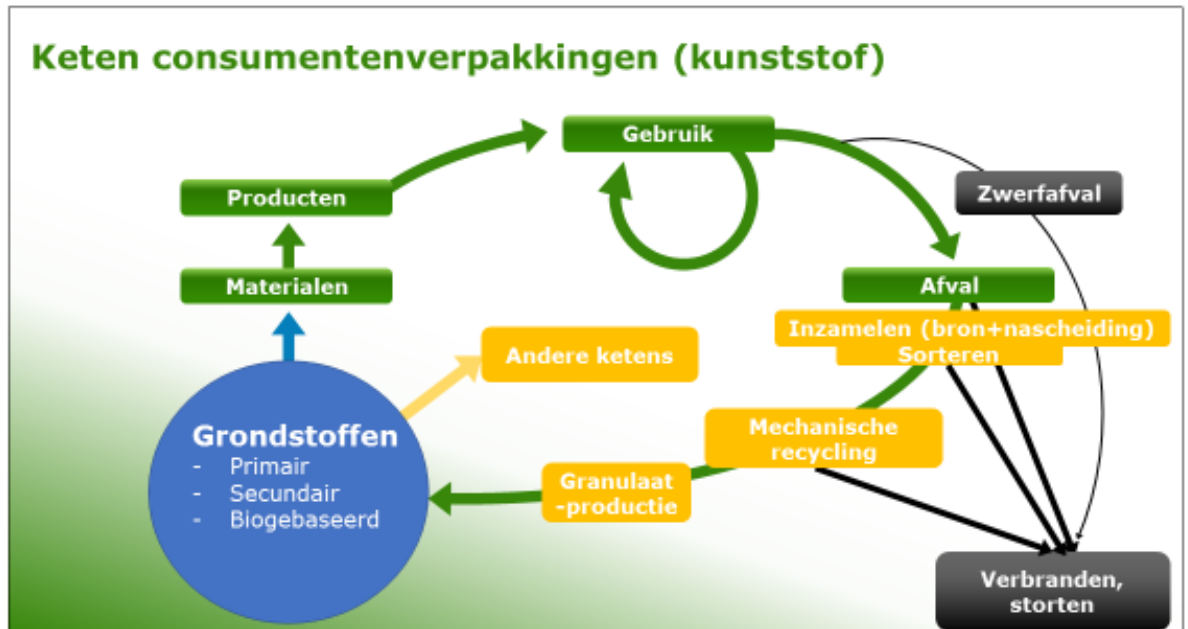
Voor de volledigheid. Bedrijfsverpakkingen bestaan naast de genoemde consumentenverpakkingen ook uit kunststof logistieke middelen (bv kratten) en bedrijfsfolies. Deze kennen een andere keten en zijn in deze productgroepanalyse niet meegenomen.

De ketenbeschrijving voor kunststof verpakkingen is behoorlijk uitgebreid. Na deze beschrijving volgt de beschrijving voor de keten drankenkartons waarbij vooral ingegaan wordt op de verschillen.

- **Ketenbeschrijving kunststof verpakkingen**
Een product zoals voedsel of een apparaat dat op de markt komt wordt verpakt. We richten ons in deze ketenbeschrijving op de verpakkingen. Bij het beschrijven van de keten worden de verpakkingen als product gezien. In de praktijk zijn verpakkingen vaak vervuld met resten product. Ook andere zaken komen in deze stroom terecht, bijvoorbeeld kunststof producten die geen verpakking zijn. De ketenbeschrijving is "netto" gemaakt, wat wil zeggen dat de gewichten gaan over op de kunststof verpakkingen.

⁴² De experts zijn gevraagd om reflectie, niet om instemming

De waardeketen van verpakkingen zoals die nu functioneert, kent een aantal stappen. Deze zijn schematisch weergegeven in bijgaand figuur.



- Van grondstoffen naar materialen naar verpakkingen: kunststof verpakkingen worden voornamelijk gemaakt van materialen die komen uit primaire fossiele grondstoffen en voor een deel van recycleert en biogebaseerd kunststof. De materialen worden verwerkt tot producten (verpakkingen) met de gewenste specificaties. Dit doen zogenaamde converters die bij voorbeeld lege bakjes of flessen maken en deze verkopen aan producenten. Het gebeurt ook dat er direct bij producenten verpakkingen worden gemaakt, bv folies die gebruikt worden om zakken te maken waar producten in gaan.
- Producten: producenten (inclusief importeurs van verpakte producten) brengen verpakkingen op de markt als onderdeel van een ander product dat verkocht wordt (voedsel, apparaten enz). De bedrijven die producten in verpakte vorm op de markt brengen bepalen het ontwerp en het soort verpakking. Naast kunststof of drankenkartons kan ook gekozen worden voor bijvoorbeeld blik of glas, of een concept zonder verpakking. Voor kunststof wordt gekozen voor de materiaalsoort (bv PET, PE, PP, biogebaseerd) of een combinatie daarvan (bv laminaten). De keuzes die hier gemaakt worden bepalen de mate van duurzaamheid van de grondstof net als de mate van herbruikbaarheid en recyclebaarheid. Bedrijven die deze verpakte producten op de markt brengen zijn wettelijk via de Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) verplicht om als onderdeel van doelmatig afvalbeheer de verpakkingen weer te laten inzamelen en recyclen. Daarbij zijn er wettelijke recycledoelstellingen. De uitvoering van de wettelijke verplichting gebeurt door producentverantwoordelijkheidsorganisatie Verpact (voorheen Afvalfonds verpakkingen). Verpact brengt voor de uitvoering tarieven (gedifferentieerd) in rekening bij de

producenten en importeurs. Daarmee maken de kosten voor het inzamelen en recyclen onderdeel uit van de kostprijs van verpakte producten.

- De totale hoeveelheid verpakkingen die op de markt komt, wordt "Put On Market (POM, in Nederlands ODM, Op De Markt gebracht)" genoemd. Deze hoeveelheid is het uitgangspunt van deze productgroepanalyse en zien we dus als 100%.
- Gebruik: de consument koopt en gebruikt het verpakte product. Een niet significant deel van de kunststof consumentenverpakkingen wordt als verpakking hergebruikt. Na gebruik dankt hij de verpakkingen af. Deels gebeurt dat buiten huishoudens ("bedrijfsmatig"), het grootste deel (orde 70%) binnen huishoudens.
- Afval inzamelen:
 - Bronscheiding: veel gemeenten zamelen kunststof verpakkingen en drankpakken gescheiden in bij huishoudens als PMD (Plastic, Metalen (blik) en Drankpakken). Er worden verschillende inzamelsystemen gebruikt. Gemeenten bieden deze afvalstroom aan voor verder verwerking. Er gelden acceptatie eisen voor deze stroom die niet altijd gehaald worden. Dit leidt tot afkeur van ingezamelde stromen waardoor een deel van de ingezamelde kunststof verpakkingen alsnog verloren gaat. Om een inschatting te kunnen maken van de hoeveelheid kunststof verpakkingen die niet met bronscheiding ingezameld wordt, is gekeken naar hun aandeel in het ingezamelde huishoudelijk restafval⁴³.
 - Nascheiding: een deel (momenteel 29%) van de gemeenten kiest niet voor bronscheiding. Deze gemeenten zamelen de verpakkingen in als onderdeel van het restafval. Vervolgens vindt een nascheiding plaats. Hierbij worden onder andere de kunststofverpakkingen, blik en drankpakken uit het huishoudelijk restafval gesorteerd.
 - Statiegeld op frisdrankflessen: een deel van de kunststofverpakkingen wordt ingezameld met een statiegeldsysteem. Dit systeem bestaat al lang voor grote flessen (1 liter en meer) en is in opbouw voor de kleinere flessen. Deze stroom is 5-7% van de totaal op de markt gebrachte hoeveelheid kunststof verpakkingen.
 - Voor het bedrijfsmatige deel van de kunststof consumentenverpakkingen zijn bedrijven zelf verantwoordelijk. Gescheiden inzameling vindt in toenemende mate plaats. Over deze route is minder bekend en deze is verder niet een beeld gebracht.
 - Het verlies naar verbranding tijdens de inzameling kan op 2 manieren worden berekend.
 - Door te berekenen welk aandeel van het op de markt gebrachte materiaal naar de mechanische recycling gaat, via de cijfers vanuit het UPV. Dit verlies is alleen bekend na sortering (zie later).

⁴³ Bron Samenstelling huishoudelijk restafval Rijkswaterstaat

- De tweede manier is de bepaling welk deel van het restafval in Nederland bestaat uit kunststof verpakkingen. Daar komt een verlies van 25-30% uit⁴⁴.
- Tijdens gebruik en bij inzameling ontstaan lekstromen: verpakkingen die niet op de reguliere wijze ingezameld worden. Dit zijn bijvoorbeeld verpakkingen die in de openbare ruimte in vuilnisbakken terecht komen of als zwerfafval in het milieu. Het merendeel van deze lekstromen worden door derden ingezameld en gaan uiteindelijk ongescheiden naar de verbranding. Een klein maar zeer zichtbaar deel wordt niet opgeruimd en komt definitief in het milieu terecht zoals bij voorbeeld plastic soup. Deze laatste fractie is gerekend naar het totaal zeer beperkt, minder dan 1%.
- Het niet ingezamelde deel van het verpakkingsafval gaat verloren en komt niet terug in de materiaalketen. Hier wordt nog wel energie uitgehaald in een AVI.
- Sortering: na inzameling gaat het kunststof verpakkingsafval naar een gespecialiseerde sorteringsinstallatie om er verschillende materiaalsoorten uit te halen voor verdere opwerking. Het gaat daarbij om mono-stromen voor de verschillende kunststofsoorten (PET, PP, PE) en een mix-stroom met de resterende verpakkingen waar recycleaat van gemaakt kan worden. Voor al deze fracties gelden specifieke normen met name de zogenaamde DKR-specificaties. De stroom statiegeld hoeft niet meer gesorteerd te worden. Deze uitgesorteerde materiaalsoorten gaan in balen naar de mechanische recycling. Een deel van de kunststof verpakkingen is slecht recyclebaar of verstoort het sorteerproces door hun vorm of samenstelling. Dit zijn verpakkingen die bestaan uit verschillende materialen (laminaten) of nog veel vervuiling bevatten. Afbreekbaar biogebaseerd materiaal en te kleine delen worden ook niet uitgesorteerd. De verpakkingen die niet uitgesorteerd worden in één van de stromen gaan verloren en gaan naar de verbranding. De inschatting van de geraadpleegde experts is dat dit verlies circa 14% zou zijn.
- Mechanische recycling: in deze stap wordt elk van de uitgesorteerde materiaalsoorten verder opgewerkt tot zogenaamd maalgoed dat verkocht kan worden als grondstof. Dit recyclingproces is verschillend per materiaalsoort. Er is sprake van een aparte en fluctuerende markt voor elk van deze stromen. Deze afzetmarkt valt buiten het zicht van producentverantwoordelijkheid. Er is daarom nu nog weinig bekend over de bestemming van deze stromen. Twee voorbeelden:
 - De PET-fractie uit het statiegeld systeem kan zonder verdere significante materiaalverliezen ingezet worden als grondstof.
 - De fractie die bestaat uit de folies (mixstroom PE/PP, DKR310) kent nog een significant verlies bij het opwerken. De verliezen bij de mechanische recycling gaan waarschijnlijk alsnog naar de verbranding. Uit de rapportages van Afvalfonds volgt dat het verlies van deze stap ten opzichte van de

⁴⁴ De hoeveelheid kunststofverpakkingsafval in het restafval (2021: 6%) is gecorrigeerd voor hetgeen er na nascheiding nog uitgehaald is (raming: 30 kiloton)

hoeveelheid die op de markt wordt gebracht 24% is. De inschatting van de geraadpleegde experts is dat het verlies bij alleen mechanische recycling in totaal gaat om ongeveer 11-12% van het op de markt komende verpakkingsmateriaal⁴⁵.

- Granulaatproductie: het maalgoed uit de mechanische recycling wordt in dit finale recyclingproces voor elk van de geproduceerde materiaalsoorten omgezet in granulaat dat wordt verkocht op de grondstoffenmarkt. Hier wordt de nieuwe toepassing bepaald. Dat kan als verpakking zijn (closed loop), of buiten de verpakkingsketen (bv steigerplanken, open loop). Er zijn nog wel verliezen in deze stap. De mate waarin hangt onder andere af van de kunststofsoort, de precieze kwaliteit van het materiaal en het product. Deze stromen hebben waarde, dus zullen alle processen er op gericht zijn minimale verliezen te laten ontstaan. Onbekend is of het materiaal dat vrijkomt bij deze stap ingezet wordt voor een andere vorm van recycling. Aanname is dat dit zo is en dat de materiaalverliezen naar verbranding in verhouding tot de hoeveelheid op de markt gebracht materiaal niet zo significant zijn dat ze invloed hebben op het totale beeld van de keten.
- Opkomende recycling technologieën: andere mogelijkheden voor het recyclen van ingezamelde kunststof verpakkingen zijn dissolutie, depolymerisatie, pyrolyse en vergassing. Hiermee is het mogelijk om recyclaten te maken die geschikt zijn voor gebruik in verpakkingen. Dit wordt nog niet in de praktijk toegepast.
- Gebruik in nieuwe producten: de toepassing in nieuwe verpakkingen ter vervanging van primaire grondstof is nog beperkt. Het gebruik van recyclaat in voedselverpakkingen wordt geregeld door EU richtlijn 2022/1616. Voor voedselcontactmaterialen is alleen gebruik van gerecycled PET toegestaan, dat met een geschikt geachte technologie is gedecontamineerd (gereinigd). Veel (voedsel)verpakkingen zijn gemaakt van andere kunststoffen (met name polyetheen (PE) en polypropreen (PP)). Voor deze materialen zijn nog geen decontaminatie-technieken als 'geschikt' beoordeeld en dus nog niet toegelaten om voedselveilig recyclaat te maken. Voedselverpakkingen worden echter in de regel samen met niet-voedselverpakkingen ingezameld. Uitzondering hierop zijn de frisdrankflessen waar statiegeld op zit. Verder is de prijs van recyclaat doorgaans hoger dan de prijs van primaire grondstof. Gevolg is dat er nog maar weinig recyclaat in de verpakkingsketen wordt ingezet. Het gebeurt voornamelijk in frisdrankflessen en in de non-food. Inschatting 7%⁴⁶. De rest van het recyclaat wordt ingezet in andere ketens. Bekende toepassingen zijn bloempotten, steigerplanken, kleding en huishoudelijke spullen zoals kratjes. Samen met de closed loop toepassing is het beeld dat **46%** van de op de markt gebrachte hoeveelheid kunststof huishoudelijke verpakkingen ter vervanging van primaire grondstoffen wordt ingezet.

⁴⁵ <https://edepot.wur.nl/474139>

<https://www.wur.nl/en/project/models-of-the-recycling-chain-for-dutch-plastic-packaging-f006pa.htm>

⁴⁶ Uitgaande van de 72% die Verpact nu rapporteert over kleine en grote flessen, resp. 20 en 40 gr/stuk, 1 miljard resp. 600 mln stuks

- Verbranden en storten: kunststof verpakkingsafval dat niet gescheiden is, gaat met het restafval naar een verbrandingsinstallatie, daar komen de verliezen bij de sortering en mechanische recycling bij. Er wordt weliswaar nog energie uit gewonnen maar het materiaal gaat verloren voor de keten. In totaal is dat **54%** van de op de markt gebrachte hoeveelheid.

Voor verpakkingen ontstaat dan het volgende beeld:



Bij het schetsen van een beeld van deze keten kan het behulpzaam zijn om kengetallen te gebruiken om de mate waarin de keten zich beweegt richting circulariteit uit te drukken. Voor het behalen van de landelijke ambitie is belangrijk welk deel van de op de markt gebrachte kunststof verpakkingen weer ter vervanging van fossiel materiaal ingezet wordt: de **circulariteit**. Deze wordt in dit rapport uitgedrukt als de hoeveelheid primaire grondstof die vermeden wordt. Deze circulariteit is opgebouwd uit alle deelresultaten in de keten. Juist die deelresultaten zijn moeilijk te achterhalen. Er zijn een aantal stappen die goed meetbare resultaten geven. Een belangrijke stap is de invulling vanuit de producentverantwoordelijkheid. Hier is gekozen voor een indicator die het verpakkende bedrijfsleven in staat stelt grip te hebben op hun deel van de hoogwaardige verwerking: het **recyclingrendement**. Hiervoor wordt het zogenaamde rekenpunt recycling gebruikt⁴⁷. Dan gaat het om de hoeveelheid materiaal dat door de mechanische recycling wordt geproduceerd en leidt tot granulaatproductie. Opkomende recycletechnologieën kunnen ook een bijdrage geven aan het recyclerendement. Het recyclerendement zegt hoeveel materiaal beschikbaar komt voor recycling. Maar het zegt niets over de mate waarin dit recycklaat wordt ingezet in dezelfde keten en dus bijdraagt aan de circulariteit.

⁴⁷ <https://www.umpverpakkingen.nl/monitoringprotocol>

Verdeling over verpakkings- en materiaalsoorten

Voor alle kunststof consumentenverpakkingen tezamen is er een beeld van de mate waarin de keten bijdraagt aan circulariteit. Deze keten is een gemiddelde, PE-folie waarin aardappelen verkocht worden kent een andere keten dan een PP verfemmer. Een beter beeld van aangrijpingspunten voor beleid ontstaat wellicht door inzicht in deze verschillen. Daarom is op basis van de opgestelde verdeling van de totale massa over de keten en een aantal gevalideerde aannames een beeld gemaakt van de mate waarin de diverse verpakkingssoorten bijdragen aan recycling (closed of open loop). Hieronder volgt een toelichting op de gemaakte inschattingen.

Verpakkingssoorten:

- Er is onderscheid gemaakt tussen wel of niet voor contact gevoelige toepassingen (zoals voedsel, zeep, cosmetica, medicijnen). Voor het gemak hier "Food" genoemd.
- En er is onderscheid naar vormvaste verpakkingstypen en folieachtige. Die zijn "Rigide" (frisdrankflessen, bakjes) en "Flex" (chipszakken, knijpzakken) genoemd.

Materiaalsoorten:

- De huidige wijze van sortering is gericht op het produceren van kunststofstromen die aangeboden worden aan recyclers. Hiervoor zijn standaarden beschikbaar voor een goede marktwerking. Het gaat om verschillende materiaalsoorten zoals PET, PE, PP en foliestromen (MIX). Uiteindelijke toepassing van deze stromen vindt immers plaats gebaseerd op materiaalsoort.

Deze verdieping in verpakkingssoorten en materiaalsoorten⁴⁸ is in deze analyse indicatief uitgewerkt. Er zijn nauwelijks harde cijfers beschikbaar, maar door inschattingen van praktijkexperts en toetsing daarvan is gepoogd een eerste beeld te verkrijgen waarvan vervolgens aan praktijkdeskundigen gevraagd is of het herkenbaar is. De betrouwbaarheid is daar mee beperkt, maar het indicatieve beeld draagt wel bij aan de analyse.

Het betreffen percentages die betrekking hebben op consumentenverpakkingen (70% van totale stroom kunststof consumentenverpakkingen). De stroom die met een statiegeldsysteem wordt ingezameld is meegerekend. Voor de samenstelling van de bedrijfsmatig ingezamelde verpakkingen is uitgegaan van een zelfde verdeling.

De verdeling naar verpakkingssoort is een verdeling die weinig gangbaar is. De behoefte om inzicht in deze verdeling is er wel. Op basis van een studie van de WUR uit 2017 valt onderstaande tabel te maken.

Verpakkingssoorten	Vormvast	Flex	Totaal
food	35%	24%	59%
non food	17%	24%	41%
	52%	48%	100%

⁴⁸ Voor data specifiek gericht op materiaalsoorten is onder andere gebruik gemaakt van <https://www.verpact.nl/sites/default/files/2022-03/Monitoren%202020.pdf>

Er zijn geen recentere gegevens beschikbaar.

In de gesprekken met de deskundigen is getracht een nadere verdeling te krijgen naar verpakkingsoorten op basis van de materiaalspecificaties. De samenstelling van de verpakkingsoorten die op de markt komen staat in de volgende tabel.

	PET	HDPE	LDPE	PP	Rest
Vormvast Food	38%	22%	1%	37%	2%
Flex Food	0%	2%	82%	9%	7%
Vormvast non-Food	11%	49%	0%	25%	15%
Flex non-Food	0%	0%	93%	5%	2%

- Verdeling hoeveelheid op de markt over de materiaalsoorten
De inschatting van de verdeling van de totale hoeveelheid die op de markt wordt gebracht over de materiaalsoorten staat in onderstaande tabel.

Op de markt gebracht	Verdeling
PE/PP (folies)	45%
PET	32%
HDPE/PP	22%
Overig	1%
Totaal	100%

- Aandeel van een verpakkingsoort dat gerecycled wordt
Om een beeld te krijgen hoe goed een bepaalde verpakkingsoort gerecycled wordt is berekend welk aandeel van een verpakkingsoort dit betreft.

Verpakkingsoorten	vormvast	flex	Totaal
food	58%	35%	49%
non food	51%	35%	42%
	56%	35%	46%

Grofweg kan gezegd worden dat van de flexibele kunststof verpakkingen een derde gerecycled wordt en van de vormvaste verpakkingen iets meer dan de helft.

- Verdeling gerecyclede hoeveelheid over de materiaalsoorten

Bekend is welke materiaalfracties gerecycled zijn vanuit de producentenverantwoordelijkheid (meetpunt). Op basis van de verdeling van materiaalsoorten die op de markt komen is een inschatting gemaakt van de mate waarin de verschillende materiaalsoorten gerecycled worden.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verdeling van de hoeveelheid die gerecycled wordt over de materiaalsoorten.

Recycling (materiaal soort)	Verdeling
PE/PP Folies (flex)	38%
PET	34%
HDPE/PP	28%
Overig	0%

- Verliezen in de hele keten voor de verpakkingsoorten

Combinatie van bovenstaande gegevens geeft inzicht in de mate waarin het totale verlies in de keten is verdeeld over de verpakkingsoorten.

- Verliezen in de hele keten voor de materiaalsoorten

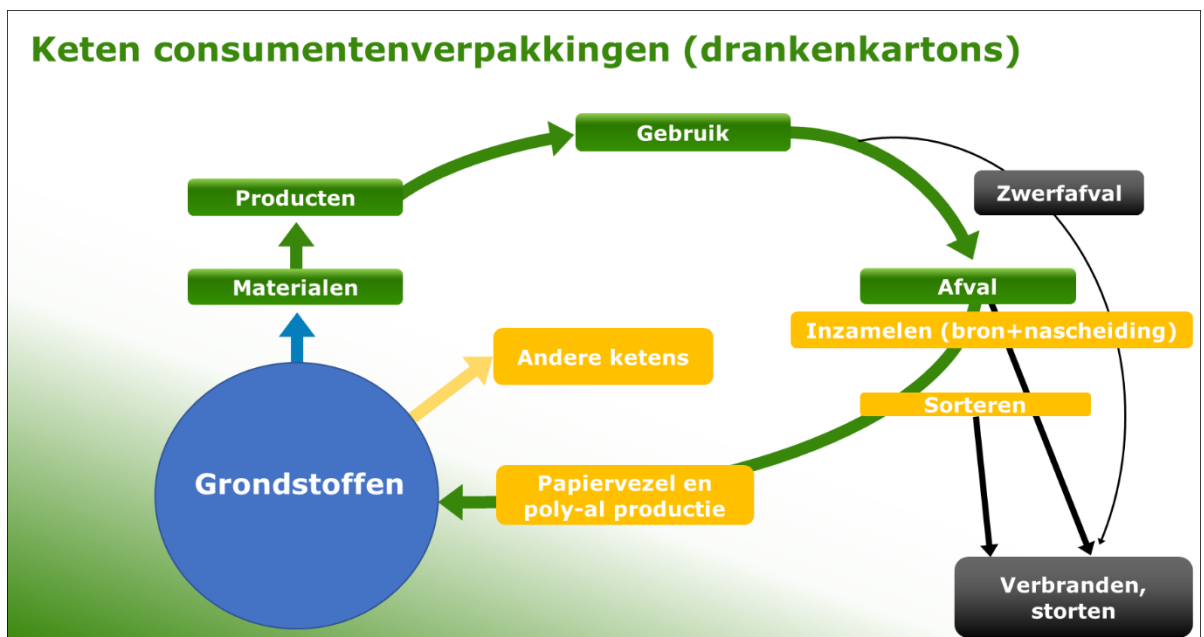
Combinatie van bovenstaande gegevens geeft inzicht in de mate waarin het totale verlies in de keten is verdeeld over de materiaalsoorten. Hier staat dus het aandeel van de materiaalsoort in het totale ketenverlies.

Verlies per materiaal soort	Verlies
Folies (flex)	51%
PET	30%
HDPE/PP	17%
Overig	2%

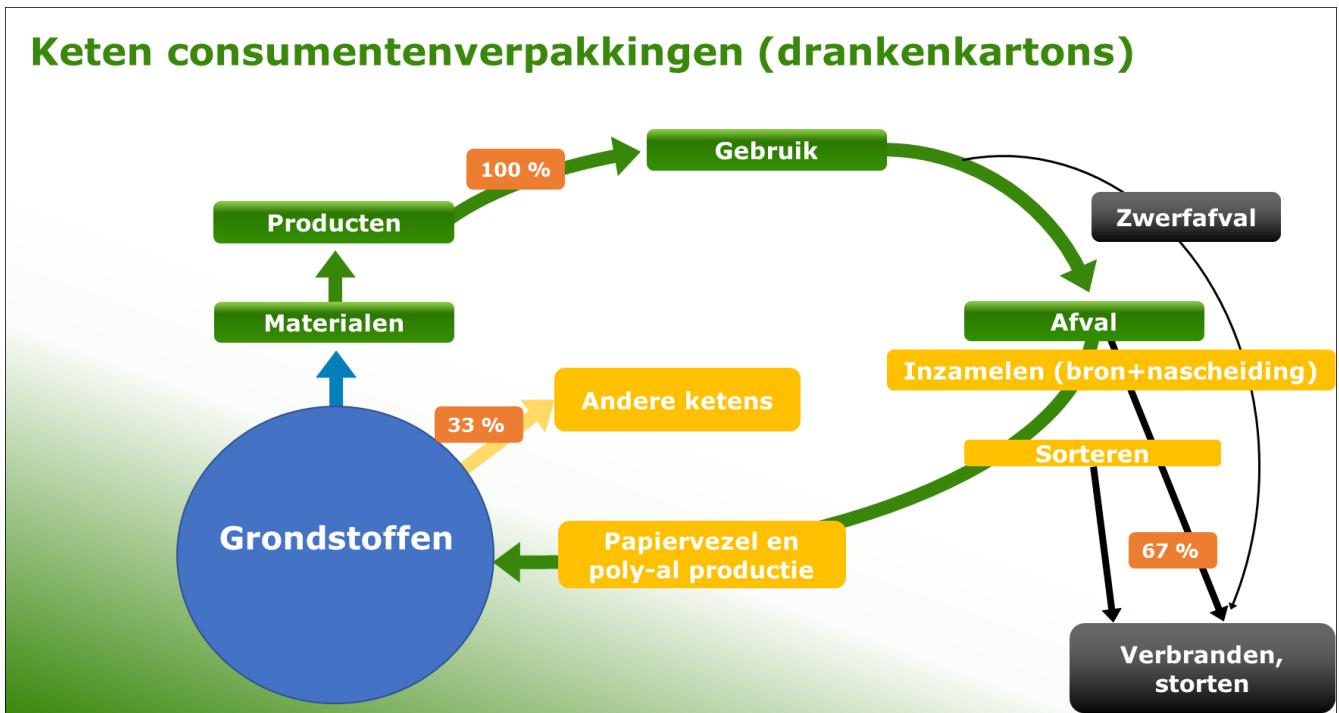
De helft van het verlies komt van de PE/PP folies.

- Ketenbeschrijving drankenkartons

De verpakkingsoort drankenkartons kent een keten die bij de inzameling vergelijkbaar is maar andere recyclingstappen kent.



- Van grondstoffen naar materialen naar verpakkingen: Drinkenkartons zijn gemaakt van lagen papier afgewisseld met laagjes kunststof- en aluminiumfolie. Vaak is er een kunststof afsluiting. Het papier kan komen van al dan niet duurzaam beheerde bossen of gerecycled papier.
- Producten: producenten (inclusief importeurs van verpakte producten) brengen deze verpakkingen op de markt als onderdeel van een ander product dat verkocht wordt. Producenten van drinkenkartons leveren de kartons voor gebruik als verpakking van met name frisdrank, waters en zuivel. Ook andere producten worden soms in dit soort kartons verpakt, dan hoeven niet dranken te zijn, het kunnen ook droge producten zijn zoals suiker, broodbeleg of gedroogde groenten. Net als bij kunststof verpakkingen hebben producenten verplichtingen die voortvloeien uit Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV). De totale hoeveelheid verpakkingen die op de markt komt, wordt "Put On Market (POM, in Nederlands ODM, Op De Markt gebracht)" genoemd. Deze hoeveelheid is het uitgangspunt van deze analyse en zien we dus als 100%.
- Gebruik: de consument koopt en gebruikt het verpakte product en na gebruik dankt hij de verpakkingen af. Drinkenkartons zijn een eenmalige verpakking en worden niet hergebruikt.
- Afval inzamelen: Drinkenkartons worden ingezameld als onderdeel van de PMD-fractie. De ketenstappen en de verliezen bij bron- en nascheiding zoals beschreven voor kunststof verpakkingen zijn vergelijkbaar.
- Sortering: na inzameling gaan drinkenkartons samen met het kunststof verpakkingsmateriaal naar een sortering. De drinkenkartons komen hierbij apart vrij en beschikbaar voor verdere opwerking. Ook voor deze fractie gelden specifieke normen waaronder zogenaamde DKR-specificaties. Deze uitgesorteerde drinkenkartonfractie gaat in balen naar de mechanische recycling.
- Mechanische recycling: in deze stap wordt de uitgesorteerde drinkenkartonfractie verder opgewerkt tot een papierfractie die gerecycled kan worden. Het kunststof en aluminium komt vrij als reststroom (zogenaamde "PolyAl"). Hier worden soms toepassingen voor gevonden.
- Gebruik in nieuwe producten: het teruggewonnen materiaal uit drinkenkartons wordt voor zover bekend niet opnieuw ingezet voor drinkenkartons. De papierstroom werd in het verleden in Nederland ingezet voor de productie van toepassingen als toiletpapier. Deze toepassing bleek niet rendabel, deze stroom wordt nu gebruikt door een Spaans bedrijf. De toepassing van de PolyAl-fractie is onbekend. Dit is hooguit enkele procenten van de totale hoeveelheid, de bulk van de recycling is het papier. Schatting is dat 33% van de op de markt gebrachte stroom naar de recycling gaat.
- Verbranden en storten: drinkenkartons die niet gescheiden zijn, gaan met het restafval naar een verbrandingsinstallatie, daar komen de verliezen bij de sortering en mechanische recycling bij. Er wordt weliswaar nog energie uit gewonnen maar het materiaal gaat verloren. Inschatting is dat momenteel 67% van de op de markt gebrachte stroom verloren gaat.



9.3.3 Aannames, randvoorwaarden en geraadpleegde bronnen en experts

Aannames

De aannames zijn opgenomen in de tekst. De belangrijkste:

- Verdeling huishoudelijk-bedrijfsmatig (70% - 30%)
- Verdeling verpakkingsoorten in huishoudelijk afval is hetzelfde bij vergelijkbaar bedrijfsmatig afval
- 65% van de consumentenverpakkingen zijn food
- 71% komt van bronscheiding; 29% nascheiding
- Het aandeel flexibel van het POM voor recycling wordt ingeschat op 17%
- Dit is gelijkmatig verdeeld over food en non food
- Het aandeel food in flexibel aangeboden voor recycling wordt ingeschat op 50%
- Drankpakken bestaan voor 77% uit papier, aangenomen wordt dat dit 100% recyclebaar is
- Verlies in de gebruiksfase als zwerfafval (niet opgeruimd), minder dan 1%
- Aangenomen wordt dat PET uit het statiegeldsysteem ingezet wordt voor nieuwe verpakkingen, 7% van POM.

Randvoorwaarden

Er zijn enkele keuzes gemaakt in de berekeningen:

- Statiegeld is niet apart gerekend maar in de getallen opgenomen
- Er is een mix-fractie na de sortering, deze is niet apart opgenomen maar meegerekend in recycling

Experts

Voor inbreng van experts is gebruik gemaakt van de begeleidingscommissie

Daarnaast is inbreng gekregen van de volgende organisaties. Hierbij opgemerkt dat dit niet betekent dat zijn met de gepresenteerde data akkoord zijn. Zij zijn geconsulteerd en hun inbreng is door de onderzoekers meegewogen in de verder vormgeving van de rapportage.

Geconsulteerde organisaties zijn: Omrin, RKN, WUR Wageningen, Universiteit Utrecht, Eureco, RVO.

Een bijzondere bijdrage is geleverd door Verpact. Er is door Verpact onder andere meegedacht over de verdeling van de kunststof verpakkingen over de verpakkingsoorten. Verpact beschikt over informatie over de verdeling van de verpakkingen over de materiaalsoorten maar niet over de verpakkingsoorten. De inschattingen die gedaan zijn kunnen ze op basis van de informatie die ze hebben niet verifiëren. Daarom zijn de recyclecijfers van de verpakkingsoorten in het hoofdrapport gepresenteerd als indicatief. Ze geven een beeld van de ordegrrootte en de wijze waarop aangrijpingspunten voor verdere ontwikkeling gevonden kunnen worden.

De kwalitatieve conclusies die uit deze indicatieve analyse komt zijn voor rekening van de rapporteurs van dit rapport maar zijn voor Verpact wel voorstelbaar. Het gaat dan om de volgende conclusies:

- Er is een verbeterpotentie in alle verpakkingsoorten. Daarbij opgemerkt dat die potentie bij statiegeldverpakkingen en verpakkingen van monomaterialen al ruim wordt benut.
- De folies zijn daarbij belangrijk aangezien het een groot aandeel van het totaal op de markt gebracht is en deze verpakkingsoort relatief laag presteert.
- Het gebruik van recycleaat in nieuwe verpakkingen gebeurt nu alleen bij de PET frisdrankflessen en PET trays. Onbekend is hoeveel recycleaat wordt ingezet bij non-food.

9.4 Veiligheid van stoffen

9.4.1 Samenvatting

RIVM heeft in het kader van de productgroepanalyse onderzoek gedaan naar de aanwezigheid en risico's van chemische stoffen in verpakkingen.

In een circulaire economie zijn de producten van nu, de grondstoffen voor later. Het hergebruiken van producten en recyclen van materialen bespaart (nieuwe) grondstoffen en vermindert de CO₂-impact. De keerzijde daarvan is dat de gevaarlijke stoffen in de kringloop kunnen blijven of kunnen ontstaan tijdens het recycleproces. Een circulaire oplossing is dus niet altijd vanzelf veilig voor mens en milieu. Andersom kan strenge veiligheidswetgeving ook belemmerend zijn voor het toepassen van gerecyclede materialen.

Daarom is het belangrijk de invloed van "chemische stoffen en veiligheid" op circulaire maatregelen mee te nemen. Daarbij is volgende aanpak gehanteerd:

1. Beschrijving van de samenstelling, relevante wetgeving en emissies van stoffen in de hele keten
2. Beschrijving van mogelijke risico's van stoffen bij recycling

3. Inventarisatie barrières voor het toepassen van gerecyclede grondstoffen vanuit veiligheidsperspectief.
4. Formuleren van kansen
5. Voorbeelden van gevaarlijke chemische stoffen in plastics

Er worden chemische stoffen (additieven) gebruikt in het productieproces en om de eigenschappen van kunststoffen te verbeteren. Daarnaast kunnen ook chemische stoffen aanwezig zijn die niet opzettelijk zijn toegevoegd maar ontstaan door chemische reacties tijdens productie, gebruik of recycling van verpakkingen. Deze stoffen worden met de Engelse term NIAS aangeduid (Non-intentionally added substances).

In dit onderdeel belichten we de kunststofverpakkingen en mogelijke risico's van recycling. De drankenkartons zijn heel beperkt uitgewerkt, mede omdat de kunststof en aluminiumfractie (PolyAl fractie) nu nog niet gerecycled wordt⁴⁹, papier van de ingezamelde drankenkartons wordt wel gerecycled.

De aanwezigheid van zowel opzettelijk toegevoegde als niet-opzettelijk toegevoegde stoffen leidt tot specifieke uitdagingen en kansen. Het bepaalt mede de kwaliteit en dus de toepassingsmogelijkheden van recycleert, zowel vanuit technisch perspectief als vanuit veiligheidsperspectief (dit speelt vooral voor voedselcontactmaterialen). In deze paragraaf zijn de belangrijkste bevindingen samengevat.

Belangrijkste barrières zijn:

- Menging van voedselcontact en niet-voedselcontactmaterialen: Voor de toepassing van gerecyclede plastics als verpakkingsmateriaal voor voedsel gelden speciale voorschriften, die wettelijk zijn vastgelegd in de Verordening (EU) nr. 2022/1616 (Europese Commissie, 2022). Een van de zorgen bij de recycling van plastics voor voedselverpakkingen is het risico voor de voedselveiligheid. Om de veiligheid te kunnen waarborgen, heeft EFSA (Europese autoriteit voor voedselveiligheid) vastgesteld dat gerecycled PET voor minstens 95% uit (gebruikte) voedselverpakkingen moet bestaan. Gerecycled PET is voor een groot deel afkomstig van statiegeldflessen. Dit is een relatief schone stroom die goed in te zamelen en te scheiden is, waardoor een homogene stroom ontstaat die ook weer voor voedseltoepassingen ingezet mag worden. Op dit moment wordt vooral gerecycled PET opnieuw toegepast in contactgevoelige verpakkingen.⁵⁰ PP, PE worden wel gerecycled maar gebruikt in andere toepassingen dan verpakkingen (open loop recycling) omdat het moeilijk is om te voldoen aan eisen zoals vastgesteld door EFSA. In de huidige sorteerprocessen in Nederland is het niet mogelijk voedsel- en niet-voedselverpakkingen gemaakt van deze materialen te onderscheiden van elkaar, waardoor er niet aan de eisen voor voedselcontactmaterialen kan worden voldaan.
- Hanteren veiligheidsmarge:

⁴⁹ In 2020 werd PolyAl hoofdzakelijk als brandstof voor cementovens toegepast (Thoden van Velzen E.U et al, 2022)

⁵⁰ De hoeveelheden gerecycled foodgrade PE en PP (bijvoorbeeld kratten) zijn heel beperkt en zijn afkomstig van andere Europese landen.

De veiligheidscriteria die EFSA (European Food Safety Authority) hanteert bij de beoordeling van de recycling van plastics voor toepassing als voedselcontactmateriaal zijn streng, omdat deze gebaseerd zijn op voorzorgsprincipe (Franz et al., 2022). Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen betekent niet noodzakelijk dat er een risico is. Een belangrijke maatschappelijke vraag daarbij is welke veiligheidsmarge nodig is om de voedselveiligheid te kunnen garanderen en tegelijkertijd het sluiten van ketens niet te belemmeren.

- **Kennis en verantwoordelijkheden in de keten:**
Door gebrek aan kennis over NIAS en gebrek aan geharmoniseerde standaarden, is de beoordeling en controle op migratie van chemische stoffen in voedsel uitdagend.⁵¹ Recyclers van voedselcontactmaterialen moeten de veiligheid garanderen van alle stoffen die kunnen migreren, inclusief NIAS. Dit is een moeilijke opdracht omdat de samenstelling van gerecycled materiaal niet bekend is, tenzij er gemeten wordt (De Tandt et al., 2021)(Gerassimidou, 2022).
- **Ontwerp:**
Voedselcontactmaterialen zijn goed gereguleerd, maar vervuiling treedt met name op als er menging met andere materialen optreedt. Om de mechanische recycling van PE en PP voedselverpakkingen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat ook de secundaire verpakingscomponenten (labels, lijmen, prints, doppen, etc.) ontworpen zijn voor recycling zodat er geen NIAS uit migreert naar de hoofdcomponent (fleslichaam, schaal) zodat die te vervuild is om voedselveilig te kunnen recylen (Thoden van Velzen E.U., 2021).

Belangrijkste oplossingen zijn:

- Het ontwikkelen van kennis bij de verpakkende industrie (ontwerpers), wetenschappers en beleidsmakers over waar chemische stoffen (zoals NIAS) in recycalaat vandaan komen. Op basis van deze kennis kunnen (nieuwe) design-for-recycling richtlijnen opgesteld worden waardoor de kwaliteit van het recycalaat verbetert.
- Het voeren van een dialoog tussen wetgevende instanties, wetenschappers en recyclers om een goede afweging te maken tussen risico's van stoffen en materiaalbehoud. Dit houdt in dat er afstemming tussen wetgevende instanties en industrie is over wat "goede kwaliteit" recycalaat is en een compliance en monitoringsmechanisme wordt opgezet om de kwaliteit van eindproducten en recyclaten (tussenproducten) te controleren, ook in het geval van transport tussen landen.
- Chemische recycling kan in sommige gevallen een oplossing zijn om (N)IAS te verwijderen.

⁵¹ Voor sommige niet opzettelijk toegevoegde stoffen zijn in de wetgeving migratielimieten opgenomen. Vanwege de grote hoeveelheid bijproducten en afbraakproducten is het niet mogelijk om al deze stoffen in de wetgeving op te nemen. Voor stoffen zonder vastgestelde migratielimiet dient een risicobeoordeling uitgevoerd te worden. Om een goede risicobeoordeling te kunnen doen zijn veel gegevens nodig, o.a. over de aanwezigheid en concentraties van stoffen.

9.4.2 *Introductie: risico's van chemische stoffen in verpakkingen* *Samenstelling van verpakkingen*

Behalve de drankenkartons die een mix zijn van karton (75%), plastic (21%) en aluminium (4%)⁵², zijn de andere verpakkingen in deze analyse gemaakt van (verschillende) kunststofsoorten. De meest toegepaste kunststof(polymeren) voor verpakkingen zijn polyethyleen (PE), polypropyleen (PP), polyethyleen terephthalaat (PET).

Polystyreen (PS)⁵³ en polyvinylchloride (PVC)⁵⁴ komen in kleinere hoeveelheden voor als verpakkingsmateriaal. In onderstaande tabel worden enkele voorbeelden gegeven van verpakkingstypes en kunststofstypes (polymeren).

	Contact sensitief	Niet contact-sensitief
Vormvast	Voedselbakjes/trays (PET) Flessen (PET) Sausemmers (HDPE en PP)	Verfemmers (HDPE en PP) Wasmiddel flessen (PET)
Flexibel	Boterhamzakjes (LDPE) Meerlaags multimateriaal verpakking (laminaten)	Folies en zakken (LDPE, PP en laminaten)
Drankenkartons	Karton (75%), LDPE (21%) en aluminium (4%)	

Afbakening en definities

In deze analyse onderzoeken we de risico's van 'gevaarlijke stoffen'. Daarbij hanteren we de volgende ruime definitie: alle stoffen die door de mens worden gebruikt, verwerkt of geproduceerd en die nadelige effecten kunnen hebben bij verspreiding in de leefomgeving of blootstelling van mensen. Daarbij kijken we ook naar stoffen die niet op de markt worden gebracht, maar die via productieprocessen, afbraakprocessen of recyclingprocessen in nieuwe producten of de leefomgeving terecht kunnen komen.

De drankenkartons zijn heel beperkt uitgewerkt, mede omdat de verwerkingscapaciteit voor de kunststof en aluminiumfractie (PolyAl fractie) nog klein is.⁵⁵ De papierfractie van ingezamelde drankenkartons wordt wel gerecycled maar niet tot voedselcontactmateriaal. Risico's van stoffen bij papierrecycling is kort uitgewerkt.

Chemische stoffen in plastics

Er zijn verschillende chemische stoffen die toegevoegd kunnen worden aan deze polymeren, ook wel additieven genoemd. Voorbeelden zijn vulstoffen, kleurstoffen, stabilisatoren, katalysatoren, antioxidanten, smeermiddelen, antistatische middelen. Elk additief heeft een specifieke functie en bepaalt de functionele eigenschap van een plastic

⁵² <https://hedra.nl/>

⁵³ Voorbeelden van PVC materialen die met verpakkingsmateriaal ingezameld kunnen worden zijn o.a. PVC labels, PVC blisters, PVC dat niet afkomstig is van verpakkingsmateriaal (Thoden van Velzen, 2020).

⁵⁴ Voorbeeld van EPS verpakkingsmateriaal is een vleeschaltje (van "piepschuim").

⁵⁵ In 2020 werd PolyAl hoofdzakelijk als brandstof voor cementovens toegepast (Thoden van Velzen E.U et al, 2022)

verpakkingsmateriaal.^[1] Naast verpakkingen gemaakt van monomaterialen, zijn er ook multimaterialen (laminaten) in gebruik. In zulke producten worden vaak lijmen gebruikt tussen de verschillende laagjes plastic (Nerin et al., 2013).

Verpakkingen van (gerecyclede) plastics kunnen naast bewust toegevoegde stoffen ook chemische stoffen bevatten die niet opzettelijk zijn toegevoegd. Voor deze vorm van verontreiniging wordt de Engelse term NIAS gebruikt (non-intentionally added substances). Het gaat om een breed spectrum aan stoffen, en informatie over de aanwezigheid van NIAS is meestal niet bekend bij de recycler. NIAS zijn vooral een aandachtspunt voor voedselverpakkingen omdat NIAS naar de verpakte levensmiddelen kunnen migreren. Niet alle NIAS zijn schadelijk, dit hangt af van de gevaarseigenschappen en de mate van blootstelling.⁵⁶

Er zijn verschillende bronnen van NIAS:

1. Tijdens het productieproces kunnen onbedoeld nieuwe stoffen ontstaan als gevolg van chemische reacties waardoor bijproducten of afbraakproducten gevormd worden. Tijdens mechanische recycling worden polymeerketens gedeeltelijk afgebroken. Sommige additieven zoals antioxidanten en stabilisatoren kunnen ongewenste bijproducten vormen, en hun functionaliteit verliezen. Deze afbraakproducten en bijproducten zijn dan NIAS.
2. Er kan vervuiling optreden door het gebruik van de verpakking, bijvoorbeeld geurstoffen, smaakstoffen, oliën, voedselresten. Voedselresten kunnen reageren met de afbraakproducten of met residuen van het recycleproces (bijvoorbeeld oplosmiddelen).
3. Andere materialen die in het recycleproces bij voedselverpakkingen terecht komen, kunnen zo ongewenste stoffen in het gerecyclede product kunnen brengen. Dat geldt voor andere polymeren (bijvoorbeeld PVC), lijmen en harsen afkomstig van labels of doppen. Een andere mogelijke bron van verontreiniging komt van additieven van niet-voedselcontactmaterialen. De regelgeving voor deze materialen is minder streng, als het gaat om het gebruik van bepaalde additieven.
4. Tijdens het recyclen van plastics worden deze behandeld met wasmiddelen, oplosmiddelen en vervolgens verhit. Door deze behandelingen kunnen verschillende types van reactieproducten ontstaan.

Er is beperkte kennis over de aanwezigheid van NIAS in het plastic, in zowel nieuwe kunststof als recycleaat. NIAS kunnen ook gevormd worden tijdens normale verwerking van het virgin polymeer. Een zorg is dat bij meervoudige verwerking en recycling, de hoeveelheid NIAS toeneemt als gevolg van toename afbraakproducten en/of vervuiling vanuit andere materiaalstromen (Steimel et al., 2022).

⁵⁶ Een veel voorkomende stof in gerecycled PET is bijvoorbeeld limoneen, omdat het veelvuldig wordt gebruikt als smaakstof en is een voorbeeld van een NIAS dat niet schadelijk is voor consumptie (https://www.ivv.fraunhofer.de/content/dam/ivv/en/documents/Forschungsfelder/Produktsicherheit-und-analytik/Maximum_concentrations_of_limonene.pdf)

Chemische stoffen in papier

Ook in het papier kunnen naast bewust toegevoegde stoffen ook NIAS aanwezig zijn of ontstaan in het recyclingproces. Bijvoorbeeld als toevoegingen, zoals inkten en lijmen of stoffen om papier water- en vetafstotend te maken, afgebroken worden of vervuilingen bevatten. NIAS kunnen invloed hebben op de veiligheid van papier, als voedsel in direct contact staat met de papieren verpakking kunnen stoffen naar voedsel migreren (RIVM, 2023).

9.4.3 *Relevante regelgeving wat betreft veiligheid van producten en recyclingprocessen*

Stoffenwetgeving

Er zijn verschillende internationale verdragen en wettelijke kaders die regels stellen voor stoffen met mogelijke risico's voor mens en milieu. Zo is er wetgeving gericht op productie, handel en gebruik van stoffen. Het doel hiervan is om aan de bron zo goed mogelijk om te gaan met risico's van stoffen. Voorbeelden daarvan zijn de REACH-verordening (omtrent de registratie, evaluatie, autorisatie en restrictie van chemische stoffen), de CLP-verordening (omtrent de indeling, etikettering en verpakking van stoffen) en de POP-verordening (omtrent restrictie van toxische, persistente en bioaccumulerende stoffen). Daarnaast is er wetgeving gericht op het voorkomen en minimaliseren van emissies (vrijkomen) van stoffen. Dit is onder andere vormgegeven in het beleid rondom emissies van ZZS naar lucht en water. Tot slot is er wetgeving gericht op de kwaliteit van bodem, water en lucht. Dit heeft als doel vermindering van risico's als gevolg van in het milieu aanwezige stoffen. Dit gebeurt bijvoorbeeld door het stellen van grenzen aan de aanwezigheid van stoffen in het milieu (in bodem, water of lucht).

Voedselverpakkingen

Voor de toepassing van gerecyclede plastics als verpakkingsmateriaal voor voedsel gelden speciale voorschriften. Op 10 oktober 2022 is de nieuwe plastic recycling verordening 2022/1616 per direct in werking getreden (Europese Commissie, 2022)^[2].

De wetgeving bevat onder andere voorschriften voor zowel de inzameling en voorbereiding van de input, en voor de efficiëntie van de decontaminatie (zoals wassen en verhitten). De Europese Commissie heeft EFSA (Europese autoriteit voor voedselveiligheid) de opdracht gegeven om veiligheidsbeoordelingen uit te voeren van de recyclingprocessen.

Voor NIAS geldt dat voedselcontactmaterialen moeten voldoen aan de algemene veiligheidseis voor alle verpakkingsmaterialen (zowel gerecycled als niet gerecycled): artikel 3 van de Kaderverordening (EG) nr. 1935/2004. Hierin is opgenomen dat de migratie van chemische stoffen (waaronder NIAS) naar levensmiddelen geen gevaar voor de gezondheid mag opleveren. Er is geen wettelijk voorgeschreven methode hoe de veiligheid van NIAS moet worden beoordeeld.

Voor sommige niet opzettelijk toegevoegde stoffen zijn in de wetgeving migratielimieten opgenomen voor plastic voedselcontactmaterialen (EU Verordening No 10/2011). Vanwege de grote hoeveelheid bijproducten en afbraakproducten is het echter niet mogelijk om al deze stoffen in de

wetgeving op te nemen. Voor deze stoffen dient een risicobeoordeling uitgevoerd te worden. Om een goede risicobeoordeling te kunnen doen zijn gegevens nodig over de identiteit van een stof, toxicologische gegevens om gevaren te karakteriseren en blootstellingsgegevens en een goed richtsnoer hoe de risicobeoordeling te doen.

Het recyclen van oud papier voor de productie van nieuw papier wordt al tientallen jaren gedaan. Hieraan worden geen verdere eisen gesteld, zoals van welke bron het afkomstig mag zijn en welke verontreinigingsniveau acceptabel is, of aan de efficiëntie van het decontaminatie proces. Naast de algemene eis dat verpakkingen van gerecycled papier veilig moet zijn (Verordening) 1935/2004 is er geen specifieke wetgeving voor de recycling van oud papier en zijn er geen migratielimieten vastgesteld voor de migratie van stoffen uit verpakkingen naar voedsel.

Niet-voedselverpakkingen

Voor andere verpakkingen zoals verpakkingen van reinigingsmiddelen, cosmetica en verf zijn de wettelijke eisen minder strenge (de voedselcontactwetgeving is niet van toepassing).

Voor deze verpakkingsmaterialen is de REACH verordening (Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen) van toepassing. REACH kan verboden of beperkingen opleggen aan de productie, het gebruik of de invoer van bepaalde schadelijke stoffen.

Emissies van chemische stoffen in de circulaire keten

Mens en milieu kunnen blootgesteld worden aan chemische stoffen in verschillende fases van de levenscyclus van producten:

- Tijdens de productie van nieuwe (virgin) kunststoffen worden additieven toegevoegd en kunnen nieuwe stoffen ontstaan (NIAS). Emissies naar milieu en blootstelling bij productie zijn gereguleerd door milieu- en arbeidsveiligheidswetgeving.
- Als gerecycled plastic of oud papier gebruikt wordt voor contactgevoelige verpakkingen kunnen mensen blootgesteld worden aan de chemische stoffen die erin zitten via voedsel. Voor cosmetische producten is er ook blootstelling mogelijk (door opname van stoffen via de huid), maar daar is weinig over bekend. Voor niet-voedselverpakkingen is de gebruiksfase naar verwachting niet relevant qua blootstelling.
- Chemische stoffen kunnen vrijkomen bij recycling van verpakkingen, bijvoorbeeld bij pyrolyse van plastics. Maatregelen zijn nodig om blootstelling van werknemers en emissies naar het milieu te voorkomen. Bij papierrecycling kunnen stoffen in het afvalwater terecht komen.
- Emissies van chemische stoffen naar bodem of water kunnen plaatsvinden als verpakkingen (kunststof/papier) in het milieu terechtkomen, bijvoorbeeld via zwerfafval.

9.4.4 *Risico's van recycling*

Mechanische recycling van voedselcontact naar voedselcontact

Op dit moment wordt vooral gerecycled PET opnieuw toegepast in voedselverpakkingen. De hoeveelheden gerecycled PE en PP zijn heel beperkt en zijn afkomstig van andere Europese landen. Voor de

toepassing van gerecyclede plastics als verpakkingsmateriaal voor voedsel gelden speciale voorschriften, die wettelijk zijn vastgelegd in de Verordening (EU) nr. 2022/1616 (Europese Commissie, 2022). Om de veiligheid te kunnen waarborgen, heeft EFSA (Europese autoriteit voor voedselveiligheid) vastgesteld dat de gerecyclede PET (rPET-)-stroom voor minstens 95% uit (gebruikte) voedselverpakkingen moet bestaan. Gerecyclede PET is voor een groot deel afkomstig van statiegeldflessen. Dit is een relatief schone stroom die goed in te zamelen en te scheiden is, waardoor een homogene stroom ontstaat die ook weer voor voedseltoepassingen ingezet mag worden. PP, PE en PS worden wel gerecyclede maar gebruikt in andere toepassingen dan voedselcontactmaterialen omdat het moeilijk is om te voldoen aan eisen zoals vastgesteld door EFSA. In de huidige sorteerprocessen is het niet mogelijk voedsel- en niet-voedselverpakkingen gemaakt van deze materialen te onderscheiden van elkaar, waardoor er niet aan de eisen voor voedselcontactmaterialen kan worden voldaan. Er bestaan dus nog geen voedselverpakkingen met recycelaat van PE, PP en PS.

Naast de wijze van inzamelen is er ook een groot verschil tussen PET en andere polymeren (PE, PP, PS en PVC) als het gaat om het risico op verontreinigingen als gevolg van materiaaleigenschappen van deze polymeren. PET neemt nauwelijks verontreinigingen van chemische stoffen (losse moleculen) op en tijdens recycling kunnen met moderne nacondensatie-technologieën deze verontreinigingen worden verwijderd (Thoden van Velzen, 2018 & Franz et al., 2022). De andere kunststoffen hebben de eigenschap om meer chemische stoffen te absorberen. Het gaat dan bijvoorbeeld over levensmiddelresten (geurstoffen, vetten) of smeermiddelen etc. die veel lastiger verwijderd kunnen worden (Dutra et al., 2014). Als gevolg daarvan kunnen recycelaat van PP en PE een specifieke geur hebben en kan er migratie plaats vinden van deze stoffen naar het voedsel. Niet alle stoffen die als verontreiniging in gerecyclede kunststoffen aanwezig zijn zullen echter migreren (Thoden van Velzen et al., 2018).

De verontreiniging in gerecyclede PET met chemische stoffen is onderzocht in het kader van goedkeuringsprocedures voor het toepassen van gerecyclede PET in flessen (Thoden van Velzen et al., 2018). Van de andere gerecyclede kunststoffen (PE, PP, Film, MIX) is minder bekend. Mogelijk is er een verschil in verontreiniging van gerecyclede kunststof uit gescheiden inzameling of nascheiding.

Er zijn nog veel onbeantwoorde vragen over verontreiniging met chemische stoffen van gerecyclede kunststoffracties PE, PP, film en MIX. Onder andere zijn er methodische vragen over hoe deze verontreiniging in gerecyclede kunststoffen het beste bestudeerd kunnen worden. Het gaat o.a. om de analytische procedures (identificatie van stoffen) maar ook hoe om te gaan met stoffen die moeilijker geïdentificeerd kunnen worden (Thoden van Velzen et al., 2018).

In onderstaande tekstbox wordt een samenvatting gegeven van enkele wetenschappelijke inzichten omtrent verontreiniging van verschillende types van kunststoffen. Ook wordt een samenvatting gegeven van wat bekend is over poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) in verpakkingen.

NIAS in PET

Publieke data over de migratie van stoffen uit PET en gerecycled PET is beperkt beschikbaar. Sommige auteurs rapporteren hogere migratie van sommige stoffen uit gerecycled PET en andere vinden geen verschil (Gerrassimidou, 2022). Ubeda et al. (2018) vond geen verschil tussen nieuw geproduceerde PET en gerecyclede PET pellets m.b.t. de migratie van cyclisch en lineaire oligomeren. Zware metalen (i. e., Pb, Cd, Cr, Ni en Sb) kunnen aanwezig zijn in artikelen van gerecycled PET, bijvoorbeeld als gevolg van vervuiling vanuit andere plastic onderdelen zoals PVC (Whitt et al., 2016). Whitt et al. (2016) concludeerde echter dat de consumptie van gerecyclede PET artikelen veilig is wat betreft het uitlogen van deze zware metalen. Gerrassimidou (2020) deed literatuuronderzoek naar de data van 1000 migratietesten op PET flessen en andere relevante samples zoals flakes en pellets, gerapporteerd in 91 studies. Hieruit blijkt dat er wereldwijd materialen zijn onderzocht, het meest in Spanje, Duitsland, en China. In de meeste testen, blijkt de mate van migratie te voldoen aan de wettelijke grenswaarden. In enkele gevallen wordt de grenswaarde wel overschreden, waarbij het type van voedsel simulant van invloed is op de migratie. Zware metalen logen bijvoorbeeld makkelijker uit in zure vloeistoffen dan in water.

Ook Universiteit Wageningen heeft onderzoek gedaan of, én in welke mate de toepassing van gerecycled PET – bij de fabricage van de fles – invloed heeft op de migratie van stoffen naar de inhoud van de fles. De in het onderzoek aangetroffen stoffen zijn 2-methyl-1,3-dioxolaan, benzeen, styreen, aceton, butanon, furaan en limoneen. Het resultaat van dit deel van het onderzoek is dat migratie van NIAS in zeer geringe mate plaatsvindt. De aandacht van de onderzoekers richtte zich met name op de waargenomen aanwezigheid van benzeen dat waarschijnlijk wordt veroorzaakt door vervuiling van de PET stroom met PVC. De waargenomen concentraties van benzeen zijn (nu) niet prioritair ingeschat voor de volksgezondheid door de onderzoekers (Thoden van Velzen et al., 2018), maar de auteurs van de studie bevelen meer onderzoek aan bij toenemend gebruik van gerecycled PET.

NIAS in PE/PP

In het onderzoek van Horodytska (2020) zijn verontreinigende stoffen in HDPE en LDPE onderzocht (vluchtige en semi-vluchtige stoffen). NIAS in gerecycled post-consumer LDPE en HDPE verschillen qua hoeveelheden en bron, afhankelijk van de toepassingen. LDPE wordt vooral gebruikt voor flexibele verpakkingsmaterialen terwijl HDPE vooral voor flessen van was- en reinigingsmiddelen wordt gebruikt. Daarom zijn de verontreinigingen in HDPE vooral cosmetische ingrediënten en oligomeren van oppervlakte-actieve stoffen. Bij LDPE is de variatie en concentratie van additieven en hun afbraakproducten groter dan in het HDPE monster.

Onderzoekers hebben verschillende kunststofsoorten onderzocht op de aanwezigheid van DNA-reactieve (mutagene) stoffen (Mayrhofer et al., 2023) op basis van een Ames test. Deze stoffen werden niet aangetroffen in gerecycled PET maar wel in gerecycled PP en PE (die nog niet zijn toegestaan als voedselcontactmateriaal). Het is nog niet helemaal duidelijk welke stoffen dit effect veroorzaakt, maar er zijn hints dat dit komt door het recyclingproces. Een mogelijke oorzaak zijn

reacties die plaatsvinden door de verhoogde temperatuur tijdens het recycleproces. Bijvoorbeeld inkten met nitrocellulose als bindmiddel kunnen onder hogere temperatuur nitrosamines vormen of er kunnen afbraakproducten ontstaan van azo pigmenten. Meer onderzoek is nodig om de oorsprong van de DNA-reactieve (mutagene) stoffen te achterhalen.

PFAS (per- en polyfluoralkylstoffen) in verpakkingen

PFAS is een verzamelnaam voor een groep chemische stoffen. PFAS breken niet of nauwelijks af in het milieu. PFAS worden gebruikt voor de productie van plastic verpakkingen als hulpstof bij flexibele verpakkingen (bijvoorbeeld films), zowel in voedselverpakkingen als niet-voedselverpakkingen (ECHA, 2023). PFAS residuen kunnen aanwezig zijn en migreren naar de verpakte inhoud.

Een andere toepassing is het gebruik van fluorgassen voor de behandeling van het oppervlak van plastic containers. Deze containers worden gebruikt voor het bewaren van chemische stoffen maar ook voedsel (ECHA, 2023). Het is niet bekend of deze oppervlakbehandeling ook wordt toegepast voor huishoudelijke verpakkingen. Ook bij deze toepassing zijn residuen van PFAS aangetroffen in de verpakking en de verpakte inhoud (ECHA, 2023).

PFAS worden soms gebruikt in verpakkingsmateriaal voor voedingsmiddelen vanwege hun water- en vetafstotende eigenschappen. Bijvoorbeeld in bakpapier, pizzadozen, popcornzakken en verpakkingen voor fastfood. Er geldt sinds 2022 een Nederlands verbod op het toepassen van PFAS in voedselverpakkingen van papier en karton. Het is niet bekend of PFAS voorkomt in het (gerecyclede) papier van drankenkartons.

In de FCC migex database zijn studies opgenomen over migratie van PFAS (Phelps et al., 2024). Dit is een database van het Food Packaging Forum is een database van Migrating and Extractable Food Contact Chemicals (FCC's) die migreren vanuit verpakkingen. De meeste studies gaan over migratie van PFAS uit papier, maar migratie uit plastic voedselverpakkingen is ook aangetoond. Voor veel van de PFAS stoffen ontbreekt het aan data over de eigenschappen van de stof, en voor de stoffen waar wel gegevens voor zijn laten negatieve gezondheidseffecten zien.

Nederland werkt met andere landen aan een algemeen Europees verbod op PFAS. In maart 2024 heeft het Europese parlement en de Europese raad een voorlopig akkoord bereikt over de Verpakkingenverordening (PPWR). Naast reductie en recyclingdoelstellingen komt er een verbod op PFAS in verpakkingen.

Risico's van chemische stoffen bij het toepassen van recyclelaar in niet-voedselcontactmaterialen

Voor niet-voedselcontact materialen (bijv. verfpotten, reinigingsmiddelen, cosmeticaproducten) geldt de voedselcontactwetgeving niet en zijn er dus minder eisen als het gaat om de samenstelling en aanwezigheid van chemische stoffen.

Diverse merkhouders van schoonmaakmiddelen passen al tot 100% recycleat toe in hun verpakkingen (Kort et al., 2018). In de praktijk maken producenten van cosmetica en was- en schoonmaakmiddelen met name graag gebruik van foodgrade gerecycled PET (Kort et al., 2018).

Voor het toepassen van recycleat in verpakkingen van cosmeticaproducten is migratie en vervolgens blootstelling mogelijk (via de huid) aan chemische stoffen, maar hier is voor zover bekend, nog geen onderzoek naar gedaan. Als het recycleat van voedselcontactmateriaal afkomstig materiaal is, worden daar niet direct gezondheidsrisico's bij verwacht.

Voor het toepassen van recycleat⁵⁷ in andere verpakkingen (niet contactgevoelig) zijn er niet direct gezondheidsrisico's ter verwachten als het gaat om NIAS die uit de kunststoffen migreren, omdat over het algemeen blootstelling lager is.

Risico's van chemische stoffen bij papier recycling

Ook voor papier geldt dat NIAS kunnen ontstaan doordat bij recycling stoffen uit niet-voedselcontactmaterialen in de gerecyclede papiervezel terecht kunnen komen. Een voorbeeld daarvan zijn minerale oliën uit inktten. Over andere NIAS in papier is minder informatie bekend. Bij drankenkartons is er geen direct contact tussen het papier en de inhoud, waardoor migratie van NIAS uit papier naar de inhoud niet mogelijk is. Ook niet-gerecycled papier kan niet bewust toegevoegde stoffen bevatten zoals afbraakproducten van inktten of lijmen.⁵⁸

Bij het recycleproces van papier kunnen stoffen in het milieu vrijkomen, bijvoorbeeld via het afvalwater. Zo lijkt de papierindustrie en met name de recycling oud papier een belangrijke emissiebron voor PFAS in het oppervlaktewater te zijn (RWS, 2020). Omdat drankenkartons niet in Nederland worden verwerkt is het niet bekend of deze stroom één van de mogelijke bronnen van PFAS emissie kan zijn.

9.4.5

Uitdagingen

Hieronder zijn de belangrijkste belemmeringen samengevat als het gaat om het veilig recyclen van kunststoffen. De nadruk ligt op de recycling van kunststoffen mede omdat de verwerkingscapaciteit voor de kunststof en aluminiumfractie (PolyAl fractie) nog klein is. De papierfractie van ingezamelde drankenkartons wordt wel gerecycled maar niet tot voedselcontactmateriaal.

- 1) Menging van voedselcontact en niet-voedselcontactmaterialen
Om goedkeuring te krijgen voor het recyclen van plastic verpakkingen tot voedselcontactmaterialen is het nodig dat recyclingbedrijven voor de EFSA een dossier samenstellen. Hierin moet o.a. een beschrijving van het recyclingproces staan en een karakterisatie van de input gebaseerd op de herkomst van de feedstock, traceerbaarheid en de mogelijkheid om ongeschikte materialen te weren in de inputstroom. Voor de traceerbaarheid moet de meerderheid van de input ook uit voedselcontactmaterialen bestaan. Omdat het heel moeilijk is om

⁵⁷ Afkomstig van ingezamelde verpakkingen (scope van deze PGA) en niet uit andere sectoren

⁵⁸ https://kidv.nl/media/factsheets/voedselveiligheid/20220309_06_nias_factsheet_eng_def.pdf?1.2.22

voedselverpakkingen en niet-voedselverpakkingen te scheiden is er nog geen gerecycled PP en gerecycled PE geschikt voor voedselcontactmaterialen (in Nederland). In de UK is er wel een voorbeeld omdat daar HDPE-melkflessen apart ingezameld worden en het is toegestaan deze als gerecycled materiaal toe te passen in voedselcontactmaterialen.

2) Afweging

De veiligheidscriteria die EFSA (European Food Safety Authority) hanteert bij de beoordeling van de recycling van plastics voor toepassing als voedselcontactmateriaal is streng, omdat deze gebaseerd is op voorzorgsprincipe (Franz et al., 2022).

Aanwezigheid van gevaarlijke stoffen betekent niet noodzakelijk dat er een risico is. Een belangrijke maatschappelijke vraag daarbij is welke veiligheidsmarge nodig is om de voedselveiligheid te kunnen garanderen en tegelijkertijd het sluiten van ketens niet te belemmeren.

3) Kennis en verantwoordelijkheden in de keten:

Door gebrek aan kennis over NIAS en gebrek aan geharmoniseerde standaarden, is de beoordeling en controle op migratie van chemische stoffen in voedsel uitdagend.⁵⁹ Recyclers van voedselcontactmaterialen moeten de veiligheid garanderen van alle stoffen die kunnen migreren, inclusief NIAS.

Dit is een moeilijke opdracht omdat de samenstelling van gerecycled materiaal niet bekend is, tenzij er gemeten wordt (De Tandt et al., 2021)(Gerassimidou, 2022).

4) Ontwerp:

Voedselcontactmaterialen zijn goed gereguleerd, maar vervuiling treedt met name op als er menging met andere materialen optreedt. Om de mechanische recycling van PE en PP voedselverpakkingen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat ook de secundaire verpakingscomponenten (labels, lijmen, prints, doppen, etc.) ontworpen zijn voor recycling zodat er geen NIAS uit migreert naar de hoofdcomponent (fleslichaam, schaal) zodat die te vervuild is om voedselveilig te kunnen recylen (Thoden van Velzen E.U., 2021) .

9.4.6 Kansen

1) Kennis over NIAS verbeteren:

Het is van belang om kennis te ontwikkelen bij de verpakkende industrie (ontwerpers), wetenschappers en beleidsmakers over waar chemische stoffen (zoals NIAS) in recycleat vandaan komen. Op basis van deze kennis kunnen (nieuwe) design-for-recycling richtlijnen opgesteld worden waardoor de kwaliteit van het recycleat verbetert.

Ook in *virgin* PET-flessen kunnen NIAS voorkomen. Er is dus continu aandacht nodig voor het monitoren van de kwaliteit van het PET en de verpakte inhoud. Informatie over grondstoffen en

⁵⁹ Voor sommige niet opzettelijk toegevoegde stoffen zijn in de wetgeving migratielimieten opgenomen. Vanwege de grote hoeveelheid bijproducten en afbraakproducten is het niet mogelijk om al deze stoffen in de wetgeving op te nemen. Voor stoffen zonder vastgestelde migratielimiet dient een risicobeoordeling uitgevoerd te worden. Om een goede risicobeoordeling te kunnen doen zijn veel gegevens nodig, o.a. over de aanwezigheid en concentraties van stoffen.

additieven, en de gebruikshistorie kan helpen om de aanwezigheid van bepaalde NIAS te voorspellen. Een systeem voor het volgen van verpakkingen in de keten, gekoppeld aan informatie over productie/gebruik/verwerking (o.a. blockchain) kan bijdragen aan kennis over NIAS.

- Om het delen van (vertrouwelijke) data mogelijk te maken is het van belang een *trusted environment* te creëren tussen bedrijven, overheid en onderzoeksinstituten.
- Daarnaast is harmonisatie van analytische procedures en methodes belangrijk. Investeer in een netwerk van laboratoria met gezamenlijke database en geharmoniseerde methodes.
- De ontwikkeling en toepassing van testmethodes die alle stoffen meten die uit gerecyclede plastics kunnen migreren kunnen het issue van niet-geïdentificeerde NIAS adresseren en de uitdaging met betrekking tot mengseltoxiciteit.

Ook in (gerecycled) papier kunnen NIAS voorkomen. Daarom gelden de volgende kansen voor het verbeteren van kennis over NIAS.⁶⁰

- Onderzoek de aanwezigheid en herkomst van de meest risicovolle NIAS.
- Ontwikkel voor recyclers een standaard aanpak voor NIAS.
- Stimuleer de ontwikkeling van analysemethoden.
- Maak beleid (specifiek) voor risicobeoordeling van NIAS in papier.

2) Stel ontwerpprincipes op met de keten

Op basis van kennis NIAS kunnen afspraken gemaakt worden om NIAS te voorkomen door producten en systemen anders vorm te geven. Bijvoorbeeld regelgeving en meer handhaving voor import PVC-verpakkingen (o.a. medicijnen verpakkingen). Ontwikkel veiligheidscriteria voor labels, lijmen, inkt, prints. Herontwerp van verpakkingen en gebruikssystemen. Hou daarbij rekening met het feit dat niet-voedselcontactmaterialen de kwaliteit van het recyclelaat van voedselcontactmaterialen niet negatief mogen beïnvloeden. Mogelijke oplossingen zijn: nieuwe sorteertechnieken, nieuwe decontaminatietechnieken, verbeteren traceerbaarheid door markeertechnologie, minder soorten grades van plastics gebruiken).

3) Dialoog voeren over afweging tussen materiaalbehoud en risico's van stoffen

Het voeren van een dialoog tussen wetgevende instanties, wetenschappers en recyclers om een goede afweging te maken tussen risico's van stoffen en materiaalbehoud. Dit houdt in dat er afstemming tussen wetgevende instanties en industrie is over wat "goede kwaliteit" recyclelaat is en een compliance en monitoringsmechanisme wordt opgezet om de kwaliteit van eindproducten en recyclelaaten (tussenproducten) te controleren, ook in het geval van transport tussen landen.

4) Pyrolyse

Pyrolyse kan in sommige gevallen een oplossing zijn voor het verwijderen van NIAS uit kunststof verpakkingen.

⁶⁰ <https://www.rivm.nl/documenten/casus-nias-in-papieren-verpakkingen>

Pyrolyse is een thermochemisch proces, waarbij de feedstock zonder zuurstof tot ongeveer 500°C verhit wordt. Daarbij ontstaan pyrolyseolie en bijproducten, zoals gas en kool.

De pyrolyseolie kan weer ingezet worden als grondstof voor de chemische industrie in de kraakinstallatie (of in de zuiveringstrein ervan). In een kraakinstallatie wordt een aardoliefractie omgezet in vooral etheen en propeen, de basis van polypropeen (PP) en polyetheen (LDPE of HDPE).

Er zijn mogelijkheden om gevaarlijke stoffen en NIAS die in de kunststoffen aanwezig te zijn te verwijderen door het pyrolyseproces. De efficiëntie van het verwijderen van deze stoffen hangt onder andere af van de herkomst en het type van de kunststoffen die als feedstock gebruikt worden en de zuiveringsprocessen die plaatsvinden tussen het produceren van de pyrolyseolie en het toepassen van de pyrolyseolie in het kraakproces.

9.4.7 *Specifieke informatie over NIAS in verpakkingen*

De FCCmigex database van het Food Packaging Forum is een database van Migrating and Extractable Food Contact Chemicals (FCC's) die migreren vanuit verpakkingen. De totstandkoming van de database is toegelicht in een wetenschappelijk artikel van Geueke et al., 2022. Voor de database zijn de resultaten van 1210 wetenschappelijk studies systematisch verzameld, wat heeft geleid tot een database van meer dan 3000 FCCs. In de database wordt onderscheid gemaakt tussen verpakkingen voor eenmalig gebruik, zoals voedselverpakkingen, en verpakkingen die meerdere keren gebruikt worden, zoals herbruikbare bakjes.

In dit hoofdstuk is per verpakkingstype de top 5 van stoffen opgenomen die naar voren komen uit de FCCmigex database. De datum van raadpleging van deze database is 4 maart 2024.

Informatie gevaarlijke stoffen – PET

Uit de FCCmigex database blijkt dat vooral antimoon (Sb) en acetylaldehyde (AA) migreren uit PET. Ook verschillende ftalaten (weekmakers) worden veelvuldig aangetroffen in de FCCmigex database.

Uit de studie van Gerassimidou et al., 2022 blijkt dat veel onderzoek naar chemische stoffen in PET gericht is op specifieke FCCs, waaronder (acetyl)aldehyde en bepaalde hormoonverstorende stoffen (DBP, DMP, DEP, DEHP en BPA). Een groot deel van de stoffen die migreren uit PET komen niet boven de Europese migratielimiten uit, en lijken dus geen risico te vormen (Gerassimidou et al., 2022). Echter zijn er ook enkele migratiestudies waarbij stoffen in concentraties voorkomen boven de voor migratielimit. Voorbeelden hiervan zijn nikkel, acetaldehyde, bepaalde weekmakers en kleurstoffen (Gerassimidou et al., 2022).

In de FCCmigex database wordt onderscheid gemaakt tussen nieuw PET en gerecycled PET. Er is aanzienlijk minder data beschikbaar over FCCs in gerecycled PET.

Tabel 9.4.1 Top 5 gedetecteerde FCC chemische stoffen in nieuw PET (A) en gerecycled PET (1B) volgens FCCmigex database

Single-use	Repeat use
Antimoon (Sb)	Acetaldehyde (AA)
Dibutyl Phthalate (DBP)	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)
Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	Dibutyl Phthalate (DBP)
Acetaldehyde (AA)	Diethylene Glycol (DEG)
Diethyl Phthalate (DEP)	Di-n-octyl phthalate (DNOP)

Tabel 9.4.1B

Single-use	Repeat use
Antimoon (Sb)	Acetaldehyde (AA)*
Chroom (Cr)	Antimoon (Sb)*
Anthracene (A)	Benzyl butyl phthalate (BBP)*
Fluorene (F)	Broom (Br)*
Nikkel (Ni)	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)*

*slechts één entry in de database

Informatie gevaarlijke stoffen – PP

Van bijna 400 verschillende chemische stoffen is bekend dat ze migreren uit PP voedselverpakkingen⁶¹. Veel voorkomende stoffen in de FCCmigex zijn additieven, weekmakers, zilver en (afbraakproducten van) antioxidanten. Omdat PP gevoelig is voor UV-straling en oxidatie worden antioxidanten gebruikt om matrix te stabiliseren (Meng et al., 2023). Hierdoor blijft dan bijvoorbeeld de kleur behouden gedurende het gebruik van het product. Over een afbraakproduct van een veelgebruikte antioxidant (Irgafos) is gevonden dat er meer migratie plaatsvindt bij een hogere temperatuur en bij contact met hydrofobe inhoud (Barkby, 1995). Ook verhitting door gebruik van de magnetron lijkt de migratie van specifieke stoffen te bevorderen (Alin et al., 2011).

Tabel 9.4.2 Top 5 gedetecteerde FCC chemische stoffen in nieuw PET (1A) en gerecycled PET (1B) volgens FCCmigex database

Single-use	Repeat use
Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	2,4-Di-tert-butylphenol (2,4-DTBP)
Dibutyl Phthalate (DBP)	Silver
Irgafos 168	2,6-Di-tert-butylbenzoquinone (2,6-DTBQ)
2,4-Di-tert-butylphenol (2,4-DTBP)	Dibutyl Phthalate (DBP)
Diisobutyl phthalate (DiBP)	Irgafos 168

Informatie gevaarlijke stoffen – PE (HDPE en LDPE)

Polyethyleen (PE) is een plastic type dat veel gebruikt wordt voor plastic verpakkingen. Er wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen twee type PE: high-density PE (HDPE) en low-density PE (LDPE). HDPE is een

⁶¹ [FCCmigex Database | Food Packaging Forum](#)

stevig plastic die vaak gebruikt wordt voor vormvaste verpakkingen. LDPE wordt voornamelijk gebruikt om flexibele verpakkingen te maken. Er is minder onderzoek gedaan naar migratie van FCC uit HDPE dan uit LDPE. Sommige studies specificeren niet en kijken alleen naar PE. Er wordt aangenomen dat HDPE en LDPE een hogere mate van diffusie en sorptie hebben vergeleken met andere soorten polymeren (Gerassimidou et al., 2023). LDPE wordt in migratiestudies vaak gebruikt als *worst-case* scenario (Gerassimidou et al., 2023). Uit een studie naar FCC in PE-verpakkingen is gebleken dat het merendeel van de chemische stoffen waarvan migratie is aangetoond zijn niet-toegelaten stoffen in de EU die zowel IAS als NIAS kunnen zijn (Gerassimidou et al., 2023). De meest onderzochte chemicaliën in PE zijn weekmakers, metalen zoals zilver en antioxidanten (Gerassimidou et al., 2023). Van 21% van de toegelaten FCC is gevonden dat ze ten minste één keer migreren in hoeveelheden boven de vastgestelde migratielimiet. Voorbeelden hiervan zijn weekmakers (DEHP), antioxidanten (Irganox 1076 en 1035) en metalen (lood, chroom en zink) (Gerassimidou et al., 2023).

Tabel 9.4.3 Top 5 gedetecteerde FCC chemische stoffen in PE (HDPE en LDPE) volgens FCCmigex database

Repeat use	Single-use
Zilver (Ag)	Dibutyl Phthalate (DBP)
2,4-Di-tert-butylphenol (2,4-DTBP)	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)
2-Butoxyethoxyethyl acetaat ((E)-tetradec-3-ene)	Irgafos 168
3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyacetophenone	Zilver (Ag)
3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzaldehyde	Irgafos 1076

Informatie gevaarlijke stoffen – mix

De mix stroom van verpakkingen bestaat uit verpakkingen die niet in een van de monostromen (PET, PE, PP en folie) terecht zijn gekomen. Daardoor is deze stroom divers van samenstelling waardoor het lastig is te recyclen (KIDV, 2019). Naast niet-gesorteerde monostromen (PET, PP en PE) bevat de mixstroom ook folies (LDPE, HDPE en PP), laminaten, en harde kunststoffen zoals PS, PET trays en PVC. Doordat de mixstroom grotendeels uit een combinatie van de monostromen (PET, PP en PE) bestaat is het aannemelijk dat in de mixstroom dezelfde gevaarlijke stoffen aanwezig zijn als in de monostromen. Hieronder vallen de weekmakers, afbraakproducten van antioxidanten, koolwaterstoffen en metalen.

Informatie gevaarlijke stoffen – folies (LDPE, PP, laminaten)

Doordat folies grotendeels uit LDPE, PP of laminaten bestaat is het aannemelijk dat in folies dezelfde gevaarlijke stoffen aanwezig zijn als in de betreffende monostroom. Zo worden weekmakers en antioxidanten aangetroffen bij migratiestudies (Geueke et al., 2022, Forooghi et al., 2022). De chemicaliën kunnen deels afkomstig van de kleurstoffen en inkten die worden gebruikt voor het ontwerp van de verpakkingen. Zo is aangetoond dat er 10 keer zo veel chemische stoffen migreren uit LDPE zakken met print vergeleken zakken zonder print (Suhroff et al., 2016).

Tabel 9.4.4 Top 5 gedetecteerde FCC chemische stoffen in laminaten volgens FCCmigex database

Repeat use	Single-use
n.r.	epoxidized soya boon olie (ESBO)
n.r.	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)
n.r.	dibutyl decanedioate (DBS)
n.r.	dibutyl phthalate (DBP)
n.r.	diisodecyl phthalate (DIDP)

n.r. = niet gerapporteerd

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

augustus 2024

De zorg voor morgen
begint vandaag