

# Transitie naar een circulaire plasticseconomie in 2050

Inventarisatie van de informatiebehoefte en  
transitievereisten

TNO 2024 R11499 – 8 augustus 2024

## Transitie naar een circulaire plasticseconomie in 2050

### Inventarisatie van de informatiebehoefte en transitievereisten

Auteurs	Quirine Cohen, Judith Kessens, Alex Leighton, Hella Koops, Tim Bulters, Hannah Jung, Toon van Harmelen, Jan Harm Urbanus
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Bijlagen	TNO Publiek
Aantal pagina's	155 (excl. voor- en achterblad)
Opdrachtgever	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Projectnaam	Bepaling en validatie van scoping en specificaties van het systeemintegratiemodel en de designtools van het Groeifonds Circulaire Plastics NL inclusief de bepaling van de specificaties voor de organisatie van de stakeholder community en het virtueel kenniscentrum rondom het SI-model
Projectnummer	060.56635

**Alle rechten voorbehouden**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

# Samenvatting

## Aanleiding en doel

In 2016 heeft de Nederlandse overheid in het Rijksbrede programma ‘Nederland Circulair in 2050’ het doel gesteld om in 2050 een 100% circulaire economie te bereiken. Voor vijf sectoren zijn Transitieagenda’s opgesteld hoe dit te bereiken, waaronder kunststoffen (Transitieagenda Kunststoffen, 2018). In 2023 is ‘Circular Plastics Nederland’ (CPNL) gestart, een initiatief binnen het Nationaal Groeifonds<sup>7</sup>. CPNL ontwikkelt verschillende programma’s om materiaal- en procesinnovaties voor circulaire plastics te realiseren om zo toe te werken naar 100% circulaire plastics in 2050 en de Nederlandse economie duurzame groeikansen te bieden. CPNL heeft TNO de opdracht gegeven een scoping studie uit te voeren om te achterhalen welke informatiebehoefte er is bij organisaties binnen het plastics ecosysteem voor deze transitie, welke informatiesystemen er nodig zijn om deze behoefte te vervullen, welke randvoorwaarden hiervoor van belang zijn en welke exploitatiemodellen er toegepast kunnen worden bij dergelijke informatiesystemen.

## Studieopzet

De scoping studie is uitgevoerd via kwalitatief onderzoek en twee literatuurstudies. In 44 interviews met 12 typen stakeholderorganisaties zijn organisaties bevraagd op de thema’s circulariteit, economie, sociaal-maatschappelijk, milieu en gezondheid, wetgeving, technologie en organisatie. Vervolgens zijn er twee literatuurstudies uitgevoerd naar de beschikbare informatiesystemen en exploitatiemodellen en zijn de resultaten hiervan gevalideerd in gesprekken met experts.

De studie resulteert in een analyse van de (1) kennisbehoeften en (2) bredere behoeften nodig voor de plastictransitie en (3) analyse van welke tools, methoden en modellen er nog ontbreken om aan deze behoeften te voldoen (GAP-analyse ten opzichte van bestaande tools, methoden en modellen). Het omschrijft het voorstel van TNO hoe het informatiesysteem en datasysteem eruit kan zien om aan de kennisbehoefte te voldoen met bijbehorende exploitatiemodellen en (4) geeft weer wat er naast het informatiesysteem nodig is om de circulaire plastictransitie te faciliteren.

## Conclusies

Hieronder volgen de belangrijkste conclusies met betrekking tot de inventarisatie van de informatiebehoeften, hoe deze vervuld kunnen worden en wat hiervoor nodig is.

1. Er zijn zeven onderwerpen geïdentificeerd waar beschikbaarheid van kennis en data gewenst is.

Consument	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simpele, eenduidige en betrouwbare informatie voor de consument om duurzame keuzes te kunnen maken.</li><li>• Kennis over gedragsverandering van consumenten richting duurzaam gedrag.</li></ul>
-----------	--

<sup>7</sup> [Circular Plastics NL](#)

<b>Productontwerp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennis en tools om verschillende productontwerpen gemakkelijk te kunnen vergelijken op circulariteit en duurzaamheid.</li> </ul>
<b>Technologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische innovaties van zowel bestaande als nieuwe systemen, om huidige verwerkingstechnologieën te verbeteren, om moeilijke stromen (bijvoorbeeld flink verontreinigd) te kunnen verwerken en om recycelaat van hoge kwaliteit te verkrijgen.</li> </ul>
<b>Milieu-impact en gezondheid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodes om bredere impactfactoren te kunnen rapporteren die verder gaan dan alleen CO<sub>2</sub>-uitstoot, zoals water, biodiversiteit, mensenrechten en gezondheidseffecten van (micro)plastics.</li> </ul>
<b>Wetgeving</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzicht en overzicht van alle (NL, EU) wetgeving en maatregelen waaraan partijen moeten voldoen.</li> <li>• Uitleg over de inhoud van de wetgeving (NL, EU)</li> <li>• Inzicht in veranderingen in wetgeving (NL, EU).</li> <li>• Inzicht in de effecten van deze veranderingen in wetgeving (NL, EU).</li> </ul>
<b>Investeringsklimaat en verdienmodellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzicht in kosten en risico's voor circulaire investeringen, zodat men onderbouwde, duurzame investeringen kan doen.</li> </ul>
<b>Systeemvragen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrale kennis over het volledige plasticsecosysteem, zodat stakeholders ontwikkelingen in andere delen van de plasticeten kunnen begrijpen en hierop in kunnen spelen.</li> <li>• Een integrale visie op de toekomst richting 2050, inzicht in technologische oplossingen en routes hiernaartoe als ook maatregelen om tot een circulair systeem te komen.</li> </ul>

**2. Er is een duidelijke behoefte aan een integrale en gedeelde visie op de toekomst van de circulaire plastictransitie**

Dit houdt in dat er meer ketensamenwerking nodig is om gezamenlijke doelen te stellen, afspraken te maken en kennis en data te delen. Daarnaast is duidelijk en coherent overheidsbeleid noodzakelijk en is er behoefte aan meer beleidscoördinatie om voor een 'level playing field' te zorgen.

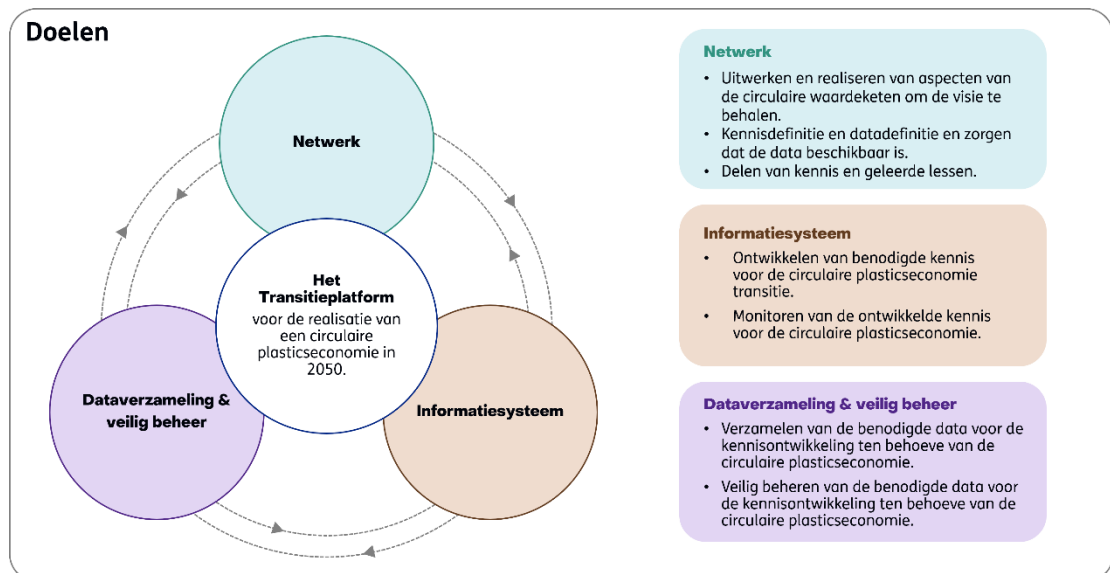
**3. Er is behoefte aan een integrale methode, of systeemmodel, om kennis te ontwikkelen en FAIR data die op een veilige manier verzameld, beheerd, verwerkt en gemonitord kan worden.**

Op basis van de studie concludeert TNO dat er al veel verschillende tools, modellen en projecten beschikbaar zijn om deels te voldoen aan de kennisbehoefte. Echter, deze dekken slechts deelaspecten af en veel tools zijn nog in ontwikkeling. Met name deelgebieden binnen het sociaalwetenschappelijke kennisdomein (zoals consumentengedrag) zijn hierbij zwak vertegenwoordigd. Om onderbouwde beslissingen te kunnen nemen voor o.a. wetgeving, investeringen en andere circulaire strategieën zijn scenario-analyses nodig. Een integrale methode, of een informatiesysteem, die de deelaspecten en deelgebieden verbindt en overstijgt ontbreekt vooralsnog, terwijl daar wel duidelijk behoefte aan is. De benodigde data voor een dergelijke integrale methode is onvolledig, onvoldoende betrouwbaar, niet of onvoldoende toegankelijk of de data ontbreekt in het geheel. Daarnaast is er een behoefte aan FAIR data (vindbaar, toegankelijk, uitwisselbaar en herbruikbaar), die op een veilige manier beheerd, verwerkt en gemonitord kan worden. Om langdurige inzetbaarheid van een dergelijk systeemmodel te kunnen garanderen, moet vooraf goed worden nagedacht over

het verdienmodel ervan. Wanneer het model ‘Open Source’ wordt gemaakt, is het advies om het exploitatiemodel in te richten rond adviesprojecten.

#### 4. Om richting te geven aan de benodigde veranderingen voor de circulaire plastictransitie is sturing en coordinatie nodig.

We concluderen dat kennisontwikkeling en informatievoorziening alleen onvoldoende om de circulaire plastic transitie te laten slagen. Een integrale en gedeelde visie op de toekomst van de transitie is nodig. Om deze reden stelt TNO een Transitieplatform voor om de circulaire plasticseconomie in 2050 te faciliteren (Figuur s.1.1). Dit platform kan bestaan uit 3 onderdelen: 1) een Netwerk bestaand uit werkgroepen, 2) een Informatiesysteem, bestaand uit informatiefuncties (Monitoring, Sturing en Ondersteuning), (onder andere bestaand uit een systeemmodel, zie conclusie 3) en 3) Dataverzameling & veilig beheer. De doelen per onderdeel worden beschreven in Figuur s.1.1. Een nauwe samenwerking tussen deze onderdelen is essentieel.



Figuur S.1.1: Het Transitieplatform met bijbehorende doelen, TNO.

## Aanbevelingen

- **Start met het maken van routekaarten om een visie te realiseren**  
Een specifieke invulling van hoe het circulaire plastics ecosysteem eruit dient te zien en hoe we daar gaan komen ontbreekt. Uit deze studie volgt dat hier onder andere kennis voor nodig is. Onze aanbeveling is dan ook om te starten met het invullen van concrete deel-routekaarten geprioriteerd op impact en daarmee op te bouwen naar een gedeelde visie. Dit vergroot het momentum voor het Transitieplatform en daarmee de kans op versnelde impact.
- **Werk de organisatiestructuur van het Transitieplatform uit en analyseer bestaande en gestopte gremia**  
Voor succesvolle implementatie van een visie en routekaart is het vormen van een gelaagd netwerk nodig. In ieder geval is er een stuurgroep met mandaat en beslissingsbevoegdheid over de strategische keuzes en daarbij behorende consequenties een vereiste. TNO beveelt aan om de juiste organisatiestructuur voor een dergelijk netwerk te onderzoeken. Daarnaast is het een randvoorwaarde, dat een nieuw op te richten netwerk een duidelijke toegevoegde waarde heeft ten opzichte van bestaande gremia. We bevelen dan ook aan om een gap-analyse uit te voeren.

voeren over welke zaken nog niet afgedekt worden door bestaande gremia en alleen de missende behoeftes in te vullen en samen te werken met deze gremia.

- **Werk samen met belangrijke kennisdragers en betrokken partijen**  
Het te ontwikkelen Informatiesysteem moet idealiter voortbouwen op de tools en kennis die er al zijn. Belangrijke kennisdragers dekken al meer dan één aspect af. Onze aanbeveling is om deze kennisdragers te betrekken bij het opzetten van het Informatiesysteem en deze (verder) te laten samenwerken. Ook bij de benodigde monitoring en sturing van de transitie moet er samengewerkt worden met betrokken partijen om te voorkomen dat de plastics transitie geïsoleerd komt te staan van de overige materiaal- en producttransities.
- **Verken de mogelijkheden om dataverzameling en -deling aan te moedigen**  
Het is een uitdaging om toegang te krijgen tot data. Onze aanbeveling is om te onderzoeken of het mogelijk is om CSRD-rapportages te gebruiken in samenspraak met bedrijven en overheden. Ook kunnen deze rapportages mogelijk uitgebreid worden, om de data op een rechtmatige manier te kunnen delen. Daarnaast raadt TNO aan om bedrijven korting te geven, bijvoorbeeld in het gebruik van de resultaten, om bedrijven te stimuleren hun data te delen. Wanneer dit niet werkt, kan eventueel gekeken worden naar een wettelijke verplichting.
- **Prioriteer Hogere R-strategieën, Design-for-circularity en Technologieoptimalisatie**  
TNO raadt aan om in het Transitieplatform te werken aan deelroutekaarten en de volgende onderwerpen te prioriteren: Hogere R-strategieën, Design-for-circularity en Technologieoptimalisatie. Bij alle deelroutekaarten dient het onderwerp wetgeving meegenomen te worden.

# Summary

## Motivation and goal

In 2016, the Dutch government set the goal of achieving a 100% circular plastic value chain by 2050. To achieve this goal, five ‘Transitieagenda’s’ were created for several sectors, including plastics (Transitieagenda Kunststoffen, 2018). In 2023, Circular Plastics Nederland (CPNL) was started, an initiative within the ‘Nationaal Groeifonds’. CPNL is currently developing several programmes to realise material- and process innovations for circular plastics, with the intention of creating sustainable growth opportunities for the Netherlands and achieving the goal of 100% circular plastics in 2050. TNO was asked to perform a scoping study, with the intention of outlining the following: which information is currently required by organisations within the plastics ecosystem to facilitate the circular transition, what information systems could fulfil these needs, which boundary conditions would this system need to satisfy, and which possible operating models could apply to the system.

## Research setup

This scoping study was performed through qualitative research and literature studies. Over the course of 44 interviews with 12 different types of stakeholders, organisations throughout and surrounding the plastics value chain were surveyed on the following themes: circularity, economy, societal aspects, environment and health, technology and organisation. A literature review was then conducted on available information systems and operating models and the results were validated in expert interviews.

This study results in an analysis of (1) the knowledge needs and (2) varied needs, and (3) a gap-analysis of tools, methods and models to fulfil these needs. It describes which information system and data system is needed to fulfil the knowledge needs with corresponding exploitation models and (4) highlights what is needed besides an information system to facilitate the circular plastics transition.

## Conclusions

The most important conclusions regarding the information needs and how these can be fulfilled are:

1. There are seven key topics for which knowledge and data availability are essential

Consumer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple, clear and reliable information to make sustainable choices.</li> <li>• Knowledge of consumer behavioural change towards sustainable behaviour.</li> </ul>
Product design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge and tools to easily compare product designs on circularity and sustainability.</li> </ul>
Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technological innovation to improve current process technologies, to sort difficult sorting streams and to obtain high quality recycle.</li> </ul>
Environmental impact and health	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methods to report broad impact factors that go beyond CO<sub>2</sub>-emissions, such as water, biodiversity, human rights and health effects of (micro)plastics.</li> </ul>



Legislation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insight and overview of all legislation and measures that parties need to follow.</li> <li>• Explanation of the content of legislation.</li> <li>• Insight in legislation adaptations.</li> <li>• Insight in the effects of these changes.</li> </ul>
Investment climate and business models	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insight in the costs and risks for circular investments, to be able to invest sustainably.</li> </ul>
System knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integral knowledge of the entire system, so that stakeholders can understand changes that occur in other parts of the plastic value chain and can pursue these.</li> <li>• An integral vision on the future, insight in technological solutions and measures to reach a circular system.</li> </ul>

**2. There is a clear need for an integral vision for the future of the circular plastics transition.**

This includes good stakeholder interactions and more value chain collaboration to set common goals, make shared agreements and share knowledge and data. Furthermore, clear and coherent governmental policy is needed, as well as measures to accelerate the approval processes that are needed to comply with legislation, and more policy coordination to obtain a level playing field.

**3. There is a need for an integral method, or system model, to develop knowledge and FAIR data that can safely be collected, managed, processed and monitored.**

Following this study TNO can conclude that there are several tools, models and projects available to partly fulfil the knowledge need. However, they only cover partial aspects and many tools are still in development. Especially the aspects within the social science knowledge domain (such as consumer behaviour) are poorly represented. In order to make substantiated decisions regarding, amongst others, legislation, investments and other circular strategies, scenario analyses are needed. An integral method, or system model, that can connect and surpass these partial individual aspects and partial topics is currently lacking, even though there is a clear need. The required data for such an integral method is currently lacking, unreliable, not or insufficiently available or the data is missing entirely. Furthermore there is a need for FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) data that can safely be collected, managed and monitored. To ensure a system model can be applied long-term, a suitable business model should be considered beforehand. When the model will be made Open Source, applying a business model around consultancy projects is advised.

**4. To lead and structure the changes for the circular plastic transition a guiding body is required.**

We can conclude that knowledge development and information provision alone is insufficient for the circular transition to succeed. An integral and commonly shared vision on the future of the transition is needed. Therefore, TNO suggests to setup a Transition platform to realise a circular plastics economy in 2050 (Figure s.1.2). This platform should consist of three parts: (1) an 'Association' consisting of working groups, (2) an 'Information system', consisting of information functions (Monitoring, Guidance and Support) and (3) 'Data collection & safe management'. Close collaboration between these parts is essential. The goals of each part are described in Figure s.1.2.

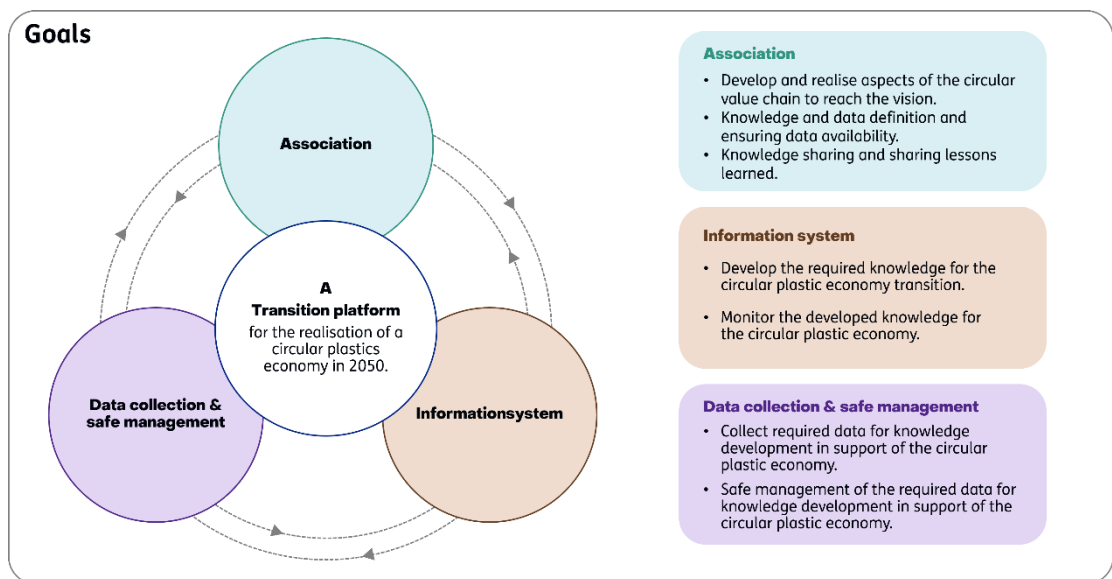


Figure S.1.2: Goals of the Transition platform, TNO.

### Recommendations

- **Start with roadmap development to realise a vision**  
A specific outline of the circular plastic ecosystem and how we will accomplish that is lacking. From this study, we can conclude that knowledge is needed. Our recommendation is to start with concrete sub-roadmaps prioritised on impact so that a common vision can be developed. This will increase momentum for the Transition platform and consequently the chance of accelerated impact.
- **Define the governance of the Transition Platform and analyse existing and former communities**  
For successful implementation of a vision and roadmap, a layered 'Association' is needed. Paramount is a steering group with mandate and decision-making authority on strategic decisions and ensuing consequences. TNO recommends investigating the proper governance for such an association. In addition, it is a precondition that a future established association has clear value. Therefore we recommend conducting a gap analysis to learn which matters are not executed by existing associations and to only fulfil these missing needs and to collaborate with these existing associations.
- **Work together with important knowledge institutes and involved parties**  
The new 'Information system' should ideally build upon readily available tools and knowledge. Important knowledge holders are already covering more than one aspect. Our recommendation is to involve these knowledge holders when developing the 'Information system' and continue the collaboration with them. This also applies to the needed monitoring and guidance of the transition, where collaboration with involved parties is needed to prevent isolation of the plastic transition from the other material- and product transitions.
- **Explore the possibilities to encourage data collection and data sharing**  
To develop and monitor the knowledge needed, data is required. It is a challenge to acquire these data. Our recommendation is to investigate the possibility, together with companies and governments, of using CSRD reports and possibly extend these so that data can be shared legitimately. Moreover, TNO recommends providing a financial incentive for companies to share data or legal requirements.

- **Prioritise Higher R-strategies, Design-for-circularity and Technology optimisation**  
TNO recommends to structure work in sub-roadmaps in the Transition platform and to prioritise the following topics: Higher R-strategies, Design-for-circularity and Technology optimisation. In all sub-roadmaps legislation needs to be taken into account.

# Inhoud

Samenvatting .....	3
Summary .....	7
Inhoud .....	11
Begrippenlijst .....	13
Afkortingenlijst .....	15
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>17</b>
1.1 Aanleiding .....	17
1.2 Onderzoeksdoel, -vraag en aanpak .....	17
1.3 Achtergrond plasticsysteem .....	18
1.4 Leeswijzer .....	25
<b>2 Methode .....</b>	<b>26</b>
2.1 Interviews .....	26
2.2 Kennisvoorziening en gap-analyse .....	28
2.3 Transitievereisten .....	29
2.4 Workshop validatie .....	30
2.5 Verkenning exploitatiemodellen .....	31
<b>3 Resultaten interviews: informatiebehoefte en randvoorwaarden informatiesysteem</b> .....	<b>32</b>
3.1 Informatiebehoefte per topic .....	33
3.2 Randvoorwaarden .....	41
<b>4 Samenvatting en conclusies informatiebehoefte en bredere behoeftes .....</b>	<b>44</b>
4.1 Informatiebehoefte per topic .....	44
4.2 Aansluiting met de zes interviewthema's .....	52
4.3 Bredere behoeftes .....	53
4.4 Conclusies bredere behoeftes TNO .....	58
<b>5 Studie huidige en gewenste kennisontwikkeling .....</b>	<b>59</b>
5.1 Gewenste kennisontwikkeling .....	59
5.2 Huidig kennisaanbod en tools .....	60
5.3 Resultaat gap-analyse .....	62
5.4 Conclusie kennisvraag en -aanbod .....	69
<b>6 Invulling informatiebehoefte: Transitieplatform .....</b>	<b>70</b>
6.1 Introductie .....	70
6.2 Doelen van het transitieplatform .....	71
6.3 Beschrijving van het Transitieplatform .....	73
6.4 Randvoorwaarden van het Transitieplatform .....	78
6.5 Voorstel voor exploitatiemodel behorende bij het transitieplatform .....	80
<b>7 Conclusies &amp; Aanbevelingen voor vervolgstappen .....</b>	<b>81</b>
7.1 Conclusies .....	81
7.2 Aanbevelingen voor vervolgstappen .....	82
7.3 Prioritering deelroutekaarten .....	85
Referenties .....	88
Ondertekening .....	90

Bijlagen		
Bijlage A:	Gedetailleerde beschrijving van de methode	91
Bijlage B:	Gedetailleerde interviewresultaten per topic	97
Bijlage C:	Gedetailleerde resultaten gap-analyse	129
Bijlage D:	Dataverzameling en veilig databeheer	139
Bijlage E:	Exploitatiemodellen voor een informatiesysteem	144
Bijlage F:	Interviewprotocol	148

# Begrippenlijst

Tabel 1.1: Begrippenlijst

Begrip	Beschrijving
<b>Chemische recycling</b>	Omvormen van kunststoffen (plastics), door middel van verhitting en/of chemische reacties tot monomeren of andere koolwaterstoffen, die te gebruiken voor het produceren van nieuwe polymeren, chemicaliën of brandstoffen.
<b>Circulariteitsindicatoren</b>	Indicatoren om de milieu-impact en voortgang van circulariteit te meten voor een product of proces.
<b>Dissolutie</b>	Een vorm van fysische recycling: een oplossingsproces waarmee polymeren en additieven op een efficiënte en milieuvriendelijke manier kunnen worden recyclet.
<b>Data Spaces</b>	Een data-ecosysteem, gebouwd rondom gezamenlijke afspraken, waarin effectief en vertrouwd data gedeeld kan worden tussen partners om samen waarde te creëren.
<b>DKR</b>	Plasticafval wordt gesorteerd volgens de DKR-normen. Deze normen zijn verschillend per type kunststof. Hiermee wordt het materiaal beschreven, de minimale zuiverheid en maximale vervuiling weergegeven en de aanlevermethode gespecificeerd.
<b>Dynamic Stock Analysis</b>	Een methode om oude, huidige en toekomstige materiaalstromen en voorraden te evalueren.
<b>Granulariteit</b>	Een term die aangeeft in welke mate er detail gegevens van entiteiten aanwezig zijn, vaak gebruikt bij data en modellen.
<b>Level-playing field</b>	Een gelijk speelveld in termen van regel: alle regels zijn hetzelfde voor alle bedrijven of een gelijk speelveld in termen van uitkomst: alle bedrijven hebben een gelijke verwachte winst.
<b>Mass-flow modellen</b>	Een tool om gedetailleerde input stromen, processen en output stromen van materialen te bepalen in verschillende productie systemen.
<b>Mechanische recycling</b>	Een manier van hergebruiken van kunststofafval, waarbij de scheikundige structuur van het plastic niet worden aangetast.
<b>Merit-order</b>	Een manier om verschillende energiebronnen te rangschikken op basis van oplopende prijsvolgorde en in sommige gevallen vervuiling, in combinatie met de hoeveelheid energie die zal worden opgewekt.

Mixed-films	Producten die bestaan uit meerdere lagen van verschillende materialen om specifieke eigenschappen te behalen.
Multi-party computation	Een methode om data te delen tussen partijen, waarbij gezamenlijk wordt gerekend aan de data, terwijl privé blijft welke input van wie was.
Open source	Een praktijk die in productie en ontwikkeling vrije toegang geeft tot de bronmaterialen (de source) van het eindproduct.
Plasticsecosysteem	Hiermee bedoelen we de gehele plastic keten, van ontwerp tot recycling en alle stakeholdertypes die hier invloed op hebben. Zie ook <b>Figuur 1.3</b> voor een overzicht van de keten en <b>Figuur 1.7</b> voor een overzicht van stakeholdertypes.
Post-consumer plasticafval	Afval in de fase na gebruik door een consument.
R-strategieën	Een overzicht van strategieën, allen beginnend met de letter R, die men kan toepassen om circulariteit te bewerkstelligen.
Recyclaat	De eindproducten van alle mogelijke recyclingtechnologieën, met uiteraard verschillen in.
Techno-economic assessment	Een techno-economische analyse om economische prestaties van een industrieel proces or product te analyseren.
Topic	De relevante kennis en informatie onderwerpen die uit de studie volgen, doormiddel van een methode
Transitiefalen	Een mechanisme dat ontstaat wanneer het prijsmechanisme alleen er niet in slaagt om economische actoren te coördineren richting een nieuw economisch evenwicht, bijvoorbeeld een circulaire economie.
Transitieplatform	Een structuur dat benodigd is om de circulaire plastictransitie te faciliteren. Bestaand uit een Netwerk, een Informatiesysteem en Dataverzameling & veilig beheer.

# Afkortingenlijst

AI: Artificial Intelligence

ARP: The Association of Plastic Recyclers

ARRRA: Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr-Area

AVI's: Afvalverbrandingsinstallaties

CBS: Centraal Bureau voor de Statistiek

CCPE: (Fraunhofer) Cluster of Excellence Circular Plastics Economy

CE-transitie: Circulaire Economie transitie

CITS: Chemical Industry Transformation Model (TNO)

CIMS: Chemelot Integrated Model System

CosPaTox: Cosmetics, Packaging and Toxicology

CPB: Centraal Plan Bureau

CPI: Circular Plastics Initiative

CPNL: Circular Plastics Nederland

CSRD: Corporate Sustainability Reporting Directive

DPI: Dutch Polymer Institute

EXIOMOD: Extended Input-Output Model

e.g.: Exempli Gratia

FAIR: Findability, Accessibility, Interoperability, and Reuse

FBR: Wageningen Food & Biobased Research

GESAMP: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection

InReP: An Integrated approach toward Recycling of Plastics

ISO: International Organization for Standardization

ISPT: Institute for Sustainable Process Technology

JRC: Joint Research Centre

KIDV: Kennisinstituut Duurzaam Verpakken

KPI: Kritieke Prestatie-indicator

LAP-3: Landelijk Afvalbeheerplan 3

LCA: Life-cycle Assessment

LEMPLAR: Losses & Emissions in Plastic Recycling

MFA: Material Flow Analysis

MOOI: Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie



NCPN: Nationale Circulaire Plastics Norm  
NDA: Non-disclosure Agreement  
NTCP: Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics  
PA: Polyamide  
PBL: Planbureau voor de Leefomgeving  
PCR: Product Category Rules  
PE: polyetheen (LDPE, HDPE)  
PET: Polyethyleentereftalaat  
PFAS: poly- en perfluoralkylstoffen  
PLAIA: Plastics Integrated Assessment Model  
PLMFA: Plastic Litter Material Flow Analysis  
PS: Polystyreen  
PMMA: Polymethylmethacrylaat  
PP: Polypropyleen  
PPWR: Packaging and Packaging Waste Regulation  
PVC: Polyvinylchloride  
RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu  
RUG: Rijksuniversiteit Groningen  
SI-Model: Systeem-Integratiemodel  
TEA: Techno-economic Assessment  
TNO: Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek  
UNEP: United Nations Environment Programme  
UPV: Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid  
UU: Universiteit Utrecht  
VANG: Uitvoeringsprogramma Van Afval naar Grondstof  
WUR: Wageningen University & Research

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In 2016 is in het Rijksbrede programma ‘Nederland Circulair in 2050’ de ambitie vastgelegd in beleid: een volledig circulaire economie in 2050. In dit programma heeft het toenmalige kabinet de volgende tussendoelstelling geformuleerd: ‘De ambitie van het kabinet is om samen met maatschappelijke partners in 2030 een tussendoelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)’. Om deze ambitie uit te voeren voor circulaire plastics zijn er al verschillende initiatieven opgezet zoals clusters (Chemport Europe/Schone Noorden) of publiek-private innovatiesamenwerkingen (Nationaal Platform Plastics Recycling).

Om deze initiatieven te versterken is Circular Plastics NL (CPNL<sup>2</sup>) gestart in 2023. CPNL ontwikkelt verschillende programma’s om materiaal- en procesinnovaties voor circulaire plastics te realiseren en daarmee te werken naar 100% circulaire plastics in 2050 en de Nederlandse economie duurzame groeikansen te bieden. Het opzetten van circulaire waardeketens is een grote uitdaging, daarom is er gekozen voor een integrale benadering waarbij design, sortering en recycling van belangrijke waardeketens centraal staan.

In de programmalijn ‘Systeemintegratie en ontwerp (P1)’ staat deze integrale aanpak centraal. Het doel van deze programmalijn is om de positieve en negatieve effecten binnen maatschappelijke thema’s zoals economie, technologie, sociaal-maatschappelijke aspecten, milieu en gezondheid in kaart te brengen en te streven naar het ontwikkelen van de juiste methoden om deze informatie te meten en te delen. CPNL werkt hiervoor aan de ontwikkeling van een nationaal transitieplatform voor circulaire plastics, bestaande uit een virtueel kenniscentrum systeemintegratie en een stakeholder community.

CPNL heeft TNO gevraagd om een scopingstudie uit te voeren, om te achterhalen welke informatiebehoefte er bestaat bij verschillende organisaties die een aandeel hebben in de transitie naar een circulaire plastic waardeketen en hoe deze informatiebehoefte vervuld kan worden. Daarnaast is uitgevraagd wat de randvoorwaarden zijn voor de organisatie van de stakeholder community en een virtueel kenniscentrum.

## 1.2 Onderzoeksdoel, -vraag en aanpak

Doel van deze studie is om te achterhalen welke informatiebehoefte er bestaat bij stakeholders in de plastics waardeketen om tot een 100% circulair systeem in 2050 te komen en hoe deze vervuld kan worden. Deze scopingstudie is uitgevoerd in 3 delen:

1. Bepaling en toetsing scoping en specificaties van een informatiesysteem en stakeholder community.
2. Definitie en toetsing van een benodigd informatiesysteem en overige randvoorwaarden.

<sup>2</sup> [Circular Plastics NL](#)

3. Bepaling en toetsing van randvoorwaarden van een exploitatiemodel.

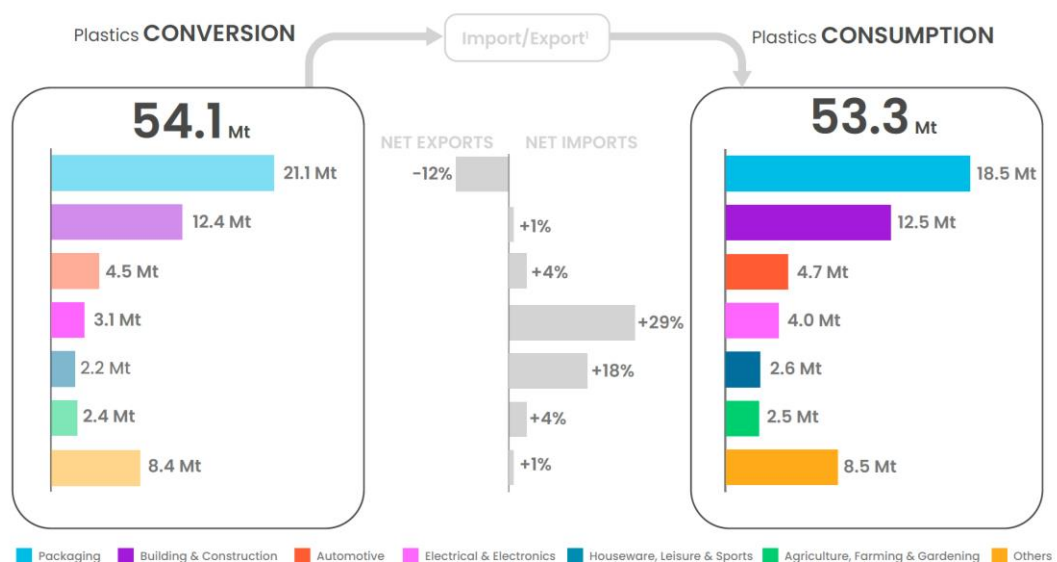
De inzichten die hieruit volgen geven CPNL handvaten om het programma *Systeemintegratie & Design* gericht te sturen voor de circulaire plastic transitie.

Om de informatiebehoefte van de stakeholders uit het plasticecosysteem te achterhalen is een kwalitatieve onderzoeksmethode gebruikt waarvoor 44 interviews zijn gehouden. Vervolgens is er een literatuurstudie gedaan om in kaart te brengen welke tools er al zijn en welk informatiesysteem er nog ontwikkelt dient te worden om aan de behoefte te voldoen. Aangezien er bredere randvoorwaarden zijn opgehaald in de interviews dan alleen informatiebehoefte, zijn deze bredere randvoorwaarden geplaatst in de context van de systeemvereisten er nodig zijn voor een transitie richting een circulaire plasticseconomie in 2050. De resultaten van de interviews, literatuurstudie en transitievereisten zijn gevalideerd in een workshop met 11 organisaties uit het plasticecosysteem. Ten slotte is er een literatuurstudie gedaan naar welke exploitatiemodellen er gebruikt kunnen worden voor een dergelijk informatiesysteem, deze resultaten zijn gevalideerd bij een groep relevante experts: ontwikkelaars van informatiesystemen of ervaren modelgebruikers.

## 1.3 Achtergrond plasticsysteem

### 1.3.1 Plastic waardeketens

Wereldwijd groeit de vraag naar plastics. De verwachting is dat de plasticproductie verviervoudigt in 2050 als er niks verandert in het huidige systeem (Van den Beuken, et al., *From #plasticfree to future-proof plastics*, 2023). Plastics hebben positieve eigenschappen, zoals een laag gewicht en veel toepassingsmogelijkheden. Daarnaast kunnen plastics betere producteigenschappen en een lagere milieu-impact hebben dan alternatieve materialen. Plastics worden daarom enorm breed toegepast, (zie Figuur 1.1).

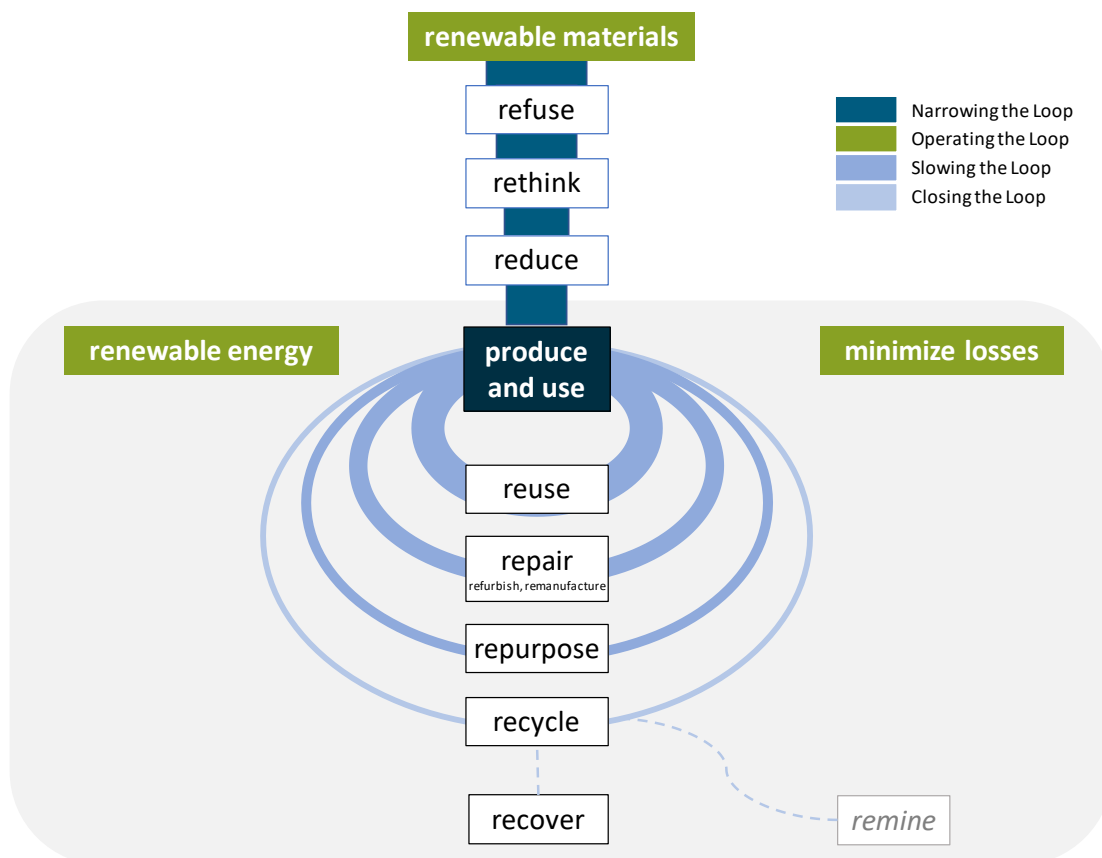


Figuur 1.1: Brede toepassing van plastics in producten en hoe deze worden gebruikt in Europa in 2022<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> (The Circular Economy for Plastics, 2024)

Desondanks zitten er ook negatieve kanten aan plasticgebruik, zoals de uitputting van fossiele grondstoffen, de uitstoot van broeikasgassen, plasticafval en microplastics (Van den Beuken, et al., From #plasticfree to future-proof plastics, 2023).

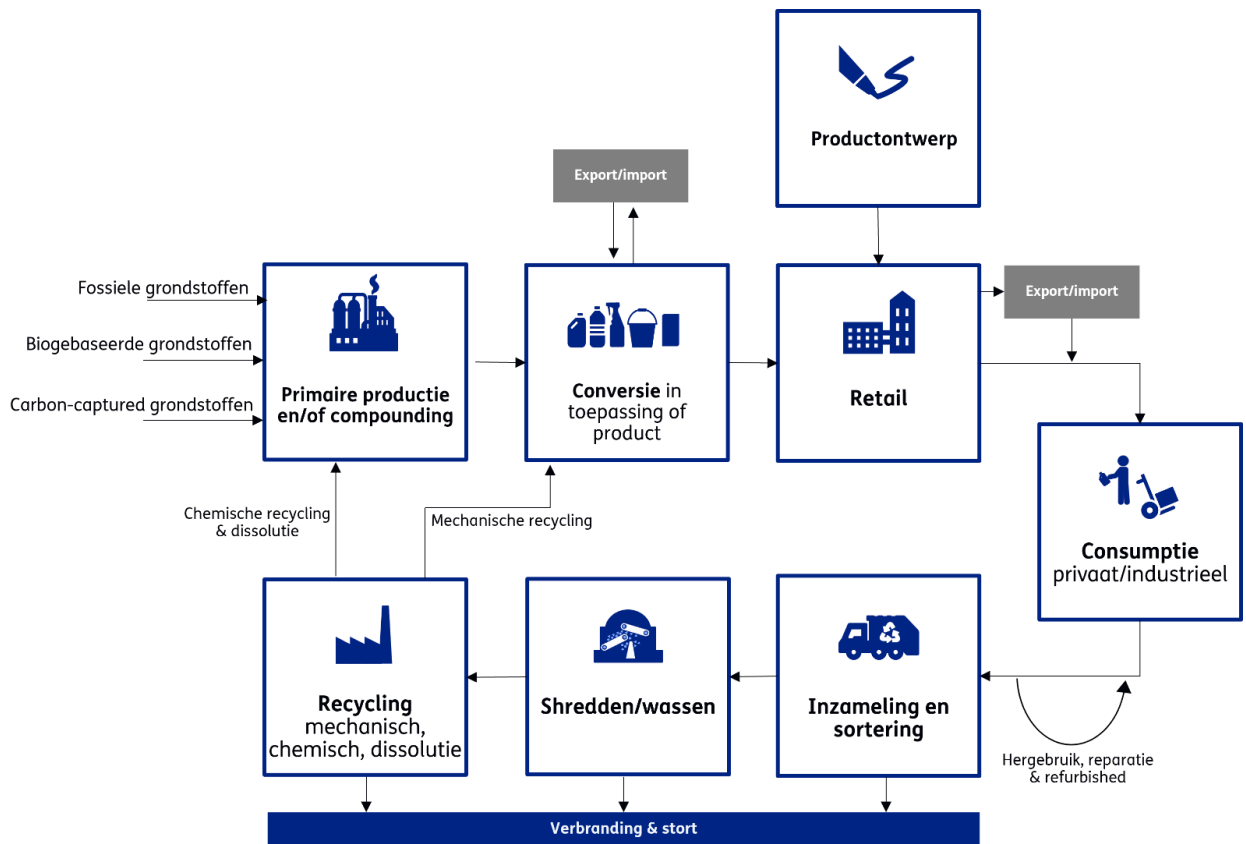
Om met de negatieve kanten van plastics om te gaan is het nodig om de transitie te maken naar circulaire plastics. Om dit te bereiken moeten er circulaire strategieën worden toegepast, er zijn verschillende classificaties van deze strategieën. Een bekende en veel gebruikte is de ladder van Lansink. In dit rapport gebruiken we classificatie zoals toegepast in (Van den Beuken, et al., From #plasticfree to future-proof plastics, 2023). Het toepassen van de R-ladder vormt de basis van een circulaire economie. Naast deze strategieën is het belangrijk om te kijken naar technologieën, productontwerp, businessmodellen en materiaal eigenschappen zoals de recycleerbaarheid van een product. Een uitgebreide beschrijving van hoe een toekomstige circulaire plasticseconomie eruit kan zien staat beschreven in het whitepaper From #plasticfree to future-proof plastics.



**Figuur 1.2:** Visie op een circulaire plastics economie, gebaseerd op limitaties, circulatie en hernieuwbare grondstoffen<sup>4</sup>.

In Figuur 1.3 wordt de plasticwaardeketen schematisch weergegeven. Elk stukje van de keten kampt met haar eigen uitdagingen in de transitie naar circulaire plastics.

<sup>4</sup> (Van den Beuken, et al., From #plasticfree to future-proof plastics, 2023)



Figuur 1.3: Schematische weergave van de plastic waardeketen, TNO.

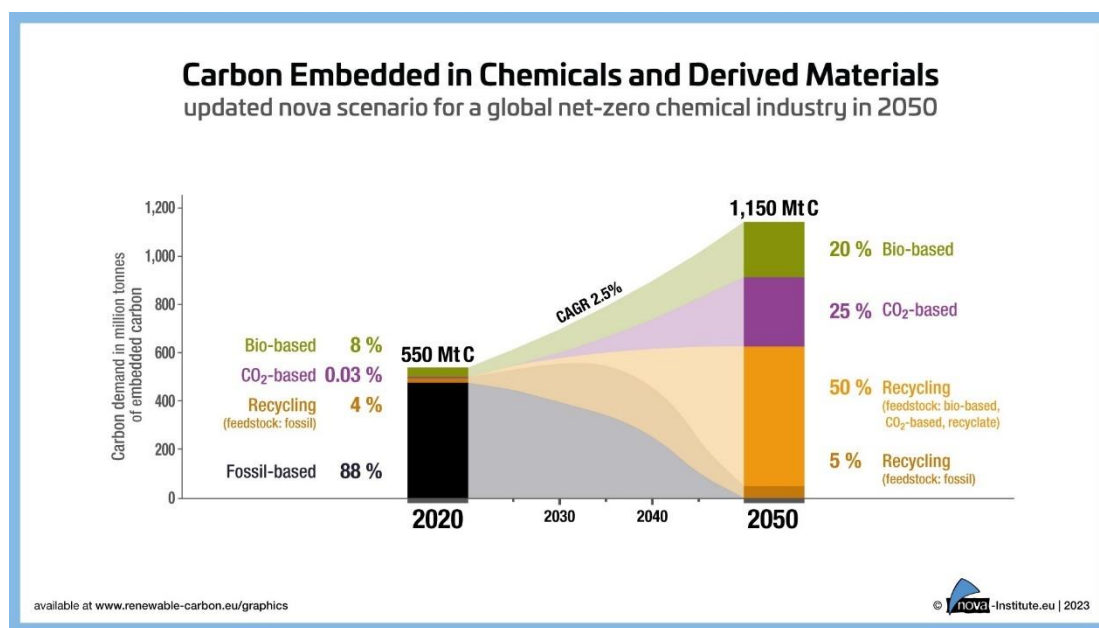
Tijdens primaire productie worden grondstoffen primair geproduceerd tot plastic polymeren. Dit gebeurt op basis van fossiele grondstoffen, met hernieuwbare grondstoffen (biogebaseerd), ‘carbon-captured’ grondstoffen of via secundaire grondstoffen (recycling) (Verrips, et al., 2017). Bij ‘compounding’ worden polymeren samengevoegd met additieven om de gewenste polymeer karakteristieken te bereiken (Li, et al., 2022). De methode die hiervoor wordt toegepast is afhankelijk van het type polymeer en het gewenste eindproduct. In de conversiestap worden polymeren tot product omgezet, vaak door het verhitten van het polymeer (Li, et al., 2022). Het product wordt vervolgens bij de retailers met het gewenste ontwerp verkocht aan de consument. Het product kan ook direct verkocht worden van de converters aan een industriële afnemer. Dit type product heeft vaak een langere levensduur en zal niet snel via recycling in de keten terug komen, terwijl de vraag naar dit product wel blijft bestaan.

Zodra de consument haar product heeft gebruikt wordt deze weggegooid en verwerkt door de afvalmanagers. Hier wordt het afval ingezameld en gesorteerd. In Nederland wordt nu ongeveer 60% van al het huishoudelijk afval gescheiden (Rijksoverheid, 2024). Op basis van de Europese Kaderrichtlijn Afvalstoffen is vereist dat in 2025 minimaal 55% van het huishoudelijk afval wordt gerecycled (Uitvoeringsprogramma VANG - Huishoudelijk Afval, Herijking voor de periode t/m 2025, 2022). Het afval bestaat deels uit recyclebaar materiaal en zal na het wassen en shredde verwerkt worden bij recyclers. Het overige deel belandt vaak in de verbrandingsoven (Uitvoeringsprogramma VANG - Huishoudelijk Afval, Herijking voor de periode t/m 2025, 2022). Nadat het afval is gewassen en geshredderd kan het

materiaal verwerkt worden door recyclers in recycelaat of grondstof. De technologieën die hiervoor toegepast kunnen worden, worden beschreven in Hoofdstuk 1.3.3.

## 1.3.2 Status quo circulaire plastics

Anno 2024 is de circulaire plastic keten verre van circulair. Het Renewable Carbon Initiative berekende in 2023 dat nog altijd 88% van de wereldwijde koolstofinput uit fossiele bronnen komt. Daar tegenover komt slechts 4% van de koolstof uit gerecyclede bronnen. Deze koolstof wordt niet alleen in plastics ingezet, maar ook in andere toepassingen dan plastics.

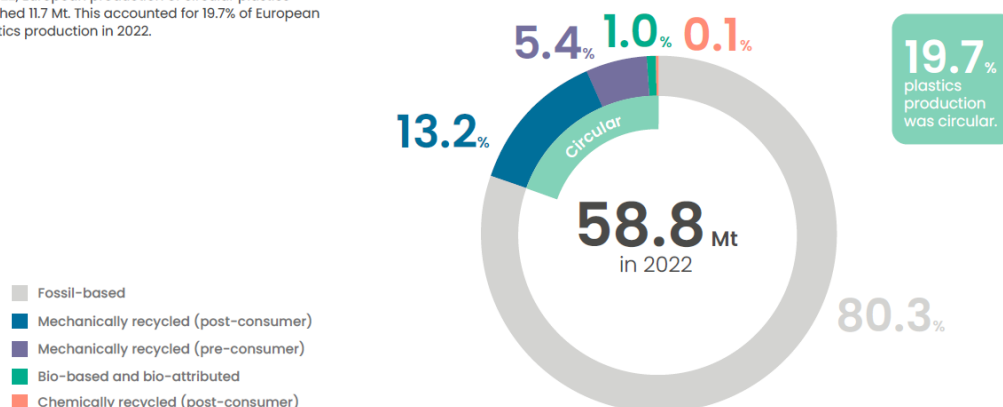


Figuur 1.4: Scenario-overzicht van de aanwezigheid van koolstof in chemicaliën en afgeleide materialen<sup>5</sup>.

Voor het maken van plastics doen we het in Europa een stukje beter. In totaal komt 19,7% van onze plasticsproductie in 2022 uit circulaire bronnen, dus uit recycling of uit biogebaseerde bronnen (Circular economy national infographics, 2024).

<sup>5</sup> (Kahler, Porc, & Carus, 2023).

In 2022, European production of circular plastics reached 11.7 Mt. This accounted for 19.7% of European plastics production in 2022.



Figuur 1.5: Circulaire plastics in Europa, 2022<sup>6</sup>.

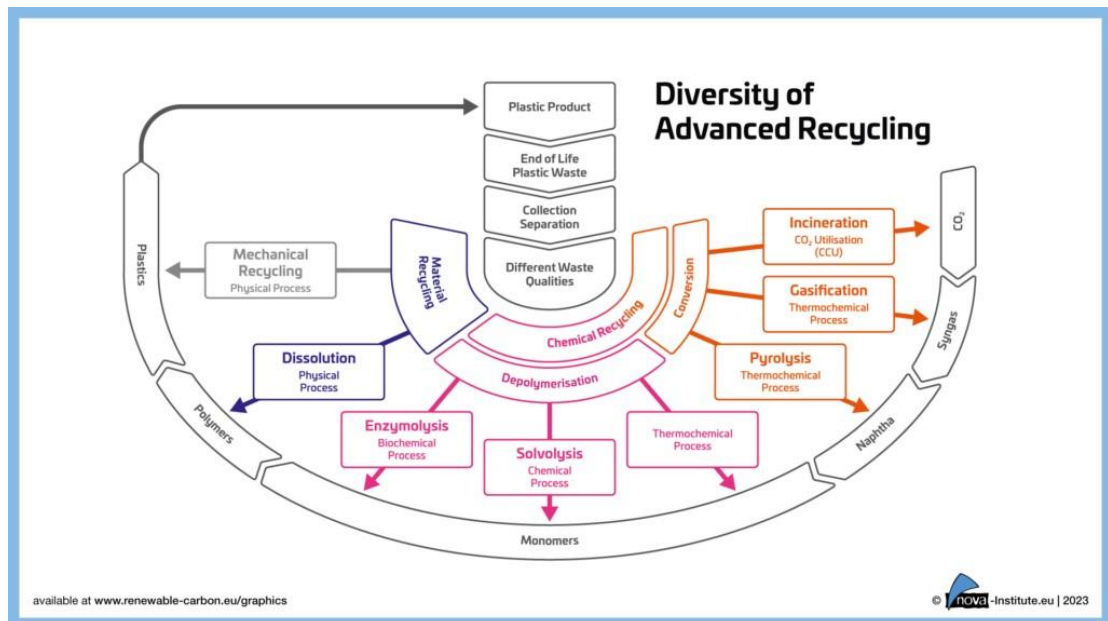
Nederland doet het op dit vlak niet veel beter dan de rest van de wereld. Volgens cijfers van Plastics Europe bestonden in Nederland geproduceerde plastics in 2022 nog voor 88,8% uit virgin fossiele brandstoffen (Circular economy national infographics, 2024).

In een recente studie (Hesselink, Bolte, & Meier, 2023) wordt geconcludeerd dat er in Nederland nog steeds een enorm onbenut potentieel is aan ongesorteerd plasticafval. Minder dan 50% van het plasticafval (773 kt) ging door een (na)sorteerfaciliteit, wat betekent dat het merendeel van het plasticafval ongesorteerd is.

### 1.3.3 Plasticrecycling

In dit rapport wordt regelmatig gesproken over recycling. In dit hoofdstuk nemen we kort de belangrijke vormen van plasticrecycling door. Figuur 1.6 laat zien welke recyclingtechnologieën momenteel worden toegepast voor plasticrecycling.

<sup>6</sup> (Plastics Europe, 2024).



Figuur 1.6: Diversiteit in plasticrecycling<sup>7</sup>.

Deze technologieën worden hieronder in hoofdcategorieën doorgenomen:

1. **Mechanische recycling** is de meest doorontwikkelde en meest toegepaste recyclingtechnologie. Van het plasticafval dat in Nederland verwerkt wordt, wordt 95% middels mechanische recycling verwerkt. Het gaat om plastic monostromen (DKR 328, DKR 329, DKR 324, DKR 340) en mixed films (DKR 310). Mechanisch recyclen vereist een redelijk zuivere inputstroom. Om deze reden wordt het afval gesorteerd en opgezuiverd voordat dit verwerkt kan worden.
2. **Dissolutie** is een innovatieve recyclingtechnologie op basis van oplosmiddelen met alleen nog proeffabrieken in Nederland (Kahler, Porc, & Carus, 2023). Het heeft de potentie om plastics op te zuiveren tot voedseltoepassingskwaliteit, maar omdat dissolutie in de categorie 'Novel Technologies' van de Packaging & Packaging Waste Regulation (PPWR) (Ragonnaud, 2024) valt, vereist het een meerjarig traject van validatie om goedkeuring te krijgen voor implementatie voor voedseltoepassing. Dissolutie kan monostromen (PS, PET, PVC, PA, PP, PMMA), gemixte plastics en gemixte plasticsfilms verwerken en de technologie heeft de potentie om plastic met een significante mate van verontreiniging te verwerken.
3. **Geavanceerde chemische recycling** is een verzamelnaam voor allerlei manieren om van polymeren weer bouwstenen te maken. Deze technologieën zijn: enzymolyse, solvolyse, thermochemische verwerking (alle vormen van depolymerisatie), pyrolyse, vergassing en verbranding.

Voor chemische recycling gebruiken we in dit rapport de LAP3 definitie: plasticafval wordt omgezet in secundaire grondstoffen, zoals pyrolyse-olie of monomeren, bijvoorbeeld door middel van thermochemische processen, hydrolyse of solvolyse. De gerecyclede grondstoffen kunnen worden gebruikt voor de productie van nieuwe kunststoffen. Het is de verwachting dat de capaciteit van chemische recycling van plastic gaat toenemen, maar de vraag is in welk tempo.

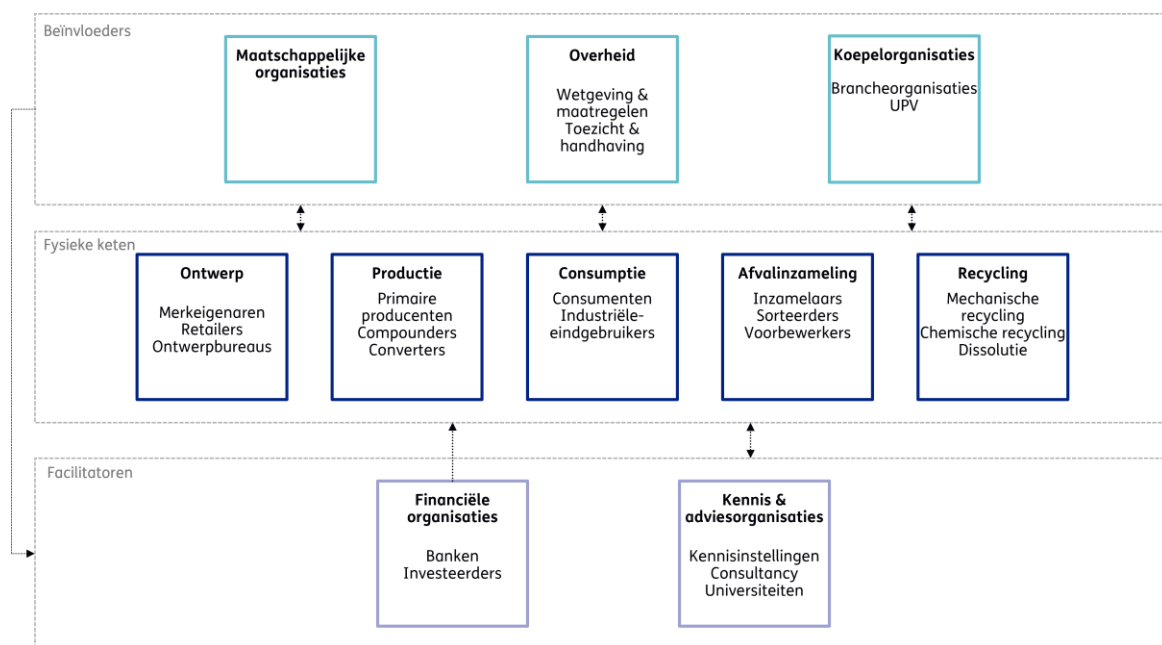
<sup>7</sup> (Krause & Carus, 2023)



In dit rapport noemen we de eindproducten van alle hierboven genoemde processen recycleert, ook al zit er een verschil tussen de kwaliteit, toepassingsmogelijkheden en volume.

### 1.3.4 Stakeholderoverzicht

In Figuur 1.7 worden de stakeholders uit het plasticecosysteem schematisch weergegeven, voorbeelden van dergelijke stakeholders staan beschreven in Tabel a.1. De bovenste rij bestaat uit ‘Beïnvloeders’: maatschappelijke organisaties, overheid en ondersteuning en koepelorganisaties. Beïnvloeders zijn organisaties die invloed hebben op de fysieke keten. Een voorbeeld van deze invloed is Figuur 1.7 wetgeving bepaald en gehandhaafd door de overheid. De ‘Fysieke keten’ bevat alle ketenspelers van ontwerp tot aan recycling die direct werken met de fysieke plasticproducten. De onderste rij zijn ‘Facilitatoren’, deze groep, bestaande uit financiële organisaties en kennis- en adviesorganisaties, kan de fysieke keten ondersteunen. Bijvoorbeeld door het doen van investeringen of door middel van onderzoek en advies. De Beïnvloeders hebben ook invloed op de Facilitatoren, bijvoorbeeld doordat zij kennis of data leveren aan deze groep, maar ook doordat wetgeving de strategische beslissingen van deze partijen beïnvloed.



Figuur 1.7: Stakeholderoverzicht plasticecosysteem.

## 1.4 Leeswijzer

1. Hoofdstuk 2 beschrijft de methode van het onderzoek, zoals de opzet van de interviews, en de data-analyse.
2. Hoofdstuk 3 beschrijft de kennisbehoefte zoals opgehaald uit de interviews en de randvoorwaarden voor een informatiesysteem, een community en dataverzameling.
3. Hoofdstuk 4 vat de kennisbehoefte samen, beschrijft de TNO reflectie op deze resultaten en geeft hier duiding aan op basis van theorie over Transitiefalen.
4. Hoofdstuk 5 beschrijft de gewenste kennisontwikkeling, het huidige kennisaanbod en de gap-analyse om aan de kennisbehoefte te voldoen.
5. Hoofdstuk 6 beschrijft de invulling van de informatiebehoefte: het Transitieplatform.
6. Hoofdstuk 7 beschrijft de conclusies en aanbevelingen voor vervolgstappen.

## 2 Methode

Zoals omschreven in Hoofdstuk 1.2 bestond het onderzoek uit vijf verschillende onderdelen:

1. Kwalitatief onderzoek naar de (informatie)behoeftes van stakeholders via interviews.
2. Een literatuurstudie naar bestaande tools en een gap-analyse om informatievoorzieningshiaten te identificeren.
3. Analyse van de transitievereisten van het plasticsecosysteem.
4. Validatie van 1-3 in een workshop.
5. Literatuurstudie naar exploitatiemodellen voor een informatiesysteem.

Hieronder volgt per onderdeel een omschrijving van de methode die toegepast is voor dit onderzoek. De gedetailleerde omschrijving van de interview & gap-analyse methode worden beschreven in Bijlage aA.

### 2.1 Interviews

#### 2.1.1 Stakeholdertypen

Voor dit onderzoek is er een lijst met relevante stakeholderorganisaties samengesteld die het plasticsecosysteem goed vertegenwoordigen. In totaal zijn er 44 organisaties geïnterviewd uit 12 stakeholdertypen, een overzicht van de betrokken organisaties staat in Tabel a.1:

1. Primaire productie
2. Converters
3. Merkeigenaren
4. Afvalmanagement
5. Recycling
6. Verpakking & Ontwerp
7. Brancheorganisaties
8. Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV)
9. Kennis- & Adviesorganisaties
10. Investeringsorganisaties
11. Maatschappelijke organisaties
12. Overheid & Ondersteuning

In het onderzoek is de consument niet geïnterviewd als aparte stakeholdergroep, maar is er getracht het perspectief van de consument mee te nemen door het interviewen van maatschappelijke organisaties. De resultaten in Hoofdstuk 1.1 en Bijlage B.1.1, Consument, komen dan ook vanuit het perspectief van de geïnterviewden organisaties en niet van consumenten zelf.

## 2.1.2 Interviewopzet

Het doel was om in kaart te brengen welk informatiebehoefte er bestaat onder stakeholders in het plasticsecosysteem bij de transitie naar een circulaire plastic economie in 2050 en hoe deze behoefte het beste vervuld kan worden. Tijdens semigestructureerde, kwalitatieve interviews hebben wij 44 organisaties uit de hele keten gesproken. De interviews duurden maximaal anderhalf uur en zijn in vrijwel alle gevallen afgenomen door 2 personen uit een groep van 13 TNO-experts.

Tijdens het interview zijn de stakeholders bevraagd op 6 thema's, waarin 1 of meerdere vragen werden gesteld. De interviewvragen (Bijlage F.1.2) werden vooraf opgestuurd ter voorbereiding. De thema's waren:

**Tabel 2.1:** Thema en toelichting.

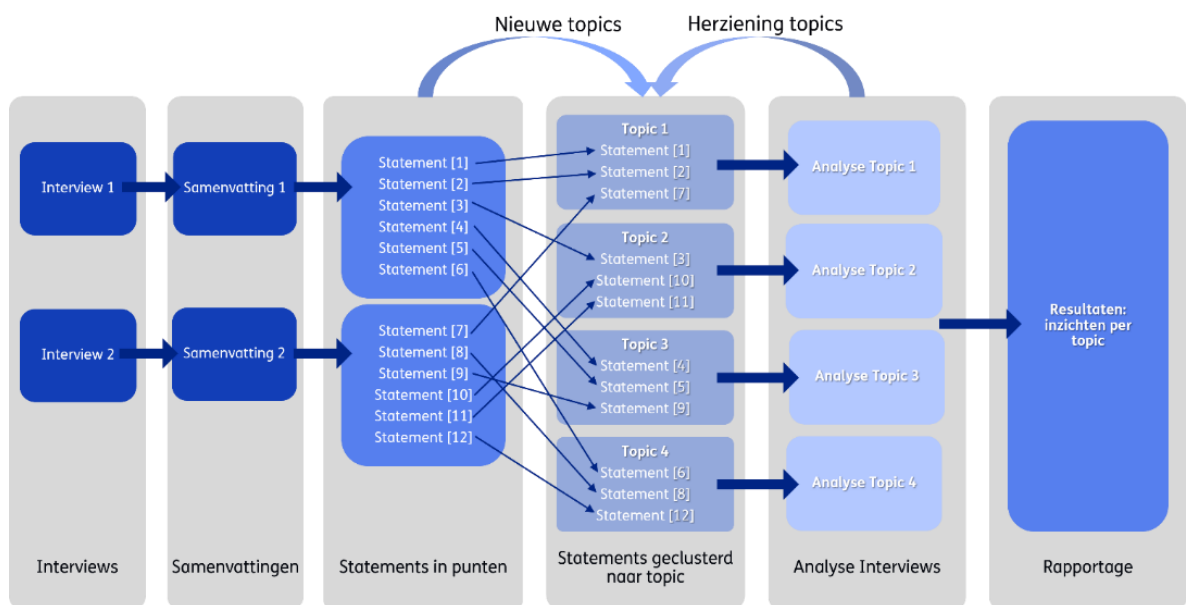
Thema	Toelichting
Circulariteit	In dit thema werd de strategie van de organisatie richting een circulaire plastic waardeketen besproken, welke kansen de organisatie voorziet en wat de grootste uitdagingen zijn.
Economie	In dit thema werd er besproken welke economische factoren er van invloed zijn op de strategie van de organisatie richting een circulaire plastic waardeketen.
Sociaal-maatschappelijk en Gezondheid	In dit thema behandelden wij welke strategische factoren beïnvloed worden door maatschappelijke overwegingen, gezondheidseffecten of de arbeidsomstandigheden van de organisatie zelf.
Milieu en Klimaat	In dit thema zijn verscheidende milieu impact factoren besproken waarmee rekening gehouden wordt in de circulaire strategie van de organisatie.
Technologie	In dit thema werd besproken welke factoren er invloed hebben op investeringskeuzes rondom technologie en technologische innovaties.
Organisatie	In dit thema werd besproken of er behoefte is aan een stakeholder community, al dan niet georganiseerd door CPNL, welke randvoorwaarden hierbij hoorden en welk doel een community zou moeten dienen.

## 2.1.3 Coderen van statements en clusteren naar topics

Na het afnemen van het interview is een samenvatting gemaakt en gevalideerd door de geïnterviewde(n). Hierna zijn de geanonimiseerde samenvattingen omgeschreven naar genummerde statements met een bijbehorende codering per organisatie en organisatietype. Deze statements zijn korte, opzichzelfstaande stellingen met een perspectief of inzicht van de geïnterviewde.

Elk statement werd door een vast team van 3 TNO experts gecategoriseerd naar topic. Het clusteren van statements binnen topics wordt ook 'coderen' genoemd, en de lijst van topics een 'codeboom'. Dit is een iteratief proces geweest, waarin topics herzien en toegevoegd

konden worden. De topics zijn dus volledig gebaseerd op de onderwerpen/stellingen en perspectieven die door de geïnterviewden zijn benoemd.



Figuur 2.1: Methode: van interviews naar rapportage.

## 2.1.4 Analyse informatiebehoefte en randvoorwaarden per topic

Per topic zijn de statements doorgenomen om een beeld op te bouwen van terugkerende meningen, overkoepelende patronen en gebieden waarop stakeholders het (on)eens zijn over de huidige (informatie) behoeftes voor een circulair plasticsketen. De gedetailleerde inzichten worden per topic besproken in Bijlage b. In Hoofdstuk 3 wordt per topic de informatiebehoefte per stakeholdergroep visueel weergegeven.

## 2.2 Kennisvoorziening en gap-analyse

TNO heeft een gap-analyse uitgevoerd om te identificeren welke tools en modellen rondom plastics en recycling momenteel al beschikbaar zijn en gebruikt worden, en welke nog nodig zouden zijn om aan de kennisbehoefte te voldoen. Een literatuurstudie leverde een long-list van beschikbare tools op, die vergeleken is met de bronnen die stakeholders in de interviews zeggen te kennen en gebruiken. Dit is gevalideerd in de workshop. Door de behoeftes van stakeholders gestructureerd te vergelijken met het aanbod zijn hiaten geïdentificeerd in de kennis en informatievoorziening. In Hoofdstuk 5 zijn de resultaten van de gap-analyse samengevat.

## 2.3 Transitievereisten

Naast informatie en kennis zijn er in de interviews en workshop additionele randvoorwaarden voor een succesvolle transitie naar voren gekomen. Deze bredere randvoorwaarden noemen we in dit rapport transitievereisten.

Bolhuis (Bolhuis, 2024) beschrijft 10 mogelijke mechanismes waardoor een transitie kan falen. De transitiefalen zoals beschreven door Bolhuis zijn omschreven naar transitievereisten, zodat deze als randvoorwaarden kunnen worden meegenomen bij het ontwerpen van onder andere het informatiesysteem. In Tabel 2.2 zijn de risico's voor transitiefalen, de onderliggende mechanismes (Bolhuis) en de omschrijving naar transitievereisten opgesomd. In Hoofdstuk 4 geeft TNO een reflectie op de behoeftes en bredere randvoorwaarden die zijn genoemd in de interviews en koppelt deze aan de transitievereisten.

**Tabel 2.2:** Vormen van transitiefalen, het onderlinge mechanisme<sup>g</sup> met daaraan toegevoegd een omschrijving van de transitievereisten (TNO, dit rapport).

	Transitiefalen	Mechanisme	Transitievereisten
1	Geen (gedeelde) richtinggevende visie	Collectieve actie door de actoren in een waardeketen komt niet tot stand omdat een (gedeelde) stip op de horizon ontbreekt. Aldus ontstaan er geen gerichte oplossingen voor de onderlinge afhankelijkheden, individuele risico's en onduidelijkheden.	Gedeelde richtinggevende visie om te komen tot gezamenlijke oplossingen
2	Ontoereikende fysieke en kennisinfrastructuur	Actoren onder-investeren in infrastructuur door het te lage rendement over een te lange termijn - hoewel deze vitaal is om de transitie te volbrengen. (Nieuwe) infrastructuur heeft een sterk coördinerende werking.	Investering in en ontwikkelen van een fysieke infrastructuur
3	Gefragmenteerde netwerken of interacties	Relevante actoren vinden elkaar niet, door een 'lock-in' in bestaande netwerken en een beperkt extern blikveld naar wenselijke maar alsnog onbekende ketenpartners. Dit remt ook de 'scale up' van noodzakelijke innovaties voor de transities.	Volledige en goed werkende netwerken en interacties tussen ketenpartners
4	Onvoldoende beleidscoördinatie	Overheden op meerdere niveaus communiceren verschillend en maken incoherent - of zelfs tegenstrijdig - beleid, wat fundamentele gedragsveranderingen stremt.	Coherent overheidsbeleid
5	Achterblijvende vraagarticulatie	Actoren ervaren beperkte vraag, waardoor ze terughoudend zijn om gelijktijdig te investeren of te innoveren in productieketens (onzekerheid, risico's, afhankelijkheden). Vraagarticulatie in de richting van de transitie komt alleen voldoende tot stand als de overheid deze coördinerende rol oppakt.	Sturing vraagarticulatie in de richting van de transitie door de overheid
6	Tegenstand door transitieverliezers	Actoren zien zekerheden, inkomen of winst in gevaar komen, waardoor ze de transitie gaan vertragen en het bestaande socio-technische systeem verdedigen.	Oplossingen bieden voor transitieverliezers

<sup>g</sup> (Bolhuis, 2024)

7	Onvolledige of verouderde instituties en regels	Actoren worden door de bestaande institutionele en juridische ordening ontmoedigd of hun wordt verboden om wenselijke gedragsveranderingen (mogelijk) te maken.	Verouderde instituties en regels aanpassen om wenselijke gedragsverandering mogelijk te maken
8	Tekort aan juiste kennis, competentie en productiefactoren	Actoren kunnen de transitie niet of te laat maken - door een tekort aan kennis, competenties en productiefactoren. De bestaande markten en hun ordening hebben deze uitkomst gegeven.	Kennis ontwikkelen en laten landen bij de relevante ketenpartners en competentieontwikkeling en productiefactoren mogelijk maken.
9	Gebrek aan aanbodfinanciering ecosysteem	Actoren krijgen als een gezamenlijke nieuwe waardeketen geen toegang tot kapitaal, of er is geen financieringsinstrumentarium, waardoor er onder-investering optreedt. De noodzaak om een ecosysteem of meerdere partijen samen te financieren - omdat ze gelijktijdig hun gedrag moeten veranderen - is nieuw en onbekend.	Ketenfinanciering beschikbaar en financiële instrumenten hiervoor ontwikkelen
10	Bepaalde reflexiviteit en leervermogen	De actoren monitoren de voortgang onvoldoende, anticiperen beperkt op verandering en leren te weinig, waardoor de gedragingen niet adaptief zijn. Zo wordt er niet tijdig en niet correct gereageerd op de onzekere ontwikkelingen in transities met de onbedoelde gevolgen voor transitiebeleid.	Monitoring en bijsturen van de circulaire transitie en ervaringen/lessen delen

## 2.4 Workshop validatie

Door middel van een interactieve workshop zijn de resultaten van het onderzoek gevalideerd. Voor deze validatieworkshop is een organisatie van elk stakeholdertype uitgenodigd. De volgende organisaties waren aanwezig, naast de organisatoren van TNO:

1. DOW
2. Euro Mouldings
3. RWS, namens Ministerie Infrastructuur & Waterstaat
4. De federatie Nederlandse Rubber- en Kunststofindustrie (NRK)
5. Renewi
6. Invest-NL
7. Verpact
8. Incoron
9. Partners for Innovation
10. TNO (voorheen: medewerker Covestro)

De validatie is uitgevoerd middels 3 interactieve sessies waarin de deelnemers aanvullingen hebben toegevoegd aan posters met de voorlopige onderzoeksresultaten. De sessies waren gericht op de volgende onderwerpen:

1. Validatie van de kennisbehoefte en transitievereisten
2. Uitvraag drijfveren en behoefte ketensamenwerking
3. Verdiepende vragen per topic

## 2.5 Verkenning exploitatiemodellen

Voor het verzamelen van informatie over de exploitatie van het uiteindelijk te ontwikkelen systeem en het veilig beheren van de data is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek en de statements uit de interviews die over deze specifieke onderwerpen gingen. De bevindingen zijn vervolgens gevalideerd. De eerste ronde validatie en aanvulling was intern binnen TNO, bij relevante experts. In de tweede validatieronde zijn de bevindingen van TNO getoetst bij vijf externe organisaties, te weten:

- Vereniging Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) (potentiële eindgebruiker van modellen)
- Invest-NL (potentiële eindgebruiker van modellen)
- Metabolic (ervaringsdeskundigen bij het bouwen en inzetten van modellen)
- Fraunhofer (ervaringsdeskundigen bij het bouwen en inzetten van modellen)
- Kalavasta (ervaringsdeskundigen bij het bouwen en inzetten van modellen)

De inzichten uit deze validatiegesprekken vormen de basis van de resultaten van Hoofdstuk 3.2.3 en Hoofdstuk 6.5.



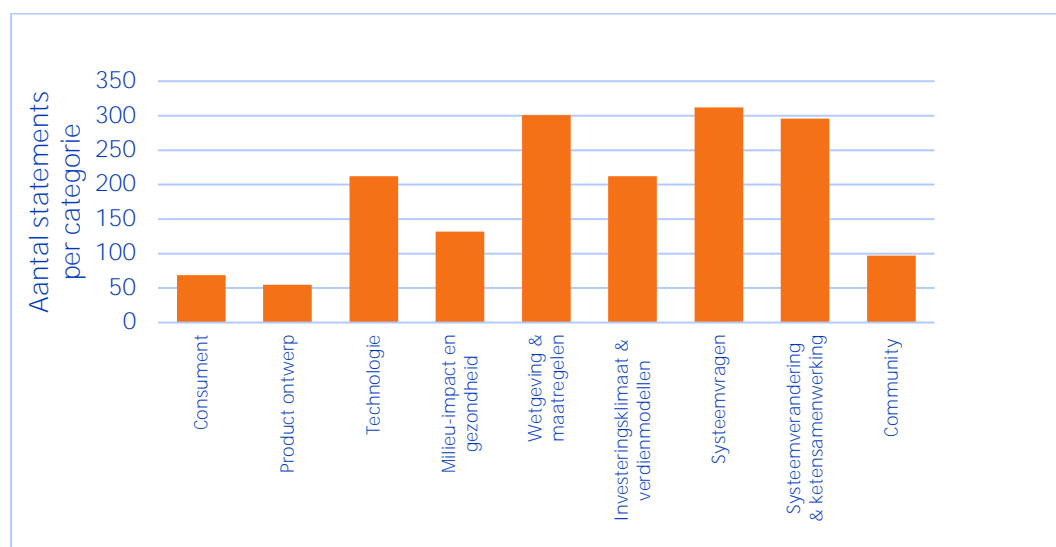
### 3 Resultaten interviews: informatiebehoefte en randvoorwaarden informatiesysteem

In dit hoofdstuk vatten we de resultaten van de interviews samen. Dit zijn feitelijke weergaven van de meningen en percepties van de geïnterviewden.

Uit de interviews zijn 1474 statements afgeleid. Deze zijn geclusterd in negen topics die als meest relevant worden ervaren om tot een circulaire plasticseconomie te komen in 2050:

1. Consument
2. Product ontwerp
3. Technologie
4. Milieu-impact en gezondheid
5. Wetgeving & maatregelen
6. Investeringsklimaat en verdienmodellen
7. Systeemvragen
8. Systeemverandering en ketensamenwerking
9. Community

In Figuur 3.1 staat het aantal statements per topic grafisch weergegeven.

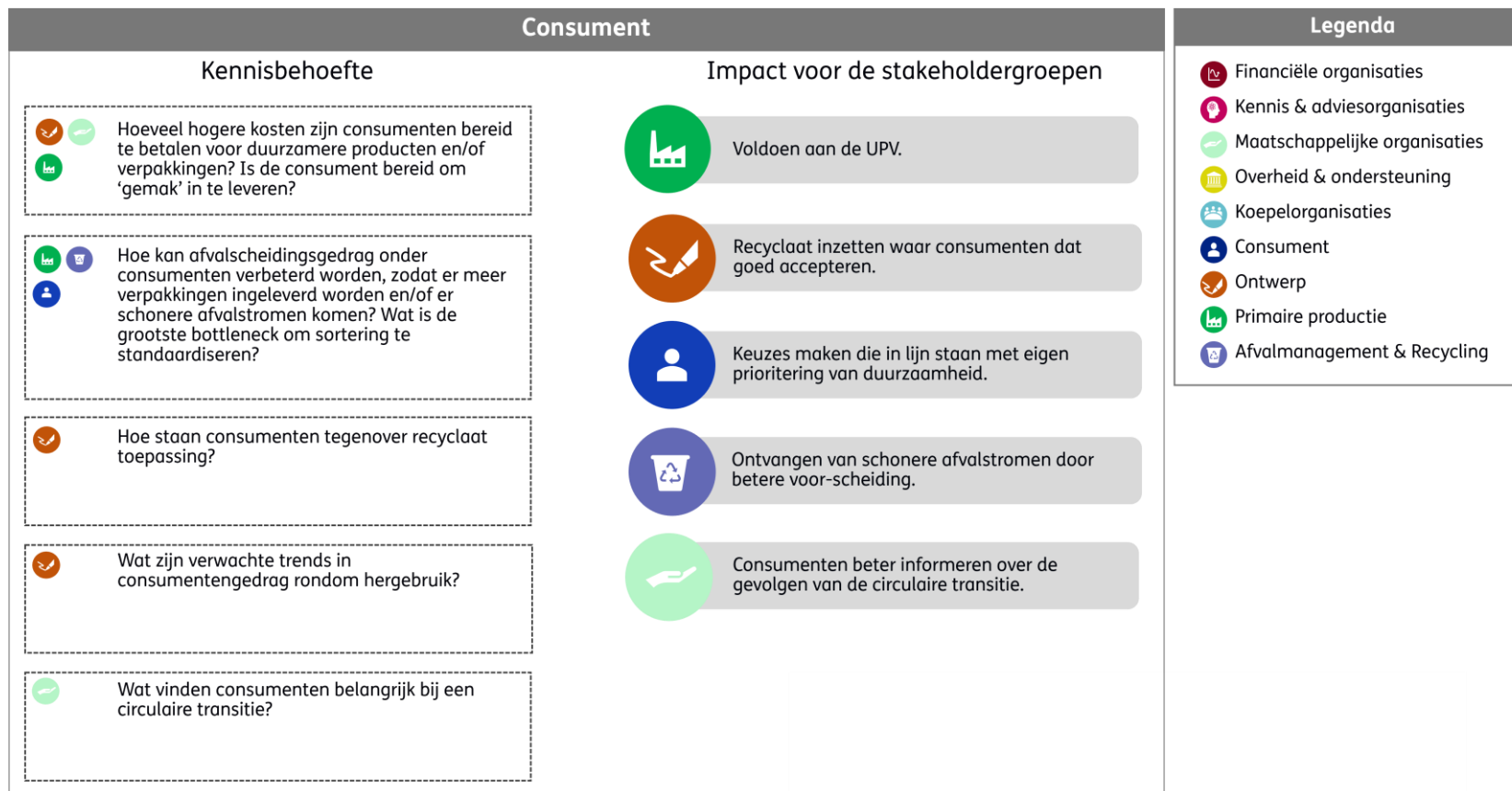


Figuur 3.1: Aantal statements per topic.

## 3.1 Informatiebehoefte per topic

Hieronder staan de hoofdresultaten uit de interviews per topic weergegeven. Uit de eerste zeven topics (Consument, Productontwerp, Technologie, Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving & maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen en Systeemvragen) kwamen specifieke kennisbehoeftes naar voren, waarbij stakeholders aangaven behoefte te hebben aan meer inzicht in de huidige situatie en voorspellingen voor de toekomst. Deze behoeftes worden per topic visueel weergegeven. Aan de linkerkant van elk figuur wordt de kennisbehoefte weergegeven zoals die door stakeholders is benoemd in de interviews. Aan de rechterkant wordt beschreven wat de impact is van het vervullen van deze kennisbehoeftes, ofwel de impact van het verkrijgen van een antwoord op de gestelde vraag, voor de verschillende stakeholdergroepen uit de interviews. De gekleurde symbolen geven weer welke stakeholdergroep de kennisbehoefte heeft en op wat de impact is per stakeholdergroep als de kennisbehoefte is vervuld. De uitgebreide, achterliggende resultaten per topic worden in Bijlage B.1 beschreven. De samenvatting per topic en de reflectie van TNO hierop, wordt beschreven in Hoofdstuk 4.1.

### 3.1.1 Consument



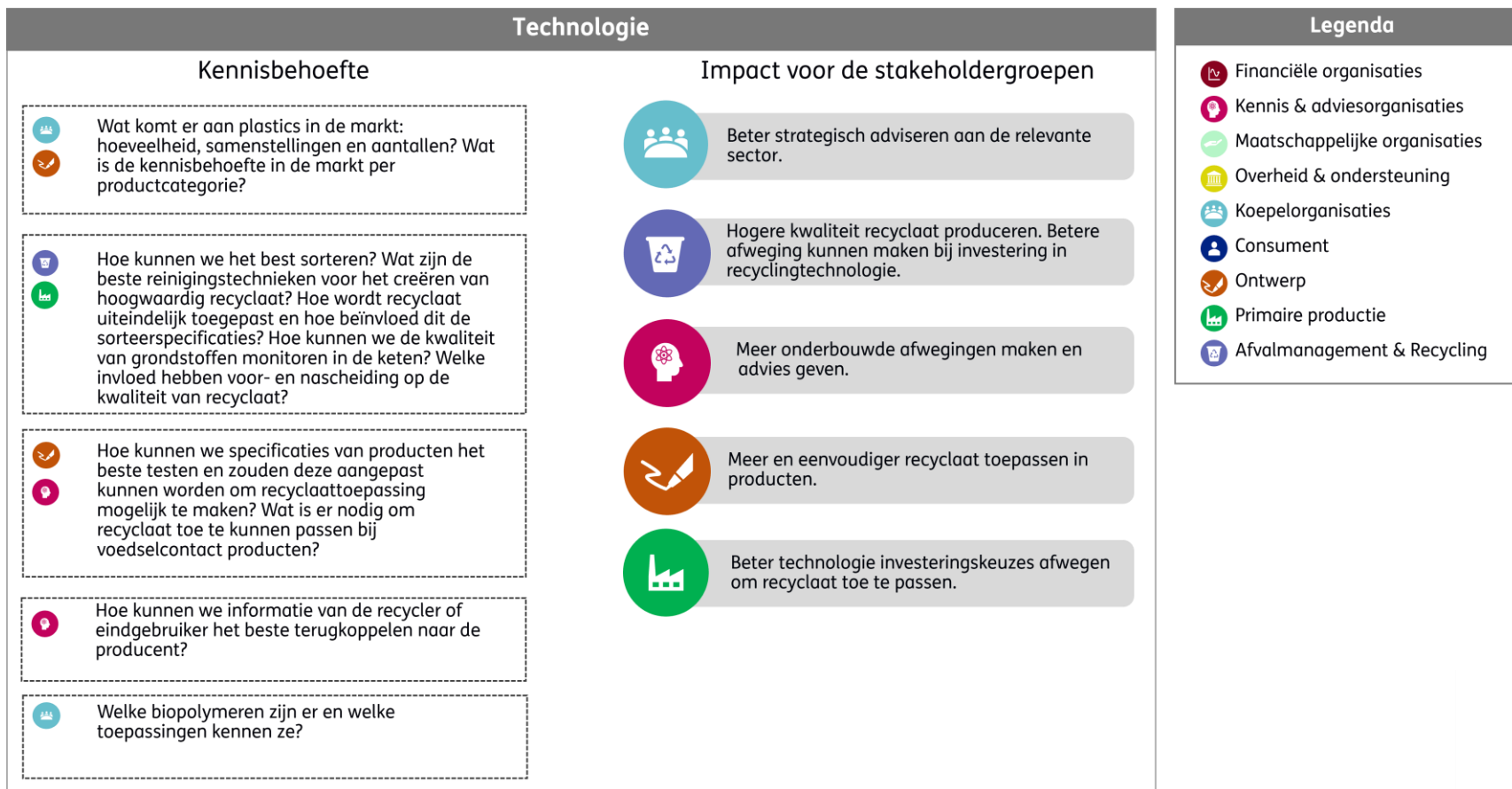
Figuur 3.2: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Consument.

### 3.1.2 Productontwerp



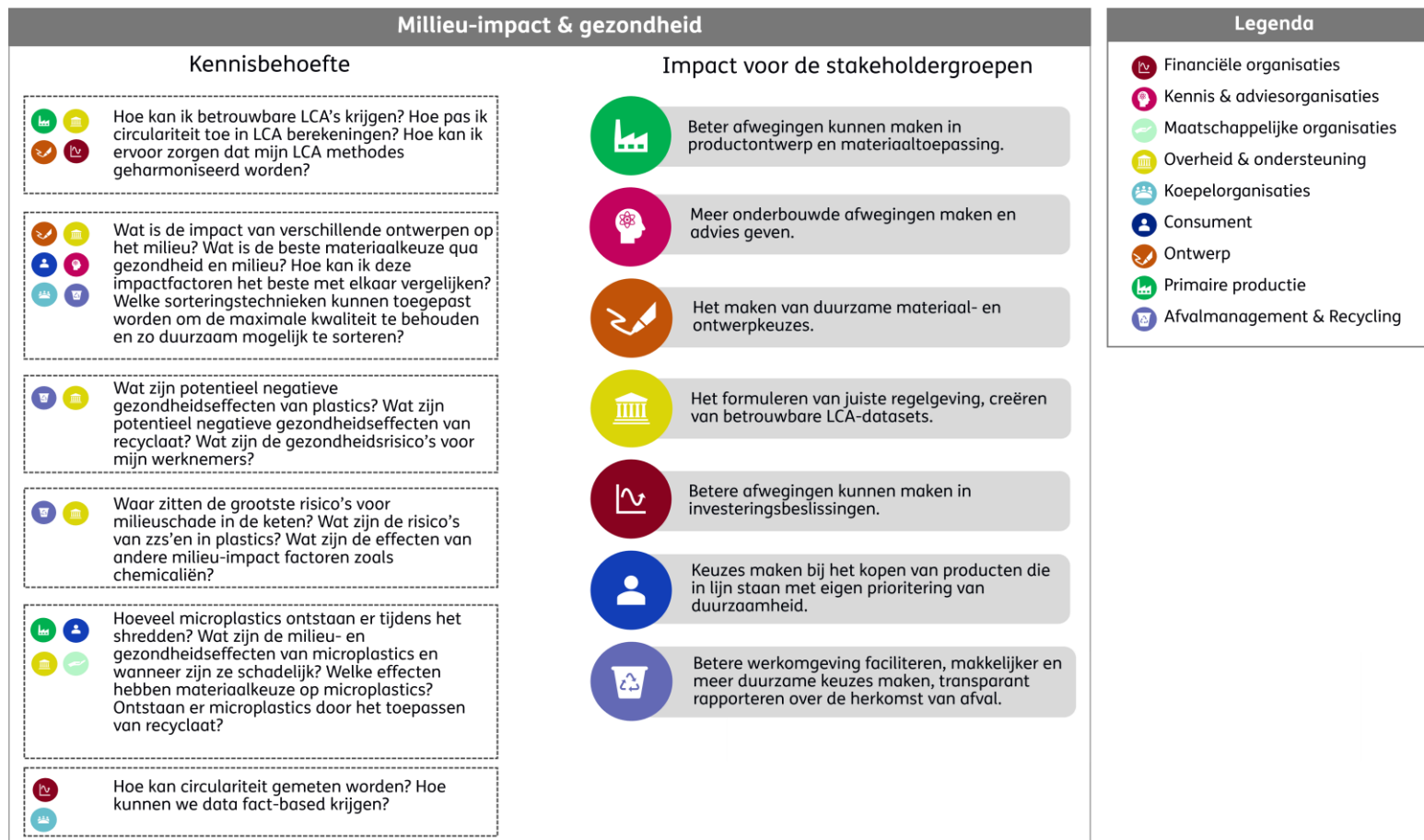
Figuur 3.3: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Productontwerp.

### 3.1.3 Technologie



Figuur 3.4: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Technologie.

### 3.1.4 Milieu-impact & gezondheid



Figuur 3.5: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Milieu-impact en gezondheid.

### 3.1.5 Wetgeving & maatregelen



Figuur 3.6: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Wetgeving en maatregelen.

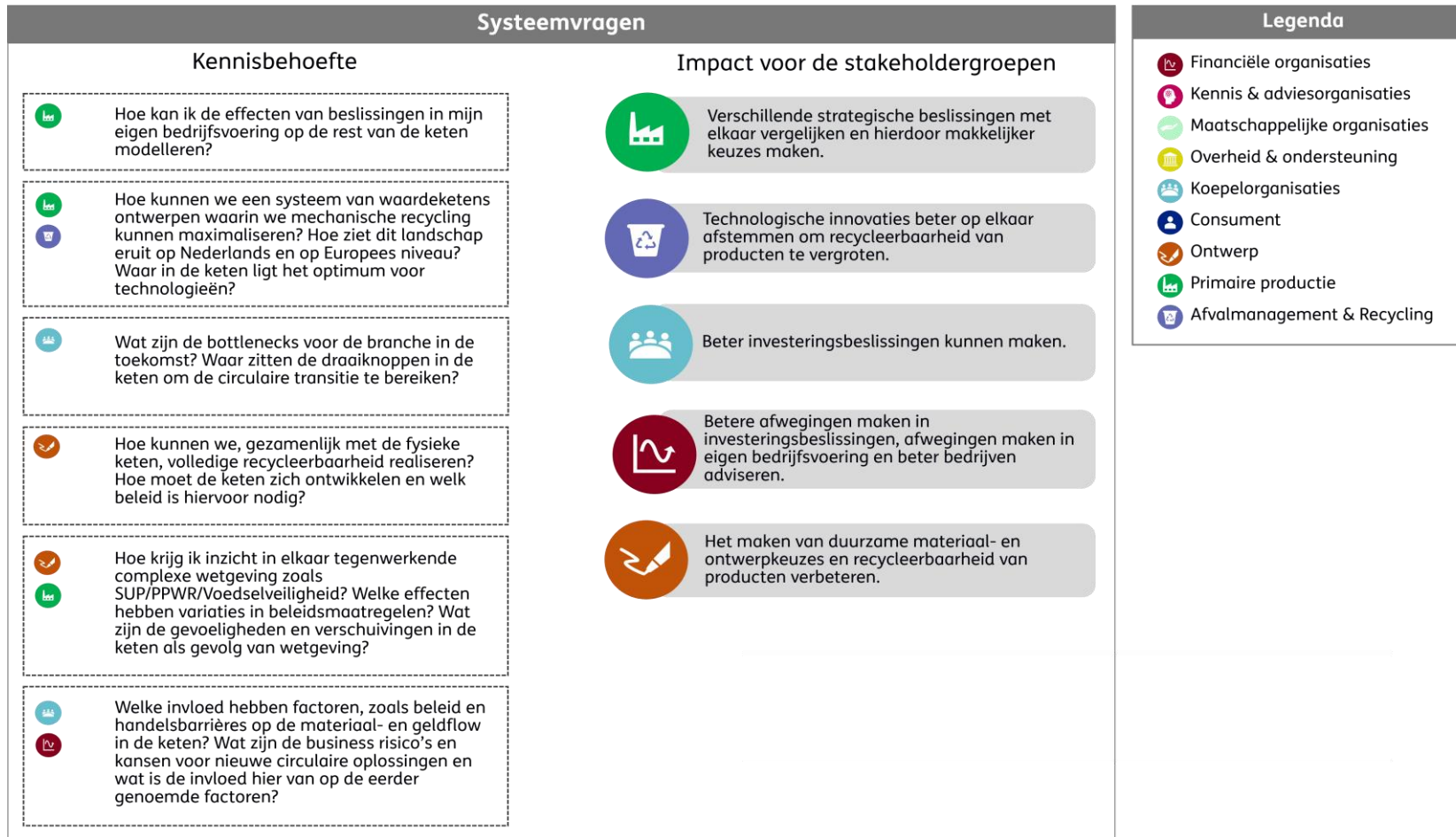
### 3.1.6 Investeringsklimaat & verdienmodellen



Figuur 3.7: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Investeringsklimaat en verdienmodellen.



### 3.1.7 Systemvragen



Figuur 3.8: Kennisbehoefte en impact voor de stakeholdergroepen, voor het topic Systemvragen

## 3.2 Randvoorwaarden

De geïnterviewden zijn gevraagd welke randvoorwaarden er zijn verbonden aan het ontwikkelen van een eventueel systeemmodel, het delen van data en aan de randvoorwaarden voor een nieuw op te richten community of netwerk. De volgende randvoorwaarden volgen uit de interviews.

### 3.2.1 Randvoorwaarden systeemmodel

Voor de ontwikkeling van een systeemmodel worden een aantal randvoorwaarden genoemd ten aanzien van de ontwikkeling, granulariteit en scoping van het model, en de interactie met de gebruiker.

#### Randvoorwaarden voor ontwikkeling

- o Bij het maken van een informatiesysteem, specifiek een systeemmodel, is systeeminzicht nodig van experts die de keten goed doorgronden. Het model moet gericht zijn op de partijen die voorop lopen. Deze partijen moet je ook nauw betrekken bij de ontwikkeling ervan.
- o Een systeemmodel moet gebouwd worden door specialisten die de juiste expertise hebben op het toegepaste onderwerp.
- o Bij de ontwikkeling moet er samen met de relevante partijen beslissingen gemaakt worden in afstemming met industrie en liefst ook overheid. Het is noodzakelijk dat de grote chemie meedoet, zoals Sabic en DOW. Hierdoor kan het model breed ingezet worden, maar kan het ook specifiek worden toegepast op producten.

#### Granulariteit en scoping

- o Het toepassen van de juiste granulariteit is noodzakelijk. Er moet in ieder geval vastgelegd worden wat de inhoudelijke scope, geografische scope en nauwkeurigheid is.
- o Modellen moeten voldoende concreet zijn, waardevolle informatie is diepgaand. De huidige modellen zijn te hoog-over.
- o Het model moet inzicht kunnen geven in meerdere levenscycli van producten.

#### Eindgebruiker van het model

- o Om de eisen van het model te bepalen is het van belang te weten wie de eindgebruiker is. Elke eindgebruiker heeft haar eigen wensen en randvoorwaarden, het model moet hiermee om kunnen gaan. Bovendien zal het waarschijnlijk makkelijker zijn om data te verzamelen en analyseren als de eindgebruiker helder is.
- o Het model moet flexibel zijn en makkelijk aan te passen aan de wensen van de actoren. Ook moeten de variabelen flexibel zijn, deze veranderen met de transitie.

#### Gebruikersinteractie

- o Modellen moeten gemakkelijk te begrijpen en gebruiken zijn.
- o Om de knoppen en mogelijke gevolgen helder te houden, zou het helpen als er een versimpelde versie van de keten wordt gemodelleerd.
- o Het is belangrijk om duidelijk te maken wat een model precies doet, inclusief transparant zijn over de beperkingen.
- o Voor een nuttig gebruik is het belangrijk dat gebruikers zelf aan de knoppen kunnen draaien.

### 3.2.1.1 Randvoorwaarden systeemmodeexploitatie

In de interviews werden verschillende vereisten genoemd als voorwaarden waaronder partijen bereid zijn te betalen voor een systeemmodel:

- o Als het voldoende concreet is;
- o Als het echt toegevoegde waarde heeft;
- o Als het inzicht geeft in de strategie over de toekomst;
- o Als het goed werkt, volledig is en actueel is en blijft.

Als type exploitatiemodel wordt genoemd:

- o Een licentiemodel is meest logisch exploitatiemodel voor een model, consultancy kan in een vroeger stadium ook werken;
- o Open source is een basisvoorwaarde voor ontwikkeling van modellen.

Verder wordt er genoemd dat het essentieel is om modelonderhoud mee te nemen. Ook wordt genoemd dat de ontwikkeling van een systeemmodel als een taak voor de overheid wordt gezien. Tenslotte is er een partij die noemt dat ze kunnen investeren om een systeemmodel op te zetten en op gang te helpen. Op de lange termijn moeten de belanghebbenden het zelf doen.

### 3.2.2 Randvoorwaarden voor een community

De geïnterviewden zijn bevroegd naar welke randvoorwaarden zij stellen wanneer er een nieuwe community, of netwerk zou worden opgezet. Uit de interviews kwam naar voren dat sommige organisaties aangeven dat er al veel bestaande initiatieven zijn waardoor verzadiging optreedt en hun middelen te dun verspreid worden. Daarom stelden zij de volgende randvoorwaarden als er een nieuw netwerk zou worden opgezet:

- o Het doel en de scope van een netwerk moet duidelijk zijn, het moet een duidelijke toegevoegde waarde hebben ten opzichte van de reeds bestaande gremia.
- o Het netwerk moet voldoende mandaat hebben, het moet een verandering teweeg kunnen brengen en deze vooruitgang moet gemeten worden met betrouwbare indicatoren.
- o Deelname aan het netwerk moet op een of andere manier voor toewijding zorgen van de deelnemers, bijvoorbeeld door een financiële bijdrage.
- o Deelnemers van het netwerk moeten divers zijn, als de deelnemers eenstemmig zijn wordt er onvoldoende bereikt en kan het zijn dat afspraken niet voor alle partijen in het plastic ecosysteem praktisch toepasbaar is.
- o Er moeten in het netwerk voldoende financiële middelen beschikbaar zijn.
- o Een netwerk moet een open cultuur hebben, waar open communicatie, vertrouwen en wederzijdse toewijding van belang zijn.

### 3.2.3 Randvoorwaarden voor dataverzameling en veilig beheer

Veel geïnterviewde partijen staan open voor data delen. De randvoorwaarden daarbij zijn:

- o Data moeten geanonimiseerd kunnen worden en veilig beheerd worden.
- o Het moet duidelijk zijn waar de data voor worden gebruikt en wat de toegevoegde waarde ervan is om de data te delen (bijvoorbeeld: benchmarken van eigen gegevens).
- o De data moeten betrouwbaar zijn, er moet gezamenlijk erkend worden dat de data voldoende kwaliteit hebben en hierover moet men transparant zijn.
- o Alle betrokken partijen moeten data leveren, ook de sleutelpartijen.
- o De data moeten FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, and Reuse) zijn.
- o De data moeten voldoen aan wettelijke standaarden.
- o De data die nodig zijn voor een te ontwikkelen informatiesysteem dient een toevoeging te zijn op de al beschikbare data.

Als belangrijkste barrière voor data delen wordt genoemd het risico op verlies van de concurrentiepositie. Er worden ook veel mogelijkheden genoemd om dit risico in te perken:

- o Strategieën als NDAs, data anonimiseren en versleutelen van data kunnen de barrière van bedrijven om data te delen wegnemen en goede data experts te betrekken;
- o Data aggregeren of op hoger niveau aanleveren;
- o Via een incentive of verplichting tot data delen;
- o Autorisatie om toegang tot database te krijgen en validatie door een onafhankelijke instelling.

# 4 Samenvatting en conclusies informatiebehoefte en bredere behoeftes

In dit hoofdstuk wordt de informatiebehoefte per topic samengevat, wordt een reflectie door TNO toegevoegd en wordt afgesloten met een conclusie.

In de interviews zijn negen topics naar voren gekomen die voor de geïnterviewden belangrijk zijn voor het realiseren van de circulaire plastictransitie. Uit de interviewresultaten per topic komt bij zeven topics een duidelijke informatiebehoefte naar voren. Deze informatiebehoefte per stakeholdergroep is visueel weergegeven in Hoofdstuk 3. Aangezien er binnen de topics “Systeemverandering en ketensamenwerking” en “Community” geen informatiebehoefte naar voren is gekomen, worden deze topics in 4.1 niet besproken. Bij deze topics komen wel bredere behoeftes naar boven, deze komen aan bod bij de bredere behoeftes in paragraaf 4.3. De samenvatting van de informatiebehoefte wordt in onderstaande paragrafen beschreven.

## 4.1 Informatiebehoefte per topic

### 4.1.1 Consument

#### **Informatiebehoefte uit interviews en workshop**

De geïnterviewden geven aan dat zij merken dat de consument behoefte heeft aan simpele, eenduidige en betrouwbare informatie over duurzaam gedrag voor consumenten. Daarnaast geven de geïnterviewden aan dat er meer kennis nodig is over hoe duurzaam consumentengedrag en duurzame keuzes kunnen worden beïnvloed.

#### **Reflectie TNO**

Simpele, eenduidige en betrouwbare informatievoorziening voor de consument is belangrijk, bijvoorbeeld voor het ondersteunen of het aanmoedigen van nauwkeurige afvalscheiding. Echter: enkel voorlichting over duurzame keuzes leidt vaak niet of slechts heel beperkt tot gedragsverandering (Dreijerink & Paradies, 2020), (Kok & Barendregt, 2021). Het is aannemelijk dat verbeterde informatievoorziening, zonder andere systematische prikkels, niet op kan wegen tegen de andere factoren die het gedrag van een individu bepalen, zoals kosten, marketing van merkeigenaren, tijd en gewoonte. Het is effectiever om systematische veranderingen door te voeren, zoals wetgeving, waardoor circulaire keuzes ook de goedkoopste en makkelijkste opties worden.

Het is belangrijk om te vermelden dat er in dit onderzoek geen geïnterviewden zijn bevraagd in de rol van consument. Consumenten worden door de ketenspelers vaak omschreven als onwillig om via gedragsverandering of hogere kosten bij te dragen aan de

circulaire transitie. Het is mogelijk dat dit beeld heerst omdat het de terughoudendheid van merkeigenaren en andere ketenspelers ondersteunt. Als het beeld klopt, zal de uitdaging zijn om de transitie zo in te richten dat de consument zich geen verliezer voelt, om daarmee de terughoudendheid van ‘loss aversion’ te mitigeren (Korteling, Paradies, & Sassen-van Meer, 2023).

Tot slot is er sprake van een koplopersgroep van bewuste consumenten die middels voorbeeldgedrag een bijdrage kunnen spelen in de transitie. Voor deze groep zou een meldpunt voor greenwashing kunnen helpen, naast bestaande lopende campagnes (zoals de campagne van de autoriteit consumentenmarkt) om misleidende claims te voorkomen. De ‘Green Claims Directive’ (Directorate-General for Environment, 2023) is een stap in de goede richting om onterechte groene claims te verminderen. In alle gevallen zal meer kennis nodig zijn over het positief beïnvloeden van consumentengedrag. We zien dergelijke initiatieven echter weinig terug komen in de interviewstatements. Opvallend is de opmerking dat er in het kader van de UPV wél onderzoek uitgevoerd wordt naar het beïnvloeden van inzamelgedrag, en dat wetgeving dus inderdaad nodig lijkt te zijn als prikkel om dit te ondernemen.

#### Conclusies

- Consumenten hebben behoefte aan simpele, eenduidige en betrouwbare informatie om duurzame keuzes te kunnen maken.
- Voorlichting van de consument is niet voldoende, meer kennis over gedragsverandering van consumenten is noodzakelijk.
- Bij gedragsverandering van consumenten spelen ook merkeigenaren een rol, wetgeving lijkt een prikkel die nodig is om deze verandering in te zetten.

## 4.1.2 Productontwerp

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

Er is behoefte aan ontwerprichtlijnen en wet- en regelgeving voor circulair en duurzaam productontwerp. Ook moet het makkelijker worden om verschillende ontwerpen op milieu-impact te kunnen vergelijken. Daarbij moeten alle ontwerpeffecten (zoals materiaalkeuze, gewicht, vorm, toepassing van bijv. inkt) op de rest van de keten meegenomen worden. Hiervoor is de volgende kennis belangrijk:

- Effecten van het gebruik van materialen en ontwerpkeuzen op afvalwerking (inzamelen, sorteren, recyclen) om hiermee de recycleerbaarheid van producten te vergroten.
- De (impact van) toepassing van recyclelaar in productontwerp om inzet van recyclelaar in producten te vergroten.
- Geharmoniseerde LCA-methodes (d.w.z. dezelfde data en aannames) om LCA-resultaten van productontwerpen onderling beter vergelijkbaar te maken.
- LCA-methoden zijn nodig die meerdere impactfactoren en circulaire indicatoren bevatten naast CO<sub>2</sub>-impact, om een meer complete vergelijking tussen productontwerpen te kunnen maken dan alleen op basis van CO<sub>2</sub>-voetafdruk.

#### Reflectie TNO

Een algemene conclusie die TNO uit de interviews haalt is dat bij productontwerp in zekere mate al rekening gehouden wordt met circulariteit en duurzaamheid maar dat er nog verbeteringen noodzakelijk zijn om bepaalde ketenstappen (sorteren, recycling) beter te faciliteren. Ook onderschrijven we dat LCA-methoden verder geharmoniseerd dienen te worden alsmede ook uitgebreid op het gebied van circulariteit. Er zijn ‘makkelijke’ tools beschikbaar ter ondersteuning (bijv. KIDV) maar deze zijn meer geschikt om het ontwerp te gidsen dan te onderbouwen. In Hoofdstuk 5 gaan we hier verder op in. Verder richt circulair productontwerp richt zich nu voornamelijk op recycling (R5) en is er minder focus

op de inzet van hogere R-strategieën, zoals Refuse, Rethink & Reduce (Van den Beuken, et al., From #plasticsfree to future-proof plastics, 2023).

In de interviews worden R2 (Reuse) en R3 (Repair) genoemd. Waarschijnlijk gaat de komst van nieuwe EU-wetgeving op het gebied van 'Right to Repair' (European Commission, 2023) verandering versnellen en zal er in de nabije toekomst meer kennis nodig zijn op het gebied van repareerbaarheid (R3). Hoewel de behoefte aan kennis over inzet van hogere R-strategieën niet vaak is genoemd door de geïnterviewden vindt TNO dat deze kennisontwikkeling prioriteit zou moeten hebben omdat met deze strategieën een hogere impact kan bereikt worden dan met recycling alleen.

Homogenisatie, standaardisatie en vereenvoudiging van productontwerpen vergroot de recycleerbaarheid, maar marketeers en merkeigenaren zijn hier niet altijd voorstander van, omdat het marketingmogelijkheden inperkt. Nieuwe wetgeving zoals de Nationale Circulaire Plastic Norm (NCPN) (Wijziging van de Wet milieubeheer voor een nationale circulaire plastic norm, 2024) zal zorgen voor een toenemende vraag naar inzet van recycelaat en biogebaseerd plastic in producten. Om daarop voorbereid te zijn moeten ketenspelers goed weten hoe ze deze grondstoffen het beste en op een duurzame manier kunnen inzetten in producten.

#### Conclusies

- Meer kennis over verwerkingsstappen van plastics (inzamelen, sorteren, recyclen) is nodig om de recycleerbaarheid van producten te vergroten.
- Er is behoefte aan gemakkelijke methodes/tools om verschillende productontwerpen op milieu-impact te kunnen vergelijken d.m.v. LCAs. Hiervoor is nodig: kennis over recycleerbaarheid, impact van toepassen recycelaat, bredere impactfactoren dan alleen CO<sub>2</sub>-voetprint (o.a. rond circulariteit) en geharmoniseerde LCAs.
- Kennisontwikkeling rondom de inzet van hogere R-strategieën heeft hoge prioriteit vanwege de grote milieuwinst die kan worden verkregen t.o.v. alleen recyclen.

## 4.1.3 Technologie

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

De volgende algemene technologieontwikkelingen zijn wenselijk:

- Kennis over inzetten en verwerken van nieuwe feedstock zoals biogebaseerde materialen.
- Het verbeteren van de huidige verwerkingstechnologieën (na-scheiden, zuiveren, sorteren, recyclen) en de verliezen per verwerkingsstap minimaliseren.
- Het ontwikkelen van nieuwe technologieën voor moeilijke te verwerken afvalstromen zoals sterk verontreinigde stromen, voedselveilig plastic, mixed films, en gemixte plasticstromen en voor hoogwaardige toepassingen
- Opschalen van nieuwe sorteer- en recyclingtechnologieën.

#### Reflectie TNO

Geïnterviewden noemen dat het wegnemen van niet-technologische barrières essentieel om technologische innovaties te doen slagen:

- Innovaties stimuleren en barrières wegnemen, zoals lage prijzen van fossiel gebaseerde plastics en tegenwerkende wet- en regelgeving.
- Een eerlijke verdeling van middelen over partijen in het systeem te bewerkstelligen.
- Activiteiten en technologieën fysiek combineren. Samenwerken om te komen tot ketenoptimalisatie, zoals technologieoptimalisatie optimalisatie inzet van grondstoffen, recycelaat, energie en plasticafval.
- Coördinatie van de systeemtransitie.



Omdat elke verandering invloed heeft op de rest van het plastic systeem, denkt TNO dat voor het wegnemen van bovengenoemde barrières in het plastic systeem, samenwerking, een gedeelde visie, coördinatie en systeemstrategie nodig zijn. Opvallend is dat de geïnterviewden met name spreken over het verbeteren van mechanische recycling en dat de mogelijkheden van chemische recycling en dissolutie minder worden genoemd. Met mechanische recycling is het voor de meeste polymeren (uitzonderingen daargelaten) vrijwel onhaalbaar om 'closed-loop' te recyclen, er zal vrijwel altijd kwaliteitsverlies zijn. Dat neemt niet weg dat recycling, ook mechanische recycling, een belangrijk deel van de vraag naar plastics kan vervullen in een circulaire economie. Daarnaast ziet TNO een grote rol voor chemische recycling en dissolutie in een circulaire economie, omdat dit kan bijdragen aan de vraag naar hoogwaardig recyclebaar. Het is dan ook van belang dat CPNL doorgaat met het stimuleren van technologische innovaties van dergelijke recycling methoden.

Voor het vinden van een zo hoogwaardig mogelijke toepassing van recycling, is een integrale systeemaanpak nodig. Daarnaast zijn er veel systeemvragen m.b.t technologieoptimalisatie (zie Hoofdstuk B.1.7). Deze vragen kunnen goed beantwoord worden door scenario-ontwikkeling. Door dit op een systematische manier te doen (met zelfde data en uitgangspunten) kunnen uitkomsten gemakkelijker vergeleken worden. Een mogelijke oplossing hiervoor is een systeemmodel. Om scenario's te ontwikkelen is veel data nodig, bijvoorbeeld over de efficiëntie van processen, of over volumes van plasticstromen. Het is hiertoe nodig dat de verschillende organisaties in de waardeketen bereid zijn om deze data met elkaar te delen.

Ten slotte loopt er op dit moment al een aantal grote onderzoeksprojecten in Nederland waarin technologische oplossingen gezamenlijk worden gerealiseerd en binnen grote nationale consortia, zoals het MOOI project InRep (nationaal programma), het EU project SYSCHEMIQ (ARRRA regio), CPNL projecten zoals (MoQuP-R (Monitoring Quality in Plastic Recycling), Mechanical recycling of polyolefin packaging, Cap-To-Cap Recycling, TEXPOWER (Chemical Recycling)). Het verdient aanbeveling om de bestaande samenwerkingen en opgebouwde kennis op een consistente manier verder op te bouwen en uit te bouwen binnen CPNL.

#### Conclusies

- Er is een grote behoefte aan technologische innovaties om huidige verwerkingstechnologieën (na-scheiden, zuiveren, sorteren, recyclen) te verbeteren, om moeilijke stromen te kunnen verwerken en om recyclebaar van hoge kwaliteit te verkrijgen
- Technologische innovatie vinden al plaats binnen verschillende subsidieprogramma's. Het verdient aanbeveling om voort te bouwen op bestaande kennisontwikkeling en bestaande samenwerkingen.
- Het wegnemen van niet-technologise barrières is essentieel om technologise innovaties in het plastic systeem te doen slagen. Hiervoor is samenwerking, een gedeelde visie, coördinatie en systeemstrategie noodzakelijk. Scenario-analyse kan helpen bij visievorming.

## 4.1.4 Milieu-impact & gezondheid

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

- Om beter te kunnen rapporteren over de milieu-impact van organisaties en de impact van plasticproductie, -gebruik en -verwerking op milieu en gezondheid, zijn er meer kennis, data en gestandaardiseerde methodes voor impactberekening nodig.
- Milieu-impact wordt vaak berekend met LCA. Gebruikte impactfactor is meestal CO<sub>2</sub>-impact. Daarnaast worden als belangrijke factoren genoemd: broeikasgasemissies,



humane toxiciteit, impact op water en bodem, impact op biodiversiteit, energie- en waterverbruik, chemicaliënvervuiling, veiligheid van en de impact op de gezondheid van werknemers.

- In sommige gevallen wordt de gezondheidsproblematiek nog niet meegenomen in de afwegingen (bijv. microplastics), omdat de gezondheidsrisico's van sommige stoffen onbekend zijn, zoals bijvoorbeeld voorheen het geval was bij de stof PFAS. Er is behoefte aan meer kennis over gezondheidseffecten omdat verwacht wordt dat deze steeds relevanter worden.

### Reflectie TNO

De meeste partijen meten hun milieu-impact door de CO<sub>2</sub> uitstoot te meten en deze te rapporteren. Er is een wens om dit ook te doen voor andere factoren, maar kennis en urgentie ontbreekt bij actoren. Met name scope 3 uitstoot (emissies 'upstream' en 'downstream' in de keten) rapporteren wordt als moeilijk gezien omdat de organisaties data en kennis liever niet delen in verband met bedrijfsgevoeligheid. Hoewel scope 3 rapportages op basis van het Green House Gas Protocol verplicht worden met de CSRD, is het delen van de achterliggende data niet verplicht ([Draft] ESRS E1 Climate Change, 2022). Hierdoor blijft het voor bedrijven moeilijk om volledig en betrouwbaar te rapporteren.

Dit geldt ook voor de LCA analyse, een probleem met LCA is de diversiteit in wat je meeneemt en welke aannames je doet in de berekening. Voor een goede vergelijking, is een standaard nodig. Om dit ook voor plastics te standaardiseren kan een voorbeeld genomen worden aan de bouw. Daar is een ISO-norm ontwikkeld (NEN-EN-ISO 14040:1998 nl). Mede door TNO is deze voor Nederland vertaald naar de Nationale Milieudatabase voor de bouw, met regels per productcategorie (PCR, product category rules). LCA's die worden gemaakt in dit kader worden gecontroleerd door Rijkswaterstaat. Voor plastics zou het ontwikkelen van een PCR ook een oplossing zijn. Een uitdaging daarbij is de ontzettend brede toepassing van plastics.

Opvallend is dat de meeste bedrijven aangeven inzicht te willen in hun eigen milieu-impact en die van andere bedrijven om te kunnen voldoen aan wetgeving. Het inzicht dat ze met deze kennis ook veel beter zelf keuzes kunnen maken die duurzamer en misschien wel kosteneffectiever zijn, wordt minder vaak genoemd. Er ligt dus een kans om bedrijven bewuster te maken van deze positieve effecten zodat ze meer bereid zijn data en kennis met elkaar te delen. Daarnaast zijn er tools en/of maatregelen nodig om organisaties te helpen bij het anoniem of onherleidbaar delen van data. Investeren in een betere "kennisinfrastructuur" biedt de mogelijkheid om (milieu-)impact accurater te bepalen en op grotere schaal in kaart te brengen.

Microplastics worden vaak genoemd als onderwerp dat men belangrijk vindt om inzichtelijk te krijgen. Echter, de bedrijven doen weinig om microplastics te meten of te mitigeren. Dit is opvallend omdat men benoemt dat microplastics negatieve gezondheidseffecten kunnen hebben. Deze effecten worden ook beschreven in de literatuur. Bovendien zeggen enkele geïnterviewden uit de stakeholdergroep overheid en ondersteuning dat er meer gekeken moet worden naar de gezondheidseffecten van microplastics en dat we tot die tijd het voorzorgprincipe dienen toe te passen, echter wetgeving op dit onderwerp ontbreekt. Recente ontwikkelingen op gebied van LCA-methodiek maken het binnenkort mogelijk om milieu- en gezondheidseffecten van microplastics in dergelijke impactanalyses mee te nemen.

#### Conclusies

- Om beter te kunnen rapporteren over de milieu-impact van organisaties en de impact van plastic productie, gebruik en verwerking op het milieu en gezondheid, zijn er meer kennis, data en gestandaardiseerde methodes voor impactberekening nodig.
- Er ligt een kans om bedrijven bewuster te maken dat inzicht in de eigen milieu-impact en die van andere bedrijven kan leiden tot het maken van duurzamere keuzes. Een betere “kennisinfrastructuur” biedt de mogelijkheid om (milieu-) impact accurater te bepalen en op grotere schaal in kaart te brengen.
- De meeste partijen willen hun milieu-impact via bredere impactfactoren rapporteren dan alleen CO<sub>2</sub>-uitstoot, maar kennis over deze bredere impactfactoren ontbreekt. Er behoefte aan meer kennis over de gezondheidseffecten van (micro)plastic.

### 4.1.5 Wetgeving & maatregelen

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

- In de interviews komt naar voren dat er een grote informatiebehoefte is met betrekking tot wetgeving. Dit gaat om: (1) inzicht en overzicht van alle wetgeving en maatregelen waaraan partijen moeten voldoen, (2) uitleg over de inhoud van de wetgeving (3) inzicht in veranderingen in wetgeving (4) inzicht in de effecten van deze veranderingen in wetgeving.
- Voor het ontwikkelen van goede wetgeving is gedegen kennis nodig. Deze ontbreekt soms; veel genoemd is ontbrekende kennis over de potentiële negatieve gezondheidseffecten van microplastics.

#### Reflectie TNO

Er lijkt een grote informatiebehoefte te zijn rondom wet- en regelgeving. Een mogelijke oplossing is het creëren van een informatievoorziening over wet- en regelgeving, het organiseren van workshops en informatiesessies en het gebruik van communicatiemiddelen (nieuwbrief, nieuwsberichten etc.) om de relevante informatie te delen.

Wetgeving heeft een grote invloed op de circulaire transitie. In de interviews worden voorbeelden gegeven van hoe wetgeving kan bijdragen aan de circulaire transitie en deze zelfs kan versnellen maar ook hoe wetgeving sommige innovaties in de weg zit. De geïnterviewden geven de wens aan om inzicht te krijgen in de gevolgen van nieuwe wetgeving. Graag zitten veel van hen aan tafel met de overheid bij het formuleren van wetgeving om de risico's en kansen eerder te identificeren en zo wetgeving effectiever te maken. Dit is opvallend omdat de overheid de mogelijkheid biedt input te leveren op voorgestelde wetgeving via bijvoorbeeld internetconsultatie. Desondanks blijkt uit de interviews dat deze methode de behoefte om mee te denken op wetgeving onvoldoende vervult of dat men de internetconsultatie niet kan vinden of niet van het bestaan afweet.

Het is opvallend dat er vooral om wetgeving wordt gevraagd. Wij interpreteren dit als een roep om duidelijkheid, die te begrijpen is maar op dit moment niet op deze manier goed is te geven, omdat het eindbeeld van de plastic transitie niet bekend is. Het plastic systeem moet in transitie naar een totaal onvergelijkbaar systeem waarvan we op dit moment slechts de randvoorwaarden kennen, en misschien wat contouren. Om de verschillende partijen binnen dit systeem zich in de juiste richting te laten ontwikkelen, zijn flexibele instrumenten (beprijzend en informerend) op de ongewenste en gewenste effecten c.q. randvoorwaarden veel geschikter. Dit biedt ruimte aan het systeem om zich te ontwikkelen en te voegen.

Scenario-analyses zouden kunnen ondersteunen bij het inzichtelijk maken van verschillende mogelijke scenario's voor de transitie van het systeem en hoe maatregelen deze kunnen beïnvloeden. Voor scenario-analyse is kennis nodig over circulaire plastics in het algemeen, zoals volumestromen en samenstelling van plasticafval, én kennis over de milieu- en gezondheidseffecten om zodoende de effecten van wetgeving op de transitie naar circulaire plastics beter in kaart te brengen.

#### Conclusies

- Er lijkt een grote informatiebehoefte te zijn rondom wetgeving: 1) inzicht/overzicht van alle wetgeving en maatregelen waaraan partijen moeten voldoen, (2) uitleg over de inhoud van de wetgeving (3) inzicht in veranderingen in wetgeving (4) inzicht in de effecten van deze veranderingen in wetgeving.
- Om de verschillende partijen binnen het systeem zich in de juiste richting te laten ontwikkelen, zijn flexibele instrumenten (beprijzend en informerend) op de ongewenste en gewenste effecten c.q. randvoorwaarden ook noodzakelijk, omdat op dit moment onduidelijk is hoe het circulaire plastic systeem er uit gaat zien.

## 4.1.6 Investeringsklimaat & verdienmodellen

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

Om duurzame investeringen te kunnen doen is er behoefte aan informatie als inzicht in kosten en risico's voor circulaire investeringen, bijvoorbeeld:

- inzicht in de toekomstige vraag en aanbod van recyclelaat en de factoren die hierop van invloed zijn (bijv. wetgeving).
- Inzicht in de kansen op een stabiele markt voor de afnemers met een minimale prijs.

De meeste partijen kunnen de investeringsrisico's onvoldoende inschatten en vinden het momenteel te riskant om te investeren in de circulaire oplossingen. Pas als deze risico's behapbaar worden gemaakt zal er genoeg kapitaal vrijkomen voor de circulaire transitie.

#### Reflectie TNO

Voor een succesvolle circulaire transitie is het nodig dat ketenpartners op korte termijn fors investeren in circulaire technologie, infrastructuur en verdienmodellen. Als geïnterviewden spreken over bedrijven in het algemeen, schetsen ze echter een beeld van terughoudendheid en (financieel) risicomijdend gedrag, met enkele koplopers als uitzondering.

Er wordt gewezen naar het faillissement van grote recyclers als ondersteuning voor het idee dat er nu geen businesscase is voor recycling. Toch zijn er koplopers die wel initiatief tonen en circulariteit centraal stellen, door circulaire verdienmodellen uit te testen of proactief in technologie te investeren. Opvallend is dat, ondanks dat er herhaaldelijk wordt genoemd dat de relatief lage prijs van virgin plastic belemmerend is, er relatief weinig gesproken wordt over puur financiële maatregelen, zoals een accijns op virgin plastic of subsidie voor recyclelaat. Alleen een verhoging van afvalverbrandingskosten wordt aangeraden.

De visie van TNO is dat er een gelijk speelveld moet zijn, voor alle materialen. Dit zou idealiter via financiële maatregelen gebeuren die gericht zijn op internaliseren van kosten van externe effecten (schade aan mens of natuur). Maar daarnaast is ook een voorspelbaar speelveld essentieel in die zin dat beleid een stabiele en betrouwbare basis vormt voor investering in technologie en technologieontwikkeling, die zich vaak pas op langere termijn terugverdient.

Een belangrijke mitigatie is het stimuleren van de vraagarticulatie middels gericht beleid, zoals in ontwikkeling is met de NCPN (Wijziging van de Wet milieubeheer voor een

ationale circulaire plastic norm, 2024). Wanneer er een marktvraag ontstaat, wordt het eenvoudiger om financiering te organiseren. Het moet dan wel eenvoudiger worden om met 'blended financing' te werken, zeker gelet op de betrekkelijke kleine hoeveelheden geld die in Nederland beschikbaar zijn. Invest-NL kan hierin een grote(re) rol spelen.

#### Conclusies

- Om duurzame investeringen te kunnen doen is er behoefte aan inzicht in kosten en risico's voor circulaire investeringen
- Als geïnterviewden spreken over bedrijven in het algemeen, schetsen ze echter een beeld van terughoudendheid en (financieel) risicomijdend gedrag, met enkele koplopers als uitzondering.
- Investeren in circulariteitsstrategieën lijkt vertraagd te worden door vijf factoren: het gebrek aan risicobereidheid van ketenstakeholders, onvoldoende toegang tot kapitaal, het gebrek aan een voorspelbaar en gelijk speelveld, wetgeving die er niet in slaagt om investeringsrisico's te mitigeren, en de afwezigheid van een verdienmodel rondom plastic recycling

## 4.1.7 Systemvragen

#### Informatiebehoefte uit interviews en workshop

Er blijkt behoefte te zijn aan kennis of informatie die nodig is voor een deel van de fysieke keten, of voor een specifieke stakeholdergroep. Deze resultaten zijn beschreven in voorafgaande paragrafen. Daarnaast is er behoefte aan kennis en inzicht over de gehele fysieke plastic waardeketen. Verschillende systeemvragen zijn naar boven gekomen in verschillende delen van de fysieke keten en op specifieke onderwerpen. Voorbeelden van systeemvragen zijn:

- **Ontwerpers:** Hoe kun je gezamenlijk volledige recycleerbaarheid realiseren? Wat zijn de effecten van verschillende ontwerpkeuzes op de rest van de keten?
- **Afvalverwerking en recycling:** Waar in de keten ligt het optimum voor technologieën? Wat is de merit-order voor recycling? Hoe ontwerpen we een systeem van waardeketens waarin we mechanische recycling kunnen maximaliseren?
- **Wetgeving:** Welk effect hebben variaties in beleidsmaatregelen? Wat zijn de gevoeligheden en verschuivingen in de keten als gevolg van bijvoorbeeld een ban op producten en een verbod op verbranding?
- **Investerings:** Hoe ziet een circulaire waardeketen eruit? Hoe kan dit in de breedte kan worden opgeschaald voor het hele bedrijfsleven groter dan startups en scale-ups?

#### Reflectie TNO

Stakeholders in de fysieke keten (ontwerp-, productie- en afvalinzamelingssector) lijken zich in het algemeen meer te richten op de korte termijn en hun eigen deel van de keten. Ze geven wel aan dat ze behoefte hebben aan integrale kennis over het volledige systeem, zodat zij ontwikkelingen in andere delen van de plastic keten kunnen begrijpen en hierop kunnen inspelen.

Overheid en ondersteunende organisaties en brancheverenigingen kijken verder weg in de toekomst en hebben meer behoefte aan integrale kennis over het volledige plasticsysteem en de onderlinge beïnvloeding en effecten van fundamentele systeemveranderingen. Het doel is om optimale transitiepaden te verkennen richting een circulaire economie, die economisch haalbaar zijn en leiden tot een duurzame fysieke waardeketen en zo een systeemvisie te vormen. Systeeminzichten kunnen helpen om inzicht te geven hoe de duurzaamheidsdoelen gezamenlijk bereikt kunnen worden. Denk

hierbij aan inzicht over hoe afvalverwerking geoptimaliseerd kan worden, inzicht in investeringsrisico's van duurzame innovaties, inzichten in het maken van effectief wet- en regelgeving, en inzichten in het mitigeren van milieu- en gezondheidsrisico's van plastics (zoals microplasticvorming). Voor realisatie van deze visie is zijn deze systeeminzichten ook nodig, zoals inzicht in technologische oplossingen en routes als ook maatregelen om tot een circulair systeem te komen.

Het is opvallend dat uit de interviews weinig naar boven is gekomen met betrekking tot het hiaat tussen recycklaat uit plastic afval en de vraag naar plastics voor productie. De vraag naar plastics zal toe blijven nemen en in een circulaire economie zal de vraag naar recycklaat hierdoor ook blijven stijgen. Er is hier een hiaat, omdat er producten worden gemaakt waar plastics voor langere tijd in vast zitten (denk aan meubelstukken en bouwmaterialen). Het plastic in deze producten is dus voorlopig niet beschikbaar als inputstroom voor recycklaat. Hierdoor blijven er grondstoffen nodig om nieuwe producten te maken, die niet afkomstig zijn van secundaire producten. Om geen fossiele grondstoffen hiervoor te gebruiken zijn de enige oplossingen het gebruik van biomassa of CO<sub>2</sub> gebaseerde koolstof als grondstof óf het zorgen dat de vraag naar plastics afneemt. Echter, voor beide onderwerpen is er meer onderzoek en financiering nodig om deze oplossingen te faciliteren en op te schalen.

#### Conclusies

- Ketenspelers uit de ontwerp-, productie- en afvalinzamelingssector hebben behoefte aan integrale kennis over het volledige systeem en de onderlinge beïnvloeding en effecten van fundamentele systeemveranderingen, zodat zij ontwikkelingen in andere delen van de plastic keten kunnen begrijpen en hierop inspelen.
- Daarnaast is er behoefte aan een integrale visie op de toekomst, inzicht in technologische oplossingen en routes als ook maatregelen om tot een circulair systeem te komen.

## 4.2 Aansluiting met de zes interviewthema's

In onderstaande Tabel 4.1 is de aansluiting aangegeven tussen de resultaten van de interviews en workshop en de bevroegde thema's uit de interviews. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat deze thema's goed zijn afgedekt.

Het valt TNO op dat de behoefte aan kennis over inzet van R-strategieën minder vaak genoemd wordt. Sommige organisaties benoemen in de interviews wel dat de focus te veel op lage R-strategieën ligt zoals technologische ontwikkeling voor recycling. De hogere R-strategieën, worden door hen gezien als oplossingen die mogelijk meer impact hebben, en onvoldoende focus op deze strategieën wordt gezien als een potentieel gemiste kans. Een uitdaging die door de geïnterviewden genoemd wordt is dat het toepassen van de hogere R-strategieën vaak uitvoerige verandering vereist (zie Bijlage B.1.8).

**Tabel 4.1:** Aansluiting van de topics op de interviewthema's.

Thema	Informatiebehoefte komt terug bij topic
Economie	Investeringsklimaat & Verdienmodellen
Sociaal-maatschappelijk/Gezondheid	Milieu-impact & gezondheid
Organisatie	Community
Circulariteit	Productontwerp; Systeemverandering en ketensamenwerking.
Technologie	Technologie
Milieu & Klimaat	Milieu-impact & gezondheid

## 4.3 Bredere behoeftes

In de interviews zijn naast informatiebehoefte ook bredere behoeftes genoemd die te maken hebben met het proces van systeemverandering. Deze behoeftes zijn in Tabel 4.2 samengevat en gerangschikt naar de corresponderende transitievereisten, zoals geïntroduceerd in Hoofdstuk 2.3.

**Tabel 4.2:** Samenvatting van de bredere behoeftes uit de interviews en workshop, gekoppeld aan de 10 transitievereisten.

<b>#1: Gedeelde richtinggevende visie om te komen tot gezamenlijke oplossingen</b>
<p><b>Behoeftes uit interviews en workshop</b></p> <p>Bij het topic ‘Systeemverandering en ketensamenwerking’ (zie B.1.8) wordt benoemd dat veel organisaties duurzaamheids- of circulariteitsambities en doelstellingen opnemen in hun strategie, maar dat dit vooral een kortetermijnvisie is, omdat er weinig beeld is van 2050. De onzekerheid van de markt en de complexiteit van wet- en regelgeving worden voornamelijk genoemd als belemmeringen voor het vormen van heldere strategieën richting de doelstellingen van 2050. Er is een behoefte om de visie gezamenlijk te vormen. In paragraaf 4.1.7 is al benoemd dat er duidelijk behoefte is aan (1) een integrale visie op de toekomst, (2) inzicht in technologische oplossingen en (3) routes als ook maatregelen om tot een circulair systeem te komen.</p> <p>De transitie naar een circulaire waardeketen wordt door de geïnterviewden als een gezamenlijke verantwoordelijkheid gezien. Wie de meeste invloed heeft om de transitie te beïnvloeden, wordt door verschillende partijen anders gezien. De geïnterviewden geven aan dat voor de circulaire transitie een systeemverandering nodig is waarbij de gehele keten in ogenschouw genomen moet worden en waar alle ketenpartners bij betrokken dienen te worden. Er gebeurt nu veel ad hoc, terwijl er behoefte is aan afstemming tussen organisaties onderling, bijvoorbeeld over welke thema’s prioriteit hebben.</p> <p><b>Reflectie TNO</b></p> <p>CPNL biedt een kans om te werken aan het gezamenlijke ontwikkelen van een gedragen, gedeelde en richtinggevende visie (toekomstbeeld) voor alle stakeholders in de keten. Hierbij is het belangrijk om aan te sluiten bij het PBL-werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie.</p>
<b>#2: Investeren in en ontwikkelen van een fysieke infrastructuur</b>
<p><b>Behoeftes uit interviews en workshop</b></p> <p>Deze behoefte is niet vaak benoemd in de interviews en workshop.</p> <p><b>Reflectie TNO</b></p> <p>Het ontwikkelen van de juiste infrastructuur ziet TNO als een belangrijke transitievereiste. Binnen CPNL is hier al op ingezet middels de Brightlands Circular Space, die ondernemers, onderzoekers en consortia een fysieke testinfrastructuur biedt voor onderzoek, ontwikkeling, testen en opschalen voor plastics recycling technologieën en door het verder uitbreiden van de NTCP onderzoeksfaciliteit voor optimalisatie van plastic recycling processen. Dit blijft echter infrastructuur voor het doen van tests, dus TNO beveelt aan om meer in te zetten op het (door)ontwikkelen van de fysieke infrastructuur voor daadwerkelijke productie, opslag en transport en gehele waardeketen.</p>

### #3: Volledige en goed werkende netwerken en interacties tussen ketenpartners

#### Behoefte uit interviews en workshop

Uit de interviews en de workshop komt de behoefte naar boven aan meer ketensamenwerking en netwerken om gezamenlijke doelen te stellen, gezamenlijke afspraken te maken en voor het delen van kennis en data.

- De meeste partijen zijn al lid van veel verschillende netwerken. Dit gaat om een veelvoud van initiatieven en niet alle initiatieven zijn succesvol. Daarom bestaat momenteel het risico dat middelen en kennis te dun verspreid worden of relevante actoren elkaar niet kunnen vinden.
- Randvoorwaarden voor goede ketensamenwerking zijn: een gedeelde richtinggevende visie, duidelijke doelen en het behalen van resultaten, commitment van de deelnemende partijen en maatregelen voor veilig data delen.
- Er zijn al wel kleine circulaire deelketens waarin deelnemers circulair handelen binnen een lineaire economie.

Om de ketensamenwerking te verbeteren worden er een aantal mogelijkheden aangedragen: het opzetten van werkgroepen om bepaalde thema's met elkaar uit te werken, een ketenregisseur of kwartiermaker die ervoor zorgt dat stakeholders bij elkaar komen met als doel betere aansluiting en betere communicatie, of het vormgeven van gezamenlijke onderzoeksprogramma's om samenwerking met partners mogelijk te maken (zie topic "Systeemverandering en ketensamenwerking" in B.1.8).

#### Reflectie TNO

TNO ziet CPNL als een kans om de samenwerking in ketens tot stand te brengen. Dit kan door opzetten van werkgroepen of netwerken om thema's uit te werken, via een ketenregisseur, of via het vormgeven van gezamenlijke onderzoeksprogramma's. Dergelijke netwerken kunnen informatiebehoefte zoals die is geformuleerd in dit onderzoek concretiseren en proberen de juiste middelen te verkrijgen om deze in te vullen.

### #4: Coherent overheidsbeleid

#### Behoefte uit interviews en workshop

Uit de interviews en de workshop blijkt dat inconsistent overheidsbeleid een grote invloed heeft op de circulaire transitie. Voorbeelden die zijn genoemd:

- De zeer strenge norm voor voedselveiligheid. Deze zorgt voor voedselveilige verpakking, maar maakt het zeer moeilijk om recyclebaar toe te passen in voedselcontacttoepassingen.
- Onsamenvattend beleid zorgt er nu voor dat het voor partijen moeilijk is om strategische beslissingen voor de lange termijn te nemen omdat ze de effecten van wetgeving niet goed kunnen inschatten. Dit vertraagt de transitie omdat organisaties investeringen te risicovol vinden.
- Voor bepaalde wetgeving is zoveel goedkeuring nodig van verschillende instanties dat innovatie te veel tijd en geld kost, zoals Europese wetgeving rondom voedselveiligheid.
- Door onvoldoende beleidscoördinatie is er niet altijd sprake van voldoende level playing field.

#### Reflectie TNO

Er lijkt een behoefte te zijn aan meer samenwerking tussen de ketenpartners en de overheid bij het formuleren van wetgeving. Op deze manier komen de risico's en kansen eerder naar voren en is er een mogelijkheid dat wetgeving effectiever leidt tot de gewenste effecten. Hierbij is het van belang om een gezamenlijk beeld over de toekomst te ontwikkelen (gedeelde



richtinggevende visie), wat tot wederzijds begrip leidt, maar ook tot een breed draagvlak. Bovendien kan door dit gezamenlijke beeld eenzijdige en soms zelfs voor het gehele systeem schadelijke lobby gemitigeerd worden.

#### #5: Sturing vraagarticulatie in de richting van de transitie door de overheid

##### **Behoeftte uit interviews en workshop**

De belangrijkste barrières voor innovaties in recycling zijn de lage prijzen van virgin plastics uit landen als China en de VS. Bestaande recyclingbedrijven hebben moeite met het behoud van hun concurrentiepositie en met het rondkrijgen van een sluitende businesscase voor het doorontwikkelen en opschalen van nieuwe technologie. De beperkte vraag naar recyclelaat maakt ketenpartners terughoudend om te investeren en innoveren. De uitzondering is de genoemde innovatie rond recyclelaatkwaliteit, omdat er wel al vraag is naar hoogwaardig recyclelaat en chemische grondstoffen.

##### **Reflectie TNO**

Een belangrijke mitigatie om deze barrières weg te nemen is het stimuleren van de vraag naar circulaire plastics middels gericht beleid, zoals in ontwikkeling is met de NCPN. Wanneer er een markt vraag ontstaat, wordt het eenvoudiger om financiering te organiseren. Het moet dan wel eenvoudiger worden om met blended financing te werken, zeker gelet op de betrekkelijke kleine hoeveelheden geld die in Nederland beschikbaar zijn. Invest-NL kan hierin een grote(re) rol spelen. Daarnaast kan het circulaire plastics ecosysteem meer als netwerk fungeren. In de interviews geven overheden en bedrijven aan graag met elkaar om tafel te gaan.

#### #6: Oplossingen bieden voor transitieverliefers

##### **Behoeftte uit interviews en workshop**

In de interviews en workshop is genoemd dat ketenpartners die op het moment goed verdienen binnen een lineaire plastic keten, inkomsten of winst in gevaar zien komen. Daardoor gaan zij het bestaande systeem verdedigen. Uit de interviews komt naar voren dat merkeigenaren worden gezien als risicomijdende organisaties, die het behoud van marktpositie prioriteit geven boven circulaire doelen. Aandeelhouders worden ook omschreven als vaak angstig over het verlies van winst of marktaandeel (zie B.1.6)

##### **Reflectie TNO**

Het blijft belangrijk om aandacht te hebben voor mogelijke transitieverliefers en circulaire doelen extra te stimuleren. De uitdaging is om deze partijen te motiveren toch mee te gaan in de transitie, het liefst met de wortel, voordat de stok nodig is. Wanneer goed in ketenverband samengewerkt wordt, kan worden gezocht naar de gezamenlijke motivatie om wel of niet te investeren in circulaire ingrepen.

#### #7: Verouderde instituties en regels aanpassen om wenselijke gedragsverandering mogelijk te maken

### Behoeftte uit interviews en workshop

Uit de interviews en de workshop wordt genoemd dat sommige wetten en maatregelen de transitie naar circulaire plastics hindert doordat ze niet het beoogde effect bereiken. Een voorbeeld hier van is de einde afvalstatus. Deze wetgeving is onder andere bedoeld om ongunstige effecten voor milieu of gezondheid te voorkomen. Echter, de wetgeving neemt recyclelaat onvoldoende in ogenschouw; dit heeft nu afval-status in plaats van dat dit als materiaal wordt beschouwd. Dit hindert de circulaire plastic transitie, omdat het moeilijker wordt voor bedrijven om recyclelaat toe te passen in bepaalde producten.

### Reflectie TNO

Zie visie bij #4

#8: Kennis ontwikkelen en laten landen bij de relevante ketenpartners en competentieontwikkeling en productiefactoren mogelijk maken.

### Behoeftte uit interviews en workshop

In verschillende delen in de keten ontbreekt kennis en informatie, dit rapport geeft hiervan een overzicht. Hierbij wordt ook genoemd dat kennis moet landen bij de juiste actor in de keten.

Twee voorbeelden zijn:

- Kennis over afvalwerking kan ontwerpers helpen om hiermee de recycleerbaarheid van producten te vergroten
- Bedrijven willen inzicht willen in hun eigen milieu-impact en die van andere bedrijven om te kunnen voldoen aan wetgeving.

De voordelen van een community die worden genoemd zijn: het delen van data, kennis en ervaringen, het opzetten van trainingen en workshops.

### Reflectie TNO

Het opzetten van een community is essentieel voor het goed laten landen van kennis bij de relevant ketenpartners. Door te werken aan gezamenlijke kennisontwikkeling binnen CPNL gekoppeld aan een gedeelde en richtinggevende visie (toekomstbeeld) voor alle stakeholders in de keten zal de kennis ook gemakkelijker landen bij de juiste stakeholder. Door het gebruik van dezelfde kennisbasis (data en scenario's) zal het gemakkelijker zijn om kennis te delen.

#9: Ketenfinanciering beschikbaar en financiële instrumenten hiervoor ontwikkelen

### Behoeftte uit interviews en workshop

In de interviews en in de workshop wordt als belangrijke bottleneck genoemd dat fysieke ketenpartners moeilijk toegang krijgen tot het kapitaal die ze nodig hebben om faciliteiten of technieken op te schalen, waardoor innovaties vertraagd worden.

### Reflectie TNO

Samenwerking tussen organisaties wordt genoemd om samen grote voorinvesteringen van duurzaamheid te kunnen overbruggen. Het is belangrijk dat er wordt gewerkt aan efficiëntie en schaalgrootte om de kosten voor circulaire producten laag te houden. Uit de interviews lijkt de behoefte naar voren te komen om meer ketenfinanciering beschikbaar te maken en hier financiële instrumenten voor te ontwikkelen.

#10: Monitoring en bijsturen van de circulaire transitie en ervaringen/lessen delen circulaire economie

#### **Behoeftes uit interviews en workshop**

Monitoring van de CE-transitie op nationaal niveau gebeurt door CBS (Schoenaker, 2023). Binnen het monitoring- en sturingsprogramma circulaire economie, monitort en stuurt PBL - samen met 8 andere kennisinstellingen – de voortgang van de circulaire economie (Delahaye, et al., 2019). Brancheverenigingen monitoren vaak ook de eigen circulaire doelstellingen. In de interviews wordt echter genoemd dat deze partijen niet onafhankelijk zijn en daarom niet altijd transparant zijn in hoe goed het werkelijk gaat met de CE-transitie.

#### **Reflectie TNO**

CPNL heeft een belangrijke start gemaakt met het organiseren met het circulaire plasticsnetwerk. Wat nodig is voor de transitie is de mogelijkheid om in netwerken op specifieke onderwerpen gezamenlijke strategische keuzes te maken om te komen tot een gedragen, gedeelde en richtinggevende visie (toekomstbeeld) voor alle stakeholders in de keten. Hierbij is het essentieel om de voortgang de gewenste verandering binnen dit verband te monitoren met eenduidige en gestandaardiseerde indicatoren. De behoefte aan een gedegen en onafhankelijk monitoringsprogramma zoals dat genoemd is in de interviews, laat zien dat hier nog veel werk te doen is. Het programma Monitoring en Sturing van PBL is wat ons betreft hiervoor de juiste weg, maar mag flink uitgebouwd worden. Dit programma ging tot nu meer over monitoring en kan toewerken naar meer nadruk op sturing.

## **4.4 Conclusies bredere behoeftes TNO**

Hoewel alle transitievereisten zijn benoemd in de interviews en workshop, komen uit de interviews de transitievereisten #1, #3 en #4 naar voren als het meest belangrijk. TNO voegt daar transitievereisten #10 aan toe, want niet alleen een gedeelde visie is van belang, maar ook de monitoring op de voortgang ervan. Daarmee zijn de volgende transitievereisten het meest relevant en urgent:

1. Gedeelde richtinggevende visie om te komen tot gezamenlijke oplossingen (#1)
2. Volledige en goed werkende netwerken en interacties tussen ketenpartners (#3)
3. Coherent overheidsbeleid (#4)
4. Monitoring en bijsturen van de circulaire transitie (#10)

Deze transitievereisten zullen meegenomen worden in de voorgestelde invulling voor het informatiesysteem.

# 5 Studie huidige en gewenste kennisontwikkeling

## 5.1 Gewenste kennisontwikkeling

Uit de interviews kwamen verschillende kennisbehoeften naar voren, deze worden beschreven in Hoofdstuk 3.1. De kennisbehoefte is vooral afkomstig is uit de 7 topics: Consument, Productontwerp, Technologie, Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving en maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen en Systeemvragen. In de studie naar huidige en gewenste kennisontwikkeling is niet gekeken naar informatie over wetgeving omdat dit de scope van de studie teveel verbreed.

Passend bij de geïdentificeerde kennisbehoeften zijn de benodigde relevante tools en modellen door TNO geïdentificeerd. De scope van deze tools en methodes bleek vaak topic overstijgend. Daarom is gekozen voor een topic-overstijgende indeling in vier informatiecategorieën. Voor deze categorieën werden de volgende gewenste tools, methoden en modellen geïdentificeerd:

### Consumenten en gedrag

- Methode om communicatie en informatie over duurzaamheidsdoelen naar het publiek toegankelijk en begrijpelijker te maken.
- Simpele manier om te zien hoe een verpakking weggegooid moet worden, ook gegeven verschillende regels in verschillende locaties/gemeentes.

### Materialen en kwaliteit

- Materialenpaspoort.
- Tool om link te maken tussen gewenste materiaal specificaties en materiaaleigenschappen, ook van recyclelaat.
- Tool voor kwaliteitsmonitoring van materiaalstromen in de keten de keten (bij verwerking van afval naar recyclelaat).
- Opschaalmogelijkheden van Artificial Intelligence (AI) voor sorteringtoepassingen.

### Milieu-impact

- Standaardisatie van LCA voor verpakkingen.
- Methode om brede thema's mee te nemen in scenario's zoals water, biodiversiteit of mensenrechten.
- Vergelijkingsmodel voor de impact tussen chemische en mechanische recycling.
- Betrouwbare meetmethodes voor microplastics.

### Integrale analyses

- Een materiaal en geld flow model - met bijbehorende knoppen zoals beleid, subsidies, prijzen, handelsbarrières, machtsverhoudingen in de keten, energie verbruik/gebruik en watergebruik.

- Een rekenmodel waarmee de impact berekend kan worden voor een mix van procestechnologieën en dit koppelen met een economisch, gedrags- en bestuursmodel voor de gehele keten.
- Vergelijkingsmodel tussen de kosten en baten van chemische en mechanische recycling.
- Een model om de effecten van beslissingen in eigen bedrijfsvoering op de rest van de keten te modelleren.
- Een dashboard met een gap analyse richting visie en overkoepelende doelen.

Op basis van de interviews is er met name behoefte aan tools en modellen op het gebied van de vier topics. Het kan ook een standaard betreffen of een dashboard. In alle gevallen is er sprake van beslissondersteuning.

Stakeholders uit de ontwerp-, productie- en afvalinzamelingssector hebben behoefte aan integrale kennis over het volledige systeem, zodat zij ontwikkelingen in andere delen van de plastic keten kunnen begrijpen en hierop inspelen.

Deze in de interviews geuite wens voor tools impliceert dat deze tools er (volgens de geïnterviewde) niet zijn. Het kan ook zijn dat bestaande tools als zeer relevant en nuttig worden beschouwd, maar niet zijn genoemd. Bovenstaande lijst van gewenste tools en modellen moet dus worden opgevat als een indicatie van behoeften van stakeholders aan tools en modellen op het gebied van circulaire plastics. Wat het daadwerkelijke aanbod aan tools en modellen is, wordt behandeld in het volgende subhoofdstuk (5.2).

## 5.2 Huidig kennisaanbod en tools

### 5.2.1 Huidige informatiebronnen

De geïnterviewde organisaties noemden al informatie uit de bestaande informatiebronnen te halen:

- Samenwerkingsverbanden en brancheverenigingen, en uitvragen bij organisaties waarmee wordt samengewerkt,
- Literatuur en open bronnen,
- Kennis- en onderzoeksinstellingen,
- Zelf genereren of laten uitvoeren,
- Gebruik van modellen,
- Gebruik van tools.

De lijst met concrete bronnen staat in de Bijlage C.1. In een gap-analyse in Hoofdstuk 5.3.1 geeft TNO aan welke informatiebronnen al geraadpleegd zijn en welke relevante bronnen aanvullend door TNO zijn gevonden.

### 5.2.2 Huidig toolaanbod - resultaat literatuuronderzoek

Op basis van literatuuronderzoek zijn een groot aantal bestaande methoden, modellen, tools en standaarden geïnventariseerd. Deze zijn gegroepeerd in min of meer homogene informatie categorieën, te weten Consumenten en gedrag, Materialen en kwaliteit, Milieu-impacts en Integrale analyse. Deze categorieën zijn een aanduiding van domein en scope, die topic en stakeholder overstijgend zijn. De volgende eerste inzichten zijn op hoog niveau zichtbaar:

#### Consumenten en gedrag

- Er zijn methoden beschikbaar om communicatie te verbeteren en onderwerpen toegankelijker te maken voor het publiek, voornamelijk aangeboden door KIDV, met een focus op ontwerp en design.
- Er zijn negen oplossingen gericht op het verbeteren van inzichten in hoe afval gesorteerd of weggegooid moet worden, voornamelijk gevestigd in Nederland en aangeboden door KIDV en Verpact. Buiten Nederland, zijn er ook tools van Recycling Netwerk Benelux en ARP.

#### Materialen en kwaliteit

- De behoefte aan een materiaalpaspoort wordt aangepakt door een tool ontwikkeld door Fraunhofer CCEP, waarvan er twee versies bestaan.
- Er bestaan vier tools om de gewenste materiaalspecificaties aan de eigenschappen te koppelen, ook van recyclaat; echter, KIDV en RecyClass bieden dergelijke tools en standaarden voor Nederland.
- Er bestaan drie tools voor kwaliteitsmonitoring van materiaalstromen binnen de keten (van afvalverwerking naar recyclaat), ontwikkeld door RecyClass in samenwerking met de Universiteit van Gent/Maastricht en TNO, met een focus op industriële behoeften.
- AI-gedreven opschaling van sorteerprocessen is al aan de gang, ondersteund door twee bekende tools (NTCP), hoewel er meerdere technologieën bestaan. Technologieën worden gefaciliteerd door verschillende tools, maar er is geen standaardisatie vastgesteld. Naast tools is er echter voornamelijk technologie ontwikkeling door bijvoorbeeld ISPT, Pellenc St, Fraunhofer IVV, Rensci en CircularFoodPack.

#### Milieu-impacts

- Er vindt veel activiteit plaats op het gebied van LCA, met 11 oplossingen die zich richten op standaardisatie en harmonisatie.
- Methode om brede thema's mee te nemen in scenario's zoals water, biodiversiteit of mensenrechten. Er is geen tool beschikbaar die alleen gericht is op water, biodiversiteit of mensenrechten. Een LCA is echter wel een geschikte methode om inzicht te krijgen in deze aspecten.
- Er is geen vergelijkinstrument op de markt dat de impact van chemische en mechanische recycling vergelijkt. Ook hier zou een comparative LCA als tool gebruikt kunnen worden om inzicht te krijgen in de prestaties van beide verwerkingsmethoden. Naast tools is er echter een programma van Plastics Europe over chemische recycling.
- Een tool voor betrouwbare meetmethoden voor microplastics is beschikbaar van LEMPLAR, wat bijdraagt aan impactrapportage en monitoring.

#### Integrale analyse:

- Er zijn tools beschikbaar voor het modelleren van materiaal- en geldstromen, waarbij variabelen zoals beleid, subsidies, prijzen, handelsbarrières, machtsverhoudingen binnen de toeleveringsketen, energieverbruik en waterverbruik worden meegenomen. Voorbeelden zijn onder andere: Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy (CCPE), Global Action Plastic Partnership, PBL, ISPT.

- Er bestaat op dit moment geen rekentool dat zich alleen richt op procestechnologieën en de koppeling met een economisch, gedrags- en bestuursmodel voor de gehele keten.
- Zoals vermeld in het kopje milieu-impact is er geen oplossing voor het vergelijken van de impact, kosten of baten van chemische en mechanische recycling.
- Er bestaan twee prominente modellen, ontwikkeld door TNO/CITS, voor het modelleren van beslissingen in eigen bedrijf op de rest van de toeleveringsketen.
- Een visie gedreven dashboard bestaat nog niet, maar zou onderdeel moeten zijn van een tool.

## 5.3 Resultaat gap-analyse

In dit subhoofdstuk wordt geanalyseerd wat het verschil ofwel de ‘gap’ is tussen wat is aangegeven door de geïnterviewden en wat de situatie volgens literatuuronderzoek is. Tabel 5.1 geeft een samenvatting van de kennisbehoefte en het kennisaanbod. In de onderstaande subhoofdstukken geeft TNO een schriftelijke reflectie op elk van deze onderwerpen.

Dit betreft allereerst het gebruik van informatiebronnen: wat is er beschikbaar versus wat wordt gebruikt door de geïnterviewden. Vervolgens wordt er per informatiecategorie nader ingegaan op het aanbod van modellen, methoden en tools in relatie tot de geïdentificeerde kennisbehoefte. In hoeverre is er sprake van een gap tussen vraag en aanbod, waar is er al een match en wat zijn mogelijke ontwikkel- of verbeterpunten? Hierbij is de uitdaging om enerzijds een overzicht te geven om inzicht te krijgen in behoefte en aanbod en anderzijds voldoende detail te geven om de benodigde differentiatie te zien voor verschillende ketenspelers en topics.

**Tabel 5.1:** Samenvattende tabel kennis- en tool-behoefte, -aanbod en -ontbrekende kennis.

Kennis – en toolbehoefte	Huidig kennis- en toelaanbod	Ontbrekend kennis- en toelaanbod
<b>Consumenten en gedrag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Communicatiemethode voor duurzaamheidsinformatie toegankelijk maken.</li> <li>• Simpele manier om verpakkingsafval en regels te begrijpen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden voor communicatieverbetering.</li> <li>• Oplossingen voor afvalsortering en recycling (Netwerk Benelux en ARP, Verpact, Milieucentraal).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sociaal wetenschappelijke kennis, communicatie en transitieproces ontbreken. Maar ook economie en effecten van beleidsinstrumenten zijn amper aanwezig in de gevonden tools en modellen.</li> </ul>
<b>Materialen en kwaliteit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialenpaspoort.</li> <li>• Tool voor materiaal specificaties en recyclaat.</li> <li>• Kwaliteitsmonitoring in de keten (recycling).</li> <li>• AI-opschaalmogelijkheden voor sortering.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialenpaspoort (Fraunhofer CCPE).</li> <li>• Er bestaan vier tools om de gewenste materiaalspecificaties aan de eigenschappen te koppelen, ook van recyclaat; echter, KIDV en RecyClass</li> <li>• Tools voor materiaalspecificaties en kwaliteitsmonitoring (RecyClass, TNO).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI-gedreven sorteringstechnologie is nog niet gestandaardiseerd.</li> </ul>
<b>Milieu-impact</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LCA standaardisatie voor verpakkingen.</li> <li>• Methode voor scenario's (water, biodiversiteit).</li> <li>• Vergelijkingsmodel voor chemische en mechanische recycling.</li> <li>• Meetmethodes voor microplastics.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activiteiten rondom LCA, vooral in harmonisatie.</li> <li>• Meetmethoden voor microplastics (LEMPAR).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tools voor bredere milieu-impact scenario's (biodiversiteit, mensenrechten) ontbreken.</li> <li>• LCA voor chemische en mechanische recycling is beperkt.</li> </ul>
<b>Integrale analyses</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiaal en geld flow model</li> <li>• Rekenmodel koppeling economisch, gedrags- en bestuursmodel voor gehele keten.</li> <li>• Vergelijkingsmodel chemische en mechanische recycling</li> <li>• Model voor keten modellering</li> <li>• Een dashboard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tools voor modelleren van materiaal- en geldstromen (CCPE, Global Plastics).</li> <li>• Vergelijkingsmodel voor recycling (Fraunhofer).</li> <li>• Twee prominente modellen (TNO/CITS), voor het modelleren van beslissingen de rest van de toeleveringsketen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekentools voor proces technologieën en hun impact ontbreken.</li> <li>• Geen vergelijkingsinstrument voor chemische vs. mechanische recycling.</li> <li>• Visiegedreven dashboard ontbreekt.</li> </ul>



### 5.3.1 Gap-analyse huidige informatiebronnen

Er zijn bepaalde informatiebronnen en organisaties genoemd in Hoofdstuk 5.2 die al door de geïnterviewde organisaties worden gebruikt. Stakeholders halen informatie op uit samenwerkingsverbanden, literatuur en open bronnen, kennis- en onderzoeksinstellingen, het zelf genereren van data of overige tools.

TNO vergeleek de bronnen uit de interviews met de bronnen die werden gevonden in het literatuuronderzoek. De resultaten tonen een overlap aan en TNO kan bevestigen dat de reeds gebruikte tools ook als relevant werden beschouwd in ons onderzoek. Behalve CSRD werden ze allemaal in het literatuuronderzoek gevonden. Bijvoorbeeld tools van RecyClass, KIDV, Verpact of organisaties zoals Eurostat, of CE Delft werden genoemd in de interviews en ook als erg relevant beschouwd in het literatuuronderzoek. We hebben echter gemerkt dat slechts een beperkt aantal van de beschikbare tools van deze organisaties worden gebruikt, terwijl ze een bredere set bieden.

Uit de analyse bleek, dat de momenteel gebruikte informatiebronnen niet voldoen aan de kennisbehoefte of praktische tools die daadwerkelijk in nodig zijn. Er is een gap gevonden, aangezien een reeks van 29 aanvullende organisaties en tools zijn gevonden. De lijst in Bijlage C.1.1 toont organisaties die relevante tools voor de kennisbehoefte bieden.

Kennis en informatie van onderzoek organisaties zoals Fraunhofer CCEP, Umsicht en IVV worden nog niet altijd gebruikt als informatiebron. Dit gaat bijvoorbeeld om universiteiten (Wageningen, Maastricht), associaties en programma's als: Association Plastic Recycling, Plastics Europe, Recyclingnetwerk Benelux, maar ook wetenschappelijke organisaties zoals de Joint Research Center. Verder is te zien dat veel van de gebruikte en beschikbare tools zijn ontwikkeld door onderzoeksconsortia of programma's.

Concluderend kunnen we zeggen dat de geïnterviewde organisaties zich al bewust zijn van enkele relevante organisaties die tools aanbieden, maar dat er nog steeds een groot aantal organisaties, kennis en tools onvoldoende benut of toegepast worden.

### 5.3.2 Toolaanbod binnen consumenten en gedrag

Uit de in de interviews opgehaalde kennisvragen blijkt dat rond consumentengedrag behoefte bestaat aan tools die inzicht bieden in afvalscheiding en de impact van plastic op het milieu. Het gewenste inzicht voor de consument of de ontwerper is hoe het afval het beste kan worden gescheiden en bepaalde beslissingen daarop te baseren, en hoe dat inzicht kan worden gekoppeld aan waardeketenperspectieven. Bijvoorbeeld: hoe zou inzameling en recycling veranderen als we verpakkingen zouden produceren met een ander polymeer?

Bijlage C.1.1 toont tools, modellen en standaards die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in deze informatiecategorie. Daarbij is getracht om voor de tool of model het relevante topic te benoemen.

Over het algemeen is er een zeer beperkt aanbod om aan de kennisbehoefte te voldoen. De organisaties die tools hebben ontwikkeld zijn bijna uitsluitend Nederland gebaseerd (Recycling Netwerk Benelux, APR, Verpact, KIDV, NTCP en Fraunhofer CCPE). Er is voornamelijk methodiek beschikbaar voor zelfbeoordeling. De meeste oplossingen zijn online beschikbaar en voornamelijk ontwikkeld voor ontwerp. Er zijn twee oplossingen (Verpact,

Milieucentraal) gericht op de ondersteuning van consumenten bij het correct sorteren en wegwerpen van afval. Er is een duidelijke behoefte aan algemeen meer toegankelijke en begrijpelijke tools voor consumenten.

De meeste oplossingen zijn online tools voor zelfbeoordeling, zoals de Plastic Wijzer of de verpakkingscatalogi van Verpact. Maar ook KIDV heeft een online tool "de weggooiwijzer" en de Recyclecheck waarmee de keuzes van verpakkingsontwerpers, marketeers en inkopers worden ondersteund als ze een nieuwe product-verpakkingscombinatie op de markt brengen. RecyClass publiceerde een online zelfbeoordelingstool voor de recycleerbaarheid van plastic verpakkingen. De beoordeling zelf lijkt goed gedekt in dit domein. Ook is er zuivere kennis beschikbaar, naast de beoordeling, door te kijken naar de KIDV kennisbank.

Hoewel de bovengenoemde tools zijn gericht op een breed publiek van producenten, zijn er ook twee meer academische benaderingen door Fraunhofer CCPE en een modulatie tool van Verpact.

De tools zijn allemaal openbaar beschikbaar en toegankelijk, hoewel een basiskennis van polymeren en data beschikbaarheid nodig is om een resultaat of uitslag toe te passen.

Concluderend kunnen we zeggen dat consumenten tools zouden gebruiken als ze beschikbaar zijn en dat het huidige aanbod een enigszins onderbouwd antwoord geeft op hoe afval te sorteren en weg te gooien. Er moeten nog stappen worden gezet richting internationale tools. Elk land heeft verschillende sorteer-, inzamel- of verwerkingsstappen en infrastructuur. Dat heeft effect op hoe het afval van hetzelfde product in verschillende landen wordt verwerkt en wat de potentiële impact zal zijn.

Ook zou gestimuleerd kunnen worden om de afvalkwestie al in de productiefase op te zoeken en te analyseren welk polymeer of welke recycleaat te gebruiken die de minste impact heeft op het milieu of sociaal-maatschappelijk gebied.

### 5.3.3 Toolaanbod binnen materialen en kwaliteit

De interviews toonden aan dat organisaties behoefte hebben aan betere inzichten in materiaalkwaliteit en -aspecten. De kennisbehoeften en vragen in deze categorie waren: "Waar in de keten moet ik investeren? Op welke polymeerstromen kan ik betrouwbaar investeren?" De vragen zijn gesteld met het doel om recycleaat beter te kunnen toepassen of hoger kwaliteit recycleaat te kunnen produceren.

Oplossingen en kennis die gewenst waren om aan de behoefte van materiaal- en kwaliteitsvragen te voldoen, betreffen een productpaspoort, slimme oplossingen voor het sorteren van afval, kwaliteitsmodellen voor mechanische of chemische recycling, ontwerprichtlijnen met kwaliteitseisen, en beoordelingen om de recycleerbaarheid van polymeren te identificeren.

Tabel c.1 toont de bestaande 14 toepasbare, relevante tools van partijen zoals TNO, Fraunhofer CCPE, RecyClass, RIVM, Universiteit Gent/Maastricht, KIDV, ARP, Eurostat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, JRC. Het is zichtbaar dat de oplossingen worden aangeboden door een breed scala aan organisaties, van de particuliere sector tot onderzoeksorganisaties, universiteiten, ministeries, brancheorganisaties. Het blijkt dat oplossingen vaak gezamenlijk worden ontwikkeld in programma's en consortia (bijv. Initiatieven van Eurostat, UBA, UNEP,) in plaats van op individueel niveau. Ook zijn er veel programma's zoals InReP of CosPaTox.

De meest relevante tool is het digitale productpaspoort dat wordt ontwikkeld door Fraunhofer CCPE. Een dergelijk productpaspoort is een gewenste technologie van enkele geïnterviewde organisaties en zou inzicht moeten bieden in de hele waardeketen.

Wat betreft een slimme oplossing om plastic fracties vooraf te verwerken voor recycling is er een AI-gebaseerde oplossing ontwikkeld door NTCP. Er zijn verder geen volledig ontwikkelde AI-gebaseerde of datagestuurde tool-oplossingen gevonden voor het sorteren van afval. Door het literatuuronderzoek hebben we naast tools ook programma's en technologieën geïnventariseerd. Binnen materiaal en kwaliteit was hierin zichtbaar dat er een reeks technologische ontwikkelingen is, bijv. zoals CircularFoodPack.

Er zijn enkele oplossingen die niet voldoen aan de vereisten van een tool of model, maar eerder kwalitatieve standaarden zijn zoals richtlijnen. Er is een trend voor ontwerprichtlijnen die gericht zijn op het verbeteren van de kwaliteitsnormen van de gebruikte materialen of materiaalmengsels binnen een product- of waardeketen. Voorbeelden van tools zijn voornamelijk de RecyClass Design for Recycling richtlijnen, het controlled blendingmodel, en het recyclability evaluation protocol. Maar er is ook een rekentool voor herbruikbare verpakkingen door KIDV. Verschillende tools zijn ook beschikbaar van overheids-/publieke sectororganisaties (Universiteit Gent/Maastricht en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat).

Er is één belangrijk model ontwikkeld door JRC, namelijk het "top-down mass flow analysis model voor de plastic waardeketen". Het lijkt erop dat zo'n soort model onmisbaar is voor een correcte en wetenschappelijk onderbouwde beoordeling, maar er is een duidelijke behoefte om dergelijke mass flow modellen in de algemene praktijk te integreren.

De oplossingen richten zich voornamelijk op de kennisbehoefte van de stakeholders bij afvalinzameling en recycling, (product)ontwerp, en wetgeving. Bovendien vonden we een trend dat de momenteel beschikbare oplossingen zich richten op de hele industrie in plaats van alleen een stakeholder, met voorbeelden zoals voor het productpaspoort. Ook zijn de beschikbare oplossingen voornamelijk gericht op de topics rond technologie (vooral voor recycelaat), milieu-impact en gezondheid, productontwerp, en wetgeving & maatregelen. Maar er zijn ook twee voorbeelden die specifiek kijken naar "systeemtransitie", namelijk de ClearR Clean material recycling door het RIVM en het Recycling Quality model dat mede is ontwikkeld door TNO. Een conclusie hiervan is dat de huidige tools al beginnen te kijken naar het systeemperspectief en systeemverandering.

### 5.3.4 Toolaanbod binnen milieu-impacts

Uit de in de interviews opgehaald kennisvragen blijkt dat rond Milieu-impacts vooral behoefte is aan levenscyclus gebaseerde informatie over allerlei verschillende milieuthema's zoals water, biodiversiteit of mensenrechten maar ook nog niet bestaande meet- en beoordelingsmethoden voor microplastics, ten einde impacts van bijv. verschillende recyclingtechnologieën en -routes met elkaar te kunnen vergelijken.

Het aanbod aan tools (Bijlage C.1.5), methoden en modellen voor milieu-impact beoordeling is zeer breed en divers. Er zijn LCA methodieken beschikbaar, die een historie van tientallen jaren heeft en deels is vastgelegd in ISO procedures. Dit geldt echter vooral voor "standaard" LCA's en niet voor nieuwe technologieën en impacts. Daartoe dienen methodische uitdagingen op het gebied van technologie-innovatie, ontwikkeling en opschaling maar ook beoordeling van "nieuwe" impacts op het gebied van milieu- en gezondheid (bijv. GESAMP)

en circulariteit (kwaliteit, multi-loop recycling) te worden opgelost. Hier zijn een aantal initiatieven genomen (bijv. RUG, JRC, Fraunhofer). Voor LCA's geldt echter dat ze vrij arbeids- en kostenintensief zijn omdat voor elk product of technologie in elke situatie een LCA gemaakt moet worden waarbij een grote hoeveelheid data nodig zijn. Harmonisatie en standaardisatie is hierbij van het grootste belang om tot betrouwbare resultaten te komen. Verder is ook te zien dat deze methoden voornamelijk genoemd zijn binnen het topic Milieu-impact en gezondheid, en dus geen integraal onderdeel vormen van een circulaire plastics aanpak.

Naast LCA methoden is er een keur aan tools zoals EnvPack maar ook KIDV's recycle check die inzoomen op een bepaald deelgebied (bijv. ontwerp van verpakkingen) om de (LCA gebaseerde) milieu-impact vast te stellen, vaak in een statisch systeem, bijv. de huidige situatie. Deze tools zijn bruikbaar om een gebruiker snel informatie te geven op een deelgebied, maar hebben dus een beperkte geldigheid.

Daarnaast zijn er modellen die pogen om LCA informatie en databases op een consistente en flexibele manier toe te passen voor het plastic systeem in de transitie van een lineair naar een circulair systeem. Hierin worden material flow analysis, circulaire maatregelen en scenario's gecombineerd, waardoor het richting een integrale systeemanalyse gaat (bijv. het CITS model van TNO). Dit is het strikt genomen niet helemaal omdat het zich beperkt tot milieu-impacts (biodiversiteit, abiotische materiaaldepletie en gezondheidsimpacts) en analyse van bijv. economische of sociale aspecten ontbeert.

Concluderend kunnen we stellen dat het huidige aanbod van zowel methoden, tools en modellen op het gebied van milieu-impacts de kennisbehoefte uit de interviews probeert te adresseren maar dat er nog stappen gemaakt dienen te worden om deze specifiek voor de circulaire plastics toepasbaar te maken, in termen van plastic impacts (op het gebied van milieu, gezondheid en circulariteit) of circulaire en dynamische aspecten van het plastic systeem.

### 5.3.5 Toolaanbod binnen Integrale analyses

Uit de in de interviews opgehaalde kennisvragen blijkt dat rond Integrale analyses er behoefte is aan modellen om het plastic systeem in de circulaire transitie te kunnen begrijpen in termen van verschillende oplossingsroutes (typen recycling of R-strategieën) en consequenties voor alle facetten (economie, milieu, sociaal) en visie en sturingsmogelijkheden (beleidsinstrumenten, bedrijfsvoering) die verschillende actoren (e.g. overheid, consument, bedrijven) hierin hebben.

Op het gebied van standaarden en richtlijnen zijn een aantal voorbeelden gevonden, zoals de ontwikkeling van circulariteitsindicatoren (Raw material consumption indicator, Material footprint, Material flow accounting, System of Environmental Economic Accounting). Dit speelt zich vaak op internationale schaal af.

Als we kijken naar het modelaanbod (Bijlage C.1.6) op het gebied van Integrale analyses, dan zien we dat er een flink aantal integrale systeem modellen zijn. Ze hebben elk meerdere aspecten op het gebied van economie, mens en milieu aan boord maar dekken vaak maar een stuk(je) van het circulaire plastic systeem af, bijvoorbeeld: CTM - de industriële en landgerelateerde (koolstof) productieprocessen, PRISM - kosteneffectieve en duurzame plastic recycling, CIMS - kosteneffectieve CO<sub>2</sub> mitigatie door het chemische cluster (incl. plastic productie), PLMFA - sector reductiestrategieën voor mondiaal plastic zwerfafval en microplastics, CITS - circulaire strategieën voor plastics en metalen, PRe -inzamel- en sorteer strategieën voor mechanische recycling van plastic verpakkingen, PLAIA - mondiale

CO<sub>2</sub> mitigatie door recycled en biobased plastic productie, EXIOMOD - economische ontwikkeling als gevolg van CO<sub>2</sub>- en circulariteitsbeleidsmaatregelen.

Dit betekent dat de integrale modellen elk hun sterktes en zwaktes hebben en dus zeker niet dekkend zijn voor het gehele circulaire plastics systeem met al haar facetten. We kunnen wel spreken van een mooie lappendeken die een eerste begin is, maar nog de nodige open plekken heeft die afgedekt moeten worden.

Hierbij dient ook genoemd te worden dat de integratie met de andere informaticategorieën een aandachtspunt is. Als het gaat om milieu-impacts dan beperken bijna alle modellen zich tot klimaatverandering. Uitzondering is CITS dat probeert prospectieve LCA te integreren in circulaire systeemanalyse (maar dit model modelleert geen kosten en economie). Consumentengedrag is een zwak punt in alle modellen; “gedrag” wordt, voor zover aanwezig in de modellen, over het algemeen gesimplificeerd tot rationeel economisch gedrag van actoren (kosten-optimaal, winstmaximalisatie of paretoverdeling) of aangenomen in scenario verhaallijnen en -parameters. Materialen en kwaliteit worden ook vaak gemodelleerd aan de hand van scenario's al is er begonnen met het endogeen modelleren van materiaaleigenschappen en kwaliteitsaspecten van virgin materialen en recycelaat.

Ook valt op dat een flink aantal Nederlandse kennisorganisaties hier actief zijn, zoals TNO, PBL, UU, WUR, FBR alsmede consultants (Kalavasta, CE Delft etc.), wat de indruk geeft dat Nederland hier in voorop loopt. In elk geval is er een sterke kennisbasis om op het gebied van integrale analyse vooruitgang te boeken.

### 5.3.6 Verdieping Integrale analyses en Milieu-impacts

Omdat er met name op het gebied van Integrale analyses en Milieu-impacts vraag en aanbod is, is voor deze informaticategorieën een aantal belangrijke methoden en modellen nader geanalyseerd om te kijken wat volgende stappen zouden zijn om de sterktes van modellen te gebruiken om de zwaktes van andere modellen te verminderen. Het betreft de volgende tools (uitgebreide tool informatie lijst met referenties in de Bijlage C.1):

- Clear Clean Material Recycling project, RIVM
- Carbon Transition Model (CTM), Kalvastra, ISPT
- Hybrid Life Cycle Assessment (LCA)
- Modular LCA
- Plastic Integrated Assessment Model (PLAIA) / Integrated Assessment Models (IAM), PBL
- Plastic waste material flow analysis (MFA) model, Copernicus Institute for Sustainable Development, Utrecht Universiteit (UU)
- PRe Plastic Packaging Recycling Model, Wageningen Food & Biobased Research
- Recycle Quality model (QRMP), University of Ghent / Maastricht / TNO
- Systemiq model, Delterra, The Recycling Partnership
- Verschillende Integrated System modellen van TNO (CITS, PRISM, CIMS, PLMFA, EXIOMOD)

Gekeken is naar tien verschillende eigenschappen van de modellen, namelijk:

- Circulaire Economie integratie
- Innovatiepotentieel
- Socio-economische aspecten
- Domein en scope

- Stakeholderrelevantie
- Beleidsrelevantie
- Databeschikbaarheid
- Implementatiegemak
- Modeltoegankelijkheid
- Transparantie

Deze verdiepende analyse bevestigt het eerder vastgestelde beeld dat modellen onderling sterk verschillen op de onderzochte eigenschappen, waarbij ieder model sterktes en zwaktes heeft. Domein en scope van de modellen zijn eerder complementair dan overlappend – en ze zijn niet met elkaar verbonden. Het is dus zaak om van elk van de modellen te leren en deze te combineren en te verbeteren in een integraal systeem model. TNO heeft daartoe een eerste poging gedaan met een integraal systeem van eigen modellen middels CITS (...). Een integraal model systeem zou de ruggengraat kunnen vormen van een model suite waarbinnen ook plaats is voor eerder besproken tools die zich richten op een bepaald deelgebied, vaak in een statisch systeem, bijv. de huidige situatie. Dit integraal model systeem zou de benodigde kennisontwikkeling op het gebied van milieu-impacts, materialen en kwaliteit en consumenten en gedrag op een consistente manier moeten verbinden en laten interacteren met de verschillende tools in de periferie.

## 5.4 Conclusie kennisvraag en -aanbod

Op basis van de kennisbehoeften voerde TNO een literatuuronderzoek uit naar beschikbare tools, standaarden, technologieën, programma's. Er werd een breed scala aan actieve tools en programma's gevonden, maar deze zijn vaak te algemeen of soms juist te specifiek en daardoor minder geschikt voor concrete behoeften zoals geïdentificeerd in het onderzoek.

Het volgende kan worden geconcludeerd op basis van 'vraag en aanbod' van tools en modellen op het gebied van circulaire plastics:

- Er zijn veel tools beschikbaar op allerlei deelaspecten zoals CO<sub>2</sub>, milieu, circulariteit recyclebaarheid, wetgeving, sortering van verpakkingsafval etc., bijvoorbeeld (Recy-Class, Verpact.nl, KIDV tools), waarbij er een sterke focus is op verpakkingen. Het lijkt erop dat veel tools zelfevaluatie zijn.
- Veel van de tools zijn nog in ontwikkeling omdat de kennis over plastics circulariteit sterk in ontwikkeling is (bijvoorbeeld plastic specifieke milieuaspecten zoals micro-plastics, recycleerbaarheid en koolstofcirculariteit), en omdat er nog veel verandert binnen tools die focussen op de hele industrie, de hele waardeketen (CPI, ISPT) en systeem verandering (PRISM, TNO, CE Delft). Een enkel model kijkt breder dan deelaspecten en bestrijkt een deelgebied, bijv. LCA doet dit voor alle milieuaspecten over de gehele keten; dit zijn goede elementen voor een integraal systeem model.
- Deelgebieden die zwak vertegenwoordigd zijn betreffen de sociaal wetenschappelijke kennis, waarbij met name gedrag (consumenten en burger), communicatie en transitieproces ontbreken en alleen de economische insteek aangetroffen is. Maar ook economie en effecten van beleidsinstrumenten zijn amper aanwezig in de gevonden tools en modellen.
- Een integrale methode of systeemmodel dat zowel de deelaspecten als deelgebieden verbindt en overstijgt, ontbreekt vooralsnog, terwijl daar duidelijk wel behoefte aan is.

# 6 Invulling informatiebehoefte: Transitieplatform

## 6.1 Introductie

Uit de interviewresultaten in Hoofdstuk 3 blijkt er een duidelijke kennis- en informatiebehoefte te bestaan met betrekking tot de transitie naar een circulaire plasticseconomie. In Hoofdstuk 3.2 zijn de randvoorwaarden beschreven die volgens de geïnterviewden hierbij van belang zijn. Voor deze kennisontwikkeling is veel data nodig. Uit de randvoorwaarden voor data opgehaald uit de interviews (paragraaf 3.2.3) blijkt dat er behoefte is aan een centrale dataverzameling met FAIR data die op een veilige manier beheerd en ontsloten worden.

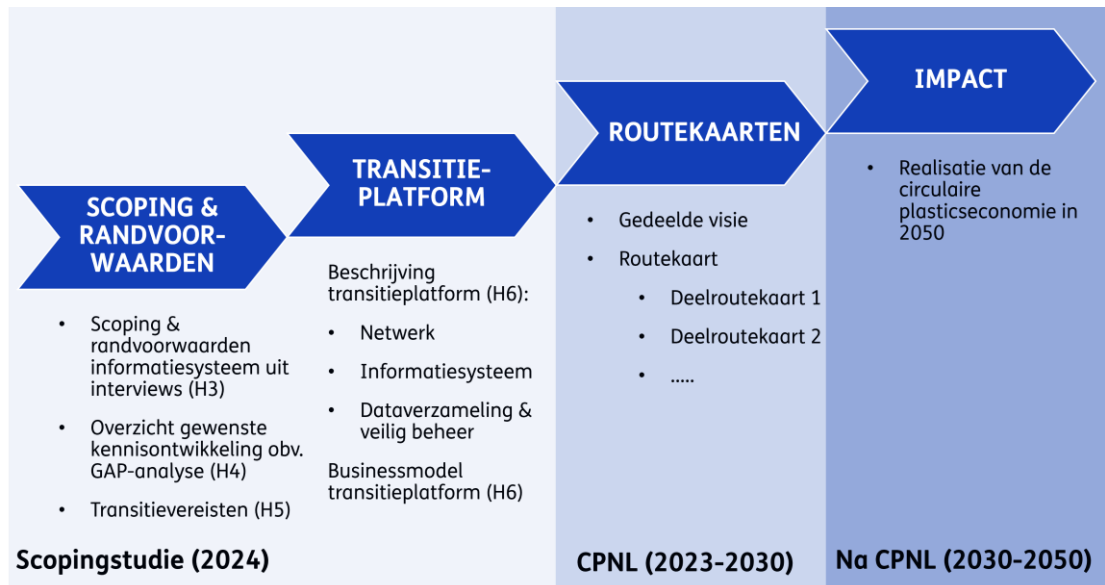
Een belangrijke conclusie van deze studie is dat enkel een informatiesysteem niet voldoende is om de gewenste impact te bereiken, er is een systeemtransitie nodig; hiervoor hebben de volgende vier transitievereisten prioriteit (zie paragraaf 4.4):

- Gedeelde richtinggevende visie om te komen tot gezamenlijke oplossingen (#1)
- Volledige en goed werkende netwerken en interacties tussen ketenpartners (#3)
- Coherent overheidsbeleid (#4)
- Monitoring en bijsturen van de circulaire transitie (#10)

Uit onze analyse blijkt ook dat de kennis- en samenwerkingsbehoeftes organisatie-overstijgend zijn. De kennisbehoefte bestaat voornamelijk uit systeemvragen, waarbij onderlinge afhankelijkheden in het plastics ecosysteem van belang zijn. Daarnaast is er betrokkenheid nodig van alle stakeholders om de data te leveren die ten grondslag liggen aan het informatiesysteem. Ten slotte zijn er gezamenlijke vraagstukken die geformuleerd dienen te worden binnen netwerken, en alleen beantwoord kunnen worden met voorspellingen uit het informatiesysteem.

Om aan deze behoeftes en randvoorwaarden te voldoen, is er een Transitieplatform nodig, bestaande uit Netwerken, een Informatiesysteem en Dataverzameling & veilig beheer. Figuur 6.1 beschrijft hoe op basis van de scoping studie, het Transitieplatform middels concrete resultaten bijdraagt aan de verwachte impact: 'Realisatie van een 100% circulaire plasticseconomie in 2050'. Dit wordt bereikt door het formuleren van een gedeelde visie met bijbehorende routekaart. Deze visie moet nog ontwikkeld worden, dit wordt beschreven in Hoofdstuk 7.2.1.





**Figuur 6.1:** Resultaten van de scopingstudie, de beoogde resultaten van het transitieplatform voor CPNL (visie en routekaarten) en de beoogde impact na CPNL, (TNO).

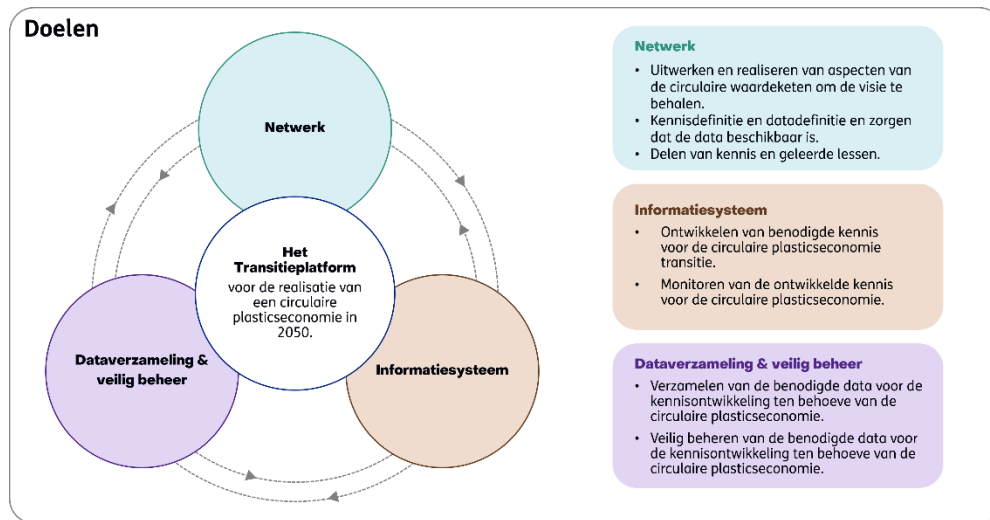
In dit hoofdstuk volgt de beschrijving van het te ontwikkelen Transitieplatform en een voorstel voor hoe deze ingevuld kan worden met bijbehorende doelen en mogelijke rollen (6.2). Vervolgens volgt een beschrijving van elk onderdeel van het Transitieplatform, het Netwerk (6.3.1), een Informatiesysteem (6.3.2) en Dataverzameling & veilig beheer (6.3.3) en de randvoorwaarden (6.4). Ten slotte wordt een mogelijke invulling van een exploitatiemodel van een dergelijk Transitieplatform beschreven (6.5).

## 6.2 Doelen van het transitieplatform

Om de circulaire transitie te bereiken stelt TNO als oplossing voor een “Transitieplatform” op te zetten dat bestaat uit de volgende onderdelen: 1) Netwerk, 2) Informatiesysteem, 3) Dataverzameling & veilig beheer.

Het overkoepelende doel van het Transitieplatform is het faciliteren van de transitie naar een circulaire plasticseconomie. Het Transitieplatform faciliteert dit door het ontwikkelen, uitvoeren en monitoren van de transitie op deelonderwerpen met een visie en bijbehorende routekaarten (Figuur 6.2). De routekaarten zijn gebaseerd op een gedeelde visie die nog ontwikkeld moet worden, een aanbeveling voor hoe hiertoe te komen, staat beschreven in Hoofdstuk 7.2, Aanbevelingen voor vervolgstappen.





Figuur 6.2: Doelen van het Transitieplatform, (TNO).

De doelen van het ‘Netwerk’ zijn om de visie te realiseren door het uitwerken van routekaarten voor deelonderwerpen en de voortgang van de routekaarten te monitoren en bij te sturen. Een onderwerp is bijvoorbeeld technologie, waarin een visie wordt ontwikkeld hoe technologie kan bijdragen aan een circulaire plasticseconomie in 2050. Daarnaast zal er in het netwerk de benodigde kennis- en data gedefinieerd worden, afhankelijk van het onderwerp waar het deel-netwerk zich op richt. Het netwerk zal zich erop richten om deze data zoveel mogelijk beschikbaar te maken via de deelnemers. Ten slotte zal er in de netwerken kennis en geleerde lessen gedeeld worden.

Om te komen tot een transitie naar een circulaire plasticseconomie is veel informatie nodig, die grotendeels nog niet voorhanden is. Deze informatie zal op een consistente en wetenschappelijk onderbouwde manier ontwikkeld moeten worden. Dit gebeurt binnen het ‘Informatiesysteem’. De informatie betreft een grote diversiteit aan productapplicaties, materialen, circulaire opties, technologieën, duurzaamheidsaspecten, stakeholders etc. Enerzijds zal dit dienen om routes naar en omstandigheden voor een circulaire plastics economie te verkennen, anderzijds zal deze informatie nodig zijn om de stand van zaken met betrekking tot de circulaire plastics economie te kunnen analyseren en monitoren.

Daarnaast dient de informatie, bestaand of nieuw, op een toegankelijke manier ter beschikking te komen aan stakeholders om deze verder te helpen om hun rol te spelen in de circulaire plastics economie.

In het ‘Netwerk’ worden de benodigde data gedefinieerd. De doelen van ‘Dataverzameling en veilig beheer’ zijn om de data FAIR te maken. Daarnaast moet de data op een veilige manier verzameld te beheerd worden. Op deze manier wordt beter gewaarborgd dat stakeholders bereid zijn om hun data te delen.

## 6.3 Beschrijving van het Transitieplatform

Hieronder volgt een beschrijving per onderdeel, maar voor een succesvol Transitieplatform is het allereerst essentieel te vermelden dat de drie onderdelen ('Netwerk', 'Informatiesysteem' en 'Dataverzameling & veilig beheer') nauw met elkaar verbonden zijn.

Binnen de netwerken wordt kennis uit de informatiesystemen gebruikt om afspraken te maken en visie te vormen. Daarnaast wordt hier bepaald welke data nodig zijn. De data en het veilig beheer ervan zijn weer essentieel voor het voeden van het informatiesysteem. De drie onderdelen zijn dus onlosmakelijk verbonden.

Hoewel de onderdelen met elkaar verbonden dienen te zijn, is het niet essentieel dat ze door één partij beheerd worden. De individuele onderdelen kunnen door verschillende partijen ontwikkeld en gecoördineerd worden, zolang ze nauw met elkaar samenwerken in een Transitieplatform verband.

### 6.3.1 Netwerk

Om ervoor te zorgen dat de juiste kennis-en data gedefinieerd en gerealiseerd worden, en dat kennis en geleerde lessen met elkaar gedeeld worden stelt TNO voor om een 'Netwerk' op te richten, bestaande uit werkgroepen, een community en een infrastructuur voor communicatie.

In de werkgroepen kan er gewerkt worden aan een gezamenlijke visie en routekaart per relevant onderwerp, zoals bijvoorbeeld 'Hogere R-strategieën'. Om een routekaart te maken is er kennis en data nodig uit het gehele plastics ecosysteem. Deze kennis kan ontwikkeld worden in het 'Informatiesysteem' met de benodigde data uit 'Dataverzameling & veilig beheer'. Het is daarom van belang dat alle typen stakeholders worden vertegenwoordigd in de werkgroepen (fysieke ketenspelers, facilitatoren en beïnvloeders). Bij deze groepen kunnen data worden opgehaald en oplossingen en afspraken keten breed worden getoetst. De stakeholders kunnen gezamenlijke afspraken maken hoe de visie bereikt kan worden en kunnen de voortgang van realisatie monitoren. Per onderwerp, of routekaart, moet echter worden gezocht naar de juiste samenstelling van de werkgroep, om het specifieke doel van de werkgroep te realiseren. De samenstelling moet zo worden gekozen dat de deelnemers goed bij de kernuitdagingen kunnen komen. Dit betekent niet alleen dat de juiste ketenspelers meedoen, maar ook dat de juiste gemotiveerde professionals uit de betrokken partijen aan tafel zitten, die specifieke kennis of mandaat hebben.

De visie en routekaart dienen vervolgens gerealiseerd te worden in het gehele ecosysteem. Om dit te bereiken kan er een community worden opgezet, die bestaat uit partijen voor welke een dergelijke routekaart relevant is. In de community kunnen de organisaties de opgedane kennis uit het informatiesysteem toepassen. Daarnaast is het een manier om met elkaar in contact te blijven, bijvoorbeeld door het organiseren van jaarlijkse events of workshops.

Ten slotte is er infrastructuur nodig om de communicatie te faciliteren, bijvoorbeeld door het opzetten van socialmediakanalen of het uitsturen van een nieuwsbrief.

Om dit te coördineren stelt TNO voor om een netwerkcoördinator aan te stellen. Deze coördinator zorgt ervoor dat een community wordt ontwikkeld, zorgt voor de aansturing van de werkgroepen en zorgt voor de benodigde infrastructuur en content voor communicatie richting de community.

## 6.3.2 Informatiesysteem

### 6.3.2.1 Contouren en randvoorwaarden

Uitgangspunten voor het informatiesysteem zijn de informatiebehoefte en de randvoorwaarden zoals opgehaald in de interviews (Hoofdstuk 4) alsmede het gewenste en bestaande aanbod aan kennis, methoden, modellen en tools (Hoofdstuk 5). Daaruit bleek dat er behoefte is aan grofweg drie verschillende functies van informatie. Ten eerste is er behoefte aan informatie op allerlei aspecten over waar we op dit moment staan met betrekking tot de plastics economie en hoe zich dit ontwikkelt. Dit vatten we samen onder de noemer ‘Monitoring’. Daarnaast is er behoefte aan een integrale visie op de toekomst, inzicht in technologische oplossingen en routes als ook maatregelen om tot een circulair systeem te komen. Dit kenschetsen we als ‘Sturing’. Beiden zijn momenteel slechts minimaal beschikbaar voor plastics en zijn in algemene zin in ontwikkeling binnen het PBL werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie (Delahaye, et al., 2019). Tenslotte is er behoefte aan ondersteunende informatie bij eenvoudigere beslissingen op een deelonderwerp (bijv. productontwerp, afvalscheiding etc.), liefst in de vorm van toegankelijke, eenvoudig te begrijpen informatie en tools. Dit is alleen haalbaar als het een specifieke ketenspeler, deelgebied of -onderwerp betreft. Ten dele zijn dit soort tools beschikbaar, maar ze zijn versnipperd, wellicht niet consistent en het portfolio is zeker niet compleet. Dit benoemen we hier als ‘Ondersteuning’.

Nu is gebleken uit de interviews dat Monitoring, Sturing en Ondersteuning niet voor alle stakeholders even belangrijk zijn. Samengevat kunnen we stellen dat de verschillende onderdelen van belang zijn voor de verschillende stakeholder groepen:

- Monitoring: overheid, industrie;
- Sturing: overheid, industrie, overigen;
- Ondersteuning: consument, kleinere partijen.

De randvoorwaarden die stakeholders stellen aan de informatie (3.2) is ook niet altijd hetzelfde. Gemeenschappelijke randvoorwaarden voor informatie die genoemd worden in de interviews, zijn:

- Begrijpelijk, in staat om de vertaalslag te maken naar een verscheidenheid aan niet-expert gebruikers in de plastic keten (overheid, bedrijfsleven, onderzoek etc.),
- Transparant,
- Toegankelijk (open source),
- Reproduceerbaar,
- Actueel, in de zin van voorop lopend in het onderzoek en consistent met het laatste beleid,
- Gevalideerd,
- Flexibel, in de zin van een ‘living system’ dat in ontwikkeling is.

Maar er zijn ook zaken die voor stakeholders verschillend zijn. Zo werd genoemd dat een integraal systeem model ontwikkeld en bediend moet worden door (model)experts, maar met integratie van specialistenkennis en betrokkenheid van partijen uit de hele keten. Tevens is gezegd dat granulariteit en scope van modellen en tools voldoende gedetailleerd en accuraat moet zijn voor betrouwbare en zinvolle resultaten (in tegenstelling tot wat nu het geval is) maar ook op maat voor verschillende stakeholders of eindgebruikers. Daarbij wordt de suggestie gedaan voor een een versimpeld toegankelijk model of result browser tool. Kort samengevat wil men een Zwitsers zakmes met vele functies.

**Tabel 6.1:** Overzicht van benodigde informatie en randvoorwaarden voor de doelgroepen van elke informatie functie.

Informatie-functie	Te ontwikkelen informatiesysteem	Stakeholdertype	Type informatie	Specifieke randvoorwaarden
Monitoring	Statistical analysis, KPI's, Benchmarking, Instrumenten	overheid, industrie	Datatrends, KPI's, ...	Door experts, up to date data input, anonimiseren van data
Sturing	Integrale analyse van technologische oplossingen, routes en maatregelen voor een circulair systeem: Scenarios, Maatregelen, Gedrag, Circulariteit, Technologie, Materialen, Economie, Milieu	overheid, industrie, overigen	Integraal systeem model, result browser tool, integrale visie op de toekomst, inzicht in technologische oplossingen	Door experts, op basis van specialistische kennis uit hele keten
Ondersteuning	Content voor communicatie, Tools, Helpdesk, Informatiebank	Consument/ gebruikers, kleinere partijen	Hands-on specifieke informatie en tools (data sheets, websites, beslistools, etc.)	Op maat specifiek voor eindgebruikers

Dit stelt eisen aan de te ontwikkelen informatie binnen elke informatiefunctie en de bijbehorende doelgroep / stakeholder. Dit is samengevat in Tabel 6.1.

Een belangrijk aspect hierbij is dat er al vele tools en modellen bestaan. Echter, uit de literatuurstudie is gebleken dat deze over het algemeen niet compleet, gevalideerd, toegankelijk, consistent etc. zijn. Daarom adviseren wij om voort te bouwen op bestaande kennis, ervaringen en eventueel (deel)modellen en deze door te ontwikkelen tot een consistent integraal systeem model dat als een ruggengraat kan dienen voor met name de Sturing richting een circulaire plastics economie. Daarnaast zal de monitoring en sturing van de transitie naar een circulair plastics systeem in samenwerking met het generieke PBL programma Monitoring en Sturing Circulaire Economie dienen plaats te vinden, met betrokken partijen zoals PBL, CPB, CBS, RIVM, om te voorkomen dat de plastics transitie geïsoleerd komt te staan van de overige circulaire materiaal- en producttransities. Tenslotte moet hier gezegd worden dat de bestaande ondersteuning in de vorm van allerhande guidelines, websites en tools zoveel mogelijk gebruikt moet worden binnen het voorgestelde informatiesysteem, maar wel na screening op consistentie, validiteit etc.

Dit zal een aanzienlijke (door-)ontwikkeling vergen op basis van bestaande kennis, tools en systemen. Dit lijkt ons effectief en haalbaar omdat uit de literatuurstudie is gebleken dat Nederland een koploper is op het gebied van circulaire plastics, zoals blijkt uit de grote aantallen betrokken (keten)partijen in onderzoek en beleid alsmede de vele beschikbare deelmodellen en tools.

### 6.3.2.2 Voorstel voor nadere invulling

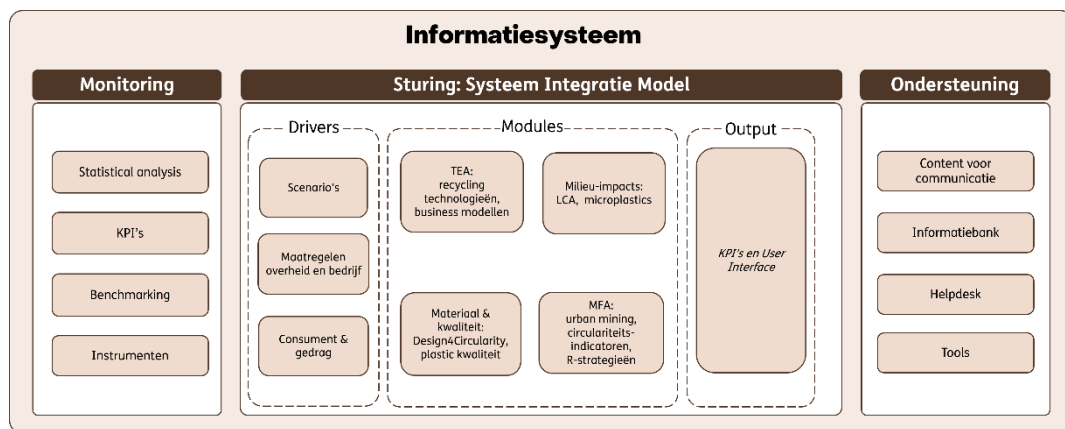
Naast de behoeften en te ontwikkelen verschillende informatie voor doelgroep / stakeholders binnen de informatiefuncties Monitoring, Sturing en Ondersteuning is er specifieke informatiebehoefte aangeduid op het gebied Consumenten en gedrag, Materialen en kwaliteit, Milieu-impacts en Integrale analyse. Tevens is aangegeven dat een levenscyclus benadering centraal zou moeten staan, als ook de invloed van beslissingen over maatregelen van stakeholders op het gehele systeem, inclusief de economische effecten. Tenslotte dient het informatiesysteem toegankelijk te zijn en resultaten middels een dashboard begrijpelijk gepresenteerd te worden.

Mede op basis hiervan geven we in deze paragraaf een nadere invulling van het Informatie-systeem.

#### Sturing: systeem-integratie model

Als ‘ruggengraat’ zien we onder de functie Sturing de ontwikkeling van een systeem-integratiemodel dat de de levenscyclus als uitgangspunt heeft. Dit betekent dat levenscyclus gebaseerde methoden aan de basis zullen staan, te weten Material Flow Analysis (MFA), gecombineerd met Dynamic Stock analysis om circulaire R-strategieën te analyseren en LCA om milieu-impacts te berekenen. Daarnaast kunnen economische effecten worden vastgesteld door middel van Techno-Economic Assessment (TEA) ten behoeve van technologie-beoordeling. Tevens is er aandacht nodig voor Materiaaleigenschappen en kwaliteit, wat op dit moment nog in de beginfase van ontwikkeling is in termen van modellering. Samen levert dit 4 modules op die het plastic systeem over de tijd kunnen modelleren.

Om het systeem daadwerkelijk te kunnen sturen is er inzicht nodig in de drijvende krachten en maatregelen, die elk worden weergegeven in de modules Scenario’s respectievelijk Maatregelen van overheid en bedrijfsleven. Een aparte module wordt gereserveerd voor wederom een onderzoeksveld dat, in ieder geval voor plastics circulariteit, in de kinderschoenen staat: Consument en gedrag. Tenslotte is er een output module nodig, geïnspireerd op de behoefte aan een dashboard, die KPI’s en User-interface beslaat. Op deze manier bestaat het systeem-integratie model uit 8 logische en consistente modules die de gevonden behoeftes van de stakeholders goed afdekken, zie Figuur 6.3 voor een grafische weergave hiervan.



Figuur 6.3: Mogelijk invulling van het ‘Informatiesysteem’, (TNO).

### Monitoring

Consistent met het systeem-integratiemodel zal er een monitoring systeem moeten worden opgezet. Daarover is door de stakeholders wat minder gezegd in de interviews, al is aangegeven dat KPI's en inzicht in data en overheidsinstrumenten waardevol worden geacht, vooral met een focus en invloed op de hele keten. Daarbij is specifieke aandacht vereist voor (algemeen geaccepteerde) circulariteitsindicatoren. Vandaar dat hier tentatief modules op het vlak van Statistical analysis, KPI's, Benchmarking en Instrumenten worden voorgesteld – al is een andere indeling ook mogelijk. Hierbij willen we nogmaals benadrukken dat consistentie met in het programma Monitoring en Sturing Circulaire Economie ontwikkelde en te ontwikkelen monitoringsmethoden en KPI's van het hoogste belang is.

### Ondersteuning

Tenslotte is er een ondersteuning-systeem nodig, dat 'hands-on' informatie en ondersteuning kan bieden aan stakeholders bij specifieke vragen en problemen op deelgebieden. Deels zal dit gebeuren aan de hand van de eerder gevraagde tools, die voor zover ze bestaan binnen het Informatiesysteem kunnen gaan functioneren en onderhouden worden, na validatie en wellicht adaptatie. Daarnaast zullen er nieuwe tools ontwikkeld kunnen worden, eventueel als toegankelijke vertaling naar stakeholders van onderdelen van het systeem-integratiemodel (SI-model). Maar naast tools kan men ook denken aan een help-desk, informatiebank of content voor communicatie via bijvoorbeeld een website. Dit is niet een uitputtende opsomming van modules maar een indicatie van verschillende typen modules die bij ondersteuning een rol zouden kunnen spelen.

Zie Figuur 6.3 voor een schematische weergave van het beoogde informatiesysteem met de drie verschillende informatiefuncties en de verschillende modules hierbinnen.

### Overige aspecten

Op basis van de huidige studie concludeert TNO dat het informatiesysteem idealiter moet voortbouwen op de tools en kennis die er al is en zijn. Te denken valt aan een informatiesysteem, waarbinnen verschillende tools en kennis op deelaspecten consistent verbonden worden (bijvoorbeeld door soft-links), waarbij bestaande en nieuwe tools beschikbaar en toegankelijk worden gemaakt, en waarbij data centraal en op consistente en een veilige manier worden ontsloten (zie hoofdstuk 6.2.3).

Er zijn wel publieke tools (zoals van KIDV), maar weinig open source modellen. De modellen zijn in het algemeen niet makkelijk toegankelijk, vragen veel data (die vaak niet publiek zijn) en worden bediend door de experts. Om de informatiebehoefte van ketenspelers te vervullen zal aandacht nodig zijn voor het toegankelijk maken dan wel vertalen van resultaten naar niet-expert gebruikers in de keten.

Een SI-model kan voor verschillende type plastics of plasticproducten de kosten en baten bepalen van circulaire processen en doorrekenen welke strategieën en maatregelen doelmatig zijn voor meer circulariteit. Daarnaast kunnen verschillende impacts van de processen worden berekend, zoals CO<sub>2</sub>, maar ook microplastics en watergebruik. Het kan de basis vormen voor het vormen van visies en het beantwoorden van complexe vraagstukken. Het SI-model is de ruggengraat van het Informatiesysteem en geeft consistentie aan de visie, routekaart en verder onderzoek binnen CPNL, maar ook aan de tools en modellen daarbuiten. Anderzijds zullen bestaande tools, modellen en programma's / projecten een waardevolle basis geven aan het te ontwikkelen SI-model.

TNO beveelt aan om een informatiesysteemcoördinator aan te stellen. Deze coördinator is verantwoordelijk voor coördinatie van het ‘Informatiesysteem’ en stuurt de drie thematrekkers (sturing, monitoring en ondersteuning) aan.

### 6.3.3 Dataverzameling & veilig data delen

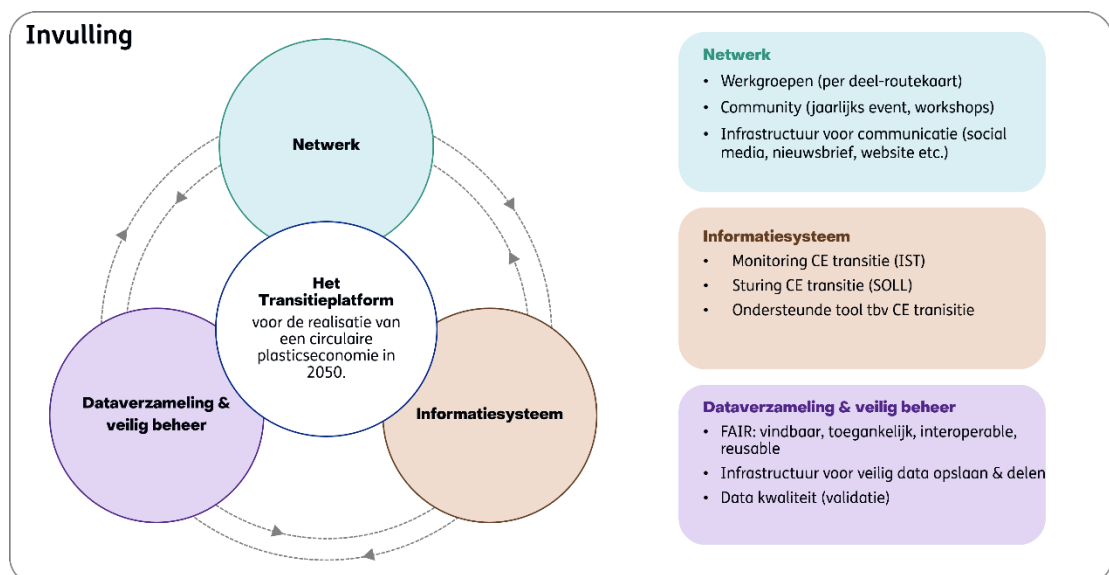
De verschillende onderdelen van het informatiesysteem zoals benoemd in Paragraaf 6.3.2 vragen om veel data. Sommige data ontbreken. Andere data zijn in principe aanwezig, maar zijn niet altijd publiek toegankelijk. Een belangrijke reden hiervoor die vaak genoemd is in de interviews is concurrentie-gevoeligheid. Veel stakeholders uit de interviews geven aan in principe open te staan voor data delen, maar dit moet wel op een veilige manier gebeuren. Een andere belangrijke vereisten voor data is dat deze FAIR zijn.

Voor het veilig verzamelen en beheren van data, raadt TNO aan om een gedegen datastructuur op te zetten en methodes te ontwikkelen of toe te passen die veilig data delen mogelijk maken.

TNO beveelt aan om minstens één onafhankelijke datacoördinator aan te stellen en die de opdracht te geven om een gedegen datastructuur op te zetten. In deze datastructuur worden de data FAIR gemaakt en op een veilige manier bewaard en beschikbaar gesteld voor de deelnemers voor wie deze relevant zijn.

## 6.4 Randvoorwaarden van het Transitieplatform

Concluderend kan de invulling van het Transitieplatform als volgt worden weergegeven (Figuur 6.4).



**Figuur 6.4:** Schematische weergave van de invulling van het Transitieplatform. *IST: bestaande tool, SOLL: gewenste tool, (TNO).*

Voor een succesvol Transitieplatform zijn er ook een aantal randvoorwaarden. Deze zijn gebaseerd op zowel interviewresultaten en de workshop, transitievereisten als praktijkvoorbeelden van eerdere keteninitiatieven:

- Het Transitieplatform moet een duidelijk doel hebben: “realisatie van een circulaire plasticseconomie in 2050” (transitievereiste #1).
- Het doel dient via een haalbare maar ambitieuze tijdslijn gerealiseerd te worden (routekaarten).
- Voortgang moet regelmatig gemeten en worden door middel van vooraf opgestelde tussentijdse resultaten en voortgangsindicatoren (transitievereiste #10).
- Het platform moet een duidelijk mandaat hebben via betrokkenheid van CPNL, de overheid en door middel van invloed op toekomstige wetgeving.
- Het voordeel voor stakeholders om deel te nemen aan en tijd te investeren in het transitieplatform moet duidelijk zijn. Het netwerkaspect, gezamenlijke visie- en kennisontwikkeling op basis van gedeelde data alsmede invloed op wetgeving moeten van voldoende waarde zijn voor de individuele ketenspelers.
- Binnen het platform moeten afspraken worden gemaakt op het niveau van samenwerking en circulariteit, zonder dat dit concurrentie beïnvloedt en daarmee onder kartelvorming komt te vallen.
- Het platform moet brede vertegenwoordiging hebben vanuit alle ketenspelers.
- Er is een onafhankelijk exploitatiemodel nodig met een initiële investering vanuit CPNL om de kennisontwikkeling op te starten, waarna op den duur het netwerk zichzelf in stand houdt door investering van partijen die meedoen. Om partijen zo ver te krijgen moet eerst de draagkracht en kennisbeheer van het platform zodanig opgebouwd zijn dat stakeholders bereid zijn een financiële bijdrage te leveren. Financiering volledig vanuit overheidsgeld (zoals bij Plastic Pact het geval was) moet worden voorkomen omdat dit minder commitment vereist van aangesloten partijen.
- Er moet een verplichting zijn tot delen van data, ketenspelers mogen alleen aansluiten als ze de benodigde data aanleveren en er moeten gevolgen zijn voor het niet of niet tijdig aanleveren van data. Uit de interviews, en specifiek in statements over Plastic Pact, is duidelijk gebleken dat verschillen tussen de datatransparantie van aangesloten partijen snel voor een gevoel van oneerlijkheid en een verlies van vertrouwen zorgt.
- Veiligheid en anonimiteit van databeheer zijn essentiële voorwaarden om stakeholders te bewegen hun data te delen. Het individueel monitoren van stakeholders op bepaalde targets/afspraken (zoals bij Plastic Pact) kan leiden tot terughoudendheid bij stakeholders om hun data (over bijvoorbeeld behaalde resultaten) te delen. Voorafgaand moeten dus duidelijke afspraken worden gemaakt over waar data voor mogen worden gebruikt. Door middel van een database die beheerd wordt door een onafhankelijke partij, kunnen data op het afgesproken detailniveau worden verzameld en gebruikt, maar enkel op anonieme basis en eventueel geaggregeerd niveau toegepast/ingezet voor de benodigde kennisontwikkeling van stakeholders.
- Het platform moet een cultuur hebben met open communicatie, wederzijds vertrouwen en commitment.



## 6.5 Voorstel voor exploitatiemodel behorende bij het transitieplatform

In Bijlage E.1 worden verschillende exploitatiemodellen beschreven die passend zijn bij het vervullen van digitale manieren om kennisbehoefte in te vullen. Denk hierbij aan databases, computermodellen of tools. Deze exploitatiemodellen zijn: Consultancy, Licentie en Verkoop. Een belangrijke randvoorwaarden vanuit CPNL en iets dat meermaals is benoemd in de interviews is dat het informatiesysteem Open Source wordt gemaakt na de ontwikkeling. In de interviews werd een exploitatiemodel met licenties genoemd als meest logische voor beheer en gebruik van het SI-model. Het Open Source maken van het informatiesysteem maakt het lastig om licentie-inkomsten te genereren met het model, wanneer het al openbaar beschikbaar is. Wanneer een licentiemodel de voorkeur heeft, kan het model deels (alleen de kern) Open Source worden gemaakt voor de inzichtelijkheid en kunnen middels licenties inkomsten worden gegenereerd met overige onderdelen of modules van het model. Een veelgenoemde mogelijkheid is om door middel van consultancyprojecten inkomsten te genereren voor beheer, onderhoud en doorontwikkeling van het informatiesysteem. Dit kan echter pas nadat het model voldoende doorontwikkeld is, zo bleek uit de validatiegesprekken voor dit thema. In de vroege fase van de ontwikkeling zal met subsidies de kosten voor beheer, onderhoud en doorontwikkeling gefinancierd worden. Tot slot kan, wanneer de datastructuur is opgetuigd en gevuld met data, een exploitatiemodel ontwikkeld worden voor de datastructuur. Het voorstel hiervoor is om dit wel op een licentiebasis te doen, bijvoorbeeld met een abonnement.

Tabel 6.2: Exploitatiemodellen per fase.

	Fase 1 (1-3 jaar) Opbouw	Fase 2 (4-7 jaar) Opkomend	Fase 3 (7+ jaar) Volwassenheid
Netwerk	Investering nodig voor het opzetten van de netwerken.	Nog altijd investering nodig, maar deze wordt kleiner.	Kosten netwerk zijn in balans met de inkomsten uit de overige onderdelen van het transitieplatform.
Informatiesysteem	Initiële investering nodig voor het ontwikkelen van de kennisinfrastructuur en het systeemintegratiemodel.	Eerste inkomsten van de kennisinfrastructuur in de vorm van subsidieprojecten met consortia en adviesprojecten waarbij eenvoudige systeemvragen kunnen worden beantwoord.  Tweede ronde investeringen nodig om te zorgen dat het informatiesysteem de meest complexe vraagstukken kan beantwoorden.	Modelbouwers kunnen het informatiesysteem exploiteren voor de meer complexe systeemvragen door middel van consultancy. Dit genereert inkomsten voor beheer, onderhoud en doorontwikkeling.
Dataverzameling & veilig beheer	Initiële financiële investering nodig voor het opzetten van de datastructuur.	Tweede ronde investering nodig, om datastructuur verder vorm te geven.	Kosten datastructuur nemen af.  Partijen kunnen evt. gaan betalen voor de data in de datastructuur, middels een licentie.

# 7 Conclusies & Aanbevelingen voor vervolgstappen

## 7.1 Conclusies

- Uit de interviews komt naar voren dat er voor zeven topics een kennisbehoefte is: Consument, Productontwerp, Technologie, Milieu-impact & gezondheid, Wetgeving & maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen en Systemvragen.
- Er is een behoefte aan meer data op verscheidene topics, aan data delen en aan het veilig beheren van data.
- Er worden verschillende randvoorwaarden gesteld aan de methode om de kennisbehoefte te vervullen, de belangrijkste zijn dat het begrijpelijk, transparant, toegankelijk, reproduceerbaar, actueel, gevalideerd en flexibel moet zijn.
- De belangrijkste randvoorwaarden voor een community zijn dat deze een duidelijk doel en scope moet hebben, er voldoende mandaat moet zijn om afspraken toe te passen, het niet te vrijblijvend moet zijn en dat er financiële middelen beschikbaar moeten zijn.
- De belangrijkste randvoorwaarden voor databeheer is dat er een methode moet worden toegepast die ervoor zorgt, wanneer betrokken partijen data leveren dit niet tot het verlies van de concurrentiepositie leidt.
- Overkoepelend is TNO's reflectie dat er verschillende behoeftes uit de interviewresultaten kunnen worden afgeleid:
  - Een kennis en informatiebehoefte over zeven topics en een behoefte aan de bijbehorende data.
  - Bredere behoeftes aan samenwerking binnen de plasticsketen waarbij informatie en kennis gedeeld worden, en waarbij een gezamenlijke visie gecreëerd en gerealiseerd wordt.
- Vanuit bovenstaande resultaten, concluderen wij dat de volgende vier transitievereisten de meest urgente zijn:
  1. Gedeelde richtinggevende visie om te komen tot gezamenlijke oplossingen (#1)
  2. Volledige en goed werkende netwerken en interacties tussen ketenpartners (#3)
  3. Coherent overheidsbeleid (#4)
  4. Monitoring en bijsturen van de circulaire transitie (#10)
- Er zijn verschillende tools, modellen en projecten beschikbaar om te voldoen aan de kennisbehoefte. Veel tools zijn nog in ontwikkeling omdat de kennis over plastics circulariteit nog in ontwikkeling is, vooral deelgebieden binnen de sociaalwetenschappelijke kennis zijn zwak vertegenwoordigd. Daarnaast ontbreekt met name een integrale methode, of systeemmodel, dat de deelaspecten en deelgebieden verbindt en overstijgt, terwijl daar wel een behoefte aan is.
- Uit de kennis-, netwerk- en databehoefte en transitievereisten blijkt dat er voor de transitie naar een circulaire plasticseconomie meer nodig is dan alleen een informatiesysteem. Het is ook nodig om een gezamenlijke visie te ontwikkelen en te realiseren, door middel van routekaarten en deze te monitoren op de voortgang.

Daarnaast is kennisdeling nodig en moet de kennis landen bij de juiste organisaties via een community.

- Er is een Transitieplatform nodig om een circulaire plasticseconomie in 2050 te realiseren. Het Transitieplatform moet bestaan uit 3 onderdelen: een Netwerk, een Informatiesysteem en Dataverzameling & veilig beheer. Nauwe samenwerking tussen deze onderdelen is essentieel.

## 7.2 Aanbevelingen voor vervolgstappen

### 7.2.1 Visie

Met het doel ‘100% circulair in 2050’ is de stip op de horizon al gezet. Wat ontbreekt is een specifiekere invulling van hoe het volledig circulaire plastics ecosysteem er uit zal zien (een gezamenlijke visie) en hoe we daar gaan komen (een gedeelde routekaart). Het invullen van die visie en gedeelde routekaart is een van de doelen van het transitieplatform.

Op basis van deze studie is ons beeld dat het momenteel niet mogelijk is om te beginnen met een volledige visie voor 2050 en hoe deze te realiseren. Ten eerste is daarvoor de kennis nodig uit het informatiesysteem. Ten tweede zullen de visie en routekaart iteratief geconcretiseerd moeten worden over de tijd, terwijl de kennisvoorziening groeit en in reactie op ontwikkelingen in het ecosysteem.

Onze aanbeveling is daarom om te starten met het invullen van concrete deelroutekaarten, geprioriteerd op impact (zie Hoofdstuk 7.3), en daarmee op te bouwen naar de gedeelde visie. De stakeholders die betrokken moeten worden bij het opzetten ervan, verschilt per deel-routekaart, zie ook de figuren in Hoofdstuk 7.3. Dit vergroot de kans op vroege impact en daarmee momentum voor het transitieplatform.

### 7.2.2 Netwerk

Van groot belang voor het succesvol implementeren van een visie en strategie is het vormen van een gelaagd netwerk. Zo'n netwerk bestaat in ieder geval uit een ‘stuurgroep’ met mandaat/beslissingsbevoegdheid over de te volgen strategische keuzes en de daarbij behorende consequenties. Deze stuurgroep wordt gevoed door werkgroepen voor de verschillende onderdelen. Door te werken met een gelaagd systeem is dit agendatechnisch ook haalbaar en kan voldoende snelheid worden behaald. TNO beveelt aan om te verkennen hoe de organisatiestructuur van een dergelijk netwerk er mogelijk uit kan zien binnen het Transitieplatform.

Een goed werkend voorbeeld is de Global Impact Coalition (Global Impact Coalition, 2024) waar experts van verschillende organisaties in werkgroepen project ideeën uitwerken. De resultaten van de uitwerking wordt voorgelegd aan de Executive Committee voor een Go/No Go en commitment. Een ander voorbeeld om verder te onderzoeken is het Dual-Track Governance model, zoals onder andere binnen het Horizon project Syschemiq wordt onderzocht.

Een tweede aanbeveling is om een gap-analyse uit te voeren naar bestaande gremia binnen het plastics ecosysteem. In deze analyse kan er onderzocht worden wat de voor- en nadelen zijn van bestaande gremia of gremia die recentelijk zijn gestopt. Hier kunnen onder andere geleerde lessen uit gehaald worden die weer gebruikt kunnen worden in een nieuw te ontwikkelen Netwerk. Bovendien kunnen de gevonden hiaten vervuld worden in een op te zetten Netwerk. Middels gap-analyse kan ook gezorgd worden dat een nieuw op te zetten Netwerk een duidelijke toegevoegde waarde heeft, wat een van de randvoorwaarden is

vanuit de geïnterviewden. Of dat een nieuw op te zetten Netwerk op de juiste manier kan samenwerken met reeds bestaande gremia.

## 7.2.3 Informatiesysteem

Een integrale methode of systeemmodel dat onderwerpen en deelgebieden verbindt en overstijgt, ontbreekt vooralsnog, terwijl daar duidelijk behoefte aan is. Op basis van de huidige studie concludeert TNO dat het informatiesysteem idealiter moet voortbouwen op de tools en kennis die er al is en zijn. Veel bestaande, bruikbare deelmodellen zijn niet publiek toegankelijk, ook omdat ze nog in ontwikkeling zijn. Ondanks deze onvolkomenheden en uitdagingen loopt Nederland voorop met het ontwikkelen van modellen en tools voor de transitie naar een circulaire plasticssysteem. Het is daarom effectief en haalbaar om een integrerend informatiesysteem op te zetten en te ontwikkelen.

Met name partijen als) WUR FBR (verpakkingen en biobased), CE Delft (beleid), ISPT-DPI (technologie in de keten), TNO (recycling technologie en systeem modellering, NTCP (sortering) zijn belangrijke kennisdragers die meer dan één aspect afdekken. Het verdient daarom aanbeveling om deze partijen te betrekken en (verder) te laten samenwerken. Daarnaast zal de monitoring en sturing van de transitie naar een circulair plastics systeem in samenwerking met het generieke werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie dienen plaats te vinden, met betrokken partijen Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO, Rijkswaterstaat, Universiteit Utrecht en TNO, om te voorkomen dat de plastics transitie geïsoleerd komt te staan van de overige circulaire materiaal- en producttransities.

## 7.2.4 Dataverzameling & veilig data delen

Voor het veilig beheren van de data, raadt TNO aan om een gedegen datastructuur op te zetten. Hierbij moet in elk geval FAIR met data gewerkt worden, zie Bijlage D.1.1. Een mogelijke oplossing hiervoor is om gebruik te maken van het concept Data Space. In een Data Space worden de data op een overzichtelijke, transparante en veilige manier bewaard en beschikbaar gesteld voor de deelnemers voor wie deze relevant zijn. Voor het opzetten van een Data Space moeten één of meerdere onafhankelijke datacoördinator worden aangesteld.

Tabel 7.1: Aanbevelingen Data Space.

Advies Data Space	Aanbeveling
<p>Ontwikkel vertrouwen bij het opzetten en het gebruiken van een Data Space. Ontwikkel de Data Space samen met de belangrijkste stakeholders.</p>	<p>Voordat de Data Space wordt opgezet, wordt eerst geïnvesteerd in een netwerkaanpak, waarbij de netwerkdeelnemers elkaar leren kennen en vertrouwen. Via het onderdeel 'Netwerk' van het transitieplatform kan hierin voorzien worden.</p>
<p>De organisatie van de Data Space moet zorgvuldig worden afgestemd met de doelen van de Data Space (en dit moet over de tijd herijkt worden).</p>	<p>De onafhankelijke datamanager(s) moet(en) gaan zorgen dat de wensen van de stakeholders en de behoeften van de kennisinfrastructuur goed worden geborgd in het opzetten van de Data Space. De wensen hiervoor worden gegeven door de bijdragende stakeholders en uiteindelijk toegepast door de datamanager(s).</p>
<p>Maak een goed geïnformeerde keuze voor het exploitatiemodel van de Data Space, die aansluit bij de belangen van de belangrijkste stakeholders.</p>	<p>Hierover kan nu nog niet voldoende worden geadviseerd, want deze is afhankelijk van de data in de Data Space, de deelnemers en de ontwikkeling van het transitieplatform er omheen. Er moet voor worden gezorgd dat dit advies op het juiste moment ter harte wordt genomen.</p>

Het zal een uitdaging worden om data van bedrijven aan de centrale dataverzameling toe te voegen. Sommige data mogen simpelweg niet direct worden gedeeld door bedrijven, vanwege anti-trustwetgeving om kartelvorming tegen te gaan. Voor voorbeelden van hoe dit in huidige of voorgaande projecten is gegaan, zie Paragraaf 6.3.3 en Bijlage D.1.1.4 . Daarnaast zullen bedrijven sommige data niet willen delen, om hun concurrentiepositie niet te verliezen. Om data van bedrijven toe te voegen, moeten bedrijven overtuigd worden van zowel de noodzaak van het delen van hun data, alsmede van de businesskansen. De ontwikkeling van CSRD-rapportages biedt mogelijk kansen. TNO adviseert om te onderzoeken of het mogelijk is om in samenspraak met bedrijven en de overheden te kijken of ze CSRD-rapportages gebruikt en mogelijk uitgebreid kunnen worden, om de data op een rechtmatige manier te kunnen delen.

Daarnaast kunnen bedrijven worden 'verleid' om hun data te delen. TNO raadt aan bedrijven korting te geven op het gebruik of de resultaten van modellen data-analyses die worden ontwikkeld in het kader van de kennisinfrastructuur die mede met hun data wordt opgezet. Ook een korting of belastingvoordeel kan bedrijven helpen overtuigen. Ook kunnen methodes voor veilige data delen toegepast worden zoals pseudonimiseren, anonimiseren, multiparty computation of aggregeren van data.

## 7.3 Prioritering deelroutekaarten

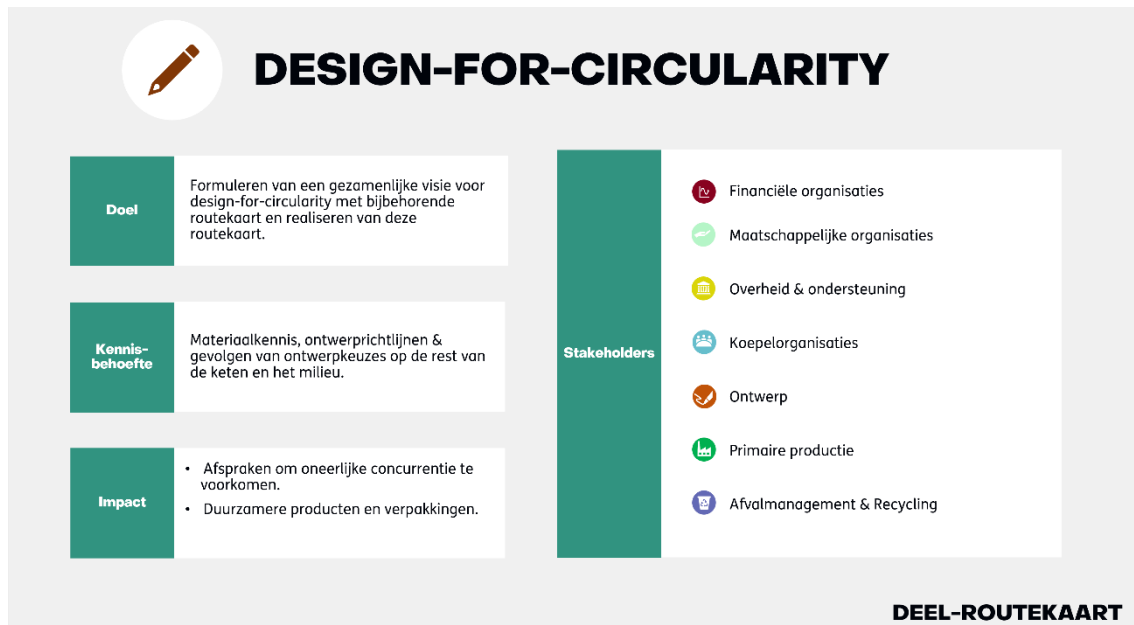
Uit het onderzoek komt een aantal onderwerpen naar voren die van belang zijn voor de circulaire plastictransitie. Voor enkele onderwerpen is de behoefte in eerste instantie vooral kennisontwikkeling (milieu-impact en gezondheid, consumentengedrag). Voor andere onderwerpen geldt dat er met name systeemvragen zijn gesteld en er ketenoverstijgende uitdagingen liggen, die middels samenwerking opgelost dienen te worden. TNO adviseert om de volgende drie onderwerpen te prioriteren voor uitwerking in deelroutekaarten:

**1. Hogere R-strategieën (Figuur 7.1):** uit de studie blijkt dat er nog weinig aandacht, en kennis is over hogere R-strategieën. TNO ziet deze hogere R-strategieën als een belangrijk onderdeel van het realiseren van een circulaire plastics-economie, met een grote potentiële impact. Kennisvragen zijn: wat is de optimale mix van R-strategieën? Welke infrastructuur, gedragsverandering en productontwerprichtlijnen zijn nodig voor een succesvolle implementatie van hogere R-strategieën? Dit onderwerp betreft typisch systeemvragen en uitdagingen, die lastig zijn op te pakken door individuele ketenspelers.



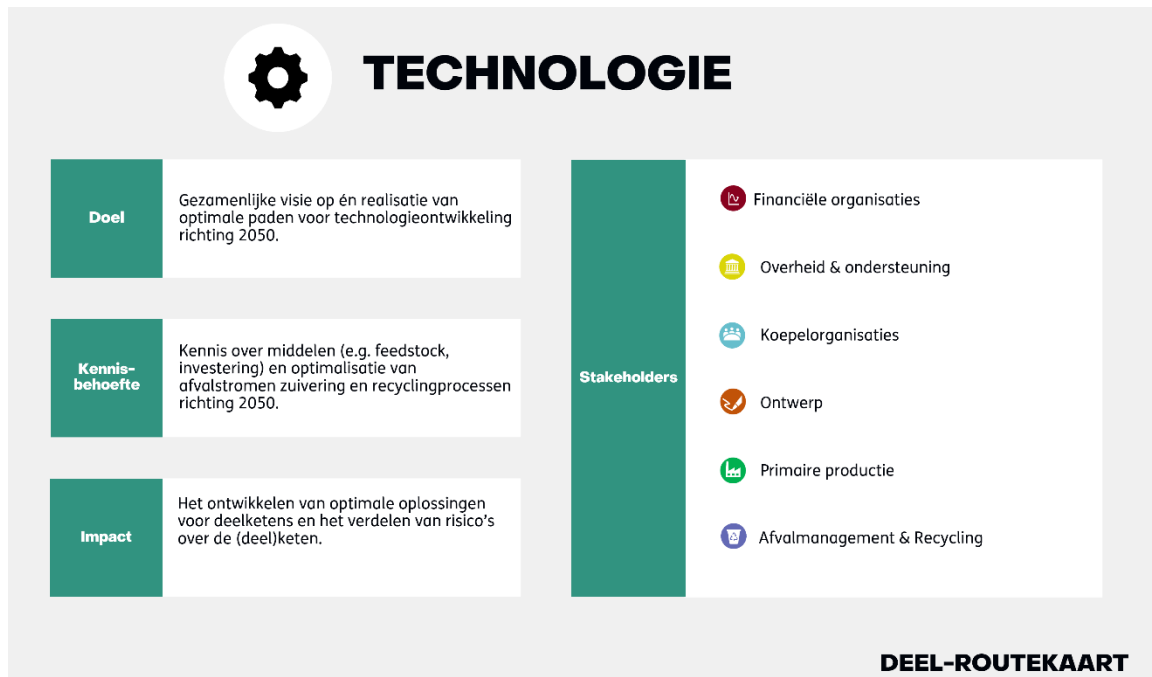
**Figuur 7.1:** Aanbeveling voor doel, kennisbehoefte, impact en benodigde stakeholders voor de deelroutekaart Hogere R-strategieën, (TNO).

**2. Design-for-Circularity (Figuur 7.286):** dit onderwerp kwam naar voren als een belangrijk onderwerp (bij producenten, merkeigenaren, ontwerpers, afvalverwerkers en recyclers). Het betreft een onderwerp waarbij optimalisatie over de keten en met de benoemde ketenpartners noodzakelijk is. Er dienen beslissingen genomen te worden in een stuk van de fysieke keten, die invloed hebben op de rest van de keten. Een voorbeeld is de materiaalkeuze van merkeigenaren, die invloed heeft op de recycleerbaarheid van het product, bij de afvalmanagers. Door onderling afspraken te maken kunnen optimalere keuzes gemaakt worden. Bovendien wordt er binnen dit onderwerp al wetgeving ontwikkeld, maar is er nog veel onduidelijkheid onder de geïnterviewden wat dit betekent voor het productontwerp. Binnen deze deelroutekaart kunnen dan ook uniforme, circulaire ontwerprichtlijnen worden ontwikkeld. Daarnaast kunnen producten beter recycleerbaar worden door homogenisatie, standaardisatie en versimpeling van het productontwerp.



**Figuur 7.2:** Aanbeveling voor doel, kennisbehoefte, impact en benodigde stakeholders voor de deel-routekaart Design-for-circularity, (TNO).

**3. Technologie-optimalisatie** (Figuur 7.3): dit onderwerp wordt door spelers uit de fysieke keten en facilitatoren als ketenoverschrijdende uitdaging gezien. Wanneer je de technologie-investeringen alleen aan de markt over laat, worden veel verschillende paden bewandeld, wat weliswaar innovatie ten goede komt, maar ook zorgt dat er divers geïnvesteerd wordt. Wanneer er een duidelijke gezamenlijke visie is, wordt het investeringsrisico kleiner, omdat meer consensus is over de gekozen koers. Daarnaast vindt technologieontwikkeling al plaats binnen en buiten CPNL. Om dit te optimaliseren (optimale investering, optimale slagingskans, optimale interactie tussen technologieën, optimale inzet van middelen) is samenwerken en coördinatie nodig. Hierbij spelen systeemvragen een rol zoals: hoe ziet het plastics recyclinglandschap eruit in 2050? Ook dient er aandacht te zijn voor het wegnemen van niet-technologische barrières.



**Figuur 7.3:** Aanbeveling voor doel, kennisbehoefte, impact en benodigde stakeholders voor de deel-routekaart Technologie (TNO).

Ten slotte wil TNO benadrukken dat uit de studie blijkt dat het onderwerp ‘Wetgeving en maatregelen’ van groot belang is voor de circulaire plastictransitie. Er is veel behoefte aan kennis- en informatie over wetgeving en wetgeving beïnvloedt de strategische keuzes van veel geïnterviewde organisaties. Uit de transitievereisten blijkt dat coherent overheidsbeleid (#4) en het aanpassen van verouderde instituties en regels aan de circulaire transitie (#7) belangrijke randvoorwaarden zijn. Inzicht geven in complexe wetgeving en aanpassen van belemmerende wetgeving is dan ook essentieel om mee te nemen bij alle deel-routekaarten. Ook is het onze aanbeveling dat er in elke werkgroep een relevante vertegenwoordiger aanwezig is van de overheid.



# Referenties

- (2022). *[Draft] ESRS E1 Climate Change*. EFRAG.
- Attema, T., & Worm, D. (2021). *Eindelijk een privacyvriendelijke manier om data te benutten*. TNO.
- Bolhuis, W. (2024, maart 21). *Beleidseconomen moeten weten wat transitiefalen is*. *ESB*, pp. 136-139.
- Circular economy national infographics*. (2024). Opgehaald van Plastics Europe: [https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2024/05/CircularEconomy\\_nationalinfographics\\_2024.pdf](https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2024/05/CircularEconomy_nationalinfographics_2024.pdf)
- Delahaye, R., Walker, A., Keller, K., V.d. Voet, E., Mot, E., Romijn, G., . . . v.d. Pol, M. (2019). *Werkprogramma voor monitoring en sturing CE 2019-2023*. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Directorate-General for Environment. (2023, 03 22). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on substantiation and communication of explicit environmental claims (Green Claims Directive)*. European Commission.
- Dreijerink, L., & Paradies, G. (2020). *How to reduce individual environmental impact? A literature review into the effects and behavioral change potential of carbon footprint calculators*. TNO.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.
- European Commission. (2021). *Regulation (EC) No 1935/2004 of the European Parliament and the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC*. European Commission.
- European Commission. (2022, 09 20). *Commission Regulation (EU) 2022/1616 of 15 September 2022 on recycled plastic materials and articles intended to come into contact with foods, and repealing Regulation (EC) No 282/2008*. European Commission.
- European Commission. (2023, 03 22). *Directive of the European Parliament and of the Council on common rules promoting the repair of goods and amending Regulation (EU) 2017/2394, Directives (EU) 2019/771 and (EU) 2020/1828*. European Commission .
- European Commission. (2023, 07 05). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste. 2023/0234 (COD)*. European Commission.
- Global Impact Coalition. (2024). *Global Impact Coalition*. Opgehaald van <https://globalimpactcoalition.com/>
- Hesselink, T., Bolte, L., & Meier, S. (2023). *Plastic feedstock for recycling in the Netherlands*. KPMG Advisory N.V.
- Kahler, F., Porc, O., & Carus, M. (2023). *RCI Carbon Flows Report: Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level*. nova-Institut.
- Kok, A. L., & Barendregt, W. (2021, December 1). *Understanding the adoption, use, and effects of ecological footprint calculators among Dutch citizens*. *Journal of Cleaner Production*.

- Korteling, J. E., Paradies, G. L., & Sassen-van Meer, J. P. (2023, February 28). Cognitive bias and how to improve sustainable decision making . *Frontiers in Psychology*.
- Krause, L., & Carus, M. (2023). Diversity of Advanced Recycling. Renewable carbon.
- Li, H., Aguirre-Villegas, H. A., Allen, R. D., Bai, X., Benson, C. H., Beckham, G. T., . . . Huber, G. W. (2022). *Expanding plastics recycling technologies: chemical aspects, technology status and challenges*. Green. Chem.
- Ministerie van IenW. (2024, 01 01). LAP 3 | Deel F: Bijlagen | versie tweede wijziging. *Landelijk afvalbeheerplan 2017 - 2019*. Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022, 12 30). Kennisgeving van het algemeen verbindend verklaren van de Overeenkomst inzake afvalbeheersbijdrage voor verpakkingen. Staatcourant 2022 nr. 35473.
- Planet Reuse. (2024). *Planet Reuse*. Opgehaald van Platform & Network for Reusable Packaging: <https://planetreuse.eu/>
- Ragonnaud, G. (2024). Revision of the Packaging and Packaging Waste Directive. European Parliament.
- RecyClass. (sd). Opgehaald van <https://recyclclass.eu/>
- Rijksoverheid. (2024, 07 25). *Huishoudelijk afval scheiden en recyclen* . Opgehaald van [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/afval/huishoudelijk-afval>
- Schoenaker, N. (2023). *Monitoring economische indicatoren circulaire economie*. Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Souder, J., Kennedy, E., Xu, C., Gruber, B., Paes, C., HU, R., . . . Amadei, A. (2024). *Modelling plastic product flows and recycling in the EU*. Publications Office of the European Union.
- (2024). *The Circular Economy for Plastics*. Plastics Europe.
- (2018). *Transitieagenda Kunststoffen*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- (2022). *Uitvoeringsprogramma VANG - Huishoudelijk Afval, Herijking voor de periode t/m 2025*. VANG huishoudelijk afval.
- Van Bruggen, A., Dekker, E., & Waaijers-van der Loop, S. (2019). *Plastic Pact Nederland*. RIVM.
- Van den Beuken, E., Urbanus, J. H., Stegmann, P., van Harmelen, T., Ligthart, T., Bertling, J., . . . Schulte, A. (2023). *From #plasticsfree to future-proof plastics*. TNO & Fraunhofer Umsicht.
- Van den Beuken, E., Urbanus, J. H., Stegmann, P., van Harmelen, T., Ligthart, T., Bertling, J., . . . Schulte, A. (2023). *From #plasticsfree to future-proof plastics*. TNO & Fraunhofer Umsicht.
- Van Houwelingen, G., van Bommel, J., Gilsing, R., Lamerichs, G., & Berkers, F. (2024). *Unlocking the Potential of Data Spaces*. TNO.
- Verpact. (2024). *Tariefdifferentiatie Plastic 2.0*. Opgehaald van <https://www.verpact.nl/nl/tariefdifferentiatie-plastic-20>
- Verrips, A., Hoogendoorn, S., Hoekstra, K., Romijn, G., Folmer, K., & van Gemeren, J. (2017). *De circulaire economie van kunststof: van grondstoffen tot afval*. Centraal Planbureau.
- Wijziging van de Wet milieubeheer voor een nationale circulaire plastic norm. (2024). Ministerie van infrastructuur en waterstaat .

# Ondertekening

TNO ) Energy & Materials Transition ) Utrecht, 9 augustus 2024

Sanne Huveneers  
Research Manager

Judith Kessens  
Projectleider

# Bijlage A

## Gedetailleerde beschrijving van de methode

### A.1 Stakeholders

#### A.1.1 Stakeholdertypen

Voor dit onderzoek is er een lijst met relevante stakeholderorganisaties samengesteld die de keten het best vertegenwoordigen. 12 stakeholdertypen kwamen in de lijst voor:

**Tabel A.1:** Stakeholdertypen en geïnterviewde organisaties.

Stakeholdertypen	Organisaties			
Primaire productie	DOW	Lyondell Basell		
Converters	Converter (anoniem)	Hordijk	Siegwerk	
Merkeigenaren	Retailer (anoniem)	Retailer (anoniem)	Merkeigenaar (anoniem)	
Afvalmanagement	Attero	PreZero	Renewi	
Recycling	Clariter	Van Werven	Cure	Morssinkhof
Verpakking & Ontwerp	EuroMouldings	Avery Dennison	Ontwerper (anoniem)	Haval
	Budelpack	Cleaning Twente		
Brancheorganisaties	NRK	FNLI		
Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV)	Modint	Verpact		
Kennis- & Adviesorganisaties	Brightlands Chemelot Campus	Berenschot	Mountain design	Universiteit Twente
	The LCA centre	Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics (NTCP)	TNO	
Investeringsorganisaties	Infinity Recycling	VBDO	Invest-NL	
Maatschappelijke organisaties	Milieu Centraal	Consumentenbond		
Overheid & Ondersteuning	Centraal Bureau voor de Statistiek	Inspectie Leefomgeving en Transport	Min. I&W	NEN

	PBL	RIVM	RWS	
--	-----	------	-----	--

De organisaties die zijn uitgenodigd kwamen uit verschillende sectoren waarin plastics worden toegepast (textiel, bouw, verpakkingen) en voeren een groot deel van hun werkzaamheden uit in Nederland of met Nederlandse organisaties. Er is bewust gekozen voor een mix van grote spelers en kleinere bedrijven, maar ook bijvoorbeeld brancheverenigingen die overkoepelende inzichten zouden kunnen geven.

In het onderzoek is de consument niet geïnterviewd als aparte stakeholdergroep, maar is er getracht het perspectief van de consument mee te nemen door het interviewen van maatschappelijke organisaties. De resultaten in hoofdstuk 6.2, Consument, komen dan ook vanuit het perspectief van de geïnterviewde organisaties en niet van consumenten zelf.

## A.1.2 Stakeholderselectie

In totaal zijn er 44 organisaties geïnterviewd. Tabel a.2 geeft de verdeling per type stakeholder en per waardeketen actortype weer:

**Tabel A.2:** Aantal geïnterviewde organisaties per stakeholdertype.

Stakeholdertype	Waardeketen actortype	Aantal geïnterviewd
Primaire productie	Fysieke ketenspeler	2
Converters	Fysieke ketenspeler	3
Merkeigenaren	Fysieke ketenspeler	2
Afvalmanagement	Fysieke ketenspeler	3
Recycling	Fysieke ketenspeler	4
Verpakking & Ontwerp	Fysieke ketenspeler	4
Brancheorganisaties	Beïnvloeder	4
Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV)	Beïnvloeder	1
Overheid & ondersteuning	Beïnvloeder	7
Maatschappelijke organisaties	Beïnvloeder	2
Kennis- & Adviesorganisaties	Faciliteerder	7
Investeringsorganisaties	Faciliteerder	3

## A.1.3 Interviews

### A.1.3.1 Interviewopzet

Het doel was om in kaart te brengen welk informatiebehoefte er bestaat onder stakeholders in de plastic waardeketen bij de transitie naar een circulaire plastic economie in 2050. Tijdens semigestructureerde, kwalitatieve interviews hebben wij organisaties uit de hele keten gesproken, van plastic producenten tot maatschappelijke organisaties. 44 interviews zijn

afgenomen in de periode van januari tot en met eind mei 2024. De interviews duurden maximaal anderhalf uur, en zijn in vrijwel alle gevallen afgenomen door 2 personen uit een groep van 13 TNO-experts.

Tijdens het interview zijn de stakeholders bevraagd op 6 thema's, waarin 1 of meerdere vragen werden gesteld. De thema's waren:

**Tabel A.3:** Thema en toelichting.

Thema	Toelichting
Circulariteit	In dit thema werd de strategie van de organisatie richting een circulaire plastic waardeketen besproken, welke kansen de organisatie voorziet en wat de grootste uitdagingen zijn.
Economie	In dit thema werd er besproken welke economische factoren er van invloed zijn op de strategie van de organisatie richting een circulaire plastic waardeketen.
Sociaal-maatschappelijk en Gezondheid	In dit thema behandelden wij welke strategische factoren beïnvloed worden door maatschappelijke overwegingen, gezondheidseffecten of de arbeidsomstandigheden van de organisatie zelf.
Milieu en Klimaat	In dit thema zijn verscheidende milieu impact factoren besproken waarmee rekening gehouden wordt in de circulaire strategie van de organisatie.
Technologie	In dit thema werd besproken welke factoren er invloed hebben op investeringskeuzes rondom technologie en technologische innovaties.
Organisatie	In dit thema werd besproken of er behoefte is aan een stakeholder community, al dan niet georganiseerd door CPNL, welke randvoorwaarden hierbij hoorden en welk doel een community zou moeten dienen.

Vooraf aan de interviews is er naar elke deelnemer een informatiepakket opgestuurd. Dit informatiepakket bevatte een informatiebrief, een toestemmingsbrief voor het interview, een vragenlijst en een filmpje met uitleg over het onderzoek. Deze documenten staan in Bijlage a.

Alle interviews zijn opgenomen en samengevat door de notulist. De samenvatting is na controle van de interviewer opgestuurd naar de geïnterviewde ter validatie. De eventuele opmerkingen of aanvullingen van de geïnterviewde zijn verwerkt in een finale samenvatting.

## A.1.3.2 Kwalitatieve analyse

### A.1.3.2.1 Verwerking van de interviews

Nadat een samenvatting gevalideerd was, werden individuele statements uit de samenvattingen opgenomen in een database. Deze statements zijn korte, op zichzelf staande stellingen met een perspectief of inzicht van de geïnterviewde. Elk statement is met behulp van een codeerschema handmatig genummerd en gecodeerd. Door het coderen is het

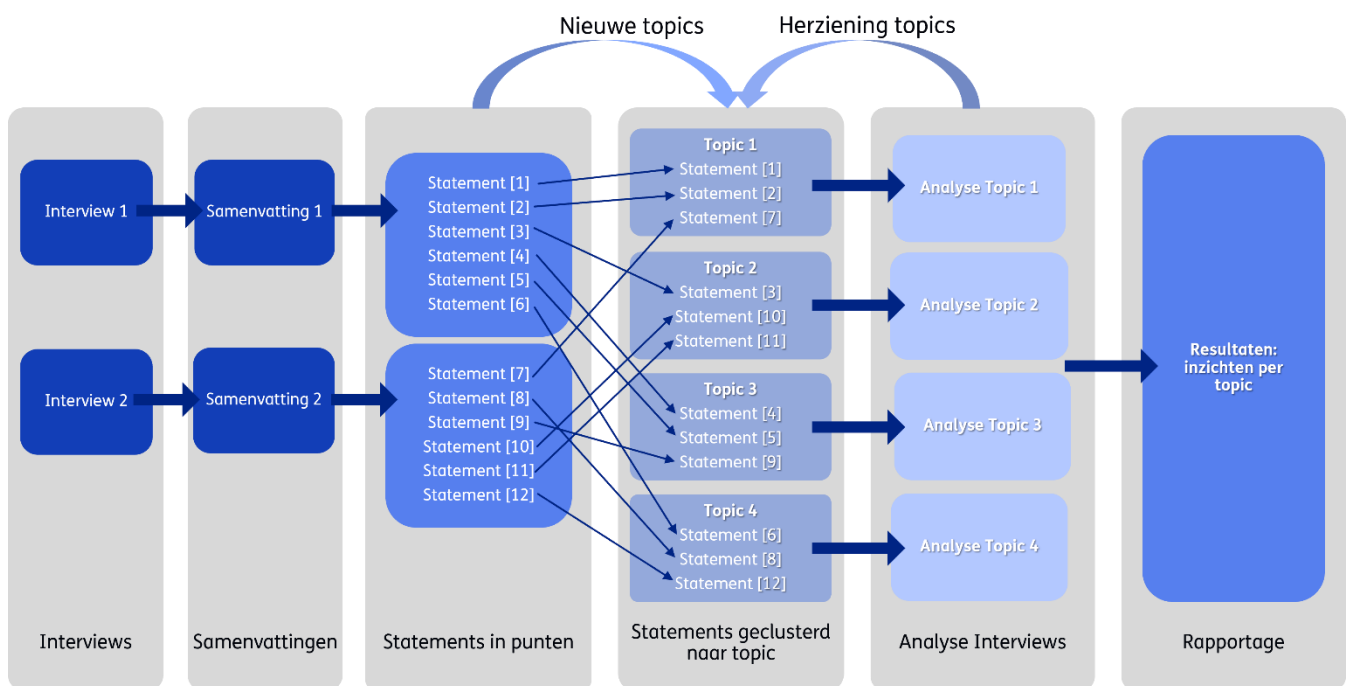
bedrijf en organisatietype geanonimiseerd. Daarnaast is door middel van een code het statement gecategoriseerd naar thema en topic (Tabel a.4).

Tabel A.4. Voorbeeld van het codeerschema per statement.

Nummer	Bedrijf (gecodeerd)	Organisatietype	Thema	Topics	Statement
100	FV	KL	CIR	WET	Lorum ipsum

#### A.1.3.2.2 Clustering naar topics

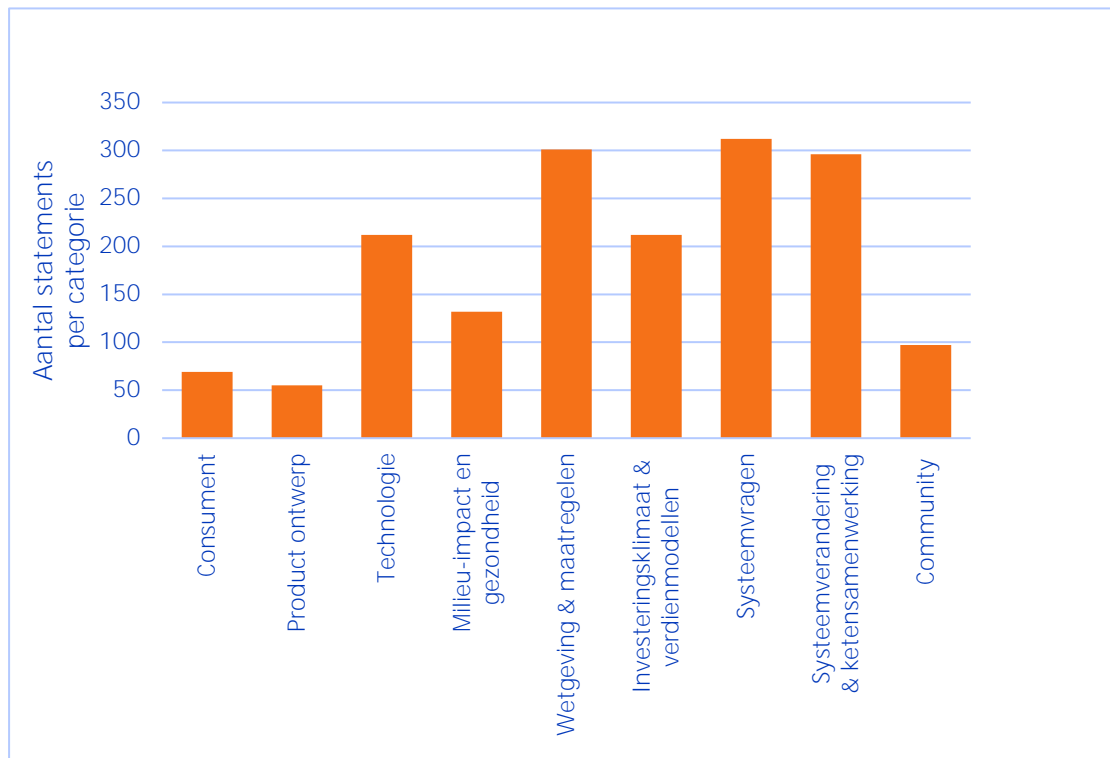
Elk statement werd besproken door een vast team van 3 TNO experts, om de categorisatie naar topic te valideren. Het clusteren van statements binnen topics heet ‘coderen’ en een lijst van topics heet een codeboom. Dit is een iteratief proces geweest, tijdens dit proces werden topics herzien en konden nieuwe topics toegevoegd worden.



Figuur A.1: Methode: van interviews naar rapportage.

In totaal zijn er 1474 statements geclusterd naar 9 topics:

1. Systemverandering en ketensamenwerking
2. Consument
3. Product ontwerp
4. Technologie
5. Impactrapportage en monitoring
6. Wetgeving & maatregelen
7. Investeringsklimaat en verdienmodellen
8. Community
9. Systemvragen



**Figuur A.5:** Aantal statements per topic.

#### A.1.3.2.3 Analyse topics

Per topic zijn de statements doorgenomen om een beeld op te bouwen van terugkerende meningen, overkoepelende patronen en gebieden waarop stakeholders het (on)eens zijn over de huidige (informatie) behoeftes voor een circulair plasticsketen. Deze inzichten worden besproken onder Bijlage b. De inzichten verwijzen naar de genummerde statements: [N] betekent dat het inzicht is verkregen uit statement N van organisatie X.

Er zijn 1474 statements geanalyseerd, een aantal daarvan zijn niet opgenomen in de resultaten. Hier zijn verschillende redenen voor:

- Als het onderwerp buiten de scope van de thema's viel. Een voorbeeld: 'De energievoorziening in Nederland is een grote uitdaging' [1356].
- Wanneer één organisatie een mening/inzicht twee of meer keer heeft verwoord. Op deze manier tellen we de opmerking van één organisatie niet dubbel.
- Wanneer het statement te specifiek over de eigen bedrijfsvoering ging en niet gezien kon worden als inzicht die ook van toepassing is op de gehele waardeketen.
- Als een statement feitelijk was. Een voorbeeld: 'De bijmengverplichting komt eraan' [142].



## A.1.4 Methode gap-analyse

Een gap-analyse is een nuttige methode om de discrepantie tussen de huidige situatie en een gewenste situatie te identificeren. Toegepast op het CPNL-project keek TNO specifiek naar de gap tussen de momenteel beschikbare tools voor kunststoffen en recycling en wat daadwerkelijk nodig zou zijn.

De gap-analyse is gebaseerd op de informatie die is verkregen uit de stakeholder selectie en interviews van het project. De geïnterviewden werd concreet gevraagd welke kennis moet worden ontwikkeld en welke tool waarde kan bieden of bepaalde knelpunten kan oplossen. De informatie werd gestructureerd en verwerkt tot een overzicht bestaande uit onderwerpen, stakeholder, kennis- en toolbehoeften.

Middels de gap-analyse identificeerde TNO niet alleen de gaps die moeten worden opgevuld maar bepaalde ook trends en van wat al voldoende aanwezig is. Om de gap-analyse uit te voeren, werkte het team aan de volgende stappen:

- **Brede deskresearch** om een longlist en overzicht van aanbod (tools, programma's, technologieën, standaarden) in Excel te creëren.
- **Validatie en aanvullingen** in een workshop met CP NL en TNO.
- **Structureel categoriseren** van het aanbod in topics, categorieën, specifieke stakeholders en door wie een tool gevraagd of aangeboden is, in Excel.
- **Filteren in Excel** om bepaalde gaps en trends te identificeren, voerde TNO meerdere Excel-filters uit.
- **Integratie** met andere projectresultaten zoals randvoorwaarden.
- **Interpretatie** en conclusies schrijven.

## Bijlage B

# Gedetailleerde interviewresultaten per topic

## B.1 Gedetailleerde interviewresultaten per topic

### B.1.1 Consument

#### B.1.1.1 Gedragsverandering van consumenten is nodig voor een circulaire transitie

Consumenten worden vaak genoemd als partij met verantwoordelijkheid voor de circulaire transitie [1, 226, 330, 368, 389, 509, 1367]. De geïnterviewde organisaties geven duidelijk aan dat consumentengedrag veel invloed heeft op de huidige plasticsketen [523, 965] doordat de verwachtingen en voorkeuren van de consument beïnvloeden welke producten er in de markt gezet worden [1, 736]. Aangezien merkeigenaren zich richten op consumenten [463], worden merkeigenaren gedwongen om hogere prioriteit te geven aan duurzaamheid als ook consumenten daarop gaan letten [632]. Ook tegenover de overheid kunnen consumenten druk zetten [1068]. Een kennis- en advies organisatie kaart wel aan dat consumenten deze essentiële rol zelf niet altijd lijken te beseffen [1310].

De burger wordt ook genoemd als belangrijk in het creëren van zwerfafval [41] en het zo nauwkeurig mogelijk scheiden van afval [164, 428]. Gedragsverandering van consumenten zal dus nodig zijn voor een succesvolle circulaire transitie [436, 965, 632, 509, 1406]. Wel wordt door enkelen gewaarschuwd dat het belangrijk is om de context te begrijpen van de keuzes van consumenten. Niet iedereen beschikt over de kennis en middelen om de duurzaamste keuze te maken [755]. Consumentengedrag en voorkeuren worden ook stevig beïnvloed door marketing van bedrijven [304, 966]. Twee geïnterviewden (een branchevereniging en een maatschappelijke organisatie) stellen dat het zo makkelijk mogelijk moet worden gemaakt om duurzaam gedrag te vertonen [164, 190] door de omgeving anders in te richten, niet door duurzamere keuzes te verwachten binnen de huidige omgeving.

#### B.1.1.2 Gedragsverandering van consumenten teweegbrengen wordt als uitdaging gezien

De geïnterviewden beschouwen het teweegbrengen van gedragsveranderingen als uitdaging, en daarmee ook als risico voor een circulaire transitie [464, 368, 629]. Een

primaire producent schat in dat consumenten niet bereid zijn de hogere kosten van circulaire producten te betalen [368], en ook een verpakkings- & ontwerporganisatie wil de hogere kosten van producten met recycalaat niet doorrekenen aan klanten [1111]. Consumentengevoeligheid voor prijs-kwaliteitverhouding [2], achterblijvende acceptatie van toepassing van recycalaat in producten [389] en snel verschuivende klantvoorkeuren (vooral in de textielsector [10]) worden genoemd als factoren die circulaire ontwikkelingen van bedrijven tegenhouden.

Verworven consumptie wordt ook genoemd: als mensen gewend zijn aan bepaalde luxe, kunnen ze dat lastig weer afleren [40, 117, 962]. De R- strategieën refuse, rethink & refill worden genoemd als impactvolle strategieën voor het verminderen van consumptie [117], waarbij vragen moeten worden gesteld over wat voor producten we echt nodig hebben [523]. Echter wordt ook de uitdaging hierbij aangegeven: hoe hoger op de R-ladder hoe minder mensen openstaan voor verandering, hoe lager op de ladder hoe gemakkelijker het is om mensen te bereiken [194, 465].

Bij het zoeken naar aangrijpingspunten voor het veranderen van consumentengedrag benadrukken organisaties het belang van systematische prikkels voor gedragsverandering, zoals (financiële) prikkels [117, 210], het goed informeren en motiveren van de burger [444, 853], en het belang van wetgeving [148, 633]. Er wordt door twee geïnterviewden gezegd dat het zo makkelijk en betaalbaar mogelijk moet worden gemaakt voor de consument om de meest duurzame keuze te maken, en dat dit momenteel niet het geval is [164, 190].

Ook bij afval spelen consumenten een grote rol. Zwerfafval wordt als voorbeeld genoemd waarbij de rol van design erg klein is vergeleken met het effect van consumentengedrag [41], maar waar consumentengedrag beïnvloed kan worden door materialen waarde te geven (bijvoorbeeld via statiegeld [1185, 1238]). De consument heeft ook een grote verantwoordelijkheid om producten goed te scheiden bij het weggooien [164, 428]. Wel wordt gezegd dat het zo makkelijk mogelijk moet worden gemaakt om dat goed te doen [164] en verpakkingsproducenten geven aan dat ze proberen het scheiden simpel te maken [429]. Het advies wordt gegeven om te focussen op het belonen van schone afvalstromen boven het verminderen van restafval, omdat dit tot contaminatie van de stromen kan leiden [164]. Wetgeving kan bedrijven stimuleren om kennis op te doen over consumentengedrag: een overheids- & ondersteuningsorganisatie geeft aan dat er, door de UPV, wel onderzoek wordt gedaan naar hoe inzamelgedrag verbeterd kan worden, maar dat deze resultaten niet openbaar zijn [1283].

### B.1.1.3 Er is behoefte aan eenduidige informatievoorziening voor de consument

Informatievoorziening wordt vaak genoemd als aangrijpingspunt voor het veranderen van consumentengedrag. Volgens sommigen is de bereidheid en draagvlak voor verandering er wel [190, 196, 1233], leeft plastics onder de consumenten als populair thema [1017], en maken consumenten sneller duurzame keuzes als de impact ervan duidelijk is [189], maar is de beschikbare informatie over duurzaamheid momenteel gebrekkig en tegenstrijdig [444]. Hierdoor kunnen consumenten maar moeilijk duurzame keuzes maken [192, 1283]. Er zijn bijvoorbeeld te veel verschillende factoren om rekening mee te houden, zoals verminderen van afval, het verkorten van de toeleveringsketen en het omgaan met microplastics [198]. Ook de wildgroei aan milieukeurmerken maakt het voor de consument ingewikkeld [192]. Een organisatie verkent de mogelijkheid tot een meldpunt misleiding waar incorrecte duurzame claims gemeld kunnen worden [1021].

Geïnterviewden leggen uit dat het gebrek aan eenduidige informatie te zien is aan verkeerde opvattingen die burgers soms hebben over duurzaamheid [462]. Consumenten hebben bijvoorbeeld een plasticvrees, zonder dat duidelijk is dat alternatieven zoals papier duurzamer zijn [116, 442]. Er is behoefte om informatie over duurzaamheidsdoelen voor consumenten beschikbaar te maken op een correcte, duidelijke, eenduidige en onafhankelijke manier en op 1 plek [147, 201, 202, 243]. Het wordt door sommigen gezien als de verantwoordelijkheid van de overheid om de consument goed voor te lichten [633], waarbij niet vergeten moet worden dat marketing van bedrijven ook al de consument stevig aan het beïnvloeden is [304, 966].

## B.1.2 Productontwerp

### B.1.2.1 Circulair Productontwerp

Ontwerpers en converters van plasticproducten passen vaak ‘Circulair Productontwerp’ principes toe. Dit houdt in het creëren van herbruikbare, repareerbare en recycleerbare producten die geen afval genereren en die zo lang mogelijk gebruikt kunnen worden.

*A circular economy is one that is restorative and regenerative by design and aims to keep products, components and materials at their highest utility and value at all times.’*  
(Ellen MacArthur Foundation, 2015).

In de interviews wordt vaak genoemd [172, 425, 355, 457, 489, 745] dat circulair productontwerp nodig is voor een succesvolle circulaire transitie. De volgende aspecten van circulair productontwerp worden hierna achtereenvolgens besproken: herbruikbaarheid, repareerbaarheid, Recycleerbaarheid en levensduurverlenging.

#### B.1.2.1.1 Herbruikbaarheid

Om herbruikbaarheid van producten (zoals bekertjes) tot een succes te maken is een compleet nieuw systeem nodig met een goede infrastructuur voor reinigen en inleveren van herbruikbare producten [1180], herontwerp zodat producten makkelijker opnieuw te gebruiken zijn (bijvoorbeeld labels die makkelijk loslaten) [1102], en meer inzicht in consumentengedrag ten aanzien van hergebruik [995]. Ook wordt genoemd dat het beprijzen van SUP voor afhaalproducten (sinds 2023 in NL) dat was bedoeld om hergebruikstelsel op te zetten, maar dat dit op de meeste plekken niet is gebeurd [1166].

Het platform “Planet reuse (Planet Reuse, 2024)” heeft als doel om kennis te delen en samenwerking te bevorderen met betrekking tot hergebruik en herbruikbare verpakkingen [1126]. De KIDV reuse tool kan gebruikt worden om de CO<sub>2</sub>-impact en kosten van herbruikbare verpakkingen te berekenen [453].

#### B.1.2.1.2 Repareerbaarheid

Repareerbaarheid wordt niet vaak genoemd in de interviews. Sommige ontwerpers en maatschappelijke organisaties vinden repareerbaarheid belangrijk [950, 1023]. Zo wordt er gekeken of modulaire ontwerpen mogelijk zijn zodat het product beter is te repareren. [1288].

### B.1.2.1.3 *Recycleerbaarheid*

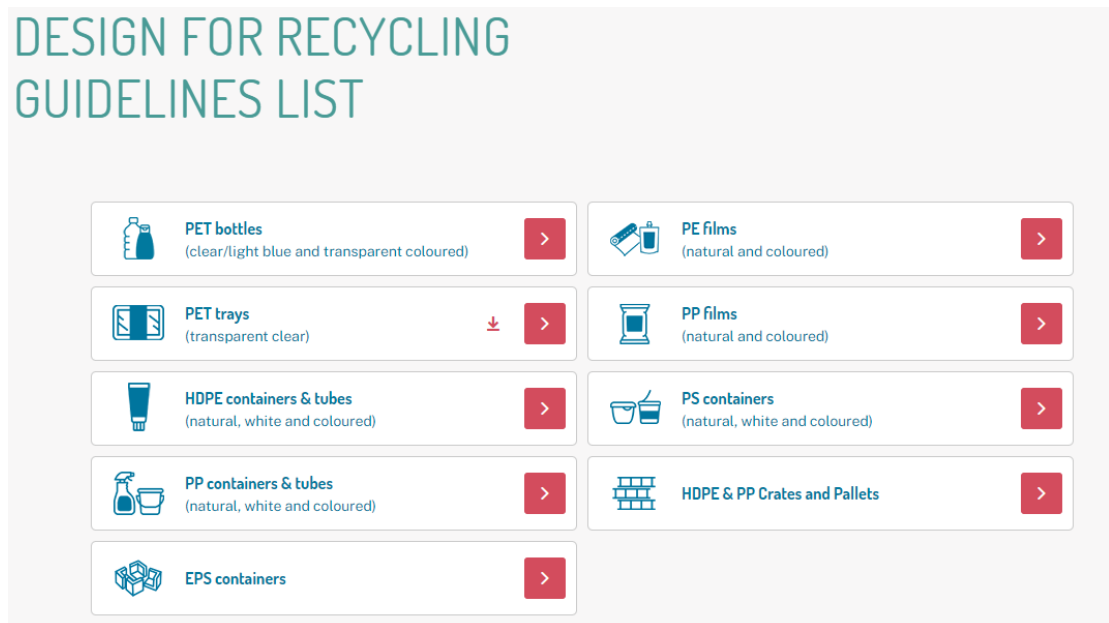
Bij het ontwerp wordt vaak rekening gehouden met de 'Recycleerbaarheid' van producten [213, 301, 307]. Dit houdt in dat producten volledig gerecycled moeten kunnen worden. Sommige ontwerpers van producten noemen als ambitie om recyclebare verpakkingen of producten te maken [457, 489]. KIDV heeft recycle checks ontwikkeld om te bepalen of verpakkingen goed recycleerbaar zijn [453].

Onderdeel van recycleerbaarheid is dat producten ook gemakkelijk te scheiden en te sorteren zijn. Dit kan door simpele verpakkingen met duidelijk instructie te maken zodat de consument deze makkelijk kan scheiden [429]. Ook is het mogelijk om een lijst te maken met 'verboden' producten die moeilijk te sorteren zijn [93].

Een bottleneck die genoemd wordt is dat mensen die een verpakking ontwerpen vaak niet weten hoe afvalverwerking werkt [1309]. Merkeigenaren noemen dat het voor hen moeilijk is om inzicht te krijgen in wat er daadwerkelijk met het product gebeurt; wordt de verpakking wel daadwerkelijk gerecycled [425]?

Mogelijkheden om Recycleerbaarheid te verbeteren zijn:

1. Circulaire ontwerprichtlijnen (bijv. RecyClass, (RecyClass, n.d.)) zoals reductie van plastic gebruik en reductie van de hoeveelheid verpakking die wordt gebruikt, of verbetering van recycleerbaarheid [598], of het makkelijk uit elkaar kunnen halen van verschillende lagen plastics met behoud van functies [132, 135], of labels die onder de juiste omstandigheden loslaten van de verpakking [1101]
2. Ontwikkelen van uniforme richtlijnen: Verschillende recyclers hebben andere richtlijnen, zeker internationaal, het zou goed zijn als verschillende richtlijnen uniform worden, zodat er binnen de keten eenduidig aan oplossingen kan worden gewerkt [467, 1117]
3. Het verbieden van elementen of materialen die de recyclingstroom substantieel verstoren (bijv. bepaalde inktten) [598, 748, 1002].
4. Homogenisatie, standaardisatie en versimpeling van plasticproducten (en additieven) maakt recycling gemakkelijker [96, 134, 630, 1058]. Marketeers en merkeigenaren zijn echter niet altijd voorstander, waarschijnlijk omdat er bepaalde functionaliteiten moeten worden ingeleverd [951, 997].
5. Technologieontwikkeling voor het recycleerbaar maken van productonderdelen die momenteel niet recycleerbaar zijn [1121].
6. Verdere stimulering van recycleerbaarheid middels tariefdifferentiatie, bijv. de juiste combinatie van kleuren [851]



Figuur B.1: RecyClass Recycling Guidelines<sup>9</sup>

#### B.1.2.1.4 Levensduurverlenging

Levensduurverlenging is heel weinig genoemd in de interviews. Een brancheorganisatie [183] en converter [1441] noemen dit wel als onderdeel van de circulaire strategie.

### B.1.2.2 Duurzaam productontwerp

In de interviews wordt ook genoemd dat producten duurzaam moeten worden ontworpen. Het gaat om het kiezen van de materialen die de CO<sub>2</sub>-voetafdruk verlagen, en die niet schadelijk zijn tijdens gebruik. Een voorbeeld is een lichtere verpakking [1118, 1121] of een verpakking die efficiënter in een container past [1292], omdat dit transportuitstoot bespaart. Ook kunnen duurzame materialen in producten toegepast worden.

#### B.1.2.2.1 Duurzaam materiaalgebruik

Biogebaseerde plastics wordt vaak genoemd als alternatief voor fossielgebaseerde plastics [303, 617, 1133, 1261]. Als belangrijkste voordeel voor biodegradeerbaar plastic wordt genoemd dat het de impact van microplastics zal verminderen [162].

Het toepassen van recycalaat ontbreekt nu nog vaak in de ontwerpfase, waarschijnlijk is hier wet- en regelgeving voor nodig [213, 650]. Recyclers vinden dat er een verantwoordelijkheid bij de producenten ligt om beter na te denken over hoe ze recycalaat kunnen toepassen [925]

De volgende belemmeringen worden genoemd voor duurzaam materiaalgebruik:

1. Biogebaseerde materialen zijn moeilijk verkrijgbaar in Nederland, [37, 963, 1050, 1291, 1440], verwerkingstechnologieën voor bioplastics zijn niet altijd beschikbaar [447, 448, 1228] en het is een uitdaging om te zorgen dat deze materialen niet concurreren met andere toepassingen zoals voedsel, bouwmaterialen, energie, etc. [400].

<sup>9</sup> (RecyClass, sd)

2. Er is niet voldoende recycalaat van de juiste kwaliteit beschikbaar [97, 650, 1150, 1268, 1359] en dan vooral voor voedselveilig recycalaat [432, 634]. Dit komt omdat er zeer strenge veiligheidseisen aan recycalaat gesteld voor voedselverpakkingen: *‘Je kunt beter een verpakking opeten dan wat erin zit’* [1190].
3. Een belangrijke uitdaging is dat er onvoldoende transparantie binnen de keten is over welke grondstoffen, materialen of additieven er in producten worden gebruikt [415, 727, 778, 950].
4. Er is een groeiende vraag naar duurzamere verpakkingen (zoals plasticvrije verpakkingen), maar er zijn nog niet veel praktische alternatieven die de houdbaarheid van het product garanderen [439, 442]

#### B.1.2.2.2 *Duurzame ontwerpkeuzes*

Geïnterviewden noemen dat een LCA-perspectief is essentieel voor het maken van duurzame materiaalkeuzes [92, 651]. Er wordt vaker genoemd dat het zou helpen om een aantal ontwerpkeuzes – bijv. plastic vs. kartonnen verpakking – gemakkelijk te kunnen vergelijken qua impact ervan op milieu. Hiervoor worden tools gebruikt zoals het Packaging compass, recyclechecks en reuse tool van KIDV [453].

LCA-methodes zijn echter niet altijd onderling vergelijkbaar, waardoor een eerlijke vergelijking tussen LCA uitkomsten lastig is [671]. Daarnaast zijn LCA-datasets niet altijd volledig en betrouwbaar [624, 625, 672]. Tenslotte ontbreekt kennis over wat daadwerkelijk effecten zijn qua gezondheid en milieu [443].

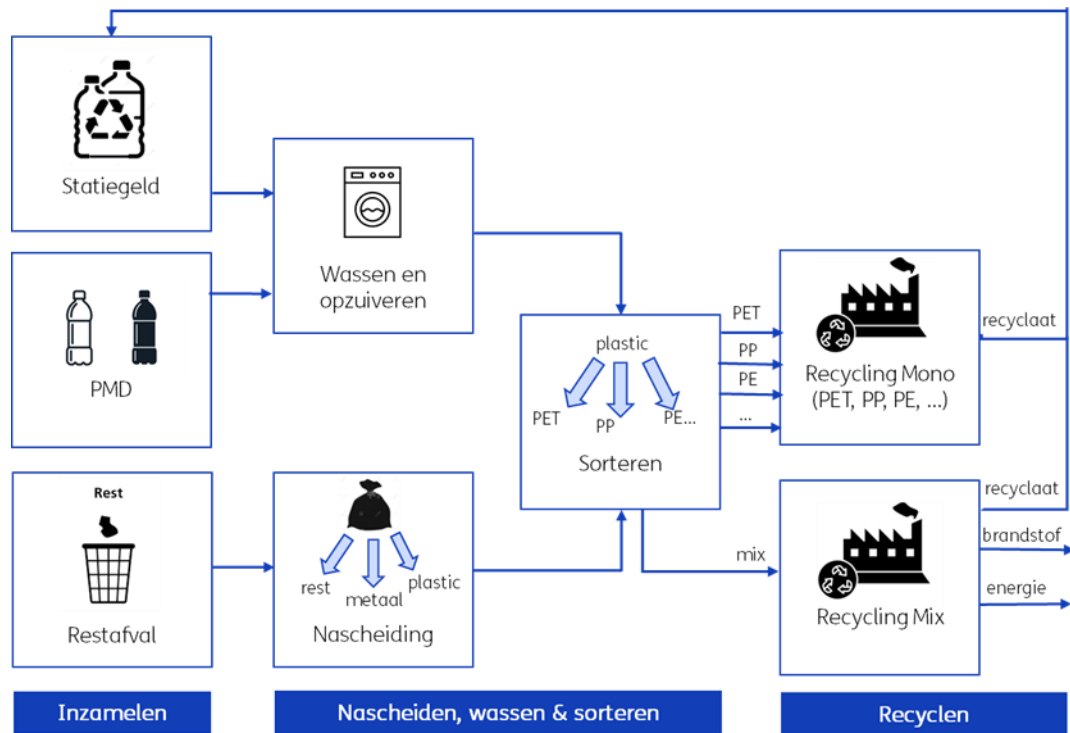
Marketing wordt gezien als de kritische factor voor verkoop en marketeers bepalen daarom vaak de ontwerpkeuzes. Dit komt niet noodzakelijkerwijs ten goede aan recycling of duurzaamheid. [1242]. De verpakkingsproducenten zijn ook sturend in het ontwerp aangezien zij hun machines weer moeten afstemmen op nieuwe materialen die gevormd en ontwikkeld worden [1296].

### B.1.3 Technologie

In Figuur 10 staan de verwerkingstappen van plastic afvalverwerking van consumenten en bedrijven schematisch weergegeven.

Na inzameling door bedrijven en burgers wordt het plastics gezuiverd door was- en zuiveringstechnieken. Bij nascheiding worden plastic- & metalen verpakkingen en drinkpakken uit het restafval gehaald. Bij de laatste stap wordt het gezuiverde plastics gesorteerd naar plastictype. Als de gezuiverde plasticstromen van de gewenste kwaliteit zijn, kunnen deze vervolgens gerecycled worden. De reststromen gaan naar de afvalcentrales voor verbranding met warmteterugwinning.

De technologische behoeftes en gewenste innovaties die naar voren kwamen in de interviews worden hieronder per verwerkingstap besproken (inzamelen; nascheiden, zuiveren & sorteren, recyclen)



Figuur B.2. Overzicht van de verwerkingsstappen tijdens plastic afvalverwerking.

**Inzamelen:** Plasticafval wordt nu ingezameld door burgers en bedrijven via statiegeldsystemen, via gescheiden plastic inzameling (PMD) en via het restafval.

**Statiegeld:** In Nederland is er statiegeld voor grote kunststof flessen voor water of frisdrank vanaf 1 liter (€ 0,25) en kleine van minder dan 1 liter (€ 0,15), en sinds april 2023 op blikjes. Deze statiegeldverpakkingen worden via inleverpunten ingezameld.

Door afvalverwerkers wordt het statiegeldsysteem benoemd als het beste systeem om kunststoffen terug te brengen naar de keten. De reden hiervoor is dat inzameling voor een monostroom zorgt die schoon is [560]. Een tweede positief effect van statiegeldsystemen is dat het zorgt voor een gedragsverandering bij burgers die de waarde ervan inzien en het hiermee anders behandelen [1322], hiermee wordt voorkomen dat plastic in het milieu terecht komt [559].

De volgende behoeftes worden benoemd in de interviews ten aanzien van inzamelen:

- Voor succesvolle invoering van statiegeldsystemen is wet- en regelgeving van groot belang [636].
- Om inleveren te stimuleren moet worden gezorgd dat er voldoende inleverpunten zijn [1181].
- Statiegeld zou op meer producten toegepast kunnen worden, zoals op verpakkingen van wasmiddelen [560].
- Kleding zou op materiaalsoort i.p.v. op type kleding ingezameld moeten worden [1143].

**Inzamelen:** Plastic kan in de meeste gemeenten apart ingeleverd worden, vaak samen met metalen verpakkingen (zoals conservenblik) en drinkpakken (PMD). De gemeente haalt het



aan huis op, of via een container in de buurt. Bedrijven zijn verplicht bedrijfsafval gescheiden te (laten) afvoeren. Ook kunnen producenten eigen inzamelsystemen opzetten [1431].

Het correct inzamelen (en scheiden) van plasticafval is cruciaal want dit zorgt verderop in de keten voor grotere zuiverheid, dus betere recycling en inzetbaarheid van recyclaat [849]. Wetgeving kan hierin een grote rol spelen [1140].

**Restafval:** In de gemeenten waar plastic niet apart wordt ingeleverd komt het plastic terecht bij het restafval. Ook komen plastics die niet zuiver genoeg zijn bij het restafval terecht. De reststromen gaan naar de afvalcentrales voor verbranding met warmteterugwinning.

Er wordt vaker genoemd dat er kansen liggen in het verminderen van afval dat naar AVI's gaat door betere sortering aan de bron, dus door betere inzameling [636, 683, 1140].

### B.1.3.1 Nascheiden, zuiveren & sorteren

Deze stap van afvalverwerking wordt als een cruciale stap gezien [97, 683, 1085, 1154, 1140, 1334] aangezien het de kwaliteit van de stappen erna bepaalt. De geïnterviewden noemen dat de efficiëntie van nascheiden, zuiveren en sorteren verbeterd worden [95, 298]. Er is coördinatie nodig met leveranciers om de sorteernormen onderling af te stemmen [1154]. Door enkele afvalverwerkers wordt genoemd dat men qua sortering niet veel technologische ontwikkelingen verwacht [573, 669].

Belangrijke gewenste innovaties op het gebied van sorteren:

- Toepassing van AI [99, 39, 940] en opschaling van deze technologie [940].
- Sortering gelinkt aan productsamenstelling door toepassen van markers, barcodes, RFID-tags [133, 136, 399, 1104, 1175, 1057] of productpaspoort [1145, 1160].
- Verbetering kwaliteit sorteren [940].
- Ontwikkelen van grote 'advanced' sorteerhubs [353].
- Meer kennis over energiezuinig sorteren is wenselijk [940]

Reinigingstechnieken zijn nodig voor hoogwaardig recyclaat [113, 357], dit gaat bijvoorbeeld om:

- Zuiveringsstappen om bepaalde stoffen uit het materiaal te halen [1155].
- Ontkinkingsoplossingen toepassen op plastic [748].
- Ontwikkelingen op het gebied van wassen [1216].

### B.1.3.2 Recyclen

Bedrijven uit de hele plastic keten vinden recyclingdoelstellingen technologisch uitdagend [225]. De verschillende uitdagingen voor de recycling technologieën zullen hieronder achtereenvolgens besproken worden:

#### Mechanisch recyclen

Mechanische recycling is het verwerken van kunststofafval tot secundaire grondstoffen of producten zonder de chemische structuur van het materiaal noemenswaardig te veranderen. Het is de meest doorontwikkelde en meest toegepaste recyclingtechnologie. Deze technologie verwerkt 95% van het plasticsafval in Nederland.

Sommige geïnterviewden vinden dat mechanisch recyclen niet heel erg is veranderd [573, 617], en er lijkt een maximum te zijn voor het toepassen van deze technologie [492].

Mechanische recycling van PET en recycling van PA [6, 36] worden genoemd als bewezen technologie, er is wel ruimte voor verbetering [348]. Doorontwikkeling van mechanisch recyclen is gewenst door verschillende organisaties [617, 940]. Mechanisch recyclen heeft beperkingen [212, 492] zoals de lage kwaliteit.

Gewenste innovaties zijn om mechanisch recyclen te ontwikkelen voor:

- o Voedselveilige plastics vanwege hoge kwaliteitsnormen [518, 178, 1446]. Er zijn ontwikkelingen voor alternatieven voor voedselveilige recycling, zoals; dissolutie [178], PET recycling [873] of chemisch recyclen [1267, 1278].
- o Folies en mixed plastics vanwege de sterke verontreiniging [546].
- o Moeilijk te recyclen textielpolyesters [1133].

### **Chemisch recyclen**

Bij chemische recycling wordt plastic afval wordt omgezet in secundaire grondstoffen, zoals pyrolyse-olie of monomeren, bijvoorbeeld door middel van thermochemische processen, hydrolyse of solvolyse (Ministerie van IenW, 2024).

Door verschillende geïnterviewden wordt genoemd dat chemisch recyclen wellicht een oplossing is voor circulaire voedselverpakkingen en voedselcontact materiaal [732, 1278, 1440] maar dat de technologie nog beperkt toepasbaar is en niet op grote schaal beschikbaar is [100, 1278, 1267]. Een afvalverwerker noemt dat de ambitie moet zijn om zoveel mogelijk en zo hoogwaardig mogelijk te recyclen [572]. Geïnterviewden noemen dat chemisch recyclen beperkingen heeft, zo wordt genoemd dat chemische recycling soms hoge milieu-impact en kosten met zich meebrengt in vergelijking met mechanisch recyclen en dat deze technologie nog niet op grote schaal beschikbaar is [100, 410, 667]. Chemische recycling kan (door behoefte aan constante invoer) op termijn grote aanspraak maken op feedstock en daarmee mechanisch recycling in de weg zitten [50], het is dan lastig te bepalen wie wat krijgt [855, 1218]. Tenslotte wordt door een geïnterviewde genoemd dat het berekenen van gerecyclede inhoud na chemische recycling op verschillende manieren berekend kan worden via de massabalansmethode. De wijze van berekenen heeft een groot effect op het speelveld tussen mechanische en chemische recyclers [125]

Een mogelijke oplossing die wordt genoemd is het toepassen van een cascaderingsysteem; hiermee wordt bedoeld dat voor iedere feedstock de geprefereerde of optimale technologie [921] wordt bepaald. Bijvoorbeeld wat niet mechanisch recyclebaar is kun je chemisch recyclen als laatste redmiddel [172, 572].

### **Kwaliteit recyclelaat**

Ontwikkelingen in recycletechnieken maken meer inzetbaar van recyclelaat mogelijk [850], en met de nieuwe wetgeving zal er meer vraag komen naar recyclelaat [212]. Er is echter onvoldoende recyclelaat van de juiste kwaliteit beschikbaar [212, 1150, 1268, 1359, 1436] en dan vooral van voedselveilig recyclelaat [432, 634].

### **Ongewenste effecten van recycling**

Kwaliteitsmonitoring in de keten (verwerking van afval naar recyclelaat) mist vrijwel volledig en is gewenst [300, 382]. Daarbij is het belangrijk om contaminanten in recyclelaat te kunnen analyseren en te waarborgen dat deze nooit over grenswaardes heen mogen gaan [476]. Er kunnen stoffen ongewenst in recycling komen (zoals NIAS) [520] en tijdens het recycling proces kan microplastics ontstaan [309]. Daarnaast wordt recyclelaat vaak bewerkt (toevoegen van weekmakers, kleurstoffen etc.) om aan de gewenste kwaliteit te voldoen, dit brengt risico's met zich mee [405]

### Closed-loop recycling

Closed-loop recycling is meestal (nog) niet mogelijk. [36, 97, 131]. Hier gelden beperkingen door wetgeving, bijv. voor voedselveilige verpakkingen [1413], en voor de inzet van PVC recycalaat in drinkwaterbuizen [1441].

## B.1.3.3 Knelpunten technologie

Naast deze gewenste innovaties zijn er een aantal belangrijke niet-technologische knelpunten. Om innovaties te doen slagen is het nodig om:

- **Innovaties te stimuleren en barrières wegnemen:** Belangrijke barrières zijn de lage prijzen virgin plastics en tegenwerkende wet- en regelgeving [1335].
- **Een eerlijke verdeling van middelen te bewerkstelligen:** Er is toegang nodig tot feedstock [855, 1218], energie en water [897, 516], om meer én beter te gaan recycelen. Hoe ga je deze eerlijk verdelen?
- **Activiteiten en technologieën te combineren:** Combineren van activiteiten en technologiestappen zorgt voor een minimum aan transport en maximale synergie van middelen [384, 547]. Bij het ontwerp van faciliteiten zou de milieu impact van een technologie meegenomen moeten worden [1083]
- **Samen te werken om te komen tot ketenoptimalisatie:** Samenwerking met ketenpartners is nodig om tot ketenoptimalisatie te komen, bijv. technologie-optimalisatie [534], en optimalisatie van inzet van: grondstoffen [1218], recycalaat [931], energie [516] en plasticafval [50, 101, 857]. Afval is nu een zeer gedecentraliseerde stroom [1220], en zou centraal verzameld moeten worden om de optimale verwerking te bepalen [559].
- **De systeemtransitie te coördineren:** Er is coördinatie nodig om vooruitgang te boeken [766, 777]. Afvalstromen inzetten als grondstof voor de petrochemische industrie is belangrijk, maar we moeten toe naar een compleet nieuwe waardeketen. [599, 1203].

## B.1.3.4 Microplastics en recycling

Een plastic producent en afvalmanager benadrukken dat microplastics kunnen ontstaan tijdens het recyclingproces, bijvoorbeeld tijdens het shredden [522, 700]. Het aanpassen van het ontwerp of materiaal zou ertoe kunnen leiden dat er minder microplastics ontstaan [638, 700]. Er wordt daarom gepleit voor onderzoek naar microplastic vorming tijdens mechanische recycling (fijnstof tijdens shredden) door een primaire producer [522]. Zie ook Bijlage B.1.4.3 Microplastics.

## B.1.4 Milieu-impact en gezondheid

Het inzichtelijk maken van- en rapporteren over- de impact van plasticproductie, gebruik en afvalmanagement op het klimaat en op sociaaleconomisch gebied wordt gezien als een belangrijke stap in de transitie naar een circulaire plastic keten. Veel organisaties spenderen hier aandacht aan, al dan niet omdat het voor sommige impactfactoren wettelijk verplicht is. Desondanks is er behoefte aan meer informatie en meer transparantie van impactrapportage. Data en informatie zijn nodig om betere keuzes te maken op het gebied van duurzaamheid en circulariteit. Belangrijke randvoorwaarden die hierbij benoemd worden zijn de behoefte aan standaardisatie van meetmethodes en het belang van toetsing en (externe) controle van de rapportage.

### B.1.4.1 Rapportage

Organisaties rapporteren over de milieu-impact vanwege wettelijke verplichtingen, zoals voor de CSRD [24, 381, 575, 1054, 1280, 1374, 1375] en in sommige gevallen wordt er breder gerapporteerd om hun succes wat betreft behaalde (klimaat)doelen te delen [575, 666]. Er wordt vooral gerapporteerd over hun strategie richting doelstellingen die behaald dient te worden voor 2030 en wat de milieu-impact, met name CO<sub>2</sub> uitstoot, is in het desbetreffende rapportage jaar, maar hierover rapporteren richting 2050 is nog te ver weg [227, 1375]. Vanuit een aantal organisaties is er de wens om over de gehele keten beter en transparanter te rapporteren, op dit moment is dat vaak een uitdaging [266, 337, 350, 938, 1231, 1333]. Dit wordt veroorzaakt door te weinig kennis, ontbrekende informatie, tegenstrijdige informatie, weinig beschikbare data over de plasticsketen [122, 229, 350, 406, 414, 451, 1022, 1088, 1215] of weinig verbinding tussen organisaties [152]. Informatie over welke kennis mist is te vinden in Hoofdstuk 3 en Bijlage B.1.7.

Sommige organisaties benoemen juist dat er geen behoefte is vanuit hun klanten om te rapporteren over de milieu-impact [1301, 1298], omdat bijvoorbeeld de pragmatische kant van productspecificaties (zoals transport) belangrijker zijn [1293]. Anderen verwachten dat kwantificeerbare effecten wel een positieve invloed zouden kunnen hebben op de samenwerkingen op de lange termijn en hun imago kan verbeteren [1301].

Het is voor bedrijven zoeken welke indicatoren voor hen relevant zijn [151]. Er wordt genoemd dat het rapporteren over gezondheid en milieu als een groot risico wordt gezien voor bedrijven, omdat deze factoren niet ge-audit worden (behalve CO<sub>2</sub>-emissies) [235], en ze daardoor zelf de kaders zouden moeten bedenken om over te rapporteren. Dit is een risico voor bedrijven omdat het negatieve effecten kan hebben op de geloofwaardigheid en betrouwbaarheid van een bedrijf wanneer het blijkt dat er onjuist of over onvoldoende impactfactoren gerapporteerd is. Andere organisaties benoemen dat er wel al stappen worden gezet om deze informatie beter inzichtelijk te maken [414, 1194]. Een methode die hiervoor wordt benoemd is het uitvoeren van LCA-berekeningen [1194, 480, 1024, 1153, 910, 1373]. Een belemmering die bij LCA-berekeningen naar voren komt is dat er geen standaardisatie is op het gebied van de methodiek voor de LCA's van verpakkingen [665, 451], wat transparante rapportage en het delen van informatie in de weg zit.

Ten slotte wordt het belang van externe audits op de impactrapportage benadrukt, dit zou transparantie kunnen bevorderen [234]. In deze duurzaamheidsaudits moet er ook mee genomen worden hoeveel er door lobbyisten is geïnvesteerd in bepaalde onderwerpen. Dit is nodig omdat wet- en regelgeving bepaalt wat er gemonitord moet worden en er tegelijkertijd veel geïnvesteerd wordt door lobbyisten in wet- en regelgeving [240].

### B.1.4.2 Milieu-impactfactoren

Uit de gesprekken blijkt dat voor de meeste organisaties de nadruk vooral ligt op het meten, monitoren en verlagen van de CO<sub>2</sub> uitstoot [22, 936, 937, 1153, 121, 380, 445, 479, 524, 738, 818, 871, 961, 1053] en dat hier ook het meest op wordt gestuurd, bijvoorbeeld ook bij de Transitieagenda Kunststoffen [418]. Andere impactfactoren die relevant zijn voor organisaties zijn broeikasgasemissies [277, 380, 477, 1120, 246], humane toxiciteit [277, 310, 478], impact op water en bodem [277, 310, 477, 312, 446, 528, 1248, 1051], impact op biodiversiteit [247, 277, 478, 528] en additieven [1051, 1119]. Echter is het voor organisaties nog een uitdaging hoe ze deze impactfactoren meten en rapporteren, onder andere omdat er niet genoeg data beschikbaar is van de keten [122, 152, 229, 451].

De belangrijkste impactfactoren waar binnen de textielbranche naar gekeken wordt zijn CO<sub>2</sub> en methaan. De impactfactoren die daarnaast meespelen zijn waterverbruik, waterverontreiniging, chemicaliënverbruik en biodiversiteit [22].

Organisaties binnen het stakeholdertype afvalmanagement noemen CO<sub>2</sub> als belangrijkste impactfactor [936, 1153, 706, 947] daarnaast wordt er gekeken naar energieverbruik [1153, 704, 908, 310, 738], waterverbruik [82, 908, 310, 1153], chemicaliënvervuiling [310, 566]. Veiligheid van de werknemers en de impact op de gezondheid worden eveneens benoemd als belangrijke factoren [207, 564, 310].

Bij plasticproductie wordt geconstateerd dat de grootste voetafdruk van het bedrijf in materiaalgebruik zit [614], en dat er daarnaast wordt gekeken naar energie-efficiëntie [615, 640, 663, 738], energiebronnen [615, 1276], waterverbruik [640, 663, 1276] en in een enkel geval naar mensenrechten en kinderarbeid [1276]. Ook wordt er gekeken naar de gezondheidsrisico's zoals bij het gebruik van recycalaat [474] of het uitfaseren van PFAS [1258].

In sommige gevallen wordt de gezondheidsproblematiek nog niet meegenomen in de afwegingen [441, 563], maar wordt er wel verwacht dat deze steeds relevanter wordt. Dat het op dit moment nog niet meegenomen wordt, komt in sommige gevallen doordat de bedrijven niet goed kunnen meten, bijvoorbeeld omdat het moeilijk is om tijdens alle stappen in het verwerkingsproces de producten te meten [563]. Daarnaast weet men niet de gezondheidsrisico's van alle stoffen, zoals bijvoorbeeld voorheen het geval was bij de stof PFAS [563]. Er wordt genoemd dat het in die gevallen nodig is om uit gaan van het voorzorgsprincipe [342, 402] en tegelijkertijd meer kennis te delen [342, 403].

### B.1.4.3 Microplastics

Microplastics worden benoemd als belangrijke milieu-impactfactor [999, 1051, 1081], die niet alleen relevant is voor de bedrijven maar ook steeds relevanter wordt voor de consument [673, 198, 999, 418, 1081].

Er wordt verschillend gekeken naar of circulariteit een oplossing zou kunnen zijn voor microplastics. Sommigen zien microplastics als een onderwerp dat losstaat van circulariteit omdat het meer gericht is op het proces en minder op het ontwerp of materiaal [120, 961]. Een plastic producent en afvalmanager benadrukken juist dat microplastics kunnen ontstaan tijdens het recyclingproces, bijvoorbeeld tijdens het shredden [522, 700]. Juist het aanpassen van het ontwerp of materiaal zou ertoe kunnen leiden dat er minder microplastics ontstaan [638, 700].

Er wordt benoemd dat het belangrijk is om de problematiek rondom microplastics in verhouding tot de gezondheidsrisico's te plaatsen [906, 960, 1051, 1245]. Er worden door een organisatie uit 'overheid en ondersteuning' vier aspecten van microplastics beschreven die relevant zijn voor gezondheid; de fysieke deeltjes, de stoffen zelf, additieven en het mogelijke verspreiden van pathogenen via microplastics (biologisch) [272]. Ook al heeft plastic een lager toxisch acuut effect, de persistentie van plastic kan over tijd toch veel impact hebben [275]. Er wordt daarom gepleit voor onderzoek naar microplastic vorming tijdens mechanische recycling (fijnstof tijdens shredden) door een primaire producer [522]. Er zijn niet alleen betrouwbare meetmethodes nodig voor microplastics [337]. Ook is er te weinig wetgeving waardoor er niet gehandhaafd kan worden [413], alhoewel er wel meer wetgeving wordt verwacht in de vorm van het toevoegen aan de productnormen. Dit zal het

voor organisaties ook makkelijker maken om de effecten van microplastics heel direct te koppelen aan hun materiaalgebruik [961, 991]. Tot die tijd moet, volgens overheidsorganisaties, worden uitgegaan van het voorzorgsprincipe [413].

## B.1.5 Wetgeving en maatregelen

### B.1.5.1 De invloed van wet- en regelgeving

Een belangrijk onderdeel van de transitie naar een circulaire plastic economie is wet- en regelgeving. Uit de interviews blijkt consensus dat wet- en regelgeving invloed heeft op de circulaire strategie van organisaties [438, 493, 696, 709, 967, 1213], maar naar de reikwijdte van deze invloed wordt verschillend gekeken.

Er wordt genoemd dat wetgeving kan zorgen voor een versnelling van de circulaire transitie [107, 473, 967]. De overheid speelt hierin een cruciale rol: door het opstellen en handhaven van regelgeving [637] en door te zorgen dat alle organisaties aan de eisen voldoen voor een circulaire keten [1136, 1204, 725, 244]. Anderzijds blijkt dat wetgeving in sommige gevallen innovaties in de weg zit, zoals bij Europese wetgeving rondom voedselveiligheid (Bijlage A.1.2.1).

Een tweede punt is de urgentie van nieuwe wet- en regelgeving. Sommige organisaties staan achter een versnelling van het instellen van wet- en regelgeving, omdat ze anders hun businesscase niet rondkrijgen [957], zoals in het geval van sommige recyclers die een versnelling wensen van de NCPN [504, 1186]. Andere organisaties benoemen dat er juist meer tijd nodig is zodat ze voldoende tijd hebben om zich aan te kunnen passen [957]. Als beleid bijvoorbeeld een negatieve impact heeft op hun verdienmodel kan er weerstand ontstaan [344, 347, 1071], daarom moet er een balans worden gevonden waarbij reguleren impactvol is en bedrijven helpt om hun businesscase rond te krijgen [331], maar niet zo specifiek dat er ook 'lock-in' effecten komen [344].

In deze paragraaf worden eerste de grootste algemene uitdagingen en kansen rondom wetgeving besproken. Daarnaast is in de interviews gevraagd welke wetgeving en maatregelen invloed hebben op de organisaties. Enkele maatregelen zijn uitvoeriger besproken dan anderen, deze worden toegelicht in Bijlage B.1.5.4, Huidige wetgeving. Op het gebied van product, verpakking, afvalmanagement en recycleert worden enkele bottlenecks en mogelijke oplossingen besproken (Bijlage B.1.5.5.2). De maatregelen die benoemd zijn, maar niet inhoudelijk behandeld, zijn opgenomen in een lijst (Bijlage B.1.5.8).

Ten slotte zijn er twee verwachte maatregelen, de Nationale Circulaire Plastics Norm en de Packaging and Packaging Waste Regulation, veel ter sprake gekomen. Het perspectief hierop is beschreven in Bijlage B.1.5.7, Verwachte wetgeving.

### B.1.5.2 Informatie en complexiteit

Uit de analyse van de interviewresultaten rondom het onderwerp wetgeving komt de complexiteit van het onderwerp naar voren. Er worden vier soorten complexiteit beschreven: (1) complexiteit als gevolg van de hoeveelheid wetgeving en maatregelen waaraan partijen moeten voldoen, (2) complexiteit van wetgeving op inhoudelijk gebied (3) complexiteit als gevolg van veranderlijke inhoud en de vrijblijvendheid van wetgeving en (4) de complexiteit om de effecten van wetgeving te kunnen overzien.



In de interviews wordt gezegd dat er veel wetgeving rondom circulaire economie is en een overheid- en ondersteuningsorganisatie benadrukt dat dit groeit [1244]. De hoeveelheid wetgeving kan risico's vormen: een investeringsorganisatie benoemt bijvoorbeeld dat het huidige patchwork aan maatregelen en initiatieven de markt onzeker maakt waardoor het voor partijen moeilijk is om actie te ondernemen op het gebied van circulariteitsinitiatieven [1262]. Daarnaast is de wetgeving inhoudelijk complex en doordat er zo veel wetgeving is, is het extra moeilijk een overzicht te bewaren. Een primaire producent benoemt bijvoorbeeld dat een groot deel van hun R&D budget toegewezen wordt aan ervoor zorgen dat wetgeving wordt nageleefd. Een afvalmanager noemt dat het moeilijk is om alle wetgeving naast elkaar te zetten en te begrijpen hoe deze dat markt gaat beïnvloeden [699].

Zowel in de fysieke keten (recycler, ontwerpers) als door partijen in het ecosysteem eromheen (kennis en advies organisaties, overheid en ondersteuning- en investeringsorganisaties) benoemen dat er behoefte is aan meer duidelijkheid [158, 946, 958, 1117, 1262, 1355]. Het zou bijvoorbeeld volgens een stakeholder in de categorie 'Ontwerp' helpen als verschillende richtlijnen voor recyclers uniform worden, met name internationaal, zodat ze aan eenduidige oplossingen kunnen werken [1117].

Complexiteit als gevolg van veranderlijke inhoud en vrijblijvendheid wordt herkent door afvalmanagers, UPV's, recyclers, merkeigenaren en investeringsorganisaties. Het is vooral moeilijk voor organisaties dat wetgeving vaak verandert, bijvoorbeeld op het gebied van definities [1264, 1274]. Door deze volatilititeit is het een uitdaging om in te schatten hoe de markt beïnvloed gaat worden door wetgeving, en de strategie daarop aan te passen [699]. Naast volatilititeit kan ook wetgeving te vrijblijvend zijn, een ondersteunende organisatie benoemt dat wetgeving rondom essentiële eisen voor bijvoorbeeld duurzame verpakkingen vaak te vrijblijvend zijn en niet effectief. Volgens een brancheorganisatie is het daardoor voor organisaties onduidelijk hoe ze aan deze wetgeving kunnen voldoen in de praktijk [867]. Een bijkomend risico is dat organisaties te onzeker worden en er een impasse ontstaat, of dat bedrijven zich verplaatsen naar het buitenland [1355], zie ook paragraaf B.1.6 Investeringsklimaat en verdienmodellen.

Ten slotte wordt het als een uitdaging gezien om de effecten van wetgeving te overzien, dit wordt benoemt door zowel een overheidsorganisatie [1244] en een kennis- en adviesorganisatie [1319]. Een recycler noemt een voorbeeld van hoe wetgeving kan leiden tot ongewenste effecten: op Europees niveau noemt deze partij bijvoorbeeld wetgeving rondom het toepassen van recycelaat en export en import. De Europese unie verbiedt de export van plasticafval naar buiten de Europese Unie, maar het importeren van recycelaat buiten de Europese Unie mag wel en mag dit type recycelaat gebruikt worden om circulaire doelstellingen te halen. Hierdoor, zegt de recycler, wordt er meer aanbod gecreëerd van te recyclen plastic, maar minder afzet van recycelaat. Doordat recycelaat afkomstig van buiten de EU te maken heeft met lagere energiekosten, lagere arbeidskosten en veel minder scherpe milieueisen, wordt dit aangeboden voor een veel lagere prijs dan recycelaat afkomstig van binnen de EU. Hierdoor wordt er valse concurrentie gecreëerd en bovendien wordt Europa afhankelijk van landen buiten de EU qua grondstofvoorziening. Een ander voorbeeld dat aangeeft dat effecten van wetgeving complex zijn om in te schatten wordt gegeven door een ondersteunende organisatie: er zijn zorgen rondom Non-Intentionele Added Substances (NIAS), die veel voortkomen uit inkten. Sommige inkten zijn goed recyclebaar maar zorgen voor meer schadelijke stoffen, anderen inkten hebben minder schadelijke stoffen maar zijn weer niet goed recyclebaar. Het is dan ook complex om hier goede wetgeving voor te formuleren, omdat de effecten hiervan goed afgewogen moeten worden [868].

Ondanks de complexiteit van wetgeving wordt er herkent dat de overheid zich inzet om beter te informeren over wetgeving en de gevolgen van wetgeving [68, 1199]. Een recycler

benadrukt dat er goede informatie gedeeld vanuit verschillende instanties zoals brancheverenigingen [915].

### B.1.5.3 Benodigde kennis en ontwikkeling van wetgeving

Zoals in paragraaf B.1.5.2 beschreven is er om goede wetgeving te kunnen maken informatie en kennis nodig om de gevolgen in kaart te brengen. Voor sommige thema's ontbreekt dit [262, 340, 1319]. Een veel genoemd voorbeeld hiervan is het onderwerp microplastics. Een recycler en een overheidsinstantie noemt dat deze vrijkomen tijdens het shredden van plastics, maar dat de gezondheidseffecten nog onduidelijk zijn [700, 1245]. Er komt steeds meer onderzoek naar microplastics. De resultaten kunnen de grenzen van wetgeving bepalen, volgens een stakeholder van 'Overheid en ondersteuning' [989, 990]. Tot die tijd kan het voorzorgsprincipe een rol spelen [341, 413].

Overheidsorganisaties noemen dat organisaties mee zouden kunnen denken over wetgeving, om zo te voorkomen dat bijvoorbeeld milieubewuste acties onterecht worden geraakt door wetgeving [262, 1244]. Ook kunnen organisaties die zorgen voor normering hier een rol spelen [1230]. Bij normalisatie wordt de markt betrokken door stakeholder sessies of via werksessies die de Transitieagenda's formuleren [979, 978, 1004]. Door deze organisaties aan tafel te brengen kan er mogelijk een kennishiaat worden opgevuld.

### B.1.5.4 Huidige wetgeving

Tijdens de interviews is er gevraagd welke wet- en regelgeving invloed hebben op de strategie van de organisatie richting een circulaire plastics economie in 2050. Uit het onderzoek blijkt dat op Nederlands niveau de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV) vaak wordt benoemd (B.1.5.5). Op Europees niveau wordt wetgeving rondom voedselveiligheid uitvoerig besproken (B.1.5.6).

Naast deze maatregelen, is er uit het onderzoek een lijst samengesteld met wetgeving en maatregelen die relevant zijn voor de plastic keten. Deze maatregelen zijn inhoudelijk niet uitvoerig besproken, maar geven een overzicht van welke wet- en regelgeving mogelijk invloed heeft op de circulaire transitie, op Nederlands (B.1.5.8.1) niveau en op Europees niveau (B.1.5.8.2).

Bovenop al bestaande wetgeving, kwamen er twee toekomstige maatregelen al uitgebreid ter sprake, de Nationale Circulaire Plastic Norm en de Europese maatregel Packaging Waste Regulation (PPWR). Deze maatregelen worden toegelicht in B.1.5.7.

### B.1.5.5 Nederlandse wetgeving

#### B.1.5.5.1 *Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid*

De Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid (UPV) wordt gezien als invloedrijk op de gehele plastic keten, met name voor textiel, landbouwplastics en verpakkingen [8, 31, 112, 220, 435, 569, 688, 770, 1351].



De Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV) bestaat uit een set van regels en geldt voor verschillende producten zoals verpakkingen, auto's en textiel. De UPV dient ervoor te zorgen dat bedrijven die producten maken ook verantwoordelijk zijn voor het inzamelen en hergebruiken van het afval van die producten. Deze regels gelden voor producenten, oftewel voor bedrijven die in eerste instantie in Nederland hun producten verkopen. In de meeste gevallen werken de producenten voor de UPV in een organisatie, voor verpakkingen in Nederland is dit Verpact (voorheen Stichting Afvalfonds Verpakkingen, Nedvang, Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV) en Stichting Nederland Schoon). Verpact is wettelijk verantwoordelijk voor het realiseren van de recycle doelstellingen die zijn geformuleerd door de Nederlandse overheid. Afspraken hierover zijn vastgelegd in de Afvalbeheerbijdrageovereenkomst Verpakkingen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022)

De UPV wordt gezien als een instrument dat kan bijdragen aan de circulaire plastic economie [112]. Bijvoorbeeld door middel van de tariefdifferentiatiekorting, dat het toepassen van recyclelaaf of design for recycling stimuleert [601, 605, 606, 112, 844]. Daarnaast zorgt de UPV ervoor dat wetgeving collectief kan worden uitgevoerd [866, 955]. Tegelijkertijd wordt er benoemd dat het ook innovatie in de weg kan zitten, bijvoorbeeld door beter en meer sorteren niet te belonen of door alleen kortingen te geven op basis van volume in plaats van kwaliteit van het eindproduct [688, 558, 569].

#### B.1.5.5.2 *Specifieke bottlenecks en mogelijke oplossingen*

##### **Product & Verpakkingen**

Er wordt genoemd dat op dit moment een integraal beleid mist om een balans te vinden tussen de functie-eisen van een product of verpakking en de eisen die worden gesteld door wetgeving, of de wensen vanuit de maatschappij [177]. Om de circulariteit van producten en verpakkingen te vergroten worden er een aantal inhoudelijke voorstellen gedaan. Een kennis- en adviesorganisatie noemt dat wetgeving gebruikt kan worden om design for circularity aan te moedigen en de toepassing ervan te vergroten [306]. Dit kan door bepaalde ontwerpkeuzes te verbieden of juist te stimuleren. Een vaak genoemde oplossing is het introduceren van meer standaardisatie: merkeigenaren zouden gedwongen kunnen worden om met minder soorten plastic te gaan werken of minder additieven toe te voegen [105, 108, 951], waardoor er minder en homogener afvalstromen gecreëerd worden. Ten slotte noemt een kennis- en adviesorganisatie dat er hardere regels opgesteld zouden kunnen worden, voor bijvoorbeeld voor marketeers, om de juiste informatie op de verpakking te plaatsen [305], zodat deze beter gesorteerd kan worden of beter recycle kan worden. Een productpaspoort wordt genoemd als een mogelijkheid om dit te vergemakkelijken [27].

##### **Afvalmanagement & Recyclelaaf**

Volgens de geïnterviewden ligt er een kans om inzamelen en sorteren, recyclen en hergebruik te faciliteren door middel van wetgeving [1233, 1140, 928, 636, 693]. Afval moet gescheiden ingezameld worden, zodat het makkelijker verwerkt kan worden [636]. Hiervoor is strakkere ketenregie nodig, door dit bijvoorbeeld te laten organiseren door de UPV-organisaties [160]. Daarnaast wordt er benoemd dat sorteerdere gestimuleerd worden om beter te sorteren. Op dit moment wordt er bij sorteerdere gewerkt met een kostengrens: een vast budget waarbinnen er gesorteerd moet worden. Een beter model zou zijn als sorteerdere worden beloond voor hun output specificaties, zoals in België gebeurt [170, 585, 684]. Om recycling te stimuleren zou er een heffing op (fossiele) virgin polymeren ingevoerd kunnen worden zodat recyclelaaf beter kan concurreren met virgin polymeren en innoverende bedrijven die nu recyclelaaf maken niet failliet gaan, benoemt een brancheorganisatie. Dit zou een sluitstuk moeten zijn en niet alleen maar kostenverhogend moeten werken [176, 143].

Ook zou er wetgeving geformuleerd kunnen worden om het voor de merkeigenaren aantrekkelijker te maken om voor recyclebaar te kiezen in plaats van virgin plastics, volgens een stakeholder van het type 'Overheid en ondersteuning' [346]. Een andere vorm is wetgeving dat ervoor zorgt dat recyclebare stromen niet verbrand kunnen worden.

'Omdat er geen verbrandingsverbod is, concurreert een recycler met een afvalverbrandingsoven voor de input van plastic afval [926].'

Ten slotte wordt het end-of-waste predicaat genoemd als uitdaging in het toepassen van recyclebaar [517, 687, 810]. Een afvalmanager beschrijft dat het nu een bottleneck is om een 'einde afval' status te verkrijgen voor gerecycled materiaal, wat vereist dat producenten een vergunning hebben om afval te kunnen verwerken, of dat een recyclingbedrijf ervoor zorgt dat het niet langer als afval wordt gelabeld. Dit houdt echter op bij de grens, waardoor een ontvangend land iets alsnog als afval kan zien. Het proces van het krijgen van een dergelijke status kan lang duren, dus het vertraagt de ontwikkeling van de circulaire economie en brengt ook financiële risico's met zich mee [687]. Hier bovenop is er een uitdaging in het gebruik van definities: bijproducten en end-of-waste criteria. De Europese Commissie heeft wel regels opgesteld voor end-of-waste criteria (European Commission, 2023), maar Nederland heeft maar op zeer weinig afvalstromen end-of-waste criteria toegepast. Voor de overgrote meerderheid van afvalstromen kan dus niet gezegd worden onder welke omstandigheden (of na welke verwerking) dit nog afval is of niet [810].

### B.1.5.6 Europese wetgeving

Europese wetgeving heeft grote invloed op de strategie van de organisaties richting een circulaire plastics waardeketen in 2050 [1149]. Volgens een recycler is er een trend in Europa om te verduurzamen, en ligt er een kans om door middel van wet- en regelgeving hierop in te spelen [1138]. Nu al is de tendens in Europa om fossiele grondstoffen uit te faseren en recyclebaar en biogebaseerde materialen meer in te zetten, volgens een brancheorganisatie [219]. Door bepaalde zaken Europees aan te pakken, kan er een minimum speelveld worden gecreëerd in Europa en kunnen organisaties eenduidig aan oplossingen werken [635, 430, 973, 1117].

Europese wetgeving dat het meeste wordt genoemd is wetgeving rondom voedselveiligheid gehandhaafd door de European Food Safety Authority (EFSA) (European Commission, 2021) (European Commission, 2022).

#### Voedselveiligheid

De wetgeving rondom voedselveiligheid die gehandhaafd wordt door de EFSA wordt gezien als grote bottleneck in de transitie naar een circulaire economie [139, 159, 179, 180, 270, 366, 367, 391, 865]. Er worden strenge eisen gesteld aan labels en verpakkingen die met voedsel in contact komen [1118, 1151]. Door zowel kennis- en adviesorganisaties, brancheorganisaties, primaire producenten en ontwerpers worden zorgen geuit over dat de EFSA-goedkeuring moet geven voor het gebruiken van recyclebaar in plastic voedselverpakkingen, wat veel tijd en geld kost [139, 179, 366, 1189]. Er zijn zorgen omdat volgens een afvalmanager deze goedkeuring vaak lang duurt en aan strenge eisen moet voldoen, waardoor er vooraf veel in geïnvesteerd wordt [110]. In sommige gevallen moet de EFSA ook goedkeuring geven voor wanneer men nieuwe technologie wil gebruiken voor het toepassen van recyclebaar in voedselverpakkingen en deze goedkeuring duurt ook erg lang, zegt een brancheorganisatie [179].

Daarnaast is het gewenst dat er meer flexibiliteit komt in de voedselwetgeving [366] en er beter inhoudelijk wordt nagedacht over de gevolgen hier van [180], op dit moment mogen er bijvoorbeeld stoffen bij voedselproductie worden gebruikt die niet in de verpakking mogen

zitten [180]. Een primaire producent geeft het voorbeeld dat het nu voor sommige organisaties niet duidelijk is of dezelfde voedselveiligheidsnormen moeten gelden voor verschillende soorten verpakkingen [366].

Ten slotte heeft deze wetgeving gevolgen voor de beschikbaarheid van hoogwaardig recycalaat. Vanwege de eisen voor recycalaat toepassingen in voedselcontact materiaal, kan er op dit moment alleen schoon PET-recycalaat worden toegepast. Dit type recycalaat is dan ook niet meer beschikbaar voor sectoren buiten de voedsel sector, waardoor er extra kosten gemaakt moeten worden om de resterende feedstock hoogwaardig te recycleren, volgens een primaire producent [367].

## B.1.5.7 Verwachte wetgeving

### B.1.5.7.1 Nederlandse wetgeving

#### Nationale Circulaire Plastics Norm

Tijdens het schrijven van dit rapport is de NCPN nog vol in ontwikkeling (Wijziging van de Wet milieubeheer voor een nationale circulaire plastic norm, 2024). Het doel van de norm is om te zorgen dat CO<sub>2</sub>-impact van het plasticssysteem zal verminderen en om Europees ambitieus te zijn op het gebied van circulariteit van plastics. De norm moet een minimaal percentage gaan voorschrijven van gerecycleerde of biobased content van al het in Nederland verwerkte plastic. Dit mag vervolgens wel naar het buitenland geëxporteerd worden en uit het buitenland geëxporteerde plastics hebben in Nederland deze verplichting niet. Verder kan in rechten worden gehandeld tussen bedrijven: wanneer het voor jouw productgroep niet haalbaar is om recycalaat toe te passen, kun je rechten kopen van een bedrijf waarvoor het wel makkelijk te doen is.

Er wordt verwacht dat in de toekomst de Nationale Circulaire Plastics Norm vooral veel invloed zal hebben doordat er scherpe ambities worden gezet op het gebied van het toepassen van recycalaat [142, 217, 698, 971, 1152]. Hier wordt nu al op geanticipeerd in de strategie van organisaties, onder andere door te streven naar hoogwaardige toepassing van recycalaat [678]. Door recycalaattoepassingen te stimuleren met wetgeving, wordt het verdienen rondom recycalaat aantrekkelijker voor de keten [504, 693]. Met name voor recyclers zal de norm een positief effect hebben op de bedrijfsvoering wanneer de vraag naar recycalaat omhooggaat [144, 698, 922], maar er wordt ook een aantal inhoudelijke vraagtekens bij de norm gezet.

Allereerst worden er over de verwachte wetgeving Nationale Circulaire Plastics Norm zorgen geuit over of er voldoende hoogwaardig recycalaat beschikbaar zal zijn wanneer deze in werking treedt [69, 433, 1346]. Dat komt door technologische [1266], wettelijke, financiële invloeden [1346] en kwalitatieve vereisten, zoals sorteringstechnieken, kwaliteitseisen van recycalaat toepassingen in voedselcontact materiaal of investeringen in infrastructuur. Bovendien wordt in Europa maar ongeveer een derde van alle plastics gerecycled<sup>10</sup>.

Daarnaast vindt men het een uitdaging om te zorgen dat de bijmengverplichting tot het gewenste resultaat leidt: er is een zorg dat de norm alleen voor Nederlandse producenten zal gelden (en niet op geïmporteerde plastics of producten) waardoor er geen gelijk speelveld ontstaat [602], doordat producten van Nederlandse converters straks naar buitenlandse bedrijven gaan en dat Nederlandse bedrijven virgin plastics gaan inkopen vanuit het buitenland [80, 145, 561, 507]. Ten slotte worden er zorgen geuit dat er een overproductie van laagwaardige toepassingen van het recycalaat zal plaats vinden doordat er

<sup>10</sup> Van den Beuken et al. (2023) From #plasticfree to future-proof plastics.

een verplichting wordt gesteld in percentage toegepast materiaal [145, 1232]. Een genoemde oplossing hiervoor is door het eindresultaat in de vorm van kwaliteitseisen en eigenschappen voor te schrijven, in plaats van alleen percentages [306].

#### B.1.5.7.2 Europese wetgeving

##### Packaging Waste Regulation (PPWR)

De Europese PPWR stelt eisen voor verschillende eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsafval (Ragonnaud, 2024). Op 24 april 2024 stemde het Europees Parlement voor de regulation. Deze moet nog formeel worden goedgekeurd door de Europese raad op het moment van schrijven van dit rapport. De PPWR concentreert zich op de volgende thema's: ontwerprichtlijnen om recycleerbaarheid te vergroten, het toepassen van recycled content en het verminderen en voorkomen van onnodig verpakkingen en het toepassen van reuse-verpakkingen.

De PPWR is belangrijke wetgeving die invloed heeft op de strategie van de geïnterviewden [141, 313, 376, 440, 475, 862, 905, 922, 1049, 1115, 1179, 1324, 1412]. Er wordt benoemd dat deze regelgeving is gebaseerd op wetenschap en dat de industrie een belangrijke rol heeft gespeeld in de totstandkoming van PPWR [508, 764, 1116]. Voor sommige organisaties zal dit een positief effect hebben omdat de vraag naar recyclelaat zal toenemen [71, 922, 1205]. Maar -net zoals bij de NCPN- worden hier ook een aantal opmerkingen geplaatst. Er bestaat een risico dat de Europese Commissie zich uit de markt prijst en de inflatie zal opdrijven binnen de EU [1205]. Een kennisorganisatie noemt juist een positief effect van de toepassing op Europees niveau en benadrukt dat er in de voorgestelde wetgeving ook staat dat recycled content uit de Europese Unie moet komen, als het ook in Europa wordt gebruikt [658]. Dit zou kunnen voorkomen dat laagwaardig recyclelaat uit andere landen geïmporteerd dient te worden om aan de vraag te kunnen voldoen.

Een ander aspect van deze wetgeving is de balans in feedstock aanspraak en hoe zich dit verhoudt tot mechanisch een chemische recycling [111, 895, 900, 902]. Er wordt benoemd dat vanwege de kwaliteitseisen in de food en farmaceutische industrie het belangrijk is dat recycling wordt gedaan via chemische recycling [1345], omdat de huidige recycling technologieën te laagwaardig recyclelaat levert [211] en de PPWR het onmogelijk maakt recyclelaat via mechanische recycling toepasbaar te maken.

Enerzijds is het gewenst dat er specificaties worden vastgesteld voor chemisch recycling [296], anderzijds noemt men dat het lijkt alsof er ruim baan wordt gegeven aan chemische recycling waardoor de competitiviteit van mechanische recycling wordt ondermijnd [899]. Er zijn bijvoorbeeld kromme situaties rondom recycle-certificaten, waardoor er geen gelijk speelveld is voor mechanische recycling [895, 900]. Een ander voorbeeld is het 'mass/balance fuel' systeem, hiermee wordt het mogelijk om de output van de pyrolyse-oven aan elk product toe te voegen dat van pyrolyse olie gemaakt kan worden. Zo kunnen er kunststoffen met een aandeel recyclelaat op de markt worden gezet, die feitelijk geen recyclelaat bevatten [901]. Daarbovenop is het afhankelijk van hoe de 'mass balance fuel exempt' berekend wordt – een uitzondering voor brandstoffen of niet – of er meer of minder recyclelaat gaat naar chemische recycling. Dit beïnvloedt circulariteit: mechanische recycling levert meer recyclelaat op, heeft meer CO<sub>2</sub> uitstoot en chemische output zou ook ingezet kunnen worden voor niet circulaire doeleinden [125].

Ten slotte is het onduidelijk hoe de wetgeving chemisch recyclen gaat beïnvloeden: bedrijven hebben in innovaties geïnvesteerd vooruitlopend op ontwikkelde wetgeving om zo een bepaalde standaard te stellen [1006]. Wetgeving over chemisch recyclen kan dus de businesscase van deze bedrijven beïnvloeden [1006, 1080]. Dit wordt ook beïnvloed door lobby [125, 1080].

## B.1.5.8 Relevante overige wetgeving en maatregelen

### B.1.5.8.1 Overige Nederlandse wetgeving en maatregelen

Overige Nederlandse wetgeving en maatregelen die van invloed zijn op de plastics keten in de transitie naar een circulaire plastic economie in 2050:

- Besluit Activiteiten Leefomgeving [698],
- EN 13427 t/m 13432 (ISO-normen voor verpakkingen) [313]
- Kaderrichtlijn veiligheid en gezondheid op het werk [1078]
- LAP 3, Deel B: Afvalbeheer en overbrenging [933]
- LAP3 [698, 815],
- Nationaal Plan Circulaire Economie [440],
- Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) [933]
- Overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg (ADR) [1412]
- Vergunningen van omgevingsdiensten om te mogen recyclen [698],
- VerpackG (EPR-verpakkingen) [313]
- Wetgeving rondom voedselveiligheid [612, 270, 732],

### B.1.5.8.2 Overige Europese wetgeving en maatregelen

Relevante Europese wetgeving voor de Nederlandse plastic keten in de transitie naar een circulaire plastic economie in 2050:

- Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) ((EU) 2023/1773) [377, 359, 571, 909, 1192, 377]
- CEN/TC 261 'Packaging', ISO/TC 'Packaging', ISO/TC 51 'Pallets for unit load method of materials handling' [313]
- De Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) [220, 270, 731, 910, 1412]
- Directive on end-of life vehicles (2000/53/EC) [351]
- Ecodesign for Sustainable Product Regulation (EU) 2024/1781 [32, 270, 1090, 1019]
- Empowering consumers for a green transition ((EU) 2024/825) [1019]
- Environmental Footprint methods to measure and communicate life cycle environmental performance of products and organisations ((EU) 2021/2279) [970, 988, 1145, 1163, 1224]
- European Circular Economy Actionplan [32]
- Europese verordening Overbrenging Afvalstoffen (EVOA, EU 2024/1157) [661, 1243, 1369]
- Green Claims Directive (2023/0085 (COD)) [440, 660, 1019]
- Kaderrichtlijn afvalstoffen (Richtlijn 2008/98/EG) [864]
- Kaderrichtlijn water [270]
- List of Substances of Possible Concern (OSPAR) [419]
- Persistent Organic Pollutants (POP) Regulation (EU) 2019/1021 [270]
- Proposal for a regulation on preventing plastic pellet losses to reduce microplastic pollution (COM (2023) 645) [1412]
- REACH Regulation (EC 1907/2006) [270, 1025, 992, 993, 1214, 1272]

- Renewable Energy Directive (2009/28/EC) [693]
- Right to repair Directive ((EU) 6461/24) [1019]
- Single Use Plastics (EU) 2019/904 [659, 956, 1165, 1185, 1189, 1188, 440, 863]

## B.1.6 Investeringsklimaat en verdienmodellen

### B.1.6.1 Bedrijven willen huidige verdienmodellen en concurrentiepositie behouden

Strategische keuzes, en daarmee ook circulariteitsstrategie, moeten onderbouwd zijn met een solide businesscase; geld verdienen blijft logischerwijs een eis voor bedrijven [548, 555, 608]. De transitie naar een circulaire economie vereist ingrijpende aanpassingen aan producten [1044], infrastructuur en technologie, met grote voorinvesteringen [1263]. Er wordt door de geïnterviewden omschreven dat veel organisaties nu terughoudend zijn om te investeren in circulariteit. Het bewaken van huidige verdienmodellen en het willen behouden van een concurrentiepositie worden dan ook genoemd als de belangrijkste uitdagingen voor een circulaire transitie [47, 77, 233, 1010, 1320, 1347]. Verschillende types organisatie (primaire productie [496], investeringsorganisatie [458], afvalmanagement [548]) geven aan dat de financiële risico's leidend zijn. Uit de interviews blijkt dat investeren in circulariteitsstrategieën vertraagd worden door vier factoren: het gebrek aan risicobereidheid van ketenstakeholders [511, 554, 765, 1368], onvoldoende toegang tot kapitaal, wetgeving dat er niet in slaagt om investeringsrisico's te mitigeren, en de afwezigheid van een verdienmodel rondom plastic recycling. Rondom hoogwaardig recyclaat wordt door enkele koplopers wel een kans gezien en in innovatie geïnvesteerd.

### B.1.6.2 Terughoudendheid van stakeholders beperkt de investering in circulariteit

Merkeigenaren worden vaak genoemd als regievoerders in de keten [371] wiens investering essentieel is voor een circulaire transitie [469]. Merkeigenaren worden echter ook gezien als risicomijdende organisaties, die het behoud van marktpositie prioriteit geven boven circulaire doelen [299]. Een merkeigenaar geeft zelf aan dat ze wel circulaire doelen hebben, namelijk het verminderen van CO<sub>2</sub> uitstoot, maar dat de verpakking alsnog een aantrekkelijke prijs moet hebben voor de klant [431]. Aandeelhouders worden ook omschreven als vaak angstig over het verlies van winst of marktaandeel [182]. Daarmee kunnen ze de duurzame visies van de directie inperken, of zorgen dat kosten mee worden genomen in duurzame ambities [236].

Uit de interviews komt vanuit de fysieke keten naar voren dat er een gebrek is aan financiering, vooral voor industriële initiatieven. Een recycler geeft als voorbeeld het moeizaam verkrijgen van kapitaal voor een fabriek [1211]. Een growth equity investor geeft aan dat ze dit financieringsgat wellicht deels kunnen vullen [1048], maar dat de uiteindelijke kapitaal voor een fabriek of plant eerder van banken moet komen [1362]. Als banken de duurzaamheidsdoelen van bedrijven meenemen bij investeringsbeslissingen, komt er meer financiële druk bij bedrijven [730]. Een investeringsorganisatie geeft aan dat ze helpen bij de circulaire transitie door startups met circulaire ambities te ondersteunen binnen de huidige lineaire economie [1036], en een tweede zegt te investeren in bedrijven die hoogwaardig recyclaat productie waar kunnen maken [1346]. Ondanks dat ze nu terughoudendheid zien [1361], benadrukken investeringsorganisaties ook de kansen van de circulaire transitie, en



dat bedrijven die niet meegaan in duurzaamheidsambities zullen lijden onder waardevermindering [238]. Ze geven wel aan dat investeringen afhankelijk zijn van stabiliteit rond vraag en levering van recyclelaaf, en dat alleen de overheid de benodigde zekerheid kan bieden.

### B.1.6.3 Wetgeving en investeringsklimaat

Volgens de geïnterviewden, vooral de recyclers en investeringsorganisaties, is beleid een van de meest impactvolle manieren om het investeringsklimaat te beïnvloeden [1047], omdat beleid de nodige stabiliteit kan geven om lange-termijn investeringen in innovatie en circulariteit te stimuleren [371, 1006, 1349] en circulaire verdienmodellen een prikkel kan geven.

*Investeerders kunnen uiteindelijk de rest wel invullen, de overheid moet via regelgeving zekerheid geven over recycled verpakkingsmateriaal bieden. Als je het goed doet, kun je er geld aan verdienen, maar dat wordt nog te weinig gezien [1349].*

Een heldere koers van de overheid vinden ze daarbij vooral van belang [1355]. Een verpakking & ontwerp organisatie geeft als voorbeeld dat zij hadden geïnvesteerd in herbruikbare producten in anticipatie op de nieuwe wetgeving rondom wegwerpplastics [1170]. Zij stellen dat door gebrek aan handhaving de afzet van deze producten tegenvalt [1171], en dat ze op het moment erg voorzichtig zijn in het doen van nieuwe investeringen [1195].

Weglekeffecten worden vaak genoemd als reden waarom huidig beleid niet voldoende is om de investeringsrisico's rondom circulariteit te mitigeren. De kunststofketen is een internationaal netwerk, en beleid moet in internationale context worden geplaatst om de gevolgen goed te begrijpen [513]. Geïnterviewden geven aan dat landen verschillen in wetgeving rondom plastic productie, recycleerbaarheid en recyclelaafkwaliteit [466, 467, 1072]. Hierdoor kunnen Nederlandse maatregelen omzeild worden door import of export [507]. Een primaire producent geeft bijvoorbeeld aan 85% van productie te exporteren, waarmee maar 15% onder Nederlandse normen komt te vallen [506]. Recyclelaaf kan buiten Nederland goedkoper worden geproduceerd door de lagere arbeidskosten [1046], minder milieubeleid en de minder strenge eisen aan recyclelaaf. Hierdoor wordt het verdienmodel voor recyclers in Nederland moeilijker gemaakt. Ook bij de aangekondigde bijmengverplichting (NCPN) zien de geïnterviewden het risico dat er producten van Nederlandse converters naar buitenlandse bedrijven gaan, en dat Nederlandse bedrijven goedkopere virgin in gaan kopen vanuit het buitenland [80, 1146, 1183]. Circulair beleid van andere landen kan ook zorgen voor verminderde feedstock in Nederland. Een voorbeeld dat wordt gegeven is dat veel Nederlands gerecyclede plastic naar het Verenigd Koninkrijk gaat, vanwege een taks op (importeren van) plastic verpakking met minder dan 30% recyclelaaf [49]. Een recycler geeft aan voorstander te zijn van een vergelijkbaar maatregel in Nederland [929].

#### B.1.6.4 Recycklaat moet concurreren met virgin plastic en afvalverbranding

Veel geïnterviewden geven aan dat er momenteel geen verdienmodel voor recycling wordt gezien. Een recycler legt uit waarom:

*‘De prijs van virgin plastic is heel laag, en de vraag naar recycklaat gaat omlaag, deels doordat het niet goed gaat in de bouwsector en deels dankzij de afnemende vraag naar recycklaat vanwege de lage prijs van virgin plastics. Wij moeten altijd goedkoper zijn dan virgin plastic en goedkoper zijn dan verbranding; hierdoor is plastic recycling nu financieel onhaalbaar en is er geen businessmodel [923].’*

De hoge prijs van recycklaat in vergelijking met virgin materiaal wordt het vaakst genoemd als oorzaak van hogere circulaire productiekosten [85, 123, 302, 327, 363, 497, 652, 685, 858, 898, 927, 954, 1138, 1209, 1237, 1408, 1409]. Gegeven dat virgin materiaal meestal ook van hogere kwaliteit is [652] en geschikt is voor voedselcontact [114], willen de merkeigenaren de hogere prijzen (4-6x hoger wordt geschat door een primaire producer) voor recycklaat niet doorzetten naar consumenten [1108] of zelf opvangen [265, 499, 608]. Hierdoor kunnen recyclingbedrijven recycklaat niet kwijt [364] of gaan ze zelfs failliet [302, 363, 554, 1055]. Investeringsorganisaties geven wel aan dat ze proberen de overige recyclers overeind te houden [1055], maar dit scheidt niet de lange-termijn visie die nodig is voor investeringen in recycling.

Lage olieprijsen wordt genoemd als voornaamste reden voor de lage kosten van virgin plastics [1045]. Er wordt ook gezegd dat recycklaat hoge kosten met zich meebrengt door het sorteren [503], de arbeidskosten [859] en energiekosten [511]. Ook het verkrijgen van de einde-afvalstatus wordt gezien als een proces-kosten-verhogende stap [898] door een recycler.

Het alternatief voor recyclen is afvalverbranding. Afvalmanagementbedrijven en recyclers geven aan dat moeten concurreren met verbranding de businesscase voor recycling nog slechter maakt [691, 926] waardoor verbranden vrijwel altijd financieel gunstiger is dan recyclen [315]. Door afvalverbranding duurder te maken, zou recycling een prikkel kunnen krijgen. Zelfs dan moeten de residuen van de recycle processen nog wel worden verbrand, dat gaat meestal om ongeveer 30% van de inkomende afvalstroom, wat zwaar weegt in de businesscase volgens een afvalmanagement organisatie [692].

De lage en volatiele vraag naar recycklaat en grondstoffen wordt herhaaldelijk genoemd als huidige barrière tegen lange-termijn circulaire investeringsbeslissingen [84, 372, 697, 715, 930, 1212]. Om structureel te kunnen investeren in recycling geven afvalmanagement organisaties en recyclers aan dat er behoefte is aan informatie, op het niveau van specifieke kunststofstromen, over de vraag naar recycklaat [84, 945], en dat er zekerheid nodig is dat er een stabiele markt voor de afnemers is met een minimale prijs [85, 697, 936, 1207].

#### B.1.6.5 De vraag naar hoge-kwaliteit recycklaat stimuleert innovatie

Uit de interviews blijkt dat ook wat kwaliteit van recycklaat betreft, prijs sturend is [1408, 314]. Huidige specificaties voor recycklaat en onderzoek naar het verbeteren van recyclingprocessen (sorteren, recyclen, kwaliteitsmonitoring) worden gericht op waar in de markt vraag naar is, en er is momenteel al vraag specifiek naar hoogwaardig recycklaat



[854]. Een converter geeft aan dat ze moeite hebben met de huidige leveringszekerheid van betaalbaar, hoogwaardig recycalaat en daardoor momenteel maximaal 30% recycalaat gebruiken. Ook sturen ze op maximaal 50% in 2050 vanwege toekomstige leveringonzekerheid. De leveringonzekerheid is dus belemmerend voor circulaire doelen. Uit de interviews blijkt dat er bedrijven zijn die proactief recycalaatkwaliteit proberen te verbeteren. In anticipatie op toekomstige verplichtingen voor gerecycled inhoud wordt door een afvalmanagementbedrijf geïnvesteerd in het produceren van hoogwaardig recycalaat, met de visie dat dit winstgevend wordt [679]. Een van de geïnterviewde organisaties overweegt ook om eigen na-sortering in te voeren om kwaliteit te verbeteren [385]. Een andere recycler geeft aan dat zij de verantwoordelijkheid nemen om te blijven investeren in nieuwe verwerkingstechnieken, om de kwaliteit van het recycalaat te blijven verhogen. Zij zien de verantwoordelijkheid om de kwaliteit van het recycalaat te blijven verhogen als iets dat gedeeld moet worden over de hele sector om de totale levenscyclus van eindproducten zo lang mogelijk te houden [924].

Er wordt genoemd dat sorteercentra afval moeten verwerken voor een vast bedrag, in plaats van naar bepaalde kwaliteitsspecificaties toe [557, 170]. Dit neemt de prikkel weg om uitgebreider te sorteren, ook waar de technologie bestaat om dit beter te doen. Een beter model volgens de geïnterviewden zou zijn als sorteerdere worden beloond voor hun output specificaties, zoals in België gebeurt [170, 585, 684].

### B.1.6.6 Hoe kan het investeringsklimaat circulariteit gaan bevorderen?

Aangrijpingspunten voor verandering worden genoemd. Duurzame termen worden door marketing ingezet om producten beter te verkopen [193], met als implicatie dat er ook kansen zijn in de markt voor circulariteit. Een unieke positie innemen kan een circulaire keuze zijn: Nederlandse textielbedrijven kunnen bijvoorbeeld niet de (vaker dan) seizoensmatige concurrentiestrijd winnen van de groep internationale ketens en e-commerce platforms, en sturen daarom op zorgvuldige productie en consumptie [12].

Ketenregisseurs zoals productmanagers worden nu nog afgerekend op 'grijze' in plaats van 'groene' KPIs [45]. Door de indicatoren van succes te veranderen zouden producten en de keten kunnen veranderen. Dit vereist wel een vergaande verandering in de drijfveren voor bedrijven.

True pricing zou circulariteit kunnen bevorderen, met de randvoorwaarden dat er veel informatie en goed, betrouwbaar en onafhankelijk databeheer voor nodig is [267].

Samenwerking tussen organisaties wordt genoemd om samen te grote voorinvesteringen van duurzaamheid te kunnen overbruggen [1076].]. Het is belangrijk dat er gewerkt wordt aan efficiëntie en schaalgrootte om de kosten voor circulaire producten laag te houden [370].

## B.1.7 Systemvragen

Uit de analyse van dit topic blijkt dat er verschillende typen informatiebehoefte zijn. Ten eerste gaat het om kennis of informatie die nodig is voor een deel van de fysieke keten, of voor een specifieke stakeholdergroep. Deze resultaten worden beschreven in paragraaf B.1.7.1. Daarnaast is er behoefte aan kennis en inzicht over de gehele fysieke plastic waardeketen, deze resultaten worden beschreven in paragraaf B.1.7.2.

### B.1.7.1 Specifieke informatie

#### Ontwerp

Er wordt genoemd dat het zou helpen om een aantal ontwerpkeuzes – bijv. plastic vs. kartonnen verpakking – gemakkelijk te kunnen vergelijken qua impact ervan op milieu. Hiervoor worden momenteel tools gebruikt zoals het Packaging compass [453]. Een brancheorganisatie geeft aan dat er een overzicht nodig is van verschillende verpakkingen en de impact daarvan op verschillende parameters, het effect door de keten en het effect op recyclebaarheid. [168]. Tenslotte noemt een geïnterviewde dat het ideaal zou zijn om een tool te hebben die de meest duurzame verpakking ontwerpt, op basis van impactdata, maar bijv. ook op basis van informatie over minimale eisen voor verpakkingen [119].

Tenslotte wordt genoemd dat LCA-methodes niet altijd onderling vergelijkbaar zijn, waardoor een eerlijke vergelijking tussen LCA uitkomsten moeilijk is [671]. Daarnaast zijn LCA-datasets niet altijd volledig, bijv. data over nieuwe technologieën [672] en kennis over wat daadwerkelijk effecten zijn qua gezondheid en milieu ontbreken [443]. Een brancheorganisatie geeft aan dat ze de leden stimuleert om LCAs uit te laten voeren. Harmonisatie van LCA-data is daarbij wenselijk [166, 167]. Een community kan nuttig zijn om te zorgen dat organisaties dezelfde LCA-methodologie gebruiken en om gezamenlijk betere LCA-datasets te ontwikkelen [671].

#### Consumenten

Consumenten hebben veel vragen over inzameling van plastic en statiegeld [1017], ze zouden graag simpele informatie op de verpakking zien die helpt om afval makkelijker te kunnen scheiden [429]. Daarnaast willen consumenten bij koop van een product weten wat de materiaalimpact is qua gezondheid en milieu zodat ze alternatieve producten kunnen afwegen. Deze kennis is er niet altijd [433, 1022] of is niet altijd begrijpelijk [243]. Daarnaast wil de consument wil graag eerlijke informatie over de duurzaamheid van producten [1013, 1021, 1233]. Bedrijven zijn via marketing in staat om consumenten stevig te beïnvloeden [966, 500]. Door green-claims kiezen consumenten soms voor opties die duurzamer lijken, maar dat niet echt zijn [462]. Een geïnterviewde ziet het als een taak van de overheid om de consument beter te informeren over de duurzaamheid van producten [632, 633].

Er is op dit moment een breder draagvlak onder consumenten dat grote bedrijven meer verantwoordelijkheid moeten nemen in de circulaire transitie [1234]. Communicatie en informatie over duurzaamheidsdoelen en waar bedrijven staan moet meer toegankelijk en begrijpelijk gemaakt worden voor de consument [243].

#### Afvalverwerking en recycling

Door afvalverwerkers en recyclers wordt vaak aangegeven dat afval wordt beschouwd als een ondoorzichtige markt. Zo is het niet altijd duidelijk waar en hoe het afval precies wordt verwerkt [713]. Belangrijke vragen zijn: “Waar bevinden zich welke afvalstromen in de wereld?” en “Hoe kunnen we het zo goed mogelijk ontsluiten?” [1225]. Verpact heeft de beschikking over waardevolle afvaldata, echter niet alle data kunnen openbaar gemaakt worden omdat het om bedrijfsgevoelige data gaat [587, 724]. Ook is er inzicht nodig in de vraagkant van de markt. Voor het verkrijgen van deze informatie wordt samengewerkt met collega's uit andere landen [74]. Met name informatie over afvalsamenstelling is niet altijd bekend, of deze is te hoog-over. Daarom worden deze analyses door de afvalverwerkers zelf gedaan [75]. Inzamelaars zouden data over de samenstelling van producten moeten krijgen van producenten, nu lukt dat met veel moeite [1160, 1163]. Een recycler noemt dat dit daarom afgedwongen zou moeten worden via wetgeving of via een korting aan de producent [1163].

Om te kunnen investeren in nieuwe recyclingtechnologie is meer informatie nodig over de structurele vraag naar recycklaat [84] en de voorwaarden voor toepassing van recycklaat (kwaliteit, volume etc.) [586, 720, 945]. Deze informatie is met name nodig voor relatief nieuwe marktketens, zoals bijvoorbeeld de pyrolyseketen [719].

Er wordt verder genoemd dat er behoefte is aan kwaliteitsmonitoring van grondstoffen in de keten om zo inzicht te krijgen over efficiëntie en verliezen [323].

Tenslotte is er meer behoefte aan informatie over gezondheidseffecten van plastics. Afvalverwerkers noemen dat ze meer informatie willen over zeer zorgwekkende stoffen (REACH) [218] en gezondheidsrisico's voor werknemers [565]. Een recycler geeft aan meer inzicht te willen hebben in de gezondheidseffecten van recycklaat [935].

#### Overheid & ondersteuning

Overheids-ondersteunende organisaties verzamelen statistieken rondom de CE-transitie. Hierbij ontbreekt nog: Het goed in kaart brengen van productstroomketens [259], andere impactfactoren dan CO<sub>2</sub> [332], en meer informatie over hogere R-strategieën zoals 'refuse' en 'reduce' [838]. Brancheverenigingen monitoren vaak ook de eigen circulaire doelstellingen. In de interviews wordt genoemd dat deze organisaties echter niet onafhankelijk zijn en daarom niet altijd transparant zijn in hoe goed het werkelijk gaat [587].

Informatie en kennis die overheids-ondersteunende organisaties nodig hebben kwamen al eerder aan bod:

- Harmonisatie in rapportage en data van LCA-analyses [280, 404].
- Informatie over materiaalsamenstelling van producten [804, 805].
- Gegevens over materiaalstromen [806, 1032].
- De link tussen welk type recycklaat (hoog- of laagwaardig) waar wordt ingezet [836]
- De potentiële negatieve gezondheidseffecten van plastics [817, 960]

#### Kennis- en adviesorganisaties

Ook kennis- en adviesorganisaties noemen dat er behoefte is aan LCA-kennis. Ze geven aan dat circulariteit nog onvoldoende terugkomt in LCA-berekeningen [1331]. Verder is het lastig is om verschillende impactfactoren zoals CO<sub>2</sub>-uitstoot en microplastics met elkaar te kunnen vergelijken [1332].

## B.1.7.2 Systeemvragen

Verschillende systeemvragen zijn naar boven gekomen in verschillende delen van de fysieke keten (ontwerp, afvalverwerking en recycling) en op specifieke onderwerpen (wet- en regelgeving en investeringen). De systeemvragen worden hieronder benoemd.

#### Ontwerp

De systeemvragen van ontwerpers richten zich met name op het verbeteren van de recycleerbaarheid, zoals:

- Hoe kun je gezamenlijk volledige recycleerbaarheid realiseren? Hoe moet de keten zich ontwikkelen en welk beleid is hiervoor nodig? Wat zijn de gevolgen voor economische kosten en footprint op bredere thema's zoals water, biodiversiteit in verschillende scenario's [515]?
- Een kennis en adviesorganisatie noemt dat er nog weinig informatie wordt teruggekoppeld van de recycler of eindgebruiker terug naar de producent. Scenario's

doorrekenen – bijv. met een systeemmodel - kan bijdragen om deze effecten van de keten inzichtelijk te maken [744].

- Een ontwerper noemt dat het kunnen volgen van een product door de waardeketen van toegevoegde waarde is, want met deze informatie kunnen eventuele aanpassingen aan het product gedaan worden zodat deze makkelijker recyclebaar is [1129].

#### Afvalverwerking en recycling

De afvalverwerker en recyclers stellen zich de vraag hoe technologische innovaties beter op elkaar afgestemd kunnen worden, dit gaat om vragen als:

- Hoe ontwerpen we een systeem van waardeketens waarin we mechanische recycling kunnen maximaliseren, hoe ziet het landschap eruit op NL en EU-niveau? [534]
- Waar in de keten ligt het optimum voor technologieën? In de interviews wordt een voorbeeld gegeven van vervuilde folies, waarbij de vervuiling te hoog is om direct toe te passen voor pyrolyse. Waar in de keten ligt het optimum voor opzuiveren? Overmatig opzuiveren kan leiden tot onrendabele kosten die de hele keten negatief beïnvloeden [690]
- Wat is de merit-order voor recycling? Waarbij voor iedere plasticstroom de optimale recyclingtechnologie wordt bepaald op basis van kosten, baten en impact van technologie [921]
- Een kennisorganisatie noemt dat een rekenmodel nodig is waarmee je de impact kunt berekenen voor een mix van procestechologieën, en dit te koppelen met een economisch, gedrags- en bestuursmodel voor de hele keten. De uitdaging zit hierbij in het systeemmodel, niet in de technologie. Ook zijn er veel data nodig, zoals data over de kwaliteit van processen, of data over lokale plasticstromen. Bij het maken van zo'n model zijn veel organisaties nodig die bereid moeten zijn deze data met elkaar te delen [1067, 1077, 1092].

Ook zijn er systeemvragen over verbeteren van de recycleerbaarheid:

- Verbeteren van de recycleerbaarheid is een ketenprobleem: “Je wilt voor alle schakels weten wat consequenties zijn van een verandering in een specifieke schakel op de rest van het systeem zodat we gezamenlijk, niet individueel, de ketendoelstellingen kunnen behalen. Investeren van 1 Milj in specifiek deel van de keten kan ergens anders een winst van 3 Milj opleveren. Om deze discussie te voeren heb je transparante data nodig“ [585-590].
- Welke normeringen van afval kunnen we toepassen om zo veel mogelijk waarde uit het afval te halen, en welke hebben effect en welke niet? [1198]

#### Wetgeving

Ketenpartners willen graag meer inzicht krijgen in effecten van wet- en regelgeving. De volgende vragen zijn genoemd:

- Hoe krijg ik inzicht in elkaar tegenwerkende complexe wetgeving zoals SUP/ PPWR/ voedselveiligheid? [674]
- Welk effect hebben variaties in beleidsmaatregelen? Wat zijn de gevoeligheden en verschuivingen in de keten als gevolg van bijvoorbeeld ban op producten, en het verbod op verbranding? [543]
- Wat is de invloed van beleidsmaatregelen op bepaalde sectoren van de industrie en hoe beïnvloedt dit de CO<sub>2</sub>-balans? [920]”.

#### Investeringsvragen

Een aantal systeemvragen gaan over het inschatten van business risico's en de benodigde investeringen in de toekomst:

- Brancheorganisaties willen inzicht in benodigde investeringen voor een circulaire toekomst en zijn op zoek naar het vinden van de juiste mix van R-strategieën voor de keten [17, 18]
- Om te zien en voorspellen hoe het tradingsysteem dat onderdeel wordt van de NCPN gaat uitpakken [42]
- Wat zijn de business risico's en kansen voor nieuwe circulaire oplossingen en wat de impact is op: klanten, de kosten, de benodigde investeringen, de benodigde aanpassingen aan de huidige infrastructuur, wetgeving, belastingen etc. [485]
- Welke invloed hebben factoren zoals: beleid, subsidies, prijzen, handelsbarrières, machtsverhoudingen in de keten, energieverbruik en energiegebruik, watergebruik op de materiaal- en geldflow in de keten? [1064]
- Is er genoeg afval beschikbaar om bepaalde nieuwe technieken commercieel te maken [1383]
- Hoe ziet een circulaire waardeketen eruit? Hoe kan dit in de breedte kan worden opgeschaald voor het hele bedrijfsleven groter dan startups en scaleups? [1035]

#### Algemeen

- Een kennis en adviesorganisatie benoemt dat er behoefte is aan inzicht in de fysieke plastic keten, zeker omdat er veel snelle ontwikkelingen zijn – bijv. rondom beleid - en het dan moeilijk is voor organisaties om het overzicht te houden en te prioriteren. Het risico is belemmering van innovatie. Het is voor partijen lastig kiezen tussen de verschillende prioriteiten, bijvoorbeeld het afwegen van plastic afval tegenover voedselverspilling [150]
- Een brancheorganisatie noemt dat het modelleren van de keten gaat helpen om over de grenzen van eigen organisatie heen te kijken en betere beslissingen te nemen [56].
- Het verkrijgen van systeeminzichten zodat er op maat advies gegeven kan worden aan klanten. Er zijn nog zeker grote systeemvragen (denk aan microplastics) waar we nog geen antwoord op hebben [673]

## B.1.8 **Systeemverandering en ketensamenwerking**

In de transitie naar een circulaire plastics economie hebben veel organisaties duurzaamheids- of circulariteitsambities en doelstellingen opgenomen in hun strategie. Een converter heeft bijvoorbeeld de doelstelling om het aandeel recycalaat in hun producten te verhogen met 5 á 10% per jaar [1389]. Een ander voorbeeld is van een merkeigenaar dat als doelstelling heeft om in 2050 CO<sub>2</sub> neutraal te zijn [1500]. In het vormen van deze ambities spelen verschillende thema's een rol: wet- en regelgeving [226, 376, 440, 567, 699], kosten en investeringen [236, 238, 239], leveringszekerheid en de prijs van grondstoffen en recycalaat [499, 223], milieu-impactfactoren [242, 431, 456] en de klant [233, 431]. Voor de meeste organisaties in de plastic sector, met uitzondering van enkele chemiebedrijven, geldt dat er een vooral een kortetermijnvisie is [157, 981, 930], waarin er met name doelstellingen worden geformuleerd tot en met 2030 [699, 556, 222, 231, 728]. Voor sommige organisaties in de plastic keten zijn de doelstellingen voor de komende jaren helder, maar ligt 2030 al ver in de toekomst en is er weinig beeld van 2050 [227, 231, 550, 556]. De onzekerheid van de markt en de complexiteit van wet- en regelgeving [1314] worden voornamelijk genoemd als belemmeringen voor het vormen van heldere strategieën richting de doelstellingen van 2050. Op dit moment is het voor grote afvalmanagementorganisaties al moeilijk om alle huidige wet- en regelgeving te begrijpen, nieuwe wetgeving bij te houden en te zien hoe wetgeving de markt beïnvloedt [699], laat staan hoe toekomstige maatregelen de markt zouden kunnen beïnvloeden. Daarbij is er onzekerheid over andere factoren die de markt kunnen beïnvloeden zoals de toekomstige publieke opinie over het gebruik van kunststoffen [556]. Een andere reden is dat verduurzaming nu als verhoging van

de eigen kosten wordt gezien, terwijl men verwacht dat de kosten nog hoger worden als er nu niks gebeurt [157].

*‘Het belangrijkste is dat we dit gezamenlijk doen en dat er een duidelijke doelstelling aan vast hangt. De tijd dringt! Niet alleen vanuit een milieutechnisch oogpunt maar ook vanuit een economisch oogpunt. Hoe langer je niks doet, hoe meer je mist [1387]’*

### B.1.8.1 Ketensamenwerking

De geïnterviewden geven aan dat voor de circulaire transitie een systeemverandering nodig is [214, 777, 980] waarbij de gehele keten in ogenschouw genomen moet worden [289, 354, 494, 411] en waar alle ketenpartners bij betrokken dienen te worden [51, 289, 618, 1039, 87, 914, 1038, 53, 495]. Er gebeurt nu veel ad hoc, terwijl er behoefte is aan afstemming tussen organisaties onderling, bijvoorbeeld over welke thema's prioriteit hebben. Er ontbreekt een gemeenschappelijk beeld over de beschikbare kennis en de betrouwbaarheid van kennis, bijvoorbeeld doordat de data die ten grondslag ligt aan LCA-analyses of scope 3 emissies niet wordt gedeeld [421]. Hierdoor ontstaat het risico dat er belangrijke beleidsbeslissingen worden genomen, zonder dat de belangen van de belangrijkste stakeholders hier goed op elkaar aansluiten [1315].

Door middel van een ketenaanpak kunnen er afspraken gemaakt worden voor de lange termijn en kunnen de kosten en risico's verdeeld worden over de gehele waardeketen [510, 930]. Zo wordt er genoemd dat een aanpak op systeemniveau zou kunnen leiden tot het uniform gebruik van technologie bij plastic productie [153]. Ook is ketensamenwerking nodig om afspraken te maken zodat het toepassen van biobased verpakkingen gestimuleerd wordt, omdat men deze niet wil toepassen zolang ze nog niet worden gerecycled maar worden verbrand [448]. Naast biobased verpakkingen, kan er door middel van een ketenaanpak gezamenlijk gekeken worden naar materiaalgebruik en verpakking specificaties. Een organisatie uit de categorie 'Verpakking en ontwerp' en een brancheorganisatie noemen dat door meer standaardisatie, en uiteindelijke toepassing van minder verschillende soorten polymeren voor hetzelfde soort product, recycling makkelijker gemaakt kan worden [461, 630]. Hetzelfde geldt voor het toepassen van bijvoorbeeld inkt, om NIAS in producten te voorkomen [868].

*“Het is een ketenprobleem. Je wilt voor alle schakels weten wat consequenties zijn van een verandering in een specifieke schakel op de rest van het systeem zodat we gezamenlijk, niet individueel, de ketendoelstellingen kunnen behalen [589].”*

Om de ketensamenwerking te verbeteren worden er een aantal mogelijkheden aangedragen, die enkele kenmerken delen: ze draaien om samenwerking, transparantie en het delen van kennis tussen ketenpartners [26, 90, 230, 311]. Door open te zijn over bijvoorbeeld waar er in het buitenland geproduceerd wordt, kunnen duurzamere toeleveringsketens makkelijker verwezenlijkt worden [26]. Daarnaast zou meer transparantie over bijvoorbeeld chemicaliën of materiaal kunnen bijdragen aan een beter beeld van de milieu impact van de keten [311]. Tegelijkertijd ligt hier een uitdaging, omdat men niet te veel wil delen over concurrentiegevoelige data, zie paragraaf [6.7. Investeringsklimaat en verdienmodellen](#). Een overheidsorganisatie pleit specifiek voor het opzetten van werkgroepen om bepaalde thema's met elkaar uit te werken [1009]. Een kennis- en adviesorganisatie noemt een rol voor een ketenregisseur of kwartiermaker die ervoor zorgt dat stakeholders bij elkaar komen met als doel betere aansluiting en betere communicatie [1317]. Hierbij past ook de nieuwe rol van de branchevereniging voor

kunststof verpakkingen, die probeert te voorspellen wat de strategische ontwikkelingen gaan zijn in de sector door bijvoorbeeld scenario's op te stellen [64, 54]. Een andere oplossing is het vormgeven van gezamenlijke onderzoeksprogramma's om samenwerking met partners mogelijk te maken [290].

### **Verantwoordelijkheid voor transitie**

Tijdens het onderzoek is gevraagd wie de geïnterviewden beschouwen als verantwoordelijk voor een succesvolle circulaire transitie. De meerderheid van betrokkenen is van mening dat er een gedeelde verantwoordelijkheid is, waarbij het alleen mogelijk is om de circulaire transitie te behalen als alle organisaties zich inspannen [54, 256, 330, 393, 427, 493, 551, 682, 755, 847, 1068, 1135, 1167, 1203, 1259, 1311]. Hierbij worden vaak de merkeigenaren genoemd als belangrijkste partij dat verantwoordelijkheid draagt voor de circulaire transitie [88, 126, 248, 374, 427, 473, 637, 657], omdat zij als verantwoordelijk worden gezien voor de opvolging en implementatie van duurzame praktijken [537]. Een ander deel benadrukt het belang van de overheid, omdat zij de wettelijke kaders vormgeeft en deze ook moet handhaven [358, 473, 903, 637, 657, 1259, 1348]. Andere belangrijke stakeholders die genoemd worden zijn de plasticproducenten [88, 126, 155, 893, 657, 903] en converters [55, 88, 126, 1259].

Daarnaast erkennen stakeholdergroepen ook hun eigen aandeel in de transitie naar een circulaire waardeketen. Een primaire producent benoemt dat ze de doelstelling in 2030 hebben om hun eigen producten recyclebaar te maken [489]. Een merkeigenaar noemt dat ze verantwoordelijk zijn voor de verpakkingen en met name het aandeel recycleert in de verpakking [427]. Zij benadrukken dat het een gezamenlijke exercitie is, maar dat iedereen verantwoordelijk is voor hun eigen deel van de keten. Ten slotte wordt door de organisaties benadrukt dat de wetgever de kaders stelt voor de transitie, deze rol wordt ook erkend door de overheidsinstanties zelf [330, 393].

### **B.1.8.2 Rechtvaardige transitie ('just transition')**

Er blijkt uit de interviews dat er, naast technologische aspecten, ook een focus moet liggen op sociaal-maatschappelijke thema's [67, 242, 501, 795]. De bredere discussies over de circulaire transitie ontbreken vaak, zoals hoe het de levens van individuen beïnvloedt [794], maar ook hoe mensenrechten een rol spelen in bijvoorbeeld de inkoop van materialen [795]. De 'just transition' wordt benoemd: we moeten ook meenemen hoe de circulaire plastic transitie wordt vormgegeven in landen die minder toegang hebben tot de kennis en faciliteiten dan waar we in Nederland over beschikken [343, 255].

### **B.1.8.3 De ladder van Lansink (R-ladder)**

Veel organisaties noemen de wens om een mix van R-strategieën, oftewel de ladder van Lansink, toe te passen in de keten [183, 216, 224, 278, 599, 952]. Op dit moment ligt de focus, volgens sommige organisaties, te veel op lage R-strategieën, zoals technologische ontwikkeling voor recycling [224, 278, 599, 952, 781]. Recycling is een onderdeel van de oplossing, maar niet de totale oplossing zoals nu vaak wordt gepretendeerd [224]. De hogere R-strategieën, Refuse, Reduce en Reuse, worden gezien als oplossingen met potentieel meer impact. Onvoldoende focus op deze strategieën wordt gezien als een potentieel gemiste kans [782, 224, 838, 460, 676, 137]. Een uitdaging hierbij is dat het toepassen van deze strategieën vaak uitvoerige verandering vereisen [194].



## B.1.9 Community

Tijdens de interviews werd gevraagd hoe organisaties staan tegenover het oprichten van een nieuwe stakeholder community binnen de plasticsketen. De antwoorden zijn verdeeld, waarbij veel organisaties de waarde van een nieuwe community inzien, onder specifieke randvoorwaarden. Anderen geven aan dat er al veel bestaande initiatieven zijn, en waarschuwen voor een verzadiging van samenwerkingsverbanden. Er wordt vooral gearticuleerd dat een nieuwe community zich duidelijk zou moeten kunnen onderscheiden van bestaande initiatieven door het hebben van heldere scope, doel en mandaat [386, 316, 317, 877, 1377, 1340].

### B.1.9.1 Voordelen van een community

De voordelen van een community worden genoemd: het delen van kennis, trainingen en ervaringen [29, 452, 483, 712, 215, 115, 1092, 1094, 1338] en gezamenlijk keuzes kunnen maken voor de circulaire transitie [163, 149, 670, 188, 941, 1317]. Er wordt gezien dat samenwerking essentieel is voor het creëren van voldoende draagvlak om impact mee te maken, bijvoorbeeld bij design voorwaarden voor circulaire verpakkingen [163], herbruikbare verpakkingssystemen [437], afspraken over LCA-methodologie [671], en recycling op commerciële schaal [185]. Ook bij wetgeving wordt gezien dat samenwerking van belang is [188], bijvoorbeeld om nieuwe wetgeving te beïnvloeden [1378] of de invulling van wetgeving (bijvoorbeeld UPV) vorm te geven [30, 788]. Geïnterviewden noemen specifieke samenwerkingsverbanden waar ze nu lid van zijn zoals brancheverenigingen (NRK, PRE, ECPA), consortia (CEFLEX) en andere initiatieven (RecyClass, Planet Reuse).

### B.1.9.2 Community scope

Er zijn verschillende ideeën over de ideale samenstelling van een community. Sommige organisaties geven aan dat er verschillende organisaties mee moeten doen om genoeg draagvlak en diverse expertise uit de hele keten te hebben [249, 531], en om te voorkomen dat er puur gelijkgestemden in een community zitten [1026]. Dit zijn vooral organisaties die zelf een overkoepelende rol hebben, zoals investeringsorganisaties en een maatschappelijke organisatie, maar ook een primaire producent. Anderen, specifiek een recycler, converter, en afvalmanagement bedrijf, geven juist aan dat brede samenwerkingen niet bij de kernuitdagingen komen en te algemeen blijven [784, 580, 913]. Zij stellen voor om groepen op te richten rondom bijvoorbeeld specifieke afvalstromen, of geven de voorkeur aan directe gesprekken met andere belanghebbenden [912]. Een handhavende organisatie geeft aan dat het als handhaver moeilijk is om bij beslissende organisaties aan tafel te komen, contact blijft vaak bij een duurzaamheidscoördinator [1251, 1253]. Een goed gestructureerde community zou kunnen zorgen dat de juiste mensen elkaar kunnen vinden, waarbij ketenregisseurs ook met duurzaamheidskwesaties in contact komen, en dit niet volledig kunnen uitbesteden. Ook het meedoen van consument, overheid [1158, 317] en merkeigenaren uit het bedrijfsleven wordt genoemd [187, 484].

Over het algemeen lijken qua scope twee aparte behoeftes te bestaan, één voor een overkoepelend samenwerkingsverband over de hele keten voor voldoende overzicht en draagvlak, en een tweede om vakspecifieke kennis en ervaring te delen.

### B.1.9.3 De randvoorwaarden voor een nieuwe community

Sommige organisaties geven aan dat er al veel bestaande initiatieven zijn waardoor er verzadiging optreedt [452, 339, 1380, 1339] en middelen te dun verspreid worden [1026]. Ze benadrukken hierbij dat bedrijven niet de resources hebben om aan alle initiatieven mee te doen [581, 786]. Ook wordt door sommigen aangegeven dat de bestaande initiatieven te



weinig hebben bereikt [338] waardoor wellicht weerstand ontstaat tegenover een nieuwe community [579, 339]. Een nieuw initiatief wordt alleen als zinvol gezien als het aantoonbaar anders of effectiever is dan bestaande gremia en een deuk kan slaan in de sector. Er worden enkele voorbeelden gegeven van waarom huidige samenwerkingsverbanden niet werken: omdat deelname te vrijblijvend is, waardoor het bij oppervlakkig netwerken blijft in plaats van gedeelde data en transparantie [73, 913]; omdat het advies dat gegeven wordt niet praktisch toepasbaar is [1114]; of omdat alleen gelijkgestemden (bijv. branchegenoten) meedoen.

Er heerst onder de geïnterviewden een duidelijk beeld van de essentiële randvoorwaarden die vertrouwen zouden geven in een nieuwe community. Leidend is het bestaan van heldere doelen, scope, en mandaat [386, 316, 317, 877, 1377, 1340] met betrouwbare indicatoren van vooruitgang [587] en budget [1340, 1379]. Binnen de community moet een cultuur komen van open communicatie en vertrouwen en wederzijdse commitment [877, 942, 1061]. Het open delen van data kan de benodigde diepgang geven waardoor een samenwerking interessant wordt [73, 1092], maar een structuur opzetten waarin bereidheid ontstaat om data te delen is een uitdaging [282]. Mogelijke oplossingen die worden genoemd zijn een (financiële) commitment van deelnemende organisaties [73], externe, onafhankelijke supervisie op het behouden van de data en het naleven van afspraken, en gevolgen voor het niet delen van data [282].

## Bijlage C

# Gedetailleerde resultaten gap-analyse

## C.1 Gap-analyse

### C.1.1 Huidige informatiebronnen

- Samenwerkingsverbanden, en uitvragen bij organisaties waarmee wordt samengewerkt. Vaak wordt genoemd brancheverenigingen [15], uitvragen bij organisaties waarmee wordt samengewerkt [318, 253], netwerken als NRK, Plastics Europe, Ceflex, RecyClass, EURIC [578, 583, 1127, 914], lidmaatschap brancheorganisaties [578, 583, 788], informele gesprekken [714, 1062], onderhandelingen in de branche [714, 1062], Verpact en KIDV-informatie [842, 843, 878].
- Literatuur en open bronnen, zoals: uit de literatuur [318] publieke data van bijv. Plastics Europe, Ceflex en RecyClass [320, 1062], gepubliceerde rapporten [787], Website, LinkedIn en publicaties [1095], ICER en CLO [818, 819], CBS Dashboard [820], Eurostat [824].
- Kennis- en onderzoeksinstellingen, zoals onderzoeks- en kennisinstellingen (TNO, CE Delft, universiteiten) [14, 203], patenten en literatuurstudies [1159].
- Zelf genereren of laten uitvoeren, zoals: zelf analyses doen (afvalsamenstelling) of door labs laten uitvoeren [75], kennis binnen de eigen organisatie ontwikkelen of consultancy studies laten uitvoeren [532], via interne experts [787, 1294], eigen onderzoek & panelonderzoek [1027], inspectiebezoeken en audits [1252].
- Gebruik van modellen, zoals: Technische modellen (bijv. Recycleerbaarheid), Recyclemodellen) [319], CSRD-analyse methoden [584, 717], Packaging compass,
- Reuse tool van KIDV [453], EUWID-pricing model [717, 718], LCA-technieken en methoden [1381], GRIS (Grondstoffen informatiesysteem) [261].

## C.1.2 Gap-analyse huidige informatiebronnen

Resultaten gapanalyse van informatiebronnen die al worden gebruikt door de geïnterviewden en de relevante tools die TNO heeft geïdentificeerd.

**Tabel C.1:** Aanvullende geïdentificeerde informatie bronnen die belangrijk zijn voor de kennisbehoeften

#	Organisatie
1	NTCP
2	Fraunhofer CCPE
3	Association of Plastic Recycler
4	Recycling Netwerk Benelux
5	WUR FBR
6	TNO, Sitech, BCC
7	Polytechnique Montréal
8	Univ. Delft
9	PBL
10	Global Action Plastic Partnership
11	UNEP 2020
12	Deltterra, The Recycling Partnership, Systemiq
13	Kalavasta
14	PBL / UU / TNO
15	CPB
16	Fraunhofer CCPE
17	RIVM
18	University of Ghent / Maastricht / TNO
20	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat IenW
21	JRC
22	Universiteit Groningen
23	Fraunhofer UMSICHT
24	ISPT
25	RWTH Aachen University
26	University of Surrey
27	GESAMP

28	Borealis
29	Everminds

### C.1.3 Gap-analyse bestaande tools consumenten en gedrag

**Tabel C.2:** Bestaande tools, modellen en standaards die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in de informaticategorie *Consumenten en gedrag*, inclusief het relevante topic en de organisatie.

Stakeholder	Topic	Aanbod van bestaande tools, modellen en standaards	Organisatie
Ontwerp Productie Consument Afvalinz. en recycling Maat. Orga. Financ. Organisatie Overheid Koepelorganisatie Kennis & Advies	Consument Productontwerp Technologie Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving en maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen, Systeemvragen		
Consument	Consument	<a href="#">De Plastic Wijzer</a> <a href="#">Verpakkingscatalogus</a>	Verpact
Consument	Consument	<a href="#">Plastic Quest</a>	NTCP
Consument	Consument	<a href="#">Zelfhulp stappenplan plasticvrije verpakking</a>	KIDV
Consument	Consument	<a href="#">Afvalscheidingswijzer</a>	Milieucentraal
Consument	Milieu-impact en gezondheid, Productontwerp	<a href="#">KIDV instrument Weggooiwijzer</a>	KIDV
Ontwerp	Milieu-impact en gezondheid	<a href="#">Self-check Circular Readiness Level</a>	Fraunhofer CCPE
Ontwerp	Productontwerp	<a href="#">APR Design Catalog</a>	Association of Plastic Recycler
Ontwerp	Productontwerp	<a href="#">Handboek Hergebruik en een rekentool</a>	Recycling Netwerk Benelux
Ontwerp	Productontwerp	<a href="#">Recyclechecks door KIDV</a>	KIDV
Ontwerp	Milieu-impact en gezondheid, Productontwerp	<a href="#">RecyClass Self-assessment Online Tool for recyclability of plastic packaging</a>	RecyClass
Ontwerp	Algemeen	<a href="#">KIDV kennisbank</a>	KIDV
Ontwerp	Investeringsklimaat & verdienmodellen, Productontwerp	<a href="#">Fee Modulation Plastic 2.0</a>	Verpact

		Programma's: <a href="#">InReP - Integrated approach towards Recycling of Plastics, CosPaTox</a> Technologie: Circular FoodPack	
--	--	--	--

### C.1.4 Gap-analyse bestaande tools materialen en kwaliteit

**Tabel C.3:** Bestaande tools, modellen en standaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in de informatiecategorie **Materialen en kwaliteit**, inclusief het relevante topic en de organisatie.

Stakeholder	Topic	Aanbod van bestaande tools, modellen en standaards	Organisatie
Ontwerp Productie Consument Afvalinz. En recycling Maat. Orga. Financ. Organisatie Overheid Koepelorganisaties Kennis & Advies	Consument Productontwerp Technologie Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving en maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen, Systeemvragen		
Afvalinzameling en recycling	Wetgeving en maatregelen	<a href="#">Digital Product Passport</a>	Fraunhofer CCEP
Afvalinzameling en recycling	Technologie	<a href="#">artificial intelligence (AI) sorting decision model</a>	NTCP
Afvalinzameling en recycling	Technologie	CleaR Clean material recycling	RIVM
Afvalinzameling en recycling	Technologie	Recycle Quality (Mech and Chem) model (OMRP)	University of Ghent / Maastricht / TNO
Maat. Orga.	Milieu-impact en gezondheid, Productontwerp	<a href="#">RecyClass Design for Recycling Guidelines</a>	RecyClass
Ontwerp	Milieu-impact en gezondheid, Productontwerp	<a href="#">Rekentool voor herbruikbare verpakkingen</a>	KIDV
Ontwerp	Productontwerp	<a href="#">APR Design Guide for Plastic Recyclability (US-based)</a>	Association of Plastic Recycler

Overheid	Wetgeving en maatregelen	Vele initiatieven in de bouw, elektronica etc.	Eurostat ontwikkelt voor Umwelt BundesAmt, UNEP MFA Manual in Global Circularity Gap report by Circle Economy
Productie	Technologie	<a href="#">Controlled blending model for physical traceability of recycled plastic</a>	RecyClass
Productie Ontwerp	Milieu-impact en gezondheid, Productontwerp	<a href="#">RecyClass Recyclability Evaluation Protocol</a>	RecyClass
Productie	Algemeen	<a href="#">Het Afwegingskader kunststofproducten voor eenmalig gebruik (hierna: Afwegingskader)</a>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Maat. Orga.	Technologie	<a href="#">Top-down mass flow analysis model for the EU27 (2019) plastic value chain, focusing on 9 sectors and 10 polymers</a>	JRC

## C.1.5 Gap-analyse bestaande tools milieu-impacts

**Tabel C.4:** Bestaande tools, modellen en standaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in de informaticategorie Milieu-impact, inclusief het relevante topic en de organisatie.

Stakeholder	Topic	Aanbod van bestaande tools, modellen en standaards	Organisatie
Ontwerp Productie Consument Afvalinz. En recycling Maat. Orga. Financ. Organisatie Overheid Koepelorganisatie Kennis & Advies	Consument Productontwerp Technologie Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving en maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen, Systeemvragen		
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	(Modular) Life Cycle Assessment	Meerdere organisaties
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<a href="#">EnvPack: an LCA-based tool for environmental assessment of packaging chains.</a>	TNO
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<a href="#">Stakeholder approach to find consensus in LCA</a>	Fraunhofer CCPE
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid, Technologie	<a href="#">LCA Practices of Plastics and Their Recycling (dynamic / attributional LCA?)</a>	Universiteit Groningen

Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	Conducting life cycle assessments to know the ecological impact of their products and make it quantifiable/ COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PLASTICS RECYCLING	Fraunhofer CCPE
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<u>Methodology to address potential impacts of plastic emissions in life cycle assessment</u>	Fraunhofer UMSICHT
Ontwerp	Milieu-impact en gezondheid	<u>LCA Practices of Plastics and Their Recycling (dynamic / attributional LCA?)</u>	Universiteit Groningen
Overheid	Milieu-impact en gezondheid	<u>LEMPLAR Project - Losses &amp; Emissions in Plastic Recycling</u>	ISPT
Productie	Milieu-impact en gezondheid	<u>Model linking production of plastics to Circular strategies towards circular plastics within planetary boundaries</u>	RWTH Aachen University
Productie	Milieu-impact en gezondheid Systeemvragen	<u>Circular Industrial Transformation System (CITS)</u>	TNO
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<u>A life cycle assessment data analysis toolkit for the design of novel processes – A case study for a thermal cracking process for mixed plastic waste</u>	University of Surrey
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<u>guidelines for harmonising ocean surface microplastic monitoring methods'</u>	Ministry of Environment Japan 2020
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<u>Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean</u>	GESAMP 2019
Maat. Orga.	Milieu-impact en gezondheid	<u>Increase transparency and comparability in ecological assessments</u>	Fraunhofer CCPE
Maat. Orga.	Milieu-impact en gezondheid	<u>Plastics LCA method</u>	JRC

## C.1.6 Gap-analyse bestaande tools integrale analyse

**Tabel C.5:** Bestaande tools, modellen en standaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in de informatiecategorie Integrale analyses, inclusief het relevante topic en de organisatie.

Stakeholders Ontwerp Productie Consument Afvalinz. En recycling Maat. Orga. Financ. Organisatie Overheid Koepelorganisatie Kennis & Advies	Topic Consument Productontwerp Technologie Milieu-impact en gezondheid, Wetgeving en maatregelen, Investeringsklimaat & verdienmodellen, Systeemvragen	Aanbod van bestaande tools, modellen en standaarden	Organisatie
Afvalinzameling en recycling	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen, Investeringsklimaat & verdienmodellen	Plastic Recycling Impact Scenario Model (PRISM)	TNO
Afvalinzameling en recycling	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen	Plastic Litter Material Flow Analysis model (PLMFA)	TNO
Afvalinzameling en recycling	Productontwerp, Technologie	PURE Plastic Packaging Recycling Model	WUR FBR
Financiële organisatie	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen, Investeringsklimaat & verdienmodellen	CIMS (Chemelot Integrated Model System, Brightsite Transition Outlook 2023)	TNO, Sitech, BCC
Financiële organisatie	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen, Investeringsklimaat & verdienmodellen	<a href="#">Nationale heffings analyse op virgin plastics</a>	CE Delft
Financiële organisatie	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen, Investeringsklimaat & verdienmodellen	Plastic Recycling Impact Scenario Model (PRISM)	TNO
Financiële organisatie	Investeringsklimaat & verdienmodellen, Systeemvragen,	EXtended Input-Output MODel (EXIOMOD)	TNO
Kennis & Advies	Milieu-impact en gezondheid	<a href="#">Material Flow Monitoring (MFM)</a>	CBS, UU, TNO
Kennis & Advies	Investeringsklimaat & verdienmodellen	<a href="#">Total Capital Investment method. Economic evaluation/ investment of plastic recycling plants</a>	Polytechnique Montréal



Kennis & Advies	Systeemvragen	<a href="#">The Exploratory Modeling Workbench: An open source toolkit for exploratory modeling, scenario discovery, and (multi-objective) robust decision making</a>	Univ. Delft
Maat. Orga.	Systeemvragen	<a href="#">Financieel-Economisch Model van de kunststof verpakkingsketen</a>	KIDV 2018
Overheid	Wetgeving en maatregelen	<a href="#">Monitoring van circulariteits strategieën</a>	PBL
Overheid	Systeemvragen	<a href="#">National Analysis and Modeling (NAM) Tool</a>	Global Action Plastic Partnership
Overheid	Systeemvragen	<a href="#">National guidance for plastic pollution hot spotting</a>	UNEP 2020
Overheid	Systeemvragen	<a href="#">Raw Material Consumption indicator (RMC)/Material Footprint (MF)</a>	<a href="#">Eurostat Developed by Umwelt BundesAmt? UNEP's MFA Manual, mentioned in Global Circularity Gap report by Circle Economy</a>
Overheid	Systeemvragen	<a href="#">System of Environmental Economic Accounting (SEEA)</a>	Internationally developed, 2014
Overheid	Technologie	Methodological guide for material indicators for the EU15, ewMFA, domestic material consumption (DMC)	Eurostat
Productie	Productontwerp, Technologie	SYSTEMIQ / PlasticIQ	Deltterra, The Recycling Partnership, and Systemiq, with support from Walmart.org.
Productie	Systeemvragen	Carbon Transition Model (CTM)	Kalavasta
Productie	Systeemvragen	Plastics Integrated Assessment Model (PLAIA)	PBL / UU / TNO
Productie	Milieu-impact en gezondheid, Systeemvragen	<a href="#">Circular Industrial Transformation System (CITS)</a>	TNO
Productie	Systeemvragen	<a href="#">PlasticNorm Quickscan economische effecten</a>	CE Delft & TNO
Overheid	Investeringsklimaat & verdienmodellen	<a href="#">Gravity model for trade policy analysis</a>	CPB

Maat. Orga.	Technologie	<a href="#">Material flow analysis and development of logistics systems for product returns</a>	Fraunhofer CCPE
-------------	-------------	---	-----------------

## C.2 Verdieping Integrale analyses en Milieu-impacts

Uitgebreide informatie over de tools, modellen en projecten die relevant zijn op het gebied van integrale analyse en milieu-impacts.

**Tabel C.6:** Bestaande tools, modellen en standaards die relevant zijn voor het beantwoorden van de vragen in de informatiecategorie Integrale analyses en milieu-impacts.

Model (met referentie)	Organisatie	Omschrijving	Classificatie
<a href="#">CleaR Clean material recycling</a>	RIVM, Ramboll Environment & Health GmbH	Empirisch onderbouwd kader om te beoordelen hoe om te gaan met de aanwezigheid van zorgwekkende stoffen in afval en gerecyclede materialen en hun mogelijke schadelijke effecten op de volksgezondheid en het milieu.	Project
<a href="#">Carbon Transition Model (CTM)</a>	Kalvastra & Institute of Sustainable Process Technology (ISPT)	Open-source tool voor het verkennen van emissieloze paden binnen zowel bestaande fossiele-intensieve industrieën als opkomende sectoren die zich richten op gerecyclede, biogene of synthetische moleculen.	Tool
Hybrid Life Cycle Assessment (LCA)	Meerdere organisaties	De levenscyclusanalyse (LCA) is een methodologie voor het beoordelen van milieueffecten die verband houden met alle stadia van de levenscyclus van een commercieel product, proces of dienst. Een hybride LCA is een benadering methode die zowel input-output als procesgegevens combineert het milieueffect te berekenen.	Tool
Modular LCA	Meerdere organisaties	Een modular LCA is een systematische manier om delen van de levenscyclus van een product te structureren in zogenaamde modules in plaats van het hele systeem.	Tool
<a href="#">Plastic Integrated Assessment Model (PLAIA) / Integrated Assessment Models (IAM)</a>	PBL	Evaluatie van emissiereductiepaden en strategieën voor een circulaire economie voor de kunststofsector. PLAIA modelleert de wereldwijde kunststoffensector en de gevolgen ervan tot 2100 voor 26 wereldregio's en biedt een dynamisch langetermijnperspectief van de sector en zijn interacties met andere sociaaleconomische en natuurlijke systemen.	Tool

Plastic waste MFA model	Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University (UU)	De Material Flow Monitor (MFM) beoordeelt en monitort materiaalstromen voor Nederland op basis van statistische gegevens. Het is een pijler van de Nederlandse CE-monitoringsinspanningen. Het is gebaseerd op bestaande nationale economisch-milieu boekhoudkundige statistieken en wordt elke 2 jaar bijgewerkt om de ontwikkelingen van de materiaalstromen te volgen.	Tool
<u>PURe Plastic Packaging Recycling Model</u>	<u>Wageningen Food &amp; Biobased Research (WUR FBR)</u>	Een voorspellend model om het recyclingsysteem voor post-consumer kunststofverpakkingen in Nederland en de implicaties voor de circulaire economie te analyseren.	Tool
<u>Recycle Quality model (QMRP)</u>	University of Ghent / Maastricht / TNO	Het model beoordeelt de individuele en gecombineerde impact van recyclagetechnologieën op de recyclagepercentages aan het einde van de levensduur en de beschikbaarheid recycleklaar in verschillende sectoren. Het is een online model waarmee de kwaliteit van kunststofrecycleklaar voor een specifieke toepassing kan worden beoordeeld op basis van kunststofeigenschappen. De tool wordt (volgens planning in 2024) uitgebreid met kunstmatige intelligentie voor de beoordeling van de kwaliteit van kunststof.	Tool
<u>Systemiq/ PlasticIQ model</u>	Delterra, The Recycling Partnership, Systemiq	Plastic IQ is een datagestuurd digitaal platform dat gebruikmaakt van best practices en gegevens uit de sector om bedrijven in staat te stellen actieplannen op te stellen en circulariteitsdoelen te bereiken.	Tool
Integrated Systems	TNO	<u>Circular Industrial Transformation System (CITS)</u> <u>Plastic Recycling Impact Scenario Model (PRISM)</u> Chemelot Integrated Model System (CIMS) Plastic Litter Material Flow Analysis model (PLMFA) <u>EXtended Input-Output MODel (EXIOMOD)</u>	Tools

## Bijlage D

# Dataverzameling en veilig databeheer

## D.1.1 Dataverzameling en veilig databeheer

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van het literatuuronderzoek dat is uitgevoerd over dataverzameling en veilig databeheer. Voor het vullen van een gedegen informatiesysteem zijn data essentieel. Het is echter niet vanzelfsprekend dat alle benodigde data gevonden en gedeeld kan worden. Sommige data mogen bijvoorbeeld niet zonder meer met andere bedrijven gedeeld worden om kartelvorming tegen te gaan. In dit hoofdstuk worden manieren gedeeld om deze data toch te kunnen vinden en op een vertrouwelijke manier te gebruiken.

### D.1.1.1 Dataverzameling

Voor het vullen van een goede informatiestructuur, met daarin een systeemintegratiemodel dat complexe vragen kan beantwoorden, zijn verschillende soorten data nodig. Hoe beter deze data zijn, hoe beter het model de werkelijkheid weergeeft. Deze verschillende soorten benodigde data en de plekken waar je ze kunt vinden, zijn:

- Data op een hoog aggregatie (nationaal) niveau over kilogrammen grondstoffen op die verhandeld worden en hoeveelheden plastics die worden gebruikt per sector. Openbaar beschikbaar via, Plastics Europe EuroStat en CBS.
- Afvaldata, zoals kilogrammen plasticafval per huishouden en dergelijke data over bedrijven, recyclingspercentages per land, etc. Deze data zijn grotendeels openbaar beschikbaar via Eurostat en het CBS.
- Gedetailleerde data over verhandelde polymeren tussen bedrijven. Om gedetailleerde data over de huidige situatie te verkrijgen is input van de industrie nodig. Het verkrijgen van deze data zal een uitdaging worden. Bedrijven weten dat deze data waarde hebben, dus geven deze niet graag prijs. Daarnaast mogen sommige data niet gedeeld worden, vanwege anti-trustregels. De rest van dit hoofdstuk geeft suggesties hoe deze data op een betrouwbare manier gedeeld kan worden. De aankomende CSRD verplicht bedrijven om te rapporteren over allerlei duurzaamheidsaspecten. Middels deze rapportages komen mogelijk data beschikbaar die voor modellen gebruikt kunnen worden.
- Omrekenfactoren en kengetallen, zoals standaardwaarden voor CO<sub>2</sub>-uitstoot van processen. Voor kengetallen zijn databases beschikbaar, zoals Ecoinvent, de nationale milieudatabase, en de emissiefactoren van Rijkswaterstaat of Milieu Centraal. In databases zoals deze staan omrekenfactoren die de milieu-impact bepalen van standaardwaarden, zoals de productie van een kilo polyethyleen. De eigenaren van deze databases zorgen dat de data constant geüpdatet blijven. Het gebruik van dergelijke databases kost geld en de data blijven eigendom van de eigenaar van de database. Sommige kengetallen zijn nog niet opgenomen in dergelijke databases. Dit kan zijn omdat de processen nog niet lang bestaan.

Wanneer deze kengetallen nodig zijn, kunnen experts hiervoor een inschatting geven.

- Kengetallen nodig voor omzettingen in de keten, bijvoorbeeld de hoeveelheid verliezen die optreden bij inzameling en recycling. Deels kunnen deze verliezen worden gemeten en als data worden aangeleverd. Het helpt om hiervoor standaardaannames te hebben, gebaseerd op expertise. Een barrière bij het aanleveren van dergelijke data is dat ze als bedrijfsgevoelig worden gezien en niet zomaar gedeeld worden (bijvoorbeeld met het oog op milieuvergunningen).

Soms is het voldoende als de gebruiker haar persoonlijke, eventueel bedrijfsgevoelige inputdata invoert op het moment dat zij het model gebruikt, bijvoorbeeld als scenario. Deze data kunnen dan op dat moment gebruikt worden om een resultaat te genereren en hoeven niet opgeslagen te worden. Een voorbeeld van een dergelijk model is het carbon transition model van Kalavasta. Dit is een Open Source model, waar gebruikers zelf scenario's in kunnen invoeren. Een dergelijk model draait vooral op omrekenfactoren en openbare data.

### D.1.1.2 Databeveiliging

Uit de interviews blijkt dat veel organisaties niet zonder meer hun data willen of kunnen delen, bijvoorbeeld vanwege anti-trustwetgeving of omdat ze bang zijn om hun concurrentiepositie te verliezen. Hun data zijn namelijk waardevolle informatie weggeven over hun strategie. Wanneer de data verzameld zijn, is het daarom belangrijk dat de data goed beheerd en gebruikt worden. Anonimisering, pseudonimisering en multi-party computation zijn hiervoor strategieën.

#### D.1.1.2.1 Anonimisering

Met anonimisering van gegevens of is het wordt gevoelige informatie beschermd door identificatiegegevens die een individu met opgeslagen gegevens verbinden, te verwisselen of te versleutelen. Algemene technieken:

- Gegevensverstoring – wijzig de waarden in de dataset enigszins (bijv. willekeurige ruis, methoden voor ronde nummering)
- Synthetische data – bouw kunstmatige datasets op basis van patronen in originele datasets. Wanneer je dit voor kleinere datasets gebruikt, zullen de synthetische data steeds onnauwkeuriger worden, daarom zal dit alleen werken op grotere datasets.
- Als gegevens worden aangeleverd door een heel specifiek bedrijf met een groot marktaandeel, kan een willekeurige subset van de gegevens genomen worden (in plaats van al hun gegevens), waardoor het moeilijker wordt om de gegevens naar dat bedrijf te herleiden.
- Data aggregeren op een hoger aggregatieniveau. Hiermee gaat een deel van het detailniveau verloren, maar zijn de data vaak niet of lastiger te herleiden naar een individuele organisatie.

#### D.1.1.2.2 Pseudonimisering

Pseudonimisering is de wijze waarop persoonsgegevens van bedrijven zodanig worden verwerkt dat de persoonsgegevens niet meer zonder gebruik van aanvullende informatie aan een specifieke persoon of organisatie kunnen worden toegeschreven. Denk bijvoorbeeld aan het toekennen van een uniek nummer aan elk datapunt, dat later gebruikt kan worden om de data opnieuw te identificeren. Deze aanvullende, verbindende informatie moet zorgvuldig gescheiden worden gehouden van de dataset, om anoniem gebruik te waarborgen.

Tot slot kwam uit de interviews in werkpakket 1 nog een manier om data veilig te houden. Enkele geïnterviewden noemden het aanstellen van een onafhankelijke betrouwbare partij die de data beheert en deelt met de juiste partijen. Wanneer deze partij het vertrouwen heeft van de overige partners, kan op deze manier gewaarborgd worden dat de data niet gedeeld worden met bijvoorbeeld concurrenten.

#### *D.1.1.2.3 Multi-party computation*

Multi-party computation (MPC) is een manier om data van verschillende mensen samen te nemen op een manier zodat die niet meer terug te leiden is naar één persoon. MPC-protocollen zorgen ervoor dat data in versleutelde vorm binnen komen en blijven tijdens de berekening. Alleen de uitkomst van de analyse wordt ontsleuteld. Hiermee wordt privacy maximaal gewaarborgd. Het grootste nadeel hiervan is dat hiervoor veel rekenkracht nodig is (Attema & Worm, 2021).

### D.1.1.3 Data spaces

Een van de manieren om op een nette manier met data om te gaan in een samenwerking met meerdere consortiumpartners, is door gebruik van een 'Data Space' of 'Data Safe': een digitaal platform waar data kunnen worden gedeeld met alleen de mensen die toegang zouden moeten hebben, gebaseerd op gedeelde regels en afspraken (Van Houwelingen, van Bommel, Gilsing, Lamerichs, & Berkers, 2024). Data Spaces kunnen helpen bij het creëren van een gezamenlijke plek waar diverse data kunnen worden opgeslagen en gedeeld. In een consortium kan vervolgens worden afgesproken wie toegang nodig heeft. Ook kan middels een online marktplaats betaald worden voor gebruik van de data, als dat wenselijk is. De leveranciers van data hebben zelf zeggenschap op hoeveel van hun data ze delen, met wie ze het delen en onder welke voorwaarden.

TNO schreef in 2024 een whitepaper over het gebruik van Data Spaces (Van Houwelingen, van Bommel, Gilsing, Lamerichs, & Berkers, 2024). De belangrijkste aanbevelingen hieruit waren:

- Ontwikkel vertrouwen bij het opzetten en het gebruiken van een Data Space. Ontwikkel de Data Space samen met de belangrijkste stakeholders.
- De organisatie van de Data Space moet zorgvuldig worden afgestemd met de doelen van de Data Space (en dit moet over de tijd herijkt worden)
- Maak een goed geïnformeerde keuze voor het businessmodel van de Data Space, die aansluit bij de belangen van de belangrijkste stakeholders.

De hierboven genoemde aanbevelingen worden meegenomen bij het ontwikkelen van manieren om in informatiebehoefte te voorzien in dit rapport. Binnen de ontwikkelde Data Space kan gebruik worden gemaakt van de methoden beschreven in D.1.1.2.

#### D.1.1.4 Voorbeelden dataverzameling

In deze paragraaf worden voorbeelden genoemd van manieren om organisaties te bewegen data te delen. Hieruit werden verschillende lessen geleerd over manieren om data te verzamelen, veilig met elkaar te delen en de betrouwbaarheid te waarborgen.

##### **Plastic pact**

In 2019 ging het Plastic Pact van start. Binnen het Plastic Pact waren doelstellingen opgesteld voor de circulariteit van eenmalig gebruikte plastics, o.a. de recyclebaarheid van deze verpakkingen en het toepassen van recyclelaaf of biogebaseerde materialen. RIVM had de taak om een nulmeting uit te voeren over de jaren 2017 en 2018. Het lukte RIVM voor

45% van de vrijwillig deelnemende organisaties om plasticsverpakkingsdata te verzamelen over peiljaar 2018 (39% over 2017) (Van Bruggen, Dekker, & Waaijers-van der Loop, 2019)

De betrouwbaarheid van de data werd op drie manieren gewaarborgd:

1. De aanleverende partijen werd zelf gevraagd een score te geven aan de betrouwbaarheid tussen 0 en 3.
2. De aanleverende partijen werd gevraagd de rapportages van het Afvalfonds verpakkingen en Nedvang (beiden werken nu samen in 'Verpact') mee te leveren.
3. De aanleverende partijen werd gevraagd om de data toe te lichten.

Een probleem bij het Plastic Pact was dat het niet lukte om alle benodigde data los te krijgen bij de deelnemende bedrijven. De meest genoemde redenen hiervoor waren:

- Praktische redenen, zoals een wisseling van het digitaal systeem, wisselend personeel, onderbezetting of langdurige ziekten;
- Het bleek lastiger te zijn om data uit het verleden te verzamelen voor partijen die een complex assortiment aan verschillende plastics gebruikt of produceert. De data omtrent deze plastics waren historisch niet uitgesplitst en dat kon met terugwerkende kracht moeilijk alsnog gedaan worden.
- Een gebrek aan technische kennis over verpakkingen werd ook genoemd als reden om de data niet aan te kunnen leveren (Van Bruggen, Dekker, & Waaijers-van der Loop, 2019)

### Verpact als analogie

Vanuit verschillende interviews werd gewezen op de werkwijze die Verpact (voorheen: Afvalfonds Verpakkingen) toepast om hun leden te motiveren om circulair te handelen. Verpakkende bedrijven zijn verplicht om een bijdrage te leveren aan Verpact. Verpact organiseert voor dit bedrag dat alle verpakkingen ingezameld en verwerkt worden. Bedrijven die verpakkingen aanleveren die goed recyclebaar zijn, krijgen een korting op deze bijdrage (Verpact, 2024).

Een dergelijke korting of vergoeding kan mogelijk ook worden toegepast om bedrijven te motiveren om data aan te leveren over hun plasticgebruik.

### Europees plastics model

In een Europees project werd een model ontwikkeld genaamd 'Modelling plastic product flows and recycling in the EU'. De inputdata voor dit project werden verzameld door een vrijwillige bijdrage van deelnemers aan het project. In de rapportage van het project wordt beschreven dat dit wisselende resultaten opleverde. Net als bij het Plastic Pact gaven veel van de deelnemers aan nu nog niet aan te kunnen leveren, maar door de vraag wel te gaan investeren in een betere dataverzameling, zodat deze in de toekomst wel aangeleverd zou kunnen worden (Souder, et al., 2024).

Uit deze voorbeelden leren we dat het een uitdaging is om bedrijven te motiveren hun data te delen. De combinatie van een 'stok en een wortel' is hier voor nodig. Binnen het te ontwikkelen informatiesysteem binnen CPNL zal goed moeten worden nagedacht wat dan precies de stok en de wortel kunnen zijn. Bovenstaande informatie vormen het resultaat van het literatuuronderzoek en de daaropvolgende validatie.

## D.1.1.5 Data delen

Over het algemeen staan partijen open voor data delen [486, 594, 627, 643, 791, 1031, 1098, 1130, 1384]. Voorwaarden voor datadelen zijn: dat het doel duidelijk moet zijn, dat er een toegevoegde waarde is (bijv. benchmarken van eigen gegevens), dat sleutelpartijen uit de keten ook bereid zijn data te delen. Als belangrijkste barrière voor data delen wordt genoemd het risico op verlies van de concurrentiepositie [61, 76, 129, 171, 254, 264, 539, 592, 737, 792, 890, 1201, 1223]. Er worden ook veel mogelijkheden genoemd om dit risico in te perken:

- o NDAs, data anonimiseren, versleutelen kan de barrière van bedrijven om data te delen wegnemen [61, 76, 129, 171, 592, 832] en goede data experts te betrekken [793].
- o Data aggregeren of op hoger niveau aanleveren (VNCI, of versnellingstafel Chemische Recycling) [890, 1222].
- o Via een incentive of verplichting tot data delen [282].
- o Autorisatie om toegang tot database te krijgen en validatie door een onafhankelijke instelling [288, 793].

### D.1.1.6 Datavereisten

Als vereiste voor datadelen wordt genoemd dat deze FAIR zijn (Findability, Accessibility, Interoperability, and Reuse) [261, 167]. Daarnaast wordt kwaliteit en transparantie genoemd, Hiermee wordt bedoeld “dat iedereen het erkent zijnde de waarheid” [260, 286, 831, 835, 1386]. Ook wordt genoemd dat data veilig moeten zijn [829], dat moet worden voldoen aan wettelijke (data) standaarden [830] en dat het een toevoeging moet zijn op bestaande data [949]



## Bijlage E

# Exploitatiemodellen voor een informatiesysteem

## E.1 Exploitatiemodellen voor informatiesysteem

In dit hoofdstuk worden verschillende exploitatiemodellen beschreven die passend zijn bij het vervullen van digitale manieren om kennisbehoefte in te vullen. Denk hierbij aan databases, computermodellen of tools.

De volgende exploitatiemodellen worden in dit hoofdstuk beschreven:

- Consultancy
- Licentie
- Verkoopmodel

Alle drie deze exploitatiemodellen worden uitgewerkt in het Business Model Canvas. Op deze manier wordt overzichtelijk weergegeven wat de belangrijkste kenmerken zijn van het exploitiemodell. Om het voorbeeld concreet te maken, wordt het ter illustratie uitgewerkt aan de hand van een passend voorbeeldmodel. Naast deze drie modellen waarmee geld verdiend kan worden aan modellen zijn natuurlijk nog andere modellen denkbaar, namelijk:

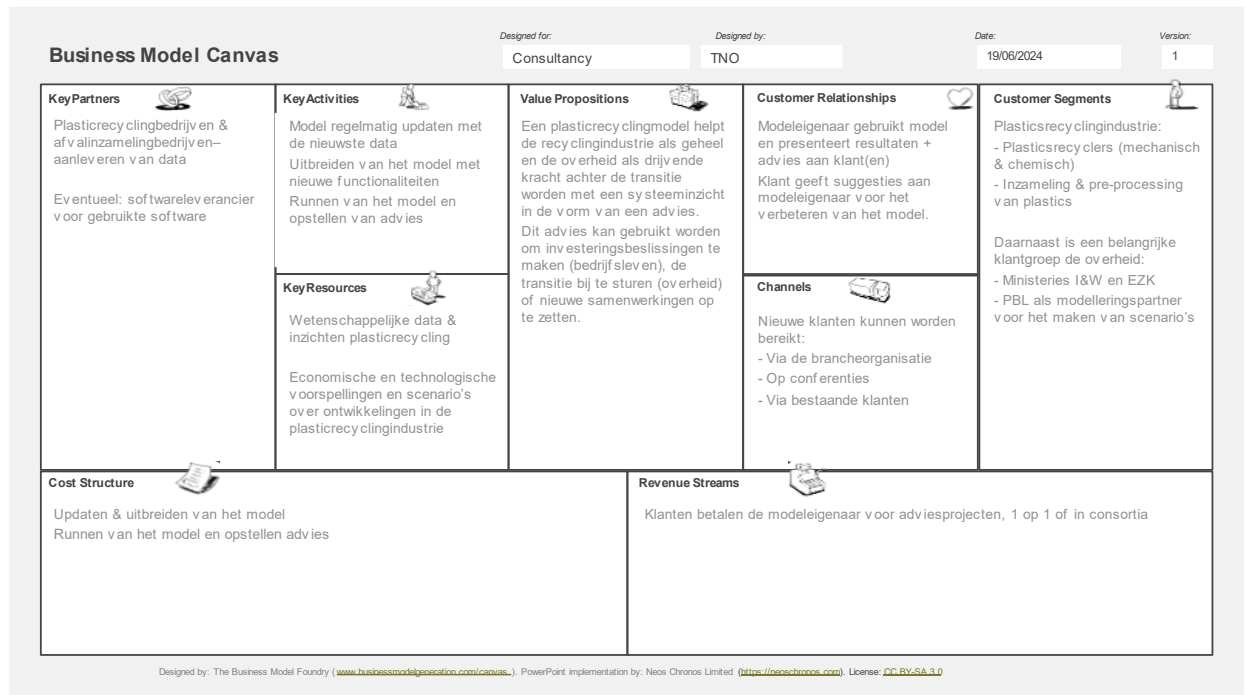
- Volledige overheidsfinanciering.
- Kosten worden gedeeld door alle stakeholders.

### E.1.1 Consultancy

In dit hoofdstuk wordt het exploitiemodell Consultancy beschreven. Simpel gezegd blijft het modell in deze situatie eigendom van de organisatie die het ontwikkelt. De klanten kunnen vragen stellen aan deze organisatie en de organisatie die het modell gebouwd heeft, voert de vraag vervolgens in het modell.

Dit exploitiemodell werkt goed voor modellen die complexer van aard zijn en daarom niet door de klant zelf bediend kunnen worden. De prijs voor het gebruik is in dit exploitiemodell doorgaans per modelrun hoger dan bij het afnemen van een licentie, door de hoge kosten aan het stellen van elke vraag, waardoor het modell niet gemakkelijk beschikbaar komt voor een brede groep gebruikers.

Het voorbeeld aan de hand waarvan we hieronder het exploitiemodell beschrijven is een modell dat inzoomt op plasticrecycling. Het geeft inzicht in de kwaliteit en kwantiteit van de input en output van plasticrecycling en bevat gedetailleerde informatie over verschillende recycleertechnieken.



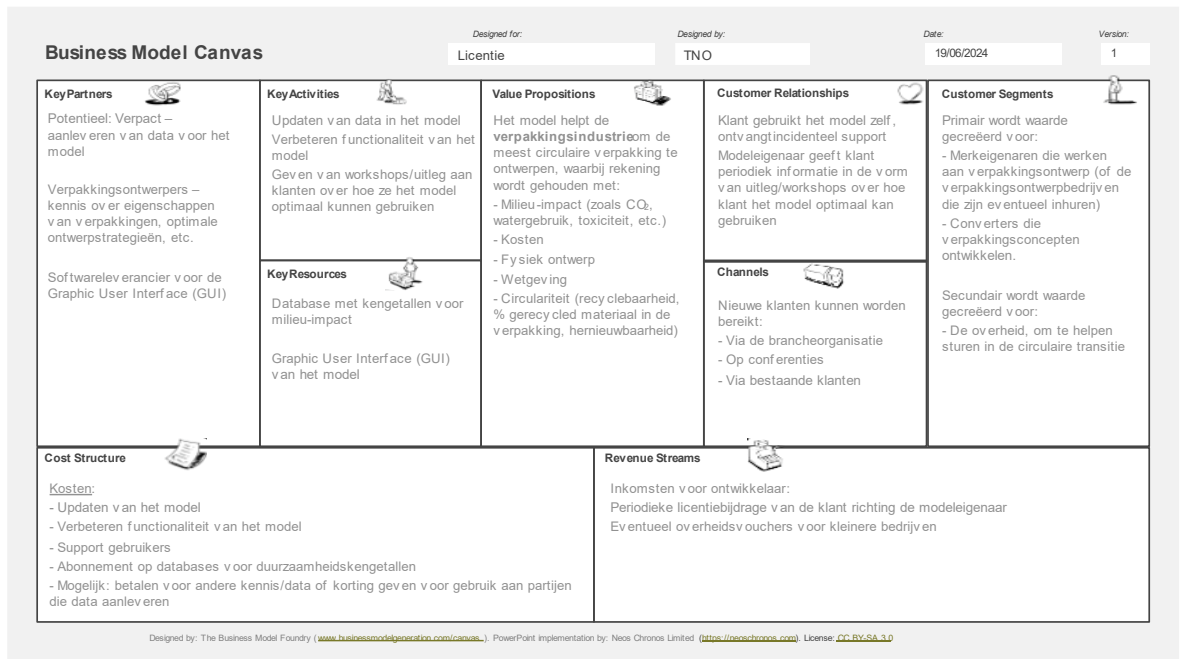
Figuur E.1: Business Model Canvas voor 'Consultancy', TNO.

## E.1.2 Licentieovereenkomst

In dit hoofdstuk wordt het exploitatiemodel Licentie beschreven. Het model blijft in deze situatie eigendom van de organisatie die het gebouwd heeft. Er wordt een Graphic User Interface (GUI) voor het model ontwikkeld, waardoor externen het model zelf kunnen bedienen. De klanten betalen de organisatie die het model gebouwd heeft voor toegang tot het model (via de GUI). Dit kan zijn per keer, per tijdseenheid of middels een soort strippenkaart voor een x aantal keer gebruiken.

Dit exploitatiemodel werkt vooral goed voor modellen die wat eenvoudiger van aard zijn en daarom door de klant zelf bediend kunnen worden. De prijs voor het gebruik ligt in dit exploitatiemodel lager dan bij consultancy, waardoor het model makkelijker beschikbaar komt voor een brede groep gebruikers.

Het voorbeeld, aan de hand waarvan dit exploitatiemodel hieronder wordt geïllustreerd, betreft een model dat de gebruiker helpt om de optimale verpakking te ontwerpen geoptimaliseerd op de aspecten duurzaamheid, circulariteit en functionele eigenschappen. De wensen worden ingevoerd in het model en het model zoekt in een database van beschikbare materialen en eigenschappen.

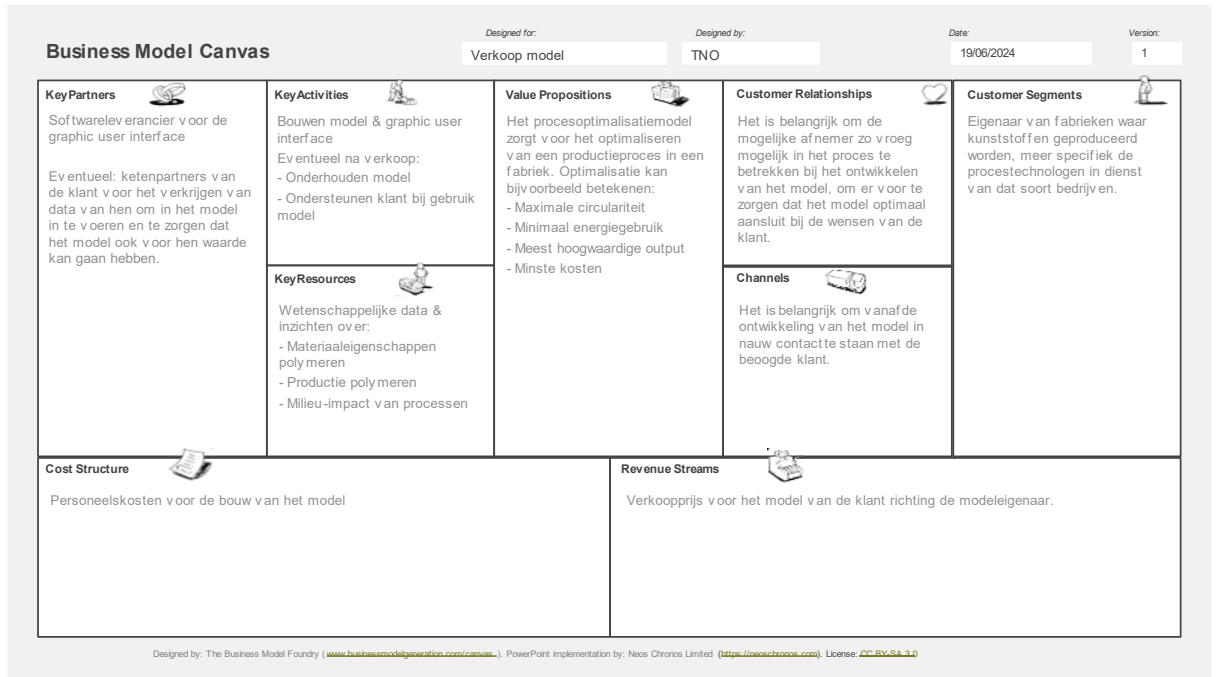


Figuur E.2: Business Model Canvas voor 'Licentieovereenkomst', TNO

### E.1.3 Verkoop model

In dit hoofdstuk wordt het exploitatiemodel 'Verkoop model' beschreven. Het model wordt in deze situatie eigendom van de klant. De klant betaalt hiervoor een bedrag aan de organisatie die het model gebouwd heeft. Dit exploitatiemodel werkt het best, wanneer het model gebouwd is in samenwerking of overleg met deze klant. Op deze manier voldoet het model het best aan de wensen van deze klant. Na de verkoop kan een afspraak worden gemaakt met de organisatie die het model gebouwd heeft, voor het leveren van onderhoud aan het model of ondersteuning bij het gebruik van het model.

Dit exploitatiemodel werkt vooral goed voor modellen die complex van aard zijn en specifiek zijn ingestoken op de situatie van de klant. De prijs voor het gebruik is in dit exploitatiemodel flink hoger dan bij consultancy. Het model wordt niet breed toegankelijk, omdat één partij het model koopt.



Figuur E.3: Business Model Canvas voor 'Verkoopmodel', TNO

# Bijlage F

## Interviewprotocol

### F.1.1 Informatiebrief

#### Informatiebrief | Onderzoek TNO Systeemintegratie Framework

##### Het onderzoek

Dit project maakt deel uit van het groeifonds programma "Circular Plastics NL" (CPNL, zie <https://circularplasticsnl.org/>). CPNL ontwikkelt verschillende programma's inclusief showcases om materiaal- en procesinnovaties voor circulaire plastics te realiseren en daarmee toe te werken naar 100% circulariteit in 2050 en de Nederlandse economie duurzame groeikansen te bieden.

De Nederlandse ambities (50% circulair in 2030, 100% circulair in 2050) kunnen alleen worden gehaald als de processen en structuren in het plastics-ecosysteem drastisch veranderen. Het opzetten van circulaire waardeketens is een grote uitdaging. Daarom is gekozen voor een integrale benadering waarbij de gehele keten vanaf productdesign, tot sortering en recycling van plastics worden meegenomen.

In programmalijn "Systeemintegratie en design (P1)" staat deze integrale aanpak centraal. Door het ontwikkelen van een generiek en mogelijk modulair systeem-integratiemodel (SI-model) voor circulaire plastics kan de impact van de belangrijkste omgevingsfactoren en mogelijke interventies (zoals gedrag, wetgeving, technologie, businessmodellen, etc.) op het functioneren van een Circulair Plastics systeem bepaald worden, inclusief het effect op economie (€) en omgeving (kg CO<sub>2</sub>-eq en meer). Het SI-model zal stakeholders (overheden, bedrijven, NGO's) middels inzicht en advies kunnen ondersteunen bij het implementeren van een gebalanceerde mix van R-strategieën (gedrag, producten, technologieën), geflankeerd en ondersteund door passende regelgeving en dito businessmodellen. Zo geeft het SI-model richting aan de circulaire plastictransitie om de duurzame inzet van plastics in de maatschappij mogelijk te maken.

In dit onderzoek zal middels interviews met relevante bedrijven binnen de plastics sector het kader bepaald worden waaraan het model zal moeten voldoen. Het kader bestaat uit onderbouwde en gedragen scoping en specificaties van het SI-model. Dit maakt het mogelijk om richting te geven aan de plastictransitie om de duurzame inzet van plastics in de maatschappij mogelijk te maken.

##### Aanpak

- Wij willen achterhalen welke informatie u nodig heeft om de transitie te maken naar een circulair plastics systeem.
- Wij willen achterhalen welke uitdagingen u voorziet voor de transitie naar een circulair plastics systeem.
- Aan de hand van een interview van ± 1,5 uur verzamelen wij informatie die ons kan helpen bij het formuleren van het kader voor het SI-model.
- Het interview vindt plaats op de door u gekozen locatie (uw organisatie, TNO Locatie Utrecht of online).

- Het interview zal worden opgenomen (geluidsopname, video-opname in het geval van een online interview). Het interview en de opname worden alleen gebruikt om informatie terug te vinden en de antwoorden op de vragen uit te werken.

### Hoe doet u mee?

U heeft van ons een uitnodiging ontvangen voor een interview. Voorafgaande aan het interview zullen wij uw toestemming schriftelijk bevestigen.

### Bescherming van uw gegevens

- Wij vragen alleen uw naam, functie en de naam van uw organisatie bij het ondertekenen van het toestemmingsformulier.
- Wij nemen uw naam en de naam van uw organisatie op in de bijlage van het onderzoek. Uw antwoorden zullen niet direct herleidbaar zijn tot uw naam. Uw naam en corresponderende antwoord kunnen alleen ingezien worden door de betrokken onderzoekers van TNO.
- Wij delen de gegevens niet met anderen.
- Alle verkregen gegevens krijgen een code die niets betekent (bijv. 023). Zo anonimiseren wij de gegevens.
- Alleen de onderstaande onderzoekers kunnen zien welke naam bij welke code hoort. Zij maken de lijst met codes en het wachtwoord.
- De contactgegevens worden vernietigd na 1 jaar.
- Onderzoekers moeten zich houden aan regels en afspraken om uw privacy te beschermen. [Op deze plek](#) kunt u hier meer over lezen.
- De video en audiobestanden worden na 1 jaar vernietigd.
- De gegevens worden op een afgesloten plek bij TNO bewaard.
- U kunt altijd de toestemming intrekken. De verzamelde gegevens zullen dan worden vernietigd.

Dit onderzoek is goedgekeurd door de interne toetsingscommissie van TNO. Voor meer informatie over uw privacy verwijzen we u naar de volgende website: [Privacy statement | TNO](#).



**Contact:** Judith Kessens, Projectmanager: [judith.kessens@tno.nl](mailto:judith.kessens@tno.nl)  
Quirine Cohen, Onderzoek: [quirine.cohen@tno.nl](mailto:quirine.cohen@tno.nl)

## F.1.2 Interviewvragen voor ketenpartners

### Introductie project door interviewer

Zoals u heeft gezien in het filmpje werken we in dit onderzoek aan het in kaart brengen van de informatiebehoefte van stakeholders die werken aan de transitie naar een circulaire plastics economie te helpen dat doel te bereiken. We hebben 6 thema's geïdentificeerd waarvan wij denken dat ze relevant zijn voor uw strategie naar een circulaire economie. Deze thema's zijn economie, sociaal-maatschappelijk-gezondheid, milieu en klimaat, technologie, circulariteit en community. Het doel van vandaag is om erachter te komen welke informatiebehoefte u heeft binnen deze thema's om de transitie naar een circulaire economie in 2050 te maken.

### Circulariteit & Rol algemeen

1. Circulariteit: strategie en rol
  - a) In hoeverre zijn jullie bezig met het realiseren van circulaire (plastic) waardeketens en wat voor **strategie** hebben jullie hiervoor?
    - i. Hoe denkt u dat dit gaat veranderen naar de doelen van 2030? En van 2050?
  - b) Wat zien jullie als **jullie rol** om deze circulaire ketens te realiseren/dit te versnellen?
    - i. Waar (bij welke organisaties) ligt de verantwoordelijkheid voor de circulaire transitie?
  - c) Welke **kansen** zien jullie om meer circulair te worden op de korte/lange termijn?
  - d) Welke **uitdagingen** zien jullie om meer circulair te worden op de korte/lange termijn?
    - i. Wat zijn de grootste risico's en bij welke partij(en) liggen deze?

### Informatiebehoefte per thema

2. Economie
  - a) Welke economische factoren hebben invloed op uw strategie richting de circulariteitsdoelen van 2030? En 2050?
  - b) Welke stakeholders hebben invloed op dit beslissingsproces en hoe neem je dat mee in je beslissingsproces?
3. Sociaal-Maatschappelijk/Gezondheid
  - a) Welke wet- en regelgeving hebben nu invloed op uw circulariteitsambities? Welke wet- en regelgevingen zullen invloed hebben op uw strategie van 2030? En welke op 2050?
  - b) Specifieke vraag over gezondheid: welke gezondheidsproblematiek of kansen ziet u voor uw deel van de plastic keten? (Alleen relevant voor partners in de keten) OF welke gezondheidsproblematiek ziet u in de plastic keten?
4. Milieu en Klimaat
  - a) Welke milieu- en impactfactoren neemt u mee bij het vormen van uw strategie? En wat verwacht u voor 2030? En voor 2050?
  - b) Hoe gaat u nu om met uw rapportage en monitoring? Verwacht u dat dit gaat veranderen in de strategie voor 2030 en 2050?

#### 5. Technologisch

- a) Op basis waarvan maakt u beslissingen om te investeren in het verbeteren van uw innovatief technologisch vermogen om uw circulariteitdoelen en impact (CO<sub>2</sub>) doelen te behalen? En in 2030? En in 2050?

#### 6. Organisatie

- a) Zou u geïnteresseerd zijn in een stakeholder community binnen de plasticindustrie?
- b) Voor welke doeleinden zou u zo'n stakeholder community willen gebruiken?  
e.g. kennis delen

*Als afsluitend thema is er tijdens de interviews besproken op welke manier de organisaties op dit moment hun kennis en data vergaren. Hierbij is ook een voorbeeld genoemd van een mogelijk te ontwikkelen digitaal systeemmodel, waarin de mogelijkheden en uitdagingen in de transitie naar een circulaire plastic keten gemodelleerd zou kunne worden. Hierbij is getoetst of de organisatie behoefte zou hebben aan een dergelijk systeemmodel en onder welke (financiële) omstandigheden ze hier gebruik van zouden maken.*

#### 7. Afsluitende vragen SI-Model

- a) Wat voor modellen/informatie hebben jullie al/gebruiken jullie al?
  - i. Zouden jullie behoefte hebben aan een SI-Model?
- b) Onder **welke voorwaarden** zouden jullie een SI-model gebruiken?  
e.g. toegankelijkheid, benodigde expertise, gebruiksvriendelijkheid, data delen
- c) Wat voor kosten zouden jullie willen maken voor het gebruik van zo'n model?
  - i. Wat voor baten zouden daar tegenover moeten staan?
  - ii. Wat zou de kostenstructuur moeten zijn (eenmalig, maandelijks,...)?
- d) In hoeverre staan jullie ervoor open om data met elkaar te delen?
- e) Zijn er andere aspecten die jullie graag terug zouden zien in een SI-model?  
E.g. door strengere eisen aan rapportage en monitoring.

#### Afsluiting

Dit waren onze vragen in het interview, hartelijk bedankt voor uw antwoorden. Zijn er nog onderwerpen die we nu niet hebben besproken waarvan u denkt dat ze relevant of onmisbaar zijn om in het model op te nemen?

Heeft u vragen of opmerkingen aan de hand van de vragen die gesteld zijn?

#### Follow up

We zullen dit interview verwerken in een verslag en naar u opsturen voor validatie. De resultaten van het interview zullen verwerkt worden in een rapport dat met een aantal stakeholders zal worden besproken voor validering.

Voorafgaand aan de interviews is een interviewprotocol opgesteld voor alle interviewers om de continuïteit en consistentie van de interviews te waarborgen. Onderdeel hiervan was een tabel Tabel 7.7 met steekwoorden per thema, die tijdens het interview door de interviewers gebruikt werd om op door te vragen.



**Tabel 7.7:** Sleutelwoorden per thema, deze sleutelwoorden konden door de interviewers gebruikt worden per thema.

Thema	Sleutelwoorden
<b>Circulariteit</b>	Verminderen, Substitutie, Levensduurverlenging, Recycling, Haalbaarheid circulariteit doelen
<b>Economisch</b>	Leveringszekerheid van materiaal (recyclaat), consumenten, kosten van energie, CO <sub>2</sub> taks, investeringen
<b>Sociaal Maatschappelijk</b>	Maatschappelijke trends (percentage recyclaat, geen plastic verpakkingen), Beleid, Arbeid, Ecodesign, Toekomstige wetgeving, Marketing
<b>Millieu en Klimaat</b>	Microplastics, Bodem-, water- en luchtkwaliteit, CO <sub>2</sub> , Biodiversiteit, Landgebruik
<b>Technologisch</b>	Materiaalgebruik, CO <sub>2</sub> impact, Keten impact, waterverbruik, energieverbruik, Innovatie en opschaling, Logistiek, IP, Kwaliteit van de materiaalstromen
<b>Organisatie</b>	Verantwoordelijkheid voor circulariteit transitie, Stakeholder community

## F.1.3 Interviewvragen voor organisaties buiten de plastics keten

### Introductie project door interviewer

Zoals u heeft gezien in het filmpje werken we in dit onderzoek aan het in kaart brengen van de informatiebehoefte van stakeholders die werken aan de transitie naar een circulaire plastics economie te helpen dat doel te bereiken. We hebben 6 thema's geïdentificeerd waarvan wij denken dat ze relevant zijn voor uw strategie naar een circulaire economie. Deze thema's zijn economie, sociaal-maatschappelijk-gezondheid, milieu en klimaat, technologie, circulariteit en community. Het doel van vandaag is om erachter te komen welke informatiebehoefte u heeft binnen deze thema's om de transitie naar een circulaire economie in 2050 te maken.

### Circulariteit & Rol algemeen

8. Circulariteit: strategie en rol
  - a) In hoeverre zijn jullie bezig met het realiseren of beïnvloeden van circulaire (plastic) waardeketens en wat voor **strategie** hebben jullie hiervoor?
    - i. Hoe denkt u dat dit gaat veranderen naar de doelen van 2030? En van 2050?
  - b) Wat zien jullie als **jullie rol** om deze circulaire ketens te realiseren/dit te versnellen?
    - i. Waar (bij welke organisaties) ligt de verantwoordelijkheid voor de circulaire transitie?
  - c) Welke **kansen** zien jullie om meer circulair te worden op de korte/lange termijn?
  - d) Welke **uitdagingen** zien jullie om meer circulair te worden op de korte/lange termijn?
    - i. Wat zijn de grootste risico's en bij welke partij(en) liggen deze?

### Informatiebehoefte per thema

9. Economie
  - a) Welke economische factoren hebben invloed op de circulariteitsdoelen van 2030 in de plastic waardeketen? En 2050?
  - b) Welke stakeholders hebben invloed op dit beslissingsproces en hoe neem je dat mee in je beslissingsproces?
10. Sociaal-Maatschappelijk/Gezondheid
  - a) Welke wet- en regelgeving hebben nu invloed op de circulariteitsambities van ketenpartners in de plastic waardeketen? Welke wet- en regelgevingen zullen invloed hebben op de circulaire strategie richting 2030? En welke op 2050?
  - b) Specifieke vraag over gezondheid: welke gezondheidsproblematiek ziet u in de plastic keten?
11. Milieu en Klimaat
  - a) Welke milieu- en impactfactoren neemt u mee bij het vormen van uw strategie? En wat verwacht u voor 2030? En voor 2050?
  - b) Hoe gaat u nu om met uw rapportage en monitoring? Verwacht u dat dit gaat veranderen in de strategie voor 2030 en 2050?

## 12. Technologisch

- a) Op basis waarvan worden, denkt u, beslissingen gemaakt om te investeren in het verbeteren van uw innovatief technologisch vermogen in de keten om de circulariteitdoelen en impact (CO<sub>2</sub>) doelen te behalen? En in 2030? En in 2050?

## 13. Organisatie

- a) Zou u geïnteresseerd zijn in een stakeholder community binnen de plasticindustrie?
- b) Voor welke doeleinden zou u zo'n stakeholder community willen gebruiken?  
e.g. kennis delen

*Als afsluitend thema is er tijdens de interviews besproken op welke manier de organisaties op dit moment hun kennis en data vergaren. Hierbij is ook een voorbeeld genoemd van een mogelijk te ontwikkelen digitaal systeemmodel, waarin de mogelijkheden en uitdagingen in de transitie naar een circulaire plastic keten gemodelleerd zou kunne worden. Hierbij is getoetst of de organisatie behoefte zou hebben aan een dergelijk systeemmodel en onder welke (financiële) omstandigheden ze hier gebruik van zouden maken.*

### Afsluitende vragen SI-Model

- a. Wat voor modellen/informatie hebben jullie al/gebruiken jullie al?
  - i. Zouden jullie behoefte hebben aan een SI-Model?
- b. Onder **welke voorwaarden** zouden jullie een SI-model gebruiken?
- c. e.g. toegankelijkheid, benodigde expertise, gebruiksvriendelijkheid, data delen
- d. Wat voor kosten zouden jullie willen maken voor het gebruik van zo'n model?
  - i. Wat voor baten zouden daar tegenover moeten staan?
  - ii. Wat zou de kostenstructuur moeten zijn (eenmalig, maandelijks,..)?
- e. In hoeverre staan jullie ervoor open om data met elkaar te delen?
- f. Zijn er andere aspecten die jullie graag terug zouden zien in een SI-model?
  - i. E.g. door strengere eisen aan rapportage en monitoring.

### Afsluiting

Dit waren onze vragen in het interview, hartelijk bedankt voor uw antwoorden. Zijn er nog onderwerpen die we nu niet hebben besproken waarvan u denkt dat ze relevant of onmisbaar zijn om in het model op te nemen?

Heeft u vragen of opmerkingen aan de hand van de vragen die gesteld zijn?

### Follow up

We zullen dit interview verwerken in een verslag en naar u opsturen voor validatie. De resultaten van het interview zullen verwerkt worden in een rapport dat met een aantal stakeholders zal worden besproken voor validering.

Voorafgaand aan de interviews is een interviewprotocol opgesteld voor alle interviewers om de continuïteit en consistentie van de interviews te waarborgen. Onderdeel hiervan was Tabel 7.8 met steekwoorden per thema, die tijdens het interview door de interviewers gebruikt werd om op door te vragen.

**Tabel 7.8:** Sleutelwoorden per thema, deze sleutelwoorden konden door de interviewers gebruikt worden per thema.

Thema	Sleutelwoorden
<b>Circulariteit</b>	Verminderen, Substitutie, Levensduurverlenging, Recycling, Haalbaarheid circulariteit doelen
<b>Economisch</b>	Leveringszekerheid van materiaal (recycalaat), consumenten, kosten van energie, CO <sub>2</sub> taks, investeringen
<b>Sociaal Maatschappelijk</b>	Maatschappelijke trends (percentage recycalaat, geen plastic verpakkingen), Beleid, Arbeid, Ecodesign, Toekomstige wetgeving, Marketing
<b>Milieu en Klimaat</b>	Microplastics, Bodem-, water- en luchtkwaliteit, CO <sub>2</sub> , Biodiversiteit, Landgebruik
<b>Technologisch</b>	Materiaalgebruik, CO <sub>2</sub> impact, Keten impact, waterverbruik, energieverbruik, Innovatie en opschaling, Logistiek, IP, Kwaliteit van de materiaalstromen
<b>Organisatie</b>	Verantwoordelijkheid voor circulariteit transitie, Stakeholder community

Energy & Materials Transition

Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

**TNO** innovation  
for life