



Universiteit Utrecht

Bio-plastics

Transitie naar
een Circulaire
Kunststofketen

Universiteit Utrecht

Remi Elzinga*

Sanne Bours

Marc Pruijn

Marko Hekkert

RVO

Astrid Hamer

Kees Kwant

Auteurs

Universiteit Utrecht - Copernicus Instituut of Sustainable Development

Remi Elzinga MSc.

Sanne Bours MSc.

Ir. Marc Pruijn

Prof. Marko Hekkert

RVO

Astrid Hamer MSc.

Kees Kwant MSc.

Datum

December 2021

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

Meer informatie: r.elzinga@uu.nl



**Monitoring en Sturing
Circulaire Economie**

Voordat u verder leest...

De bio-plastic sector is een complexe casus. De afgelopen decennia zijn verschillende materialen en producten ontwikkeld en op de Nederlandse markt verschenen, maar ook weer verdwenen. Verschillende beleidslijnen vanuit de “Bio-based Economy”, “Energy Transitie”, en “Circulaire Economie” hebben elkaar afgewisseld waardoor over de tijd veel verschillende incentives maar ook belemmeringen zijn ontstaan. Tot op heden zijn er onopgeloste dilemma’s en actoren vanuit de discussie omtrent het gebruik van biomassa voor energie betrokken geraakt bij de bio-plastic sector, wat tot nog meer complexiteit heeft geleid.

Nog tekenender voor deze sector is de verwarring onder actoren, ontstaan door bovengenoemde dynamieken, en de tal van verschillende percepties en discussies die hieruit voort zijn gekomen. De afgelopen twee decennia zijn actoren dieper en dieper in discussies en conflicten beland over, onder andere, de degradeerbaarheid en de recyclebaarheid van bio-plastics en de circulaire waarde (van biomassa). Zo is er sterke polarisatie te zien onder actoren en worden veel verschillende meningen/percepties verkondigd als waarheden.

De te volgen analyse poogt het functioneren van het systeem omtrent de ontwikkeling en adoptie van bio-plastics in kaart te brengen aan de hand van deze verschillende percepties. Om deze reden zullen de verschillende percepties op verschillende manieren tegen elkaar worden uitgezet om dieper inzicht te krijgen in de oorzaak en ook mogelijke oplossingen om deze discussies te verduidelijken en verder te brengen. De conclusies en geïdentificeerde interventiepunten kunnen hier een concrete bijdragen aan leveren.

Inhoudsopgave

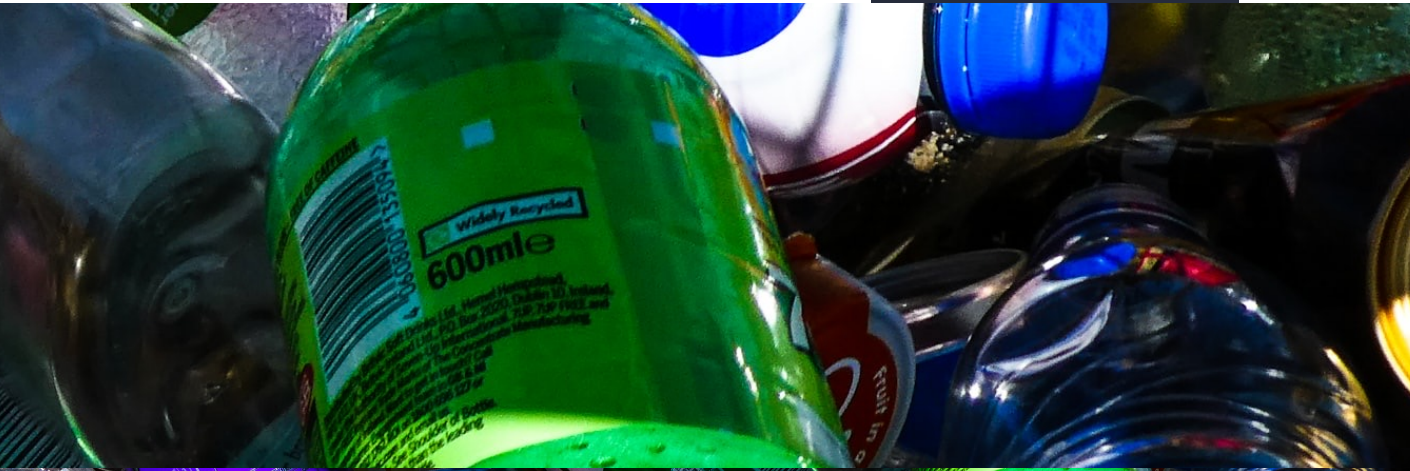
<u>1 INLEIDING</u>	6
<u>2 METHODE</u>	9
<u>3 ANALYSE</u>	16
<u>3.1 Achtergrond</u>	17
<u>3.2 Probleem-Oplossingen Diagnose</u>	24
<u>3.3 Structurele Analyse</u>	31
<u>3.4 Transitiepaden - Functionele Analyse</u>	37
<u>PLA</u>	39
<u>PEF</u>	64
<u>PHA</u>	76
<u>DROP-INS</u>	87
<u>3.5 Interacties in het Innovatiesysteem</u>	98
<u>4 CONCLUSIE</u>	101

Leeswijzer

Leeswijzer

Door het document heen zijn tekstboxjes zoals deze te vinden. In deze tekstboxjes worden instructies gegeven over de komende slides of wordt aangegeven hoe figuren en tabellen te lezen.

De hoofdpunten per onderdeel worden aan het begin van elke sectie besproken waarna verdere uitleg volgt. Nadat een transitiepad (sectie 3.4) is besproken, worden tussentijds de conclusies weergegeven. Later in de conclusie (slide 101) worden deze herhaalt en aangevuld.



01 INLEIDING

Op weg naar een Circulaire Economie

Nederland is begonnen met haar transitie naar een Circulaire Economie (CE). Hiervoor is de missie gesteld om in 2050 een 100% circulaire economie te hebben in Nederland. In het Rijksbrede programma Circulaire Economie 'Nederland circulair in 2050' wordt uiteengezet hoe deze transitie zou kunnen verlopen. In de zogenoemde Transitie Agenda's is deze missie uitgewerkt voor vijf prioriteiten (Biomassa en voedsel, Kunststoffen, Maakindustrie, Bouw en Consumptiegoederen) in een actie- en interventieagenda voor de komende jaren. Voor de transitieagenda kunststoffen zijn vervolgens actieplannen opgesteld om deze stappen te concretiseren.

De Nederlandse overheid heeft hierbinnen twee doelstellingen geformuleerd om zo snel mogelijk circulair te worden:

- Bestaande productieprocessen maken efficiënter gebruik van grondstoffen, zodat er minder grondstoffen nodig zijn.
- Wanneer nieuwe grondstoffen nodig zijn, wordt zoveel mogelijk gebruikgemaakt van duurzaam geproduceerde, hernieuwbare (onuitputtelijke) en algemeen beschikbare grondstoffen zoals biomassa om zo Nederland minder afhankelijk te maken van fossiele bronnen en haar milieu impact te reduceren.

(Bio-)Plastic sector

In opdracht van Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is de Universiteit Utrecht, samen met kennispartners, gevraagd om een analyse te maken van de voortgang van de transitie naar een circulaire economie aan de hand van de verschillende Transitie Agenda's (TA). De casussen voor deze analyses zullen gebaseerd zijn op de verschillende prioritaire ketens. Bio-plastics valt niet onder een enkele TA maar wordt behandeld in de TA Kunststoffen, TA consumptiegoederen en de TA biomassa en voedsel.

Het huidige onderzoek richt zich op de Nederlandse kunststofsector, specifiek kijkend naar bio-plastics. Een circulaire kunststofketen is niet afhankelijk van fossiele grondstoffen, maar berust zich op recycklaat en biomassa. Omdat recycklaat niet de gehele plastic behoefte kan dekken, door verlies en afnemende waarde, zullen bio-plastics nodig zijn om dit gat te vullen¹. Hoe groot de huidige en toekomstige bijdragen van recycklaat zal zijn aan de productie van plastics wordt sterk bediscussieerd. Zo betrof de vraag naar PET op de Europese markt in 2020 naar schatting 5,1 mton waarvan 1.3 mton werd geproduceerd uit recycklaat (rPET)¹. Actoren opperen dat zowel het gebruik van recycklaat als bio-based alternatieven sterk moet verbeteren voordat fossiele grondstoffen niet langer nodig zullen zijn.

Om de milieu-impact van de plastic keten structureel te verlagen is de missie gesteld om in 2050 meer recycklaat te gebruiken in nieuwe producten en 100% van het benodigde virgin plastic materiaal van duurzame oorsprong te laten zijn. De Transitie Agenda stelt als tussendoel om in 2030 15% van het totale volume aan plastic in de Nederlandse economie biobased te laten zijn (370kton). Momenteel is dat slechts 2%².

1. https://www.plasticsrecyclers.eu/_files/ugd/dda42a_bc6f846c96414ae2b09a41c34abd36c7.pdf

2. Transitie Agenda Kunststoffen - <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/01/15/bijlage-3-transitieagenda-kunststoffen>



02

METHODE

Analytische Stappen

Om de voortang van de transitie naar een circulaire economie in kaart te brengen wordt in deze rapportage gebruik gemaakt van een Missie-gedreven Innovatiesysteem (MIS) analyse. Aan de hand van een MIS analyse wordt geïdentificeerd waar belemmeringen aanwezig zijn in het innovatiesysteem die versnelling limiteren. Een MIS, zoals gedefinieerd in de Integrale Circulaire Economie Rapportage, bestaat uit de actoren en regels die gezamenlijk bijdragen aan het realiseren van een maatschappelijke missie (zoals het doel om in 2030 15% van het totale volume aan plastic in de Nederlandse economie biobased te laten zijn). Dit gebeurt door het ontwikkelen en realiseren van verschillende vormen van vernieuwing (technologische innovaties, nieuwe businessmodellen, sociale innovaties), maar ook door het afbouwen van bestaande praktijken die het behalen van de missie in de weg staan. Hierbinnen wordt ook gekeken naar hoe de verschillende oplossingen interacteren, elkaar aanvullen of juist verhinderen^{1,2,3}. Als eerste stap van de analyse wordt gekeken naar de achtergrond van de verschillende (technologische) oplossingen en de fase van ontwikkeling. Vervolgens zijn er drie analytische stappen: De Probleem-oplossingen diagnose, de Structurele analyse en de Functionele analyse

1. Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 76-79
2. Elzinga, R., Bastein, A. G. T. M., Level, J., & Hekkert, M. (2021). Transitioning towards a circular manufacturing industry: A mapping analysis based on the mission-oriented innovation system framework.
3. <https://www.pbl.nl/publicaties/integrale-circulaire-economie-rapportage-2021>

Analytische Stappen

Probleem-oplossingen diagnose

De eerste analytische stap binnen het MIS raamwerk is de Probleem-Oplossingen Diagnose waarin het probleem (of de problemen) dat door de missie moet worden opgelost en de voorgestelde oplossingen in kaart worden gebracht. Er wordt onderzocht of actoren het probleem erkennen dan wel de missie prioriteren over andere maatschappelijke problemen. Verschillende percepties van actoren op de noodzaak en de urgentie van het behalen van de missie heeft sterke gevolgen voor het momentum van het innovatiesysteem. Daarnaast kan er conflict ontstaan rond de perceptie op oplossingsrichtingen of tussen oplossingsrichtingen zelf. Er wordt onderzocht hoe oplossingen relateren aan de gestelde problemen en of actoren convergeren omtrent bepaalde oplossingen.

Structuur van het innovatiesysteem

De tweede analytische stap is de structurele analyse waarin in kaart wordt gebracht welke (type) actoren bijdragen aan vernieuwing en transformatie en welke regels bijdragen aan deze transformatie, of deze juist in de weg staan. Een belangrijk onderdeel van de MIS structuur is de zogenaamde Missie Arena. Dit zijn de set aan partijen die gezamenlijk de agenda bepalen en dus een prominente positie hebben in het innovatiesysteem. Hierbij wordt gekeken naar de samenstelling, hoeveelheid en type actoren die de missie en haar oplossingen formuleren en agenderen².

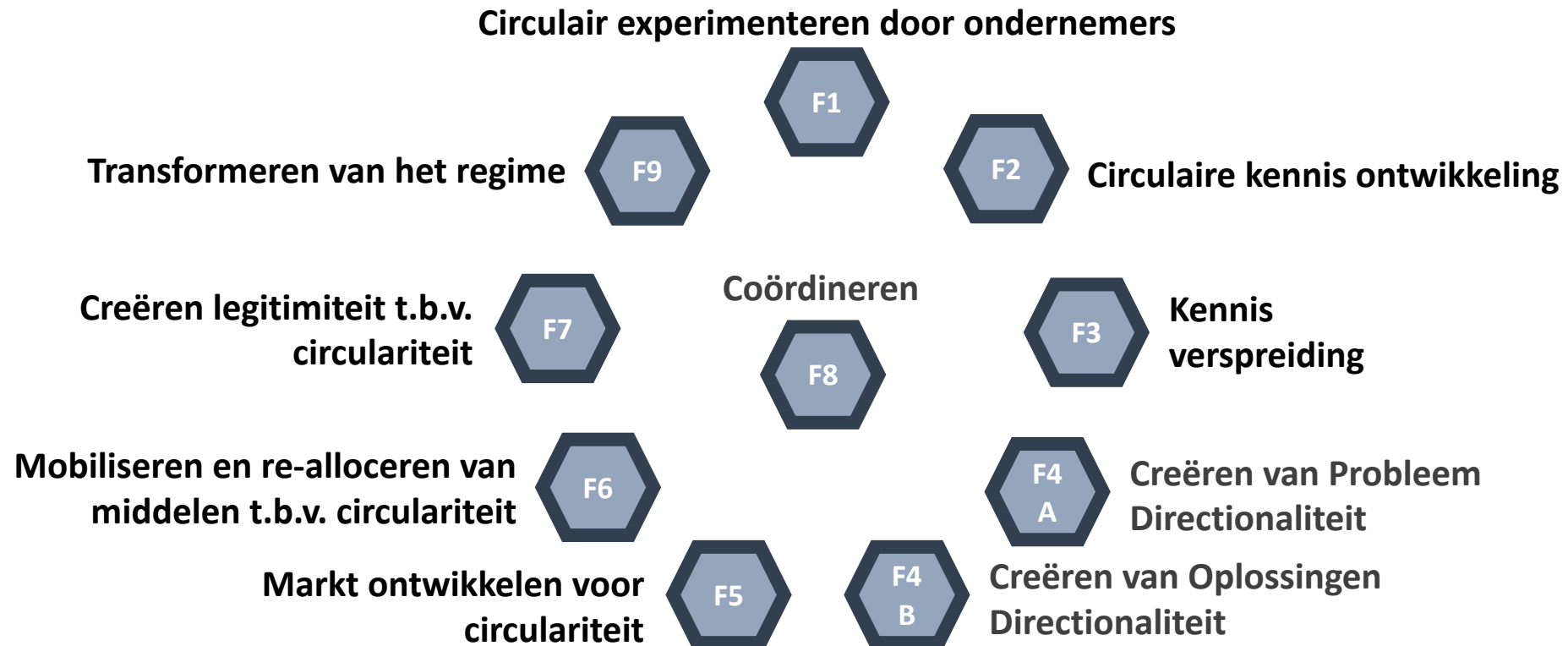
Functioneren van het innovatiesysteem (Functies)

Als laatste wordt het functioneren van het innovatie systeem beoordeeld door middel van innovatiesysteem functies². Indien de functies goed worden vervuld is de verwachting dat de missie zal slagen. De functies staan niet op zichzelf maar interacteren zowel positief als negatief³. Binnen de innovatieliteratuur worden deze interacties ook wel de innovatiemotoren genoemd. Welke functies elkaar beïnvloeden is sterk afhankelijk van de fase waarin de transitie zich bevindt (zie slide 38 – Fase van ontwikkeling). De volgende slides introduceren de MIS functies.

1. Elzinga, R., Janssen, M., Negro, S. O., Hekkert, M. P. (2021). Mission-oriented Innovation Systems Dynamics in the Circular Economy. CONFERENCE PAPER. https://conference.druid.dk/acc_papers/pp2nja3sy8855w5u9f73x3s7dg46uo.pdf
2. Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
3. Suurs, R. A. (2009). *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*. Utrecht University.

MIS Functies

Functies geven een indicatie van het functioneren van het innovatiesysteem. Een goed functionerend innovatiesysteem leidt tot veel innovatieve activiteit en snelle diffusie van de innovaties en transformatie van het huidige systeem. In een matig functionerend innovatiesysteem wordt innovatie en verandering juist belemmerd¹. In dit onderzoek worden voor de verschillende transitiepaden de functies gescoord op een schaal van 1 (belemmerend) tot 5 (versnellend) en innovatiemotoren in kaart gebracht. Deze interacties tussen functies in de motoren wordt vervolgens stap voor stap behandeld.



1. Elzinga, Negro, Janssen, Wesseling & Hekkert, 2020. Het Missie-gedreven Innovatiesysteem: Uitbreiding 'Technologisch Innovatie Systeem'-raamwerk ter monitoring van de Circulaire Economie. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4005752>

Tabel 1: Functie beschrijvingen Missie-gedreven Innovatiesysteem (MIS)

Functie	Beschrijving
Experimenteren door ondernemers & Phase out	Ondernemers spelen een cruciale rol in het innovatiesysteem door (non-)technologische oplossingen te verkennen, variaties te creëren, het investeren van eigen middelen, verder te ontwikkelen en uiteindelijk op te schalen
Kennis ontwikkeling & Phase out	Kennis betreffende nieuwe technologieën, producten, regels en de markt zijn nodig om te kunnen innoveren. Ook het ontleren van belemmerende praktijken is hierin belangrijk
Kennis verspreiding	Om snel te innoveren is toegang nodig tot kennis. Daarom moet kennis uitgewisseld worden tussen partijen die geïnteresseerd zijn in het versnellen van de innovatie.
Creëren van Directionaliteit	Innovatie is per definitie onzeker, maar wordt vergemakkelijkt als er een eenduidige visie is omtrent het maatschappelijke probleem (F4A) en eenduidige verwachtingen over hoe de verschillende transitiepaden een bijdragen zullen leveren aan het oplossen hiervan (F4B).
Markt ontwikkelen en afbouwen	Nieuwe innovaties passen vaak niet in het huidige socio-technische systeem dat bestaat uit reeds uitontwikkelde producten en diensten. Zowel de institutionele kaders als de verwachtingen van consumenten moeten opnieuw worden vormgegeven zodat de huidige markt wordt afgebroken en ruimte wordt gecreëerd voor nieuwe oplossingen
Mobiliseren en re-alloceren van middelen	Actoren dienen werk te verzetten om deze middelen beschikbaar te krijgen in het innovatiesysteem. Denk hierbij aan financiële, materialen, menselijke en infrastructurele middelen om de ontwikkeling en opschaling van innovaties te versnellen
Creëren en weghalen van legitimiteit	Vernieuwing kan weerstand oproepen. Ook zijn er commerciële belangen verbonden aan het in standhouden van de bestaande technologie. Door het creëren van een ondersteunende socio-institutionele omgeving en het creëren van bewustzijn omtrent het maatschappelijke probleem, dient deze weerstand verzwakt te worden om zo legitimiteit, draagvlak en vraag naar innovatie te creëren.
Coördinatie	Coördinatie van en tussen deze paden is essentieel zodat de oplossingsrichtingen gezamenlijk de missie kunnen volbrengen. Deze coördinerende rol kan vervuld worden door overheden, bedrijven, NGO's, brancheverenigingen of een consortium van deze type actoren.

Data

In het onderzoek is gebruik gemaakt van verschillende databronnen en methodieken om de analytische stappen in te vullen en een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de innovatie en transitie activiteiten in de sector.

Eventanalyse en Deskresearch

Een database is opgesteld aan de hand van artikelen, nieuwsberichten en publicaties in professionele literatuur. Deze database bevat 240 documenten en artikelen. Zo zijn bijvoorbeeld de afgelopen vier jaargangen van het vakblad Agro&Chemie doorgenomen en zijn artikelen met betrekking tot bio-plastic hieruit geselecteerd voor de database. In deze artikelen zijn gebeurtenissen (events) geïdentificeerd die bijdrage aan het transitieproces. Deze events zijn vervolgens gecodeerd met behulp van de MIS functies om trends zichtbaar te maken. Voorbeelden van deze events zullen worden gebruikt om observaties en conclusies te onderbouwen en illustreren.

RVO Database

Samen met RVO is gekeken naar relevante projecten voortkomend uit de aanvragen voor subsidieregelingen van RVO (voorbeelden hiervan zijn H2020, MIT en DEI). Zo is gekeken naar innovatie richting, het type bedrijf dat de aanvraag deed en aan welke transitierichting financiële middelen worden toegekend. Dit resulteerde in een database van 258 relevante verstrekte subsidies over de periode 2015-2019. Deze data dragen bij aan inzicht in o.a. de functies 'kennis ontwikkeling' en 'beschikbaar stellen van middelen'.

AGRO & CHEMIE
ABOUT BIOBASED BUSINESS IN A CIRCULAR WORLD

SYNVINA-CEO: PEF BREEKT SNELLER DOOR DAN PET
BIORIZON KRIJGT TRACTIE
BLACKWOOD, VERREZEN UIT AS VAN TOPELL
SENBIS, SPECIALIST IN POLYMEERCHEMIE

DOWNLOAD OOK DE AGRO&CHEMIE APP!

#01
MAART 2017

Data - Interviews

Interviews

Ter aanvulling zijn 22 interviews gehouden met verschillende type actoren uit de sector. Om een zo compleet mogelijk beeld te creëren zijn actoren vanuit kennisinstellingen, NGO's, plastic producenten, verpakkers, afvalverwerkers en de overheid geïnterviewd.

De tabel geeft een overzicht van de geïnterviewde actoren. Alle verschillende type actoren uit de keten zijn geïnterviewd om een holistisch beeld van het missie-gedreven innovatiesysteem te verkrijgen. Deze actoren zijn geanonimiseerd, enkel het type actor is weergegeven in tabel 2. In het vervolg van dit onderzoek zal naar de respectievelijke LETTERS worden gerefereerd.

Validatie workshop en Consultatie

Na verwerking van de interviews en de verschillende databronnen is een conceptversie opgesteld die is voorgelegd aan de sector. Er is een workshop georganiseerd met 34 actoren uit de verschillende delen van de sector. In deze workshop zijn de resultaten besproken en aangescherpt. Vervolgens konden actoren uit de sector inhoudelijke schriftelijke feedback geven in een consultatie ronde. Zes actoren hebben hieraan bijgedragen.

Tabel 2: Gecodeerde lijst aan geïnterviewde actoren

# Interview	Type of actor
A	Producentverantwoordelijkheidsorganisatie
B	Ondernemer
C	Branchevereniging
D	Branchevereniging
E	Supermarkt
F	NGO
G	Verpakker
H	Converter / verpakkingen producent
I	Sorteerder
J	Biomassa producent
K	Plastic Producent
L	Plastic Producent
M	Plastic producent
N	Kennisinstelling
O	Kennisinstelling
P	Kennisinstelling
Q	Afval verwerker
R	Overheid - Ministerie
S	Overheid en participatie
T	Overheid
U	Overheid
V	Plastic Producent

03

ANALYSE

De Analyse is gestructureerd op basis van de analytische stappen zoals beschreven onder Methode.

3.1

Achtergrond

Wat zijn bio-plastics?

Bio-plastics zijn plastics gemaakt van natuurlijke en hernieuwbare grondstoffen ¹ zoals:

- Suikers en zetmeel (uit bijvoorbeeld suikerriet, mais en aardappelen)
- Cellulose (uit houtachtige gewassen)
- Organische reststromen

Ongeveer 2% van de plastics in de Nederlandse economie zijn bio-plastics². In andere landen, zoals Frankrijk en Italië (N) is het aandeel bio-plastics in de markt groter, naar schatting boven de 7,5% (A, O).

De markt voor bio-plastics verpakkingen wordt voorspeld te groeien met een gemiddeld jaarlijks percentage van 16%. Daarnaast wordt geschat dat de mondiale marktwaarde zal verdubbelen van \$4,4 miljard in 2019 tot \$ 8,8 miljard in 2024³. Ter vergelijking, conventionele plastics zullen in 2028 een geschatte mondiale marktwaarde hebben van \$750 miljard⁴

1. <https://hollandbioplastics.nl>

2. https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_2J66_Bioplastics_in_a_circular_economy_DEF_1509088609.pdf

3. <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/bioplastic-verpakkingen-verdubbeling-in-5-jaar/>

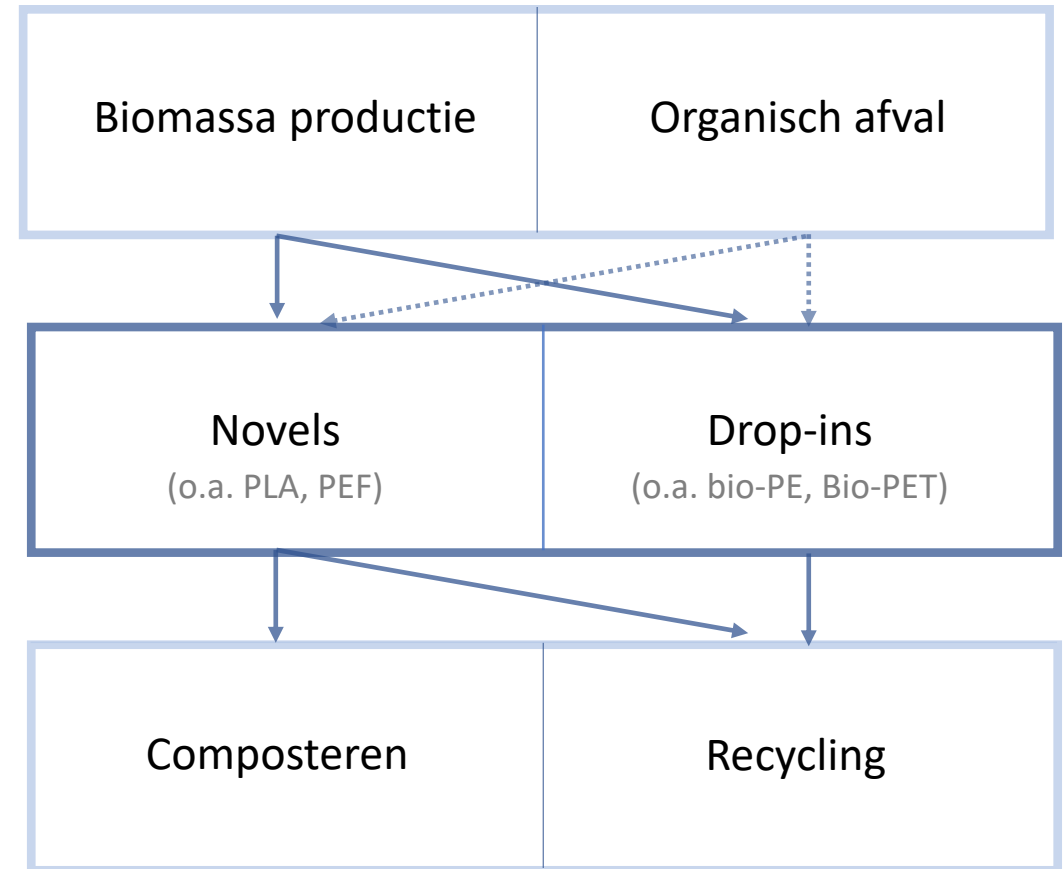
4. <https://www.statista.com/statistics/1060583/global-market-value-of-plastic/>

Keten bio-plastics

Figuur 1 geeft een visuele weergave van de bio-plastic keten. Bio-plastics worden geproduceerd uit biomassa. Deze biomassa kan geproduceerd worden voor de groene chemie of afkomstig zijn uit afvalstromen. In de praktijk blijkt bio-plastic productie uit afvalstromen lastig te produceren te zijn door inconsistenties in volume en suikergehalte van afvalstromen.

Van deze biomassa kunnen verschillende type bio-plastics worden geproduceerd. Zo zijn er drop-ins en novels.

Bio-plastics kunnen gecomposteerd en/of gerecycled worden afhankelijk van het type. De volgende slides gaan dieper in op de verschillende type bio-plastics, de verschillende eigenschappen en het marktaandeel.



Figuur 1: Visuele weergave van de bio-plastic keten

Bio-Plastics – Drop-ins

Drop-ins zijn kunststoffen die worden geproduceerd uit (jaarlijks) hernieuwbare biomassa en zijn zowel chemisch als mechanisch gelijk aan hun fossiele tegenhanger, zoals bio-PET en bio-PE welke mechanisch en chemisch identieke eigenschappen hebben als PET en PE¹. Vanwege hun gelijke eigenschappen kunnen deze plastics in de bestaande sorteer- en recycle-infrastructuur worden meegenomen. Voor de recycling maakt het niet uit of de kunststoffen van fossiele of van hernieuwbare grondstoffen zijn gemaakt.

Drop-ins worden volledig uit biomassa geproduceerd. Echter kan bij het productieproces van plastic uit olie, ook biomassa bijgemengd worden. Dit worden massabalans kunststoffen genoemd. De verhouding of massabalans olie / biomassa bepaalt dan het percentage gecertificeerd biobased plastic in de totale plastic stroom. Vervolgens kan deze fractie via massabalans-boekhouding toegewezen worden aan specifieke eindproducten. Voorbeelden van producenten voor de Nederlandse markt zijn:

- Braskem, produceert bio-PE van suikerriet
- Sabic, mengt biomassa (geproduceerd uit tallolie) bij in de krakers om gecertificeerd biobased PP en gecertificeerd biobased PE te maken
- DOW Chemicals, grootste producent van PE wereldwijd en produceert onder andere ook bio-PE
- Lyondell Basell

Bio-Plastics - Novels

Novels zijn nieuwe kunststoffen die worden geproduceerd uit (jaarlijks) hernieuwbare biomassa en hebben andere en nieuwe mechanische en chemische eigenschappen dan conventionele plastics. Zo kunnen novels bijvoorbeeld bio-degradeerbaar zijn. Belangrijk hierbij is dat er verschillende gradaties van bio-degradeerbaarheid zijn die afhankelijk zijn van omgevingsfactoren (zoals temperatuur, aanwezigheid van zuurstof, water en microorganismen¹). Zo zijn sommige novels, zoals PLA, enkel composteerbaar in industriële installaties of onder natuurlijke omstandigheden in de bodem, PHA is van dit laatste een voorbeeld. Er zijn ook fossiele biodegradeerbare plastics, zoals PBAT en PCL. Omdat deze op olie zijn gebaseerd en dus niet hernieuwbaar zijn, worden deze materialen niet meegenomen in dit onderzoek.

Omdat novels niet op de conventionele kunststoffen lijken, zijn ze herkenbaar en controleerbaar in de markt. Echter, de huidige recyclingsinfrastructuur is momenteel nog niet ingericht op deze bioplastics. Er is een behoorlijk volume nodig voordat het voor recycler interessant is om in te zetten op de recycling van bepaalde novels. Vooral nieuwe actoren investeren in dit type plastics.

Voorbeelden van novels en hun Nederlandse of internationale producenten zijn:

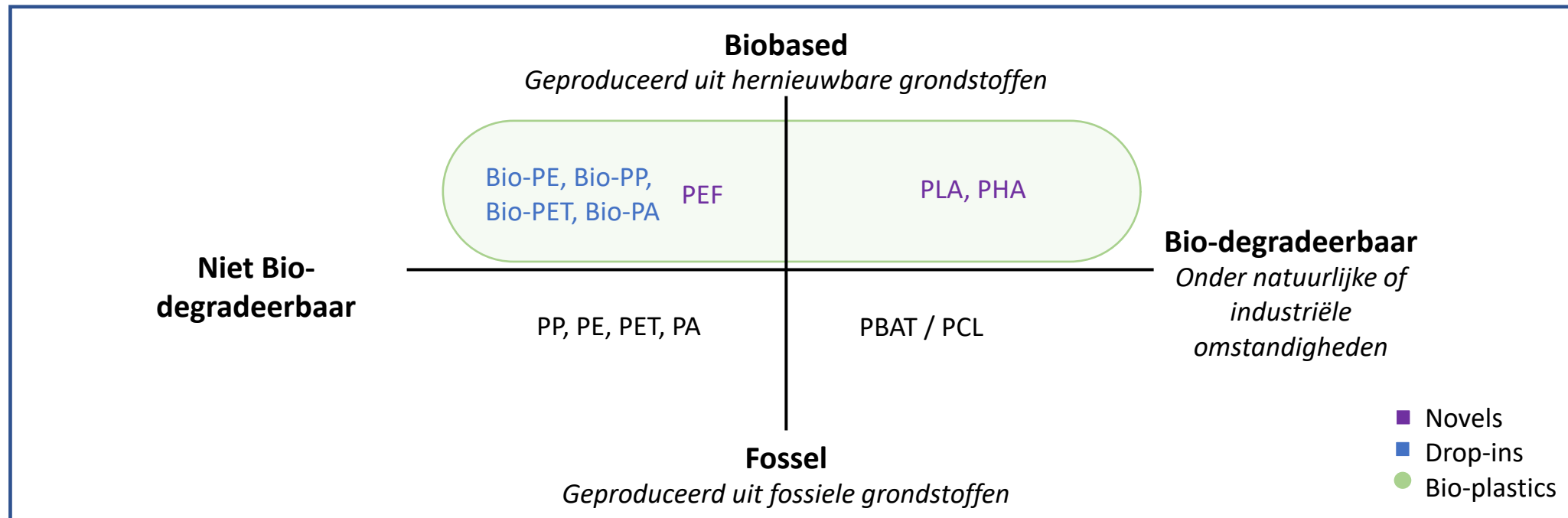
- Poly Lactic Acid (PLA) geproduceerd door onder andere NatureWorks in Amerika en Total Corbion PLA in Thailand.
- Polyethylene Furanoate (PEF) is in ontwikkeling en wordt kleinschalig geproduceerd door de Nederlandse bedrijven Avantium (onder andere in Delfzijl) en Corbion produceert FDCA (een voorloper van PEF) in Thailand².
- Polyhydroxyalkanoaat (PHA), wordt door bacteriën geproduceerd uit suikers en plantaardige oliën. Experimenten lopen om PHA te produceren uit slib, rioolwater of afval. Het Nederlandse bedrijf Paques is in Nederland (Dordrecht) productie capaciteit aan het opbouwen. Buiten Nederland produceren bedrijven zoals Kaneka, Meredian, Tianan en Newlight Technologies ook PHA

1. Van den Oever, M., Molenveld, K., van der Zee, M., & Bos, H. (2017). *Bio-based and biodegradable plastics: facts and figures: focus on food packaging in the Netherlands* (No. 1722). Wageningen Food & Biobased Research.

2. <http://www.corbion.com/bioplastics/fdca>

Classificatie

Zoals besproken op de vorige slides zijn er verschillende (bio-)plastics met verschillende eigenschappen. Om deze plastics van elkaar te onderscheiden wordt gebruik gemaakt twee assen: Type grondstof en bio-degradeerbaarheid. Bio-plastics zijn polymeren geproduceerd uit biomassa (biobased). Plastics geproduceerd uit fossiele grondstoffen (zoals PP, PE en PET) vallen buiten de scope van dit onderzoek. Vervolgens zijn er biodegradeerbare (zoals PLA en PHA) en niet-biodegradeerbare bio-plastics (zoals bio-PE en bio-PET). Binnen bio-degradeerbaarheid is nog onderscheid te maken tussen plastics die degraderen in industriële composteerinstallaties (zoals PLA) en materialen die onder natuurlijke omstandigheden door micro-organismen omgezet kunnen worden tot natuurlijk voorkomende gassen, water en biomassa (zoals PHA).

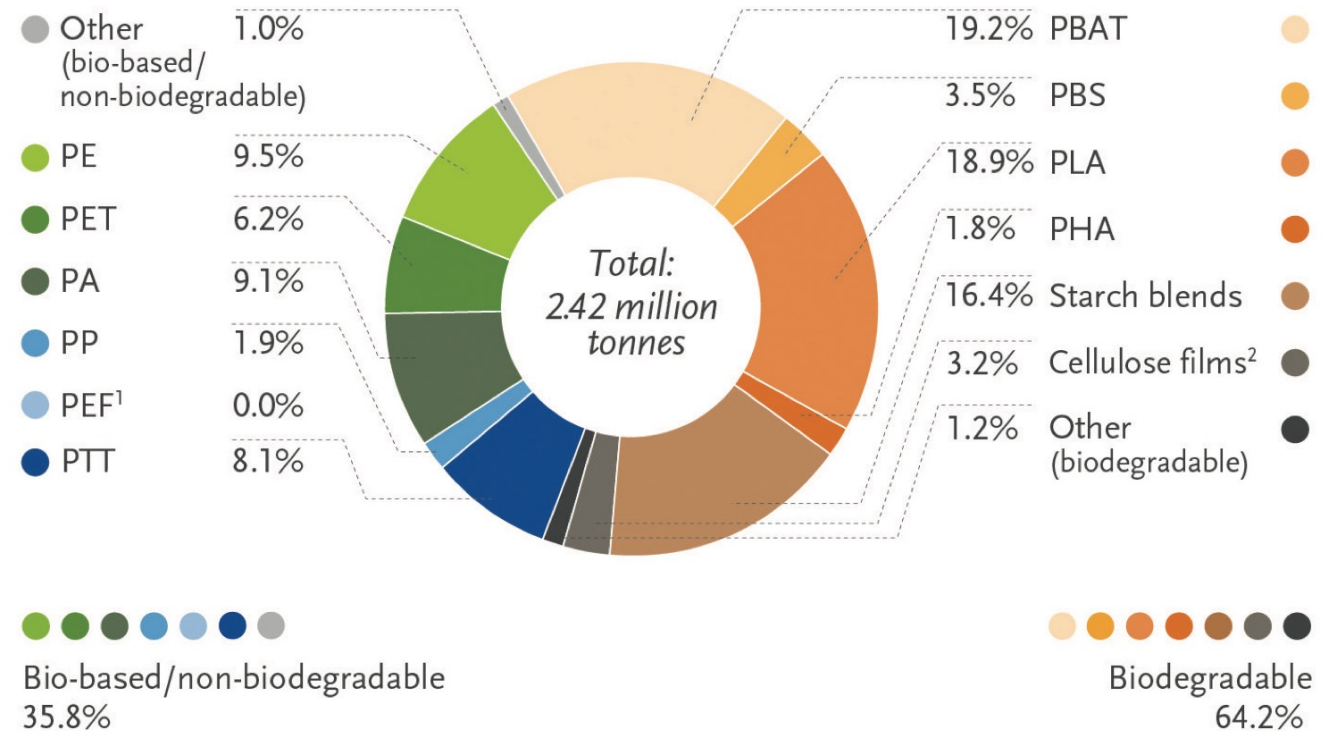


Figuur 2: Classificatie van verschillende plastics. Gebaseerd op European Bioplastics

Mondiale productie

Figuur 3 geeft een overzicht van de mondiale productiecapaciteit van niet-biodegradeerbare bioplastics en biodegradeerbare plastics in 2021. Dit figuur, overgenomen van European Bioplastics, bevat ook biodegradeerbare plastics (deels) gebaseerd op fossiele grondstoffen (bijvoorbeeld polypropylene succinaat). Deze plastics worden in het huidige onderzoek niet meegenomen.

Ter vergelijking, de globale plastic productie in 2014 bedroeg 311 miljoen ton².



Figuur 3: Globale productiecapaciteit in 2021. bron: https://docs.european-bioplastics.org/publications/market_data/Report_Bioplastics_Market_Data_2021_short_version.pdf

1. <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Biodegradable%20Polyester%20type.html>
2. <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>

3.2

Probleem-Oplossingen Diagnose

Belangrijkste Observaties

1. Bio-plastics bieden potentieel oplossingen voor verschillende problemen
2. “Bio-plastics” wordt gebruikt als een containerbegrip met meerdere type plastics wat leidt tot verwarring
3. Er is een mismatch tussen de verschillende doelen en de verschillende type bio-plastics

1. Verschillende problemen waarvoor bio-plastics een oplossing is

De Transitie Agenda Kunststoffen stelt de missie om het marktaandeel bio-plastics op te schalen van de huidige 2% (in 2016) naar 15% in 2030. Dit bedraagt een toename van 20 Kton (2015) naar 370 Kton (2030) om zo de milieudruk van de kunststofsector en de invoer van virgin grondstoffen te verlagen¹. Voorafgaand aan het Biobased Economy beleid werden bio-plastics gezien als een middel om de afhankelijkheid van fossiele grondstoffen te reduceren en zo de Nederlandse economie te versterken en klimaatimpact te reduceren^{2,3}. Vanuit de geïnterviewde actoren worden verschillende problemen, of doelen, genoemd waaraan bio-plastics een bijdrage kan leveren. De door de actoren genoemde doelen (percepties) zijn hieronder weergegeven:

- **Tegengaan plastic vervuiling**
Omdat de novels vaak biodegradeerbaar zijn zien sommige actoren bio-plastics als een oplossing voor het zwerfafval en plastic soep probleem. Lekkage van plastic producten en verpakkingen is onvermijdelijk maar wanneer deze producten in de bodem of in aquatische omgevingen binnen afzienbare tijd degraderen zijn de gevolgen van plastic vervuiling relatief kleiner (F, R, S).
- **Versnellen transitie naar een Circulaire Economie**
Bio-plastics kunnen gebruikt worden om materialen/koolstof door compostering of via recycling in de loop te houden.
- **Reduceren klimaat impact (CO₂)**
Bio-plastics worden geproduceerd uit biomassa en zijn daarmee hernieuwbaar. Biomassa neemt CO₂ op als het groeit en is daardoor een CO₂ neutrale grondstof. Zo hoeven minder fossiele grondstoffen gebruikt te worden in de productie van plastics en wordt de klimaatimpact van de keten verlaagd. De gehele keten, van extractie van de grondstoffen tot verwerking van de afvalstromen, dient hierin meegenomen te worden.
- **Uitfaseren fossiele grondstoffen**
Bio-plastics, gemaakt van hernieuwbare grondstoffen, kunnen de afhankelijkheid van fossiele grondstoffen verlagen.

1. Transitie Agenda Kunststoffen, 2018

2. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-economie/biobased-economy>

3. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf

2. “Bio-plastics” als containerbegrip

Zoals beschreven en geïllustreerd op slide 18 tot 23 zijn er verschillende types bio-plastic die gekenmerkt worden door verschillende eigenschappen. Zo zijn er bio-plastics die identiek zijn aan fossiele plastics, maar ook plastics met geheel nieuwe eigenschappen; de novels. Daarbij zijn sommige novels bio-degradeerbaar onder natuurlijke omstandigheden, anderen zijn enkel onder industriële omstandigheden bio-degradeerbaar en sommigen helemaal niet (C, F, O, P).

Toch worden bio-plastics vaak besproken als één soort materiaal of één technologie wat geen recht doet aan de diversiteit, complexiteit en variabiliteit van bio-plastics, maar ook verwarring en misconcepties creëert. Deze misconcepties belemmeren de transitie doordat actoren verschillende typen bio-plastics en hun eigenschappen door elkaar halen en zo (soms bewust) misverstanden creëren (F, R, U). Deze verwarring maakt dat actoren, voor en tegen bio-plastics, in discussies vervallen die, mede door de misconcepties, lastig convergeert.

Voorbeelden:

- Interview E: “we willen geen bio-plastics gebruiken want die zijn niet recyclebaar en zo kunnen we onze recycling doelstellingen niet halen”. Deze stellingname wordt vaak genoemd maar is niet perse juist. Novels worden nu in de praktijk weliswaar niet gerecycleerd, maar dit is wel te organiseren en drop-ins zijn daarentegen uitstekend te recyclen.
- Er is verwarring, vooral bij consumenten, over het verschil tussen bio-based en bio-afbreekbaar. Alle bio-plastics zijn bio-based, maar niet alle bio-plastics zijn bio-afbreekbaar. Sommige actoren redeneren dat dit heeft geleid tot vervuiling van GFT-stromen (F, Q)
- De Transitie Agenda Kunststof spreekt over het doel om in 2030 is 15% van het totale volume aan plastic in de Nederlandse economie biobased te laten zijn. Hierin is bijvoorbeeld nog niet uitgewerkt welke bio-plastics dit zijn in wat voor toepassingen. Dit geeft ruimte voor verschillende innovaties maar genereert weinig sturing.

3. Mismatch tussen doelen en types bio-plastics

De verschillende eigenschappen van de verschillende type bio-plastics zorgen ervoor dat (in de perceptie van actoren) niet alle bio-plastics bijdragen aan alle doelen en dat ze deze doelen zelfs soms tegenwerken. Wanneer bio-plastics dan worden beschouwd als een enkele oplossing met fluctuerende eigenschappen ontstaan er misconcepties over hoe specifieke bio-plastics bij kunnen dragen aan geformuleerde doelen. Daarnaast blijken verschillende actoren andere (sets aan) doelen te prioriteren. Duidelijkheid en inzicht in deze misverstanden kan helpen de adoptie van bio-plastics te versnellen

- **Versnellen transitie naar een Circulaire Economie**

Circulaire economie betekent voor veel mensen recycling en hergebruik. Het gebruik van hernieuwbare biomassa dat de CO₂ opneemt die aan het einde van de levensduur van bioplastics vrijkomt kan in de perceptie van sommige actoren niet beschouwd worden als het in de kringloop houden van materialen (O, P). Aan de andere kant leidt recycling nog tot aanzienlijke redementsverliezen en is dus ook niet per definitie circulair (C, I, N, P).

- **Tegengaan plastic vervuiling**

Bio-plastics werden in het verleden door sommige gezien als een oplossing voor zwerfafval omdat het bio-degradeerbaar is. Dit valt in de praktijk echter tegen aangezien industrieel composteerbare bio-plastics in de natuur tientallen jaren blijft liggen. PLA bijvoorbeeld degradeert zeer langzaam onder natuurlijke omstandigheden maar wel aanzienlijk beter dan bijvoorbeeld PP. PLA wordt wel snel afgebroken in industriële composteerinstallaties (A, B, D, Q, T, U). Participanten aan de validatieworkshop opperden dat bio-plastics niet langer gepositioneerd moeten worden als een oplossing tegen plastic vervuiling. Andere institutionele maatregelen zouden hiervoor beter geschikt zijn. Daarnaast dient niet de perceptie gecreëerd te worden dat afval in de natuur gooien gewenst/schadeloos is en kunnen plastics voordat ze gedegradeerd zijn nog steeds schade aanbrengen aan ecosystemen (validatie workshop). Ook zijn er vele bio-plastics (zoals bio-PE) die überhaupt niet biodegradeerbaar zijn.

- **Reduceren milieu impact**

De mate waarin bio-plastics beter zijn voor het milieu dan fossiele plastics blijft onderwerp van discussie. Over de jaren heen hebben verschillende studies verschillende resultaten laten zien over de potentiële milieu impact reductie van bio-plastics (U). De verschillende studies analyseerden verschillende typen bio-plastics en includeerden biomassa geïmporteerd uit variërende landen (samen met het landgebruik dat daarvoor nodig is). Daarnaast worden bio-plastics soms afgezet tegen fossiele kunststoffen op basis van de productie van een kg materiaal en soms aan de hand van de productie van een product/toepassing (bijvoorbeeld een plastic beker). Deze verschillen in scope resulteren in verschillende uitkomsten en werden niet altijd goed gecommuniceerd of begrepen, resulterend in verwarring. (F,N,T). Een geharmoniseerde LCA methode ontbreekt (F, O, P, U).

- **Uitfaseren fossiele grondstoffen**

Sommige bio-plastics kunnen deels uit aardolie worden gemaakt zoals MEG (bijvoorbeeld één van de onderdelen van PEF). Momenteel wordt biomassa voor de productie van gecertificeerde bio-plastics vaak bijgemengd in installaties/krakers die grotendeels nog olie gebruiken als grondstof (L,M). Daarmee garanderen bio-plastics nog niet een volledige uitfasering van fossiele grondstoffen. Uiteindelijk zouden drop-ins wel volledig uit biomassa geproduceerd kunnen worden.

Probleem-Oplossingen Matrix

Op de volgende slide is de Probleem-Oplossingen matrix weergegeven. Deze matrix laat zien hoe de verschillende (technologische) oplossingen daadwerkelijk een oplossing bieden voor de verschillende doelen benoemd door actoren uit de sector. In Tabel 4 is een kleurcode gebruikt om aan te geven in hoeverre de verschillende (technologische) oplossingen een bijdragen kunnen zijn aan het respectievelijke doel.

Ondanks dat alle (technologische) oplossingen een bijdrage kunnen leveren aan de gestelde missies (opschalen percentage bio-plastics in de markt in 2030 en het voorkomen van het gebruik van fossiele grondstoffen voor virgin plastics in 2050), is niet gegeven dat ze ook bijdragen aan de doelen gesteld door de sector. Let op dat de genoemde argumenten veelal spreken over de end-of-life fase en niet over het opschalen van het gebruik van biomassa.

Zo blijkt uit de matrix (op de volgende slide) dat geen van de oplossingen een bijdrage levert aan alle doelen. Hierdoor ontstaat een discussie over welke doelen geprioriteerd moeten worden waardoor de directionaiteit versnippert over de oplossingen en afneemt. Verder blijkt dat veel doel-oplossing interacties oranje kleuren door onduidelijkheid of discussie binnen de sector. PEF bijvoorbeeld is een materiaal waar actoren hoge verwachtingen van hebben (zie slide 68) maar slecht scoort in de Probleem-Oplossingen matrix. Deze scores kunnen echter verbeterd worden door duidelijkheid te creëren over de duurzaamheid prestaties van PEF (doel 3) en te investeren in recyclinginfrastructuur (doel 2). Scores zijn dus niet definitief en kunnen worden verbeterd door gerichte innovatieactiviteiten en andere framing.

Tabel 3: Legenda Probleem-Oplossingen matrix

	Oplossing #1	Oplossing #2	Oplossing #3
Doel #1	Als een oplossing rood gearceerd is kan het geen bijdragen leveren aan het doel	Als een oplossing oranje gearceerd is, is het onduidelijk of het een bijdragen leveren aan het doel	Als een oplossing groen gearceerd is levert het een bijdragen aan het doel

Tabel 4: De Probleem-Oplossingen matrix geeft de mogelijke bijdragen van verschillende bio-plastics aan de genoemde doelen weer. Uiteindelijk haalbaarheid wordt uiteraard sterk beïnvloed door factoren zoals beschikbaarheid, prijs en potentieel marktvolume.

	Drop-ins	PEF	PLA	PHA
1. Tegengaan plastic vervuiling	Hebben dezelfde mechanische en chemische eigenschappen als fossiele plastics, vallen niet uiteen, en dragen dus op dezelfde manier bij aan het plastic vervuiling.	PEF is niet bio-degradeerbaar en blijft dus liggen in de natuur. Desondanks vergaat PEF wel sneller dan de meeste fossiele plastics	PLA bio-degradeert alleen snel onder industriële. PLA vergaat wel sneller dan fossiele plastics	PHA kan binnen enkele weken (tot maanden) degraderen tot biosfeer compatibele materialen onder natuurlijke (bodem en aquatische) omstandigheden.
2. Versnellen transitie naar een Circulaire Economie	Drop-ins gaan mee in de recyclingstromen van hun fossiele alternatieve en dragen zo bij aan de recycling en CE doelstellingen.	Recyclen van PEF is theoretisch mogelijk maar in de praktijk nog niet.	Discussie of het composteren van plastic kan worden gezien als “materialen in het systeem houden”. Recyclen van PLA is mogelijk maar niet in de inrichting van het huidige systeem.	Discussie of het composteren van plastic kan worden gezien als “materialen in het systeem houden”.
3. Reduceren milieu impact (CO₂)	Discussie over de conflicterende resultaten van verschillende studies met verschillende scopes (welk type biomassa wordt gebruikt, waar worden deze verbouwd, LCA op toepassing- of op materiaalniveau). Verder mag, in de perceptie van vele actoren, biomassa productie niet ten koste gaan van voedselproductie	Idem aan drop-ins.	Idem aan drop-ins.	PHA kan theoretisch geproduceerd worden uit afvalstromen en voorkomt zo het gebruik van olie en geteelde biomassa en bespaart daarmee CO ₂ uitstoot. Momenteel wordt het voornamelijk uit suikers geproduceerd.
4. Uitfassen fossiele grondstoffen	Drop-ins kunnen volledig uit biomassa geproduceerd worden, maar momenteel wordt vaak biomassa enkel bijgemengd voor de productie van gecertificeerde bio-based plastics dus afhankelijk van olie.	PEF bestaat uit FDCA, wat in NL uit houtsnippers wordt geproduceerd (of bietsuiker), en MEG wat zowel uit fossiele grondstoffen als biomassa kan worden gemaakt.	PLA vereist enkel biomassa als grondstof en kunnen zo zonder fossiele grondstoffen geproduceerd worden.	Idem aan PLA.

■ Oplossing is geen bijdrage aan doel
 ■ Oplossing kan misschien een bijdrage zijn aan doel
 ■ Oplossing is een bijdrage aan doel

3.3

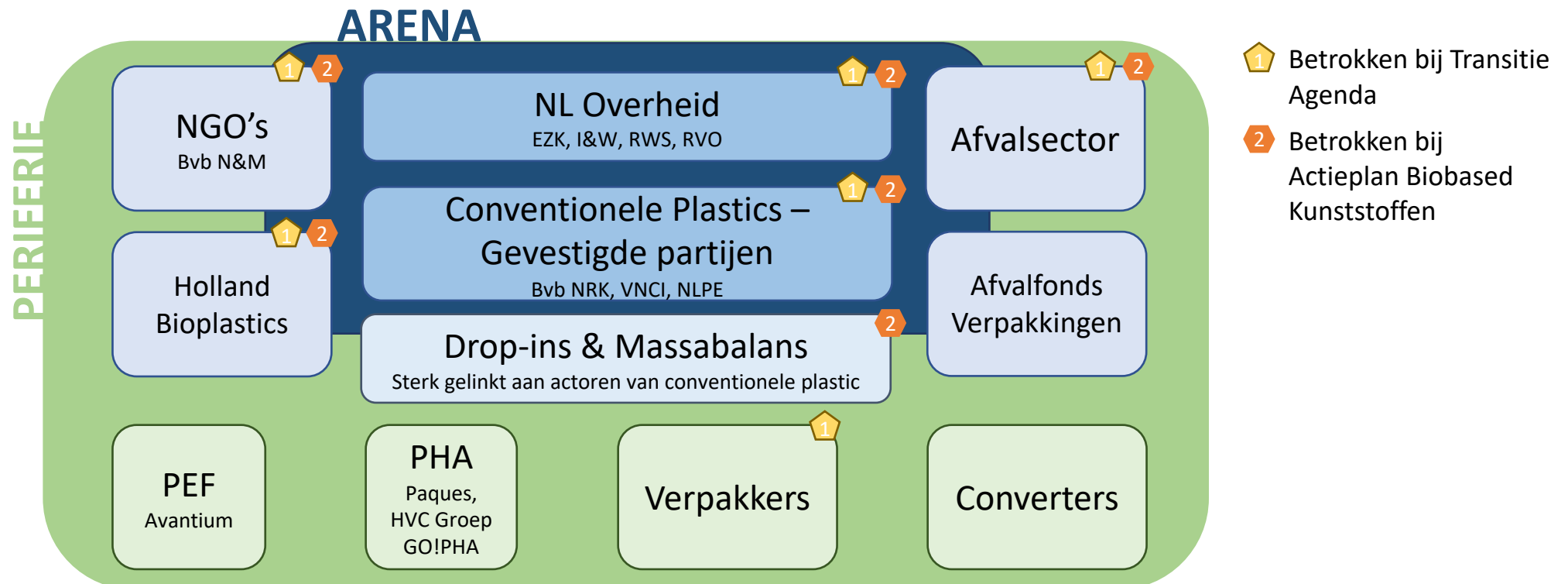
Structurele analyse

Structurele Analyse – Belangrijkste observaties

1. Conventionele plastics worden zeer goed vertegenwoordigd in de missie arena.
2. Bio-plastics worden slecht vertegenwoordigd in de missie arena.
3. Verschillende actoren geven lichte sturing, maar vaak vanuit andere doelen dan het stimuleren van bio-plastics.

Structurele analyse – de Missie Arena

In de Missie Arena bevinden zich actoren actief in het formuleren en sturing geven aan de missie. Deze actoren hebben een positie verworven of gekregen waarin ze de transitie kunnen sturen door middelen te mobiliseren, technologische ontwikkeling te stimuleren en instituties te beïnvloeden. Actoren in de Arena zijn beter in de positie om te sturen op (door de actor geprefereerde) oplossingen dan actoren in de periferie van de MIS. Actoren in de periferie kunnen zeker wel bijdragen aan dezelfde of andere paden maar zijn minder invloedrijk in het sturen van de transitie.



Figuur 4: visuele weergave van de structuur van het innovatiesysteem, de Missie Arena. Actoren in blauw (de Arena) hebben meer mogelijkheden tot het sturen van het innovatiesysteem dan actoren in de periferie.

1. Conventionele plastics dominant

De actoren omtrent conventionele plastics zijn, in tegenstelling tot de bio-plastics, goed georganiseerd.

Belangen breed vertegenwoordigd

Verschillende (branche)organisaties zoals de NRK, VNCI en PENL zijn betrokken geweest in het opstellen van de missie en de sturende documenten. Deze organisaties bestaan uit leden die voornamelijk actief zijn in conventionele plastics. Hierdoor zullen deze organisaties vooral redeneren vanuit het huidige systeem en pogen bio-plastics hierop aan te laten sluiten (L, P, S). Bio-plastics komen wel terug in bijvoorbeeld doorlopende MVO strategieën als één van de mogelijke manieren om duurzaam en circulair te ondernemen maar zijn niet het speerpunt van deze organisaties (D).

Drop-ins en gecertificeerd bio-based kunststoffen sluiten aan bij conventionele plastics en het huidige systeem

Drop-ins en gecertificeerd bio-based kunststoffen zijn beter vertegenwoordigd dan novels omdat ze aansluiten bij de conventionele plastics. Zo kunnen actoren in het huidige systeem veilig sturen op drop-ins en gecertificeerd bio-based kunststoffen aangezien conventionele plastics dan gebruikt zullen blijven worden. Zo zijn het ook de gevestigde actoren die gecertificeerd bio-based kunststoffen produceren door middel van het bijmengen van biomassa (K, M, N, O).

2. Bio-plastics zijn ondervertegenwoordigd

Figuur 4 laat zien dat actoren actief in novels minder goed vertegenwoordigd zijn. Zo zijn veel actoren actief in novels niet betrokken in het opstellen van de Transitie Agenda en het Actieplan Biobased Kunststoffen.

HollandBioplastics is de brancheorganisatie voor bio-plastics binnen Nederland.

HollandBioplastics heeft als doel het verspreiden en delen van kennis en het verbinden van partijen rondom bioplastics¹. Over de jaren zijn verschillende actoren lid geweest. HollandBioplastics geeft een brede vertegenwoordiging van bio-plastics producenten en gebruikers. Ook is HollandBioplastics, of een selectie van haar leden, wel betrokken bij de sturende groepen zoals het Transitie Team. HollandBioplastics was van origine ook betrokken bij het Actieplan maar is daar zelf uitgestapt (D, F, R, S).

Focus op PLA?

Verschillende actoren hebben de perceptie dat HollandBioplastics zich voornamelijk focust op PLA. Hierdoor voelen sommige novel producenten zich niet op hun plaats in de bio-plastic branchevereniging (L). Ook zijn andere producenten van novels (zoals PEF producent Avantium en Paques die experimenteert met PHA) niet betrokken in de sturing van de missie. Dit kan zijn doordat deze jongere en kleinere bedrijven niet de tijd en middelen hebben hieraan bij te dragen, of erbuiten vallen vanwege reeds gevormde coalities of tegengestelde belangen. Interview L: “Eigenlijk vissen we altijd net naast het net. Eerlijk gezegd heb ik geen idee wie ons nou vertegenwoordigt”.

1. <https://hollandbioplastics.nl>

3. Weinig sturing op bio-plastics

Verschillende actoren geven lichte sturing, maar vaak vanuit andere doelen dan het stimuleren van bio-plastics

Ondanks dat verschillende (type) actoren sturende documenten publiceren en maatregelen aankondigen, lijkt bio-plastics veelal niet de focus van deze interventies. Vanwege andere doelen, bijvoorbeeld binnen het BioBased Economy beleid, zijn bio-plastics over de jaren heen wel gestimuleerd.

Zo hanteerde Stichting Afvalfonds Verpakkingen in de periode van 2013 tot 2018 een gereduceerd tarief voor bio-plastics. Dit was een stimulerende ingreep om de (verpakkingen)markt voor bio-plastics in Nederland te verbeteren. Dit leidde tot een toename aan bio-plastic verpakkingen in supermarkten (verder uitgewerkt op slide 45). Stichting Afvalfonds Verpakkingen hanteert enkel een gereduceerd tarief voor een verpakkingsmateriaal wanneer de kosten voor verwerking van dat materiaal laag zijn¹ en niet ter stimulering van de adoptie van bio-plastics. Het gereduceerde tarief werd ook ongedaan gemaakt toen er discussie ontstond omtrent de verwerking van bio-plastics (verder uitgewerkt op slide 51). Tot op heden zijn bio-plastics niet meer een punt van aandacht geweest voor Stichting Afvalfonds Verpakkingen.

Daarnaast is in een studie door CE DELFT (2017) het voorstel gedaan een lijst op te stellen van toepassingen waarin het composteren van producten wenselijker is dan het recyclen. Dit concept is in het Actieplan Biobased Kunststoffen (2020) verder uitgewerkt tot de Groene Lijst. In recente kamerbrieven³ spreekt de overheid haar steun uit voor deze Groene Lijst. Deze lijst poogt het GFT-afval schoon te houden van fossiele plastics, maar het concept van de Groene Lijst is ook ontworpen om afvalmanagement te verbeteren, zijnde de afvalstromen “schoon” te maken van bio-plastics. Wederom is er dus niet specifiek gekeken naar de toegevoegde waarde van bio-plastics als oplossing voor een circulaire plastics keten (F, R, T, U).

1. <https://afvalfondsverpakkingen.nl/a/i/Hoe-stellen-wij-de-tarieven-vast.pdf>

2. CE DELFT. (2017). Biobased plastics in a circular economy. <https://ce.nl/publicaties/biobased-plastics-in-a-circular-economy/>

3. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/06/10/toelichting-beleid-biogebaseerde-en-bioafbreekbare-kunststoffen>

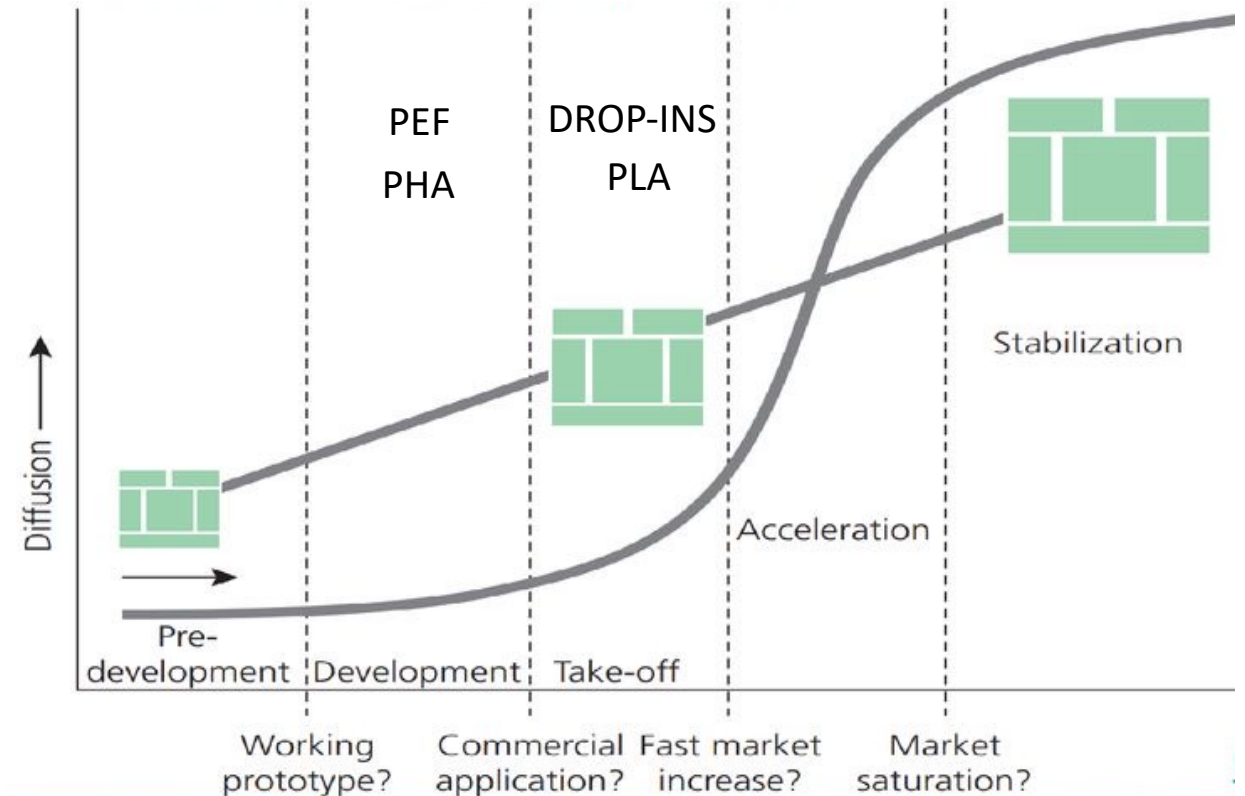
3.4

Transitiepaden – Functionele analyse

Fase van Ontwikkeling

Om een goed beeld van het innovatiesysteem te krijgen is het belangrijk om de fase van ontwikkeling te bepalen. Het functioneren van het innovatiesysteem en welke functies daarbij een hoofdrol spelen verschilt namelijk per fase¹. Verder zal het innovatiesysteem ook in omvang toenemen (indicatie in groen in figuur) naarmate het zich verder ontwikkelt.

- PEF bevindt zich in de *development* fase: de eerste commerciële applicaties zijn aanwezig of worden opgebouwd, er is nog geen exponentieel marktgroei^{2,3} of grootschalige productiefaciliteiten. In deze fase staat de interactie tussen ondernemers en kennisontwikkeling centraal (F1-F2). Deze interactie wordt sterk beïnvloed door de verwachtingen omtrent de (technologische) oplossing (F4) en de middelen benodigd voor het opbouwen van de infrastructuur (F6)
- Drop-ins, PHA en PLA bevinden zich in de *take-off* fase: De markt begint toe te nemen⁴ en de productie infrastructuur is aanwezig. Legitimititeit (F7) is essentieel voor ondernemers (F1) en het opbouwen van een markt (F5).



Figuur 5: Fase van ontwikkeling voor de verschillende type bio-plastics.

1. Hekkert et al. 2011. Technological innovationsystem analysis – A manual for analysis
2. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/polyethylene-furanoate-pef-market>
3. <https://www.avantium.com/wp-content/uploads/2019/11/Article-PEF-Planet-Insider-issue-09-2019-page-40.pdf>
4. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/polylactic-acid-pla-market>

PLA

De volgende slides gaan in op het functioneren van de oplossingsrichting PLA. Eerst wordt beschreven hoe het huidige systeem eruit ziet en worden de scores van de MIS-functies geplot in een spindigram. Vervolgens wordt d.m.v. de innovatiemotor verder ingegaan op de belangrijkste observaties en hoe deze zijn ontstaan a.d.h.v. interacties tussen functies. Dezelfde structuur wordt gebruikt in de beschrijving van de materialen PEF, PHA en Drop-ins.



Overzicht huidige systeem PLA

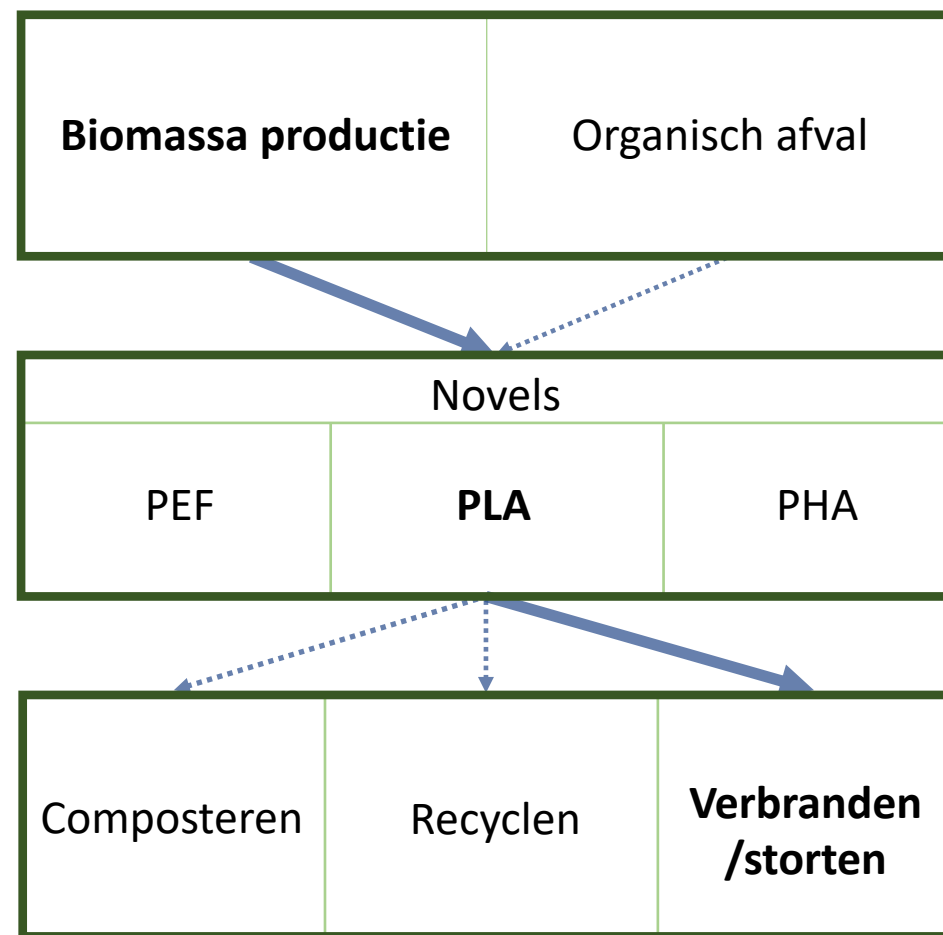
PLA wordt geproduceerd uit biomassa en suikers. Toepassing van reststromen gaat niet verder dan showcases (K).

PLA is zowel composteerbaar als (mechanisch en chemisch) recyclebaar. PLA belandt momenteel zowel in de groene als grijze afvalbak door verwarring onder de consumenten. De nationale richtlijnen schrijven voor dat PLA bij het restafval hoort.

Wanneer PLA toch in de groene bak belandt wordt het naar composteer installaties vervoerd. Hier wordt PLA direct uitgefilterd en verbrand, of belandt het in de composteerinstallatie. Vaak zijn composteerinstallaties niet ingesteld op het verwerken van PLA door te korte composteertijden en degradeert het materiaal niet volledig. Dit residu wordt vaak alsnog uitgefilterd en verbrand (Q).

Wanneer PLA in de grijze bak belandt, wordt het niet uit gesorteerd/uitgeschoten en wordt daarom verbrand.

Samenvattend, alhoewel PLA composteerbaar en/of recyclebaar is (gestippelde lijn), gebeurt dat in het huidige systeem bijna niet en wordt het hoofdzakelijk verbrand.



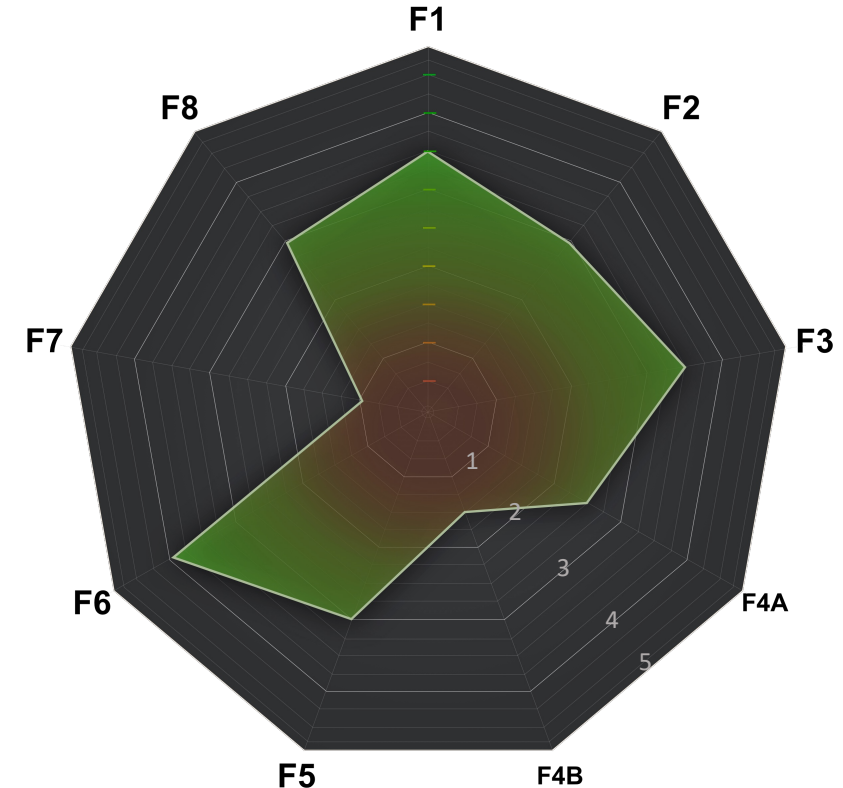
Figuur 6: Visuele weergave van PLA keten. Een stippellijn geeft aan dat deze optie wel mogelijk is, maar in het huidige systeem niet gebeurt

Scores Functies PLA

De verschillende functies zijn uitgelegd en genummerd op slide 12.

Zoals aangegeven op slide 38 zit PLA in de Take-off fase. De functies **Creëren en weghalen van legitimiteit (F7)**, **Experimenteren door ondernemers (F1)** en **Markt ontwikkelen en bouwen (F5)** staan hierin centraal. Het goed functioneren van deze functies is essentieel voor de verdere ontwikkeling van het innovatiesysteem. De scores en argumentatie worden verder toegelicht op slide 41 tot 59

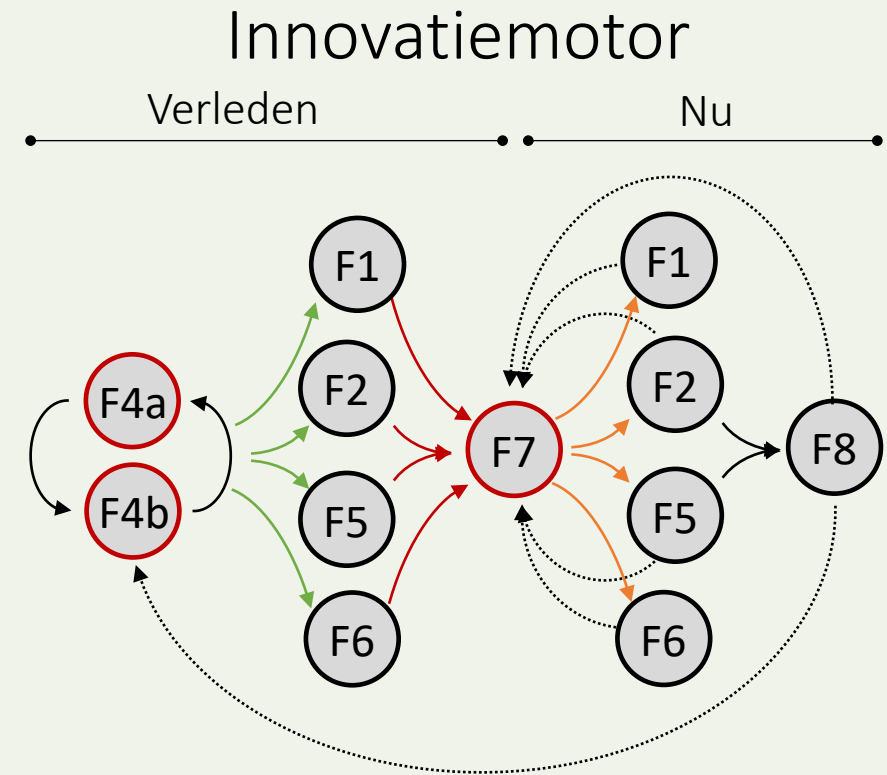
- **F1 (matig):** Een aantal partijen (allen niet uit Nederland) is actief bezig met het opschalen en toepassen van PLA. Meerdere actoren die zijn begonnen met PLA productie zijn weer gestopt.
- **F2 (goed):** Studies focussen zich op het verbeteren van de eigenschappen van PLA en pogen de gereduceerde milieu impact van PLA aan te tonen in verschillende toepassingen. De hoeveelheid studies binnen Nederland is beperkt.
- **F3 (goed):** Congressen over bio-plastics zijn veelvuldig aanwezig. PLA is hierin een groot thema.
- **F4 (slecht):** De eerste generatie PLA producten heeft niet aan de verwachtingen voldaan waardoor actoren momenteel sceptisch zijn over het materiaal en welk probleem PLA dient op te lossen.
- **F5 (matig):** De internationale markt voor PLA trekt aan maar binnen Nederland wordt marktgroei beperkt.
- **F6 (goed):** Actoren investeren hevig in de uitbreiding van de productiecapaciteit (buiten NL).
- **F7 (slecht):** Door de niet vervulde verwachtingen en het idee dat composteren niet lukt, is de legitimiteit gedaald.
- **F8 (goed):** De PLA-actoren zijn georganiseerd/vertegenwoordigd door middel van de branchevereniging HollandBioplastics.



Figuur 7: Spindigram met de scores van PLA op de MIS functies. Een functie met een score van 1 werkt sterk belemmerend en een score van 5 indiceert een goed presterende versnellende functie.

Belangrijkste observaties PLA

1. Het huidige innovatiesysteem wordt belemmerd door de geschiedenis waarin polarisatie en verwarring is ontstaan
2. Huidige innovatieactiviteiten proberen PLA opnieuw te positioneren als een recyclebaar, circulair en duurzaam plastic
3. Ondanks dat verwachtingen omtrent PLA duidelijker worden, versnelt het systeem nog niet richting grootschalige adoptie van PLA



De innovatiemotor voor PLA wordt gekarakteriseerd door twee fases: “hoge verwachtingen die niet worden waargemaakt” en “het herpositioneren van PLA”. De innovatiemotor en de aangegeven interacties worden samengevat op slide 61

1. Samenvatting van belemmerende geschiedenis

1A) Er zijn hoge verwachtingen omtrent PLA (F4A-F4B)

Toen PLA de Nederlandse markt op kwam, waren er hoge verwachtingen bij zowel de Nederlandse overheid als bij verschillende actoren voor PLA als een duurzaam en composteerbaar alternatief voor de fossiele plastics.

1B) In Nederland werd een markt gecreëerd voor PLA (F5)

Naast meerdere Europese standaarden, werden verschillende nationale standaarden opgezet die eisen stellen aan de bio-degradeerbaarheid van PLA met bijbehorende logo's voor composteerbare producten. Verder werden verpakkers financieel gestimuleerd PLA te gebruiken door een gereduceerd afvaltarief.

1C) Ondernemers reageerde op het gecreëerde momentum en de financiële prikkels (F1)

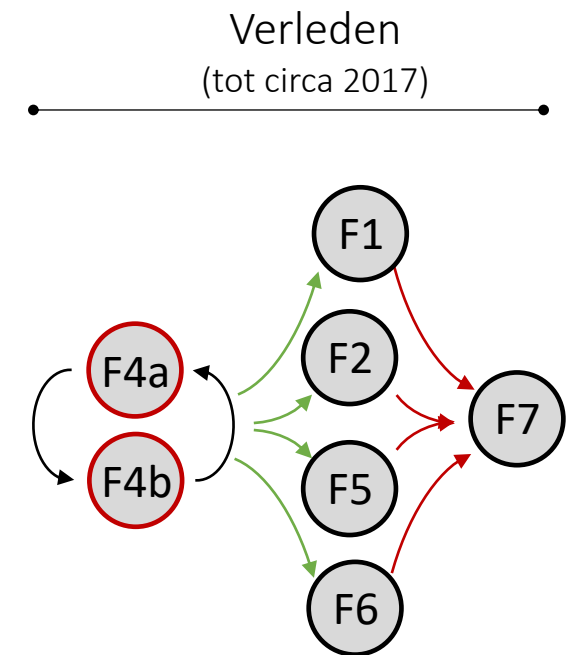
Er kwamen meerdere productverpakkingen op de markt gemaakt van PLA. Ook werd er extra PLA productiecapaciteit gebouwd met nieuwe fabrieken buiten Nederland. Die extra capaciteit is nodig om aan de vraag buiten Nederland te voldoen, de Nederlandse markt is nog relatief klein.

1D) Middelen en kennis werd gemobiliseerd/creëert om de positie van PLA te versterken (F2 en F6)

Studies onderzoeken de klimaatwinst van PLA en andere bio-plastics en verschillende subsidieregelingen zijn beschikbaar waar innovaties gebruik van kunnen maken

1E) Verwachtingen worden niet waargemaakt resulterend in een slecht imago en lage legitimiteit voor PLA (F7)

Ondanks het momentum wordt er niet aan de gestelde verwachtingen voldaan, creëren sommige actoren in het systeem hevige weerstand waardoor misconcepties ontstaan en complicaties optreden bij de eerste toepassingen van PLA. Als gevolg daalt het enthousiasme en de legitimiteit en verschuift de aandacht van PLA-producenten naar het buitenland (bijvoorbeeld China, Frankrijk, Thailand en de US).



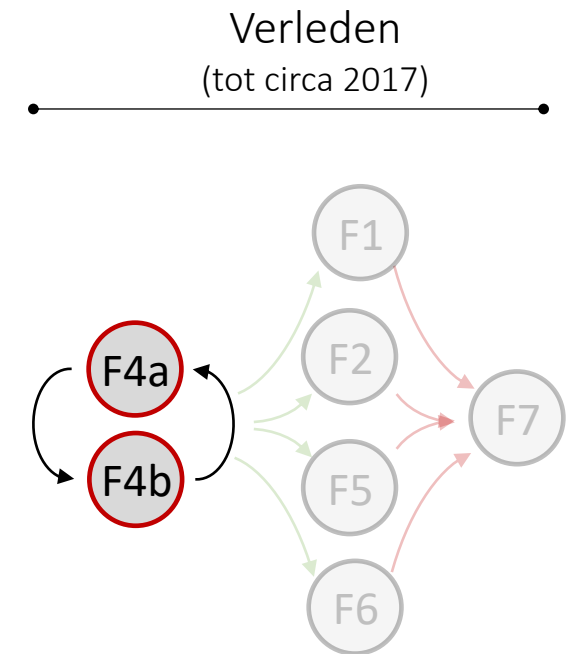
1A) Hoge verwachtingen omtrent PLA (F4A-F4B)

Aandacht voor bio-plastics

Voorafgaand aan het CE beleid waren bio-plastics onderdeel van het Biobased Economy (BBE) dossier onder het topsectoren beleid van EZK. De Nederlandse overheid zag potentie in de bio-degradatie eigenschappen van PLA en poogde hier ook op te sturen (R, T). Dit is terug te zien in de aandacht voor bio-plastics vanuit verschillende TKI's. Zo zijn Topsectoren Chemie, Energie en Agri&Food verenigd in Stichting Topconsortium voor Kennis- en Innovatie Biobased Economy (TKI-BBE)¹. Het toepassen van PLA werd dus gestimuleerd (vanuit EZK beleid), maar er was weinig specificering/sturing voor specifieke productgroepen of toepassingen (U)

Opzetten heldere beleidslijn

Verschiedende actoren werden uitgenodigd om een heldere beleidslijn te creëren voor zowel producenten als verwerkers. Dit initiatief werd voorgezeten door het Ministerie van I&W. Het Ministerie van EZK was vanuit het BBE beleid betrokken. De leidraad van deze mogelijke beleidslijn centreerde zich op (de meerwaarde van) composteerbaarheid, niet op bio-plastics in het algemeen. (Wordt vervolgt op slide 52)



1. <https://www.biobasedeconomy.nl/wp-content/uploads/2014/09/Factsheet-TKI-Biobased-Economy.pdf>

1B) Markt voor PLA (F5)

Standaarden worden ontwikkeld met eisen voor degradeerbaarheid

Naast het creëren van een duidelijke beleidslijn wordt, om de markt voor (composteerbare) plastic vorm te geven worden op basis van Europese standaarden ook Nederlandse standaarden ontwikkeld (vanuit de NEN). Deze standaarden bespreken zowel bio-degradeerbaarheid in de bodem als in industriële installaties.

Voorbeelden zijn:

- ISO normen, waaronder ISO 17556 voor biologische afbreekbaarheid in de bodem¹. (2019)
- Europese normen waaronder EN13432 voor composteerbare verpakkingen³. (2000)
- Meerdere NEN normen

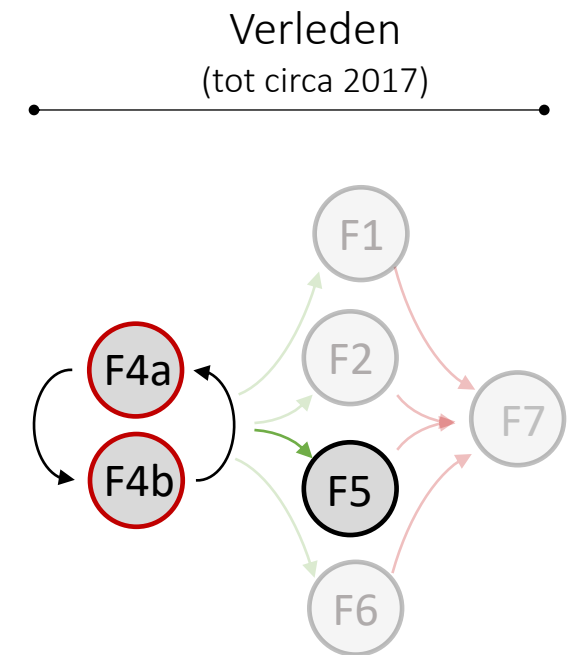
EN13432 dominant

Voor Nederlandse actoren werkt de EN13432 norm het meest sturend. Voorheen werd op deze standaard ook het gereduceerde afvalbijdrage-tarief gebaseerd, maar deze is reeds opgeheven. De normen EN 14995 en ISO 18606 hebben vergelijkbare eisen. Logo's adopteren ook deze standaard, zoals het Kiemplant en Okcompostable logo.

1. <https://www.iso.org/standard/74993.html>

2. https://www.qsbv.com/nl/31/iscc-certificatie?gclid=Cj0KQCQIAzMGNBhCyARIsANpUkzOMMBcx-6NNY8nXMYtpAIU_4qGu4XoNWcWSTkiJ74Ma4J6xmP2ntt8aAnymEALw_wcB

3. <https://www.nen.nl/nen-en-13432-2000-en-57322>

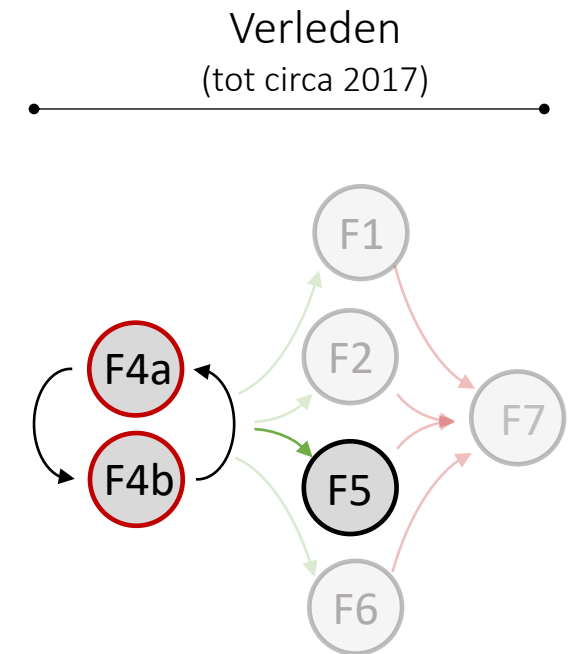


1B) Markt voor PLA (F5)

Gedifferentieerd tarief voor bio-plastics

In Nederland zijn producenten van verpakkingen verplicht de inzameling en recycling van deze verpakkingen te faciliteren¹. Dit wordt voor plastic verpakkingen collectief georganiseerd vanuit het Afvalfonds Verpakkingen. Deze organisatie is verantwoordelijk voor het innen van de afvalbeheersbijdrage, voor alle op de Nederlandse markt gebrachte producten. De tarieven voor de afvalbeheersbijdrage worden bepaald aan de hand van de gemaakte kosten voor inzameling en recycling van het betreffende verpakkingsmateriaal².

In de periode van 2013 tot 2018 hanteerde het Afvalfonds Verpakkingen een gedifferentieerd tarief voor NEN gecertificeerde (EN13432) composteerbare plastic verpakkingen³. De verwachting was dat de kosten voor het composteren van bio-plastics minder zouden zijn dan de verwerking van andere type plastics waardoor de heffingen omlaag gingen (verder uitgewerkt op slide 51). Hierdoor werd de sector gestimuleerd om biodegradeerbare materialen en producten op de markt te brengen.



1. <https://kidv.nl/besluit-beheer-verpakkingen>

2. <https://afvalfondsverpakkingen.nl/organisatie/index>

3. <https://www.nrk.nl/Content/Files/file/Downloads/3137%20NRK%20Vnotitie%20svz%20verpakkingen%20oktober%202018.pdf>

1C) Ondernemers reageren (F1)

Productie van PLA wordt opgeschaald

Verschillende PLA producenten beginnen met het bouwen van nieuwe fabrieken. Deze fabrieken zijn allemaal buiten Nederland gebouwd en zetten ook voornamelijk hun producten af buiten Nederland. Zo startte Dow Chemicals samen met Cargill in 2001 een joint venture (Cargill Dow LLC) en realiseerde in 2002 werelds eerste PLA productie faciliteit. In 2005 stapt Dow Chemicals uit deze samenwerking en later in 2007 worden de faciliteiten na verdere acquisitie van Cargill onderdeel van NatureWorks (V). Ook bouwt Total Corbion PLA een fabriek met een productie capaciteit van 75.000 ton per jaar in Thailand. Meer recent (2020) heeft Total Corbion PLA de intentie uitgesproken om productie faciliteiten uit te breiden naar Frankrijk.^{2,3}

PLA producten komen de Nederlandse markt op

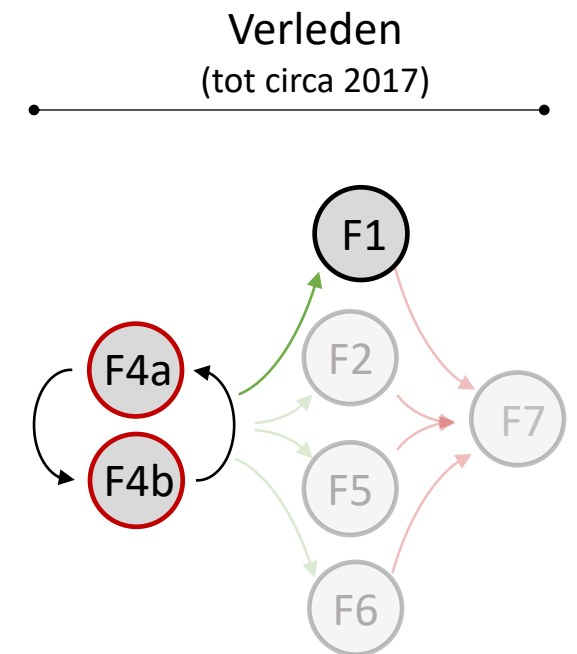
Verpakkers en supermarkten reageren op het gecreëerde momentum voor PLA en het vormalig gereduceerde tarief van het Afvalfonds Verpakkingen. Ekoplaza introduceert het concept van een “plastic vrije supermarkt”¹ en er worden verschillende producten op de gebracht die gemaakt zijn van PLA (C):

- Flow-packs voor salades/groentes – meerdere retailers
- Rigid bakjes voor tomaten – één retailer
- Rigid bakjes voor groente/fruit – meerdere retailers
- Blisterverpakking voor cactussen – één retailer
- Flesjes water – één brandowner (niet in Nederland)
- Disposable transparante drinkbekers – meerdere brandowners
- Tijdschriftverpakking – meerdere brandowners
- Multilayer films - één retailer
- Vleeschalen - meerdere retailer
- Seal vezels voor theezakjes
- koffie capsules

1. <https://www.ekoplaza.nl/pagina/ekoplaza-lab>

2. <https://www.total-corbion.com/about-total-corbion-pla/>

3. <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/corbion-en-total-bouwen-eerste-pla-fabriek-van-wereldformaat-in-europa/>



1D) Middelen en kennis beschikbaar (F2 & F6)

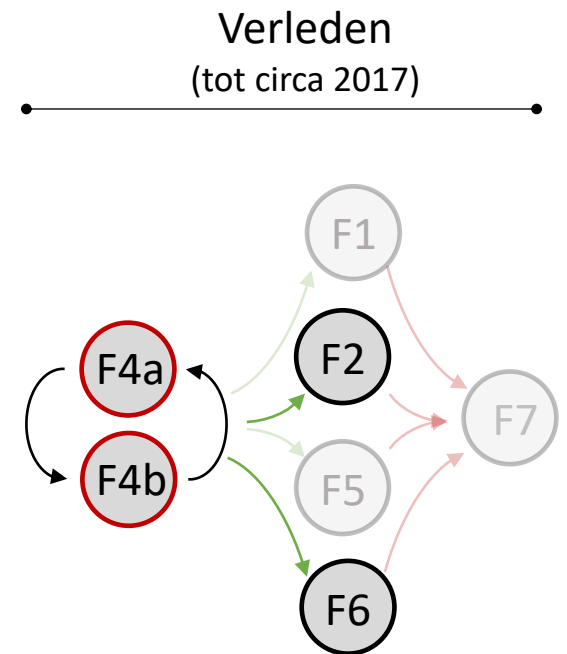
Kennisontwikkeling

Kennisontwikkeling is gefocust op de duurzaamheidsprestaties van PLA en andere bio-plastics in nieuwe toepassingen en verwerking. Bijvoorbeeld, Wageningen Food & Biobased Research test de schuimbaarheid van PLA om de toepassingsmogelijkheden te vergroten (RVO database). Verder proberen LCA studies de gereduceerde impact van PLA te laten zien op materiaal niveau (F). Hierin wordt vaak de productie van een kilo PLA vergeleken met de productie van een fossiel alternatief. Sommige actoren claimen dat studies op toepassingsniveau niet genoeg gebeuren of verschillende resultaten opleveren (F, O, P). Verder is er aandacht voor het verbeteren van het materiaal. Onderzoek kijkt naar (het verbeteren van de) eigenschappen van PLA en andere bio-plastics - zoals de trekkracht - blijkt uit de RVO database.

Middelen

Subsidies voor biomassa komen voornamelijk uit de energietransitie, maar laten ruimte voor groene chemie (S,U)

- SDE++ regeling voor CO2-reducerende technieken binnen biomassa.
- MIT regeling wordt vaak aangeschreven voor innovaties omtrent bio-plastics



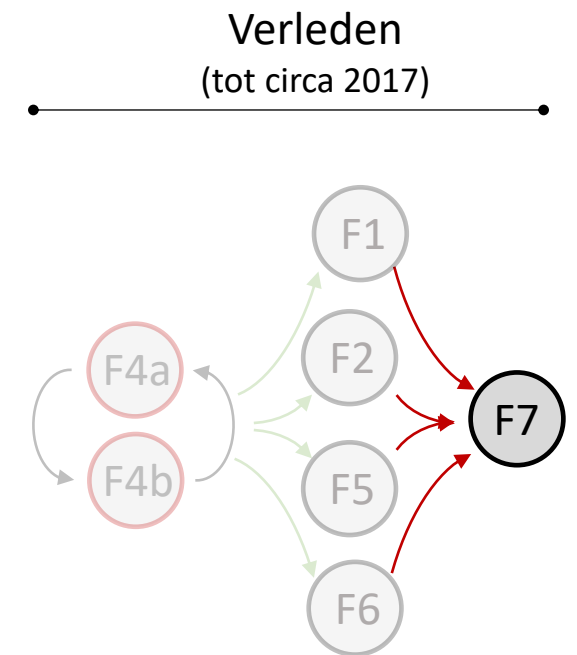
1E) Verwachtingen worden niet waargemaakt (F7)

Ondanks dat de er hoge verwachtingen waren en het innovatiesysteem redelijk goed leek te functioneren, bleken de verwachtingen niet waargemaakt te kunnen worden. Het gecreëerde momentum neemt af door weerstand (vanuit de plastic industrie), discussies omtrent bio-degradeerbaarheid, de materiaal eigenschappen en toegevoegde waarde van PLA ten aanzien van duurzaamheid. Als gevolg daalt het enthousiasme en de legitimiteit. Zo verschijnen bio-plastics steeds vaker negatief in de media. Hierin werd gesproken over de ontstaande verwarring in de sector, over de potentie en de eerste toepassingen van bio-plastics.

“Stop met de productie van bio-plastics, het is flauwekul” – NOS, 2017¹

Verwarring consument

Deze verwarring speelt niet alleen binnen de sector, maar ook bij de consument. Zo is het onduidelijk hoe PLA verpakkingen afgedankt dienen te worden: in de groene of in de grijze bak. De discussie is vooral gefocust op de bio-degradeerbaarheid: verschillende type bio-plastics worden door elkaar gehaald in het debat waardoor (onbedoeld) het idee ontstaat dat PLA-verpakkingen onder natuurlijke omstandigheden zouden degraderen (H, O, T). Dit is onjuist en veroorzaakt verwarring; het leidt tot vertekende claims en conflict.



1. <https://nos.nl/nieuwsuur/artikel/2165913-stop-met-bio-plastic-het-is-flauwekul>

1E) Verwachtingen worden niet waargemaakt (F7)

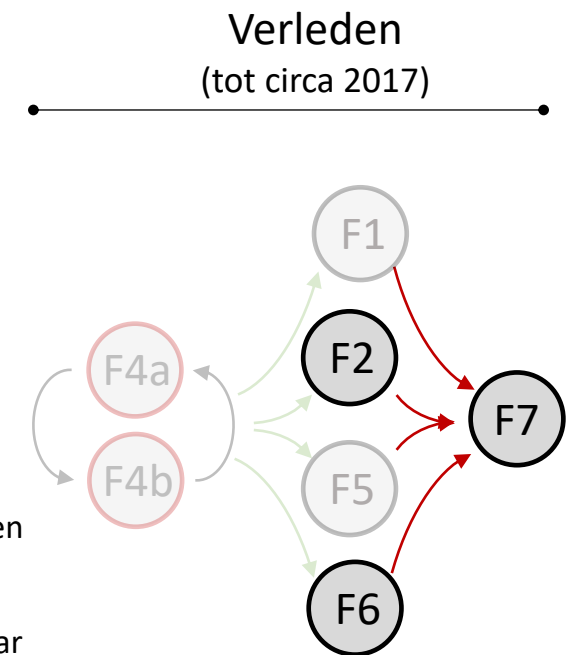
Discussie omtrent grondstoffen voor productie PLA (F6)

Bio-plastic worden vanuit de gestelde missies in de Transitie Agenda gepositioneerd als een manier om de kunststofketen minder afhankelijk te maken van fossiele grondstoffen door het gebruik van biomassa. Echter, omtrent het gebruik van biomassa worden ook discussies gevoerd welke sterk lijken op het debat over biobrandstoffen: het gebruik van biomassa mag niet in strijd zijn met voedselproductie en niet bijdragen aan grootschalig landgebruik en ontbossing (V). Doordat bio-plastics kunnen concurreren met de productie van voedsel, zijn sommige actoren huiverig over het gebruik van bio-plastics. Deze actoren, veelal actief in voedingsmiddelenbranche, beargumenteren dat de maïs uit Amerika, rietsuiker uit Brazilië of de bietsuiker uit Nederland beter besteed kan en moet worden dan in de groene chemie (E, G, J, L). Echter zijn er ook actoren die hier anders naar kijken en stellen dat er grote verschillen zijn in de benodigde hoeveelheid biomassa voor de productie van verschillende bio-plastics. Zo zou 1.4 kg suiker nodig voor de productie van 1 kilo PLA en 3.2 kg suiker voor de productie van 1 kg bio-PE (P). Daarbovenop worden jaarlijks miljoenen tonnen zetmeel gealloceerd aan de papier en karton industrie, vele malen meer dan de geschatte behoefte van plastic. Het maken van papier is wereldwijd de grootste non-foodtoepassing voor zetmeel maar dit wordt vaak buiten de discussie gehouden¹.

PLA verscheen geregeld in de media als een materiaal dat geproduceerd kan worden uit organisch afval. In de praktijk is het echter niet mogelijk om op grote schaal PLA te produceren uit zulk soort stromen vanwege een gebrek aan constante toevoer van deze stromen en het matige suikergehalte in afval (C, N). Daarom is biomassa nodig die wel een betrouwbare stroom vormt. Andere actoren redeneren dat dit wel mogelijk is maar vooral te duur.

Discussie omtrent gecreëerde kennis (F2)

Studies leveren conflicterende resultaten op omdat verschillende scopes/voorwaarden worden toegepast. Allereerst vergeleken studies de productie van een kilo PLA (of ander bio-plastic) met de productie van een kilo fossiel alternatief (F). Belangrijk om hierin mee te nemen is dat de productie van fossiele plastics al sterk is doorontwikkeld, dit is niet het geval voor bio-plastics, dus is het lastiger voor bio-plastic om op efficiëntie beter te presteren dan conventionele plastics. Later verschoof de focus naar het toepassingsniveau, bijvoorbeeld de impact van een PLA bekertje ten opzichte van een fossiel alternatief (omdat dit een betrouwbaarder beeld zou creëren). Verder wordt in de studies met verschillende grondstoffen gerekend die geproduceerd zijn in verschillende werelddelen. Al deze afwegingen in scope resulteren in fluctuerende resultaten wat ervoor zorgt dat actoren de LCA methodologie niet meer geloofwaardig vinden (P, T).



1. <https://stringfixer.com/nl/Starch>

1E) Verwachtingen worden niet waargemaakt (F7)

“We worden overspoeld met zinloze composteerbare producten”¹ (F1)

In het enthousiasme voor PLA en bio-plastics in het algemeen, zijn er composteerbare plastic producten op de markt gekomen waarbij composteren geen meerwaarde heeft. Zo is het composteren van shampooflessen en balpenen (ook gemaakt uit andere type bio-plastics) nadelig voor het compost door de respectievelijke zeep- en inktresten die achterblijven in compost (H, Q). Verder blijken de eerste PLA producten nog kinderziektes te bevatten.

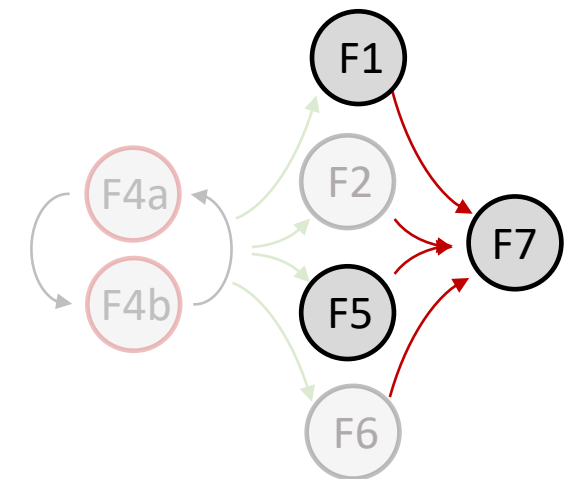
Bio-plastics zouden het GFT vervuilen (F5)

Ondanks dat de nationale richtlijnen stellen dat PLA bij het restafval moet, worden er gemixte signalen afgegeven. Zo lanceren supermarktketens reclamecampagnes met de boodschap dat vleesschaaltjes in de groene bak gegooid kunnen worden, wat dus tegen de gestelde richtlijnen in gaat (A, B, D, F, Q).

PLA wordt momenteel weggegooid met het restafval omdat de huidige afvalverwerking niet is ingericht op het verwerken van PLA. PLA producten tot 3 mm dikte zijn gecertificeerd voor een composteertijd van 12 weken. In de praktijk zijn producten vaak dunner waardoor ze sneller composteren. Afvalverwerkers benoemen een composteercyclus van 6 weken te hanteren om rendabel te kunnen zijn en vrezen voor een niet volledige afbraak van PLA (P, Q, zie slide 39 voor eerdere uitleg). Geïnterviewde actoren stellen dat het aanpassen van deze composteertijden zullen leiden tot hogere kosten voor GFT-verwerking doorgerekend aan de gemeentes. Andere actoren zeggen dat enkel kleine aanpassingen noodzakelijk zullen zijn (bron: validatie workshop).

Ook zouden bio-plastics de GFT-stromen vervuilen: consumenten verwarren bio-plastics met fossiele plastics en gooien beide in de groene bak (F). Alle plastics worden (uitgefilterd en) met het restafval verbrand wat de kosten voor verwerking omhoog brengt. Het AfvalfondsVerpakkingen stopte daarom met het gereduceerde tarief voor bio-plastics waardoor de PLA verpakkingen weer uit de supermarkten verdwijnen.

Verleden
(tot circa 2017)



1E) Actoren in conflict

De poging om een heldere beleidslijn op te zetten met verwerkers en producenten loopt spaak

De poging van het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat en Economische Zaken & Klimaat om tezamen met de sector te komen tot een convenant mislukte omdat partijen het niet eens konden worden over de vormgeving van de verwerking/compostering van PLA.

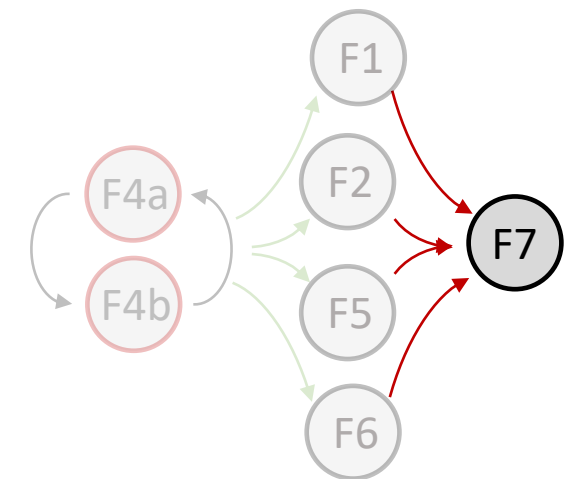
Zoals besproken op de vorige slide wordt door de afvalbranche gesteld dat bio-plastics niet goed verwerkt kunnen worden in de huidige configuratie van het composteer systeem, de GFT-stromen vervuild raken en de insleep van conventionele plastics in het GFT-afval wordt vergroot.

De gevoerde discussies, die volgens deelnemers hoog opliepen, richtten zich erop dat de claims, zoals beschreven in EN13432, omtrent composteerbaarheid in de praktijk, niet of wel werkten. Zo zijn er verschillende en tegenstrijdige geluiden over de composteertijd van verschillende bio-plastic producten. De WUR laat in verschillende studies, in samenwerking met de afvalbranche, zien dat PLA na 11 dagen al voldoende gecompoteerd kan zijn, sneller dan bijvoorbeeld de GFT-inzamelzakken die wel geaccepteerd worden door afvalverwerkers¹. Andere geïnterviewden rekenen een composteertijd van 6 tot 12 weken (Q). Door deze vermeende discrepantie tussen de benodigde composteertijd van bio-plastics en de gehanteerde afvalverwerkingscyclus van compost (6 weken) wordt de toegevoegde waarde van biodegradatie van bio-plastics in twijfel getrokken. Hierdoor kunnen de verschillende partijen het niet eens worden met elkaar (C, F, Q, R).

“Bij PLA gaan bij ons alle alarmbellen af, voornamelijk omdat het nu in Nederland niet gerecycled wordt. Dat gaat in tegen onze CE doelstellingen” – Interview E

1. <https://www.wur.nl/en/research-results/research-institutes/food-biobased-research/show-fbr/compostable-plastics-disintegrate-fast-enough-in-the-current-dutch-biowaste-disposal-system-f006pa.htm>

Verleden
(tot circa 2017)



2. Samenvatting herpositioneren PLA

Terwijl in Nederland de markt voor PLA afnam door de kelderende legitimiteit, is het mondiale marktaandeel PLA juist gegroeid (C.N). De huidige innovatiesysteem activiteiten proberen (het imago van) PLA te herpositioneren en de lage legitimiteit van PLA als biodegradeerbaar materiaal te verbeteren. Het behoud van materiaal staat hierin centraal. Zo wordt extra gefocust op materiaalbehoud door recycling en het creëren van toegevoegde waarde in plaats van biodegradeerbaarheid. Composteerbaarheid werd gestimuleerd door de verminderde afvalbijdragen op composteerbare producten (die werd opgeheven) en het behoudt van materiaal door recycling sluit ook beter aan bij de CE gedachte.

2A) Nieuwe toepassingen en eigenschappen (F1 & F2)

Toepassingen en eigenschappen van PLA worden door middel van experimenten en studies verder aangetoond door ondernemers en onderzoekers. Veelal zijn dit niet Nederlandse partijen. Voorbeelden uit de RVO-database zijn:

- Het BIO4SELF project is een internationaal samenwerking waarin verschillende PLA composieten worden getest op levensduur

2B) Veel bediscussieerde standaarden worden herzien (F5 & F8)

Initiatieven worden opgezet om de standaarden die conflicten opleverden te herzien.

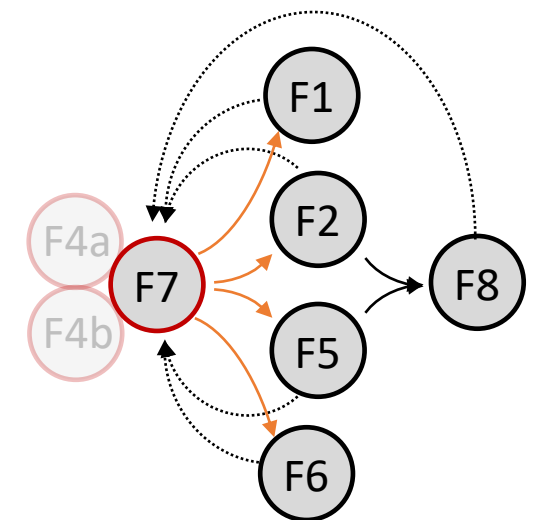
2C) Middelen en infrastructuur (F6)

Middelen worden vrijgemaakt via subsidieregelingen voor innovatie in lijn met de circulaire gedachte, maar de benodigde schaal en infrastructuur om PLA te recyclen is nog afwezig

2D) Coördinatie om duidelijkheid te creëren (F8)

Richtlijnen, verwachtingen en niches worden gecreëerd om verwarring in de sector weg te nemen en duidelijkheid te creëren.

Huidige systeem
(Circa 2018-2021)



2A) Nieuwe toepassingen en eigenschappen

Actoren in het innovatiesysteem zijn aan het experimenteren (**F1**) en kennis aan het ontwikkelen (**F2**) omtrent de eigenschappen en toepassingen van PLA. Zoals eerder beschreven werden (composteer en recycling) studies steeds onbetrouwbaarder geacht door actoren uit de sector, waardoor studies vaak herhaald zijn zonder doorbraken in het systeem te creëren. Haalbaarheidsstudies en het verder verbeteren van de eigenschappen van PLA moet deze onzekerheid wegnemen en duidelijkheid geven over de potentie van het materiaal. Actoren zullen overeenstemming moeten vinden over gewenste methodologieën (denk aan LCA) om de betrouwbaarheid en acceptatie van de studies te verhogen.

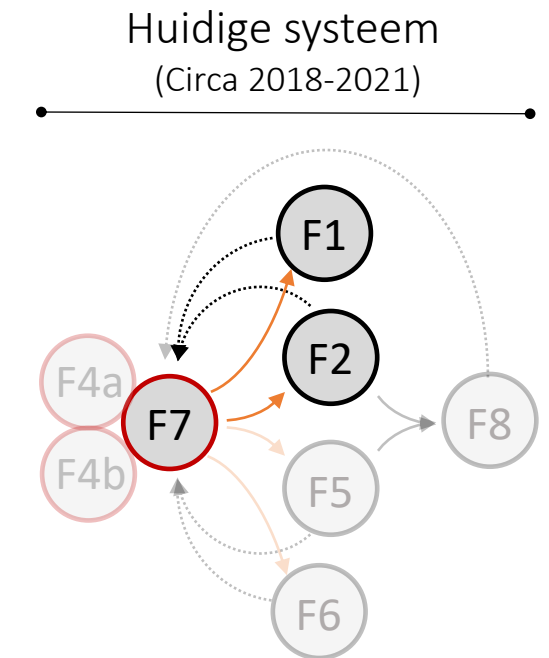
Vanuit de Event Analyse wordt 40% van de opgehaalde PLA-events geclassificeerd als F1 of F2. Deze onderzoeken testen eigenschappen PLA, nieuwe toepassingen, recyclebaarheid en composteerbaarheid op de lagere TRL niveaus. Hieronder enkele geanonimiseerde voorbeelden uit de RVO-database:

“Using sustainably sourced monomers, additives and fillers to formulate novel PLA polymers and compounds, the project will deliver recyclable-by-design cost competitive packaging solutions that can be mechanically recycled, industrially/home composted or even suitable for anaerobic digestion.”

“Although PLA can already replace conventional materials for quite some applications, its limited mechanical strength is still hampering commercial applications. Moreover, for applications with long lifetime, PLA is not optimal yet due to its limited hydrolytic stability. The research will aim to tackle these problems.”

Ondernemers stoppen

Deelnemers aan de validatieworkshop benadrukken het onzekere ondernemersklimaat. Meerder ondernemers actief in het realiseren van (pilot)fabrieken voor de productie van PLA hebben in recente jaren deze plannen weer stopgezet. Voorbeelden hiervan zijn Hycail (spin off van RUG) is een pilot fabriek gestart maar is gestopt, Avebe heeft veel ontwikkeling aan zetmeelblends gedaan maar is gestopt, en Synbra is gestopt met PLA productie (bron: Validatieworkshop).



2B) Standaarden worden herzien (F5)

EN13432 opnieuw besproken (F5)

Sturende actoren binnen de sector, zoals overheden, zijn opnieuw belangrijke spelers om de meest toonaangevende standaarden voor het composteren van bio-plastics te herzien en zo meer draagvlak te creëren voor de producten die deze standaarden mogen dragen. Zoals beschreven op slide 51, was het conflict omtrent EN13432 bepalend voor de discussie omtrent de bio-degradeerbaarheid van PLA. Daarom richt het bovengenoemde initiatief zich op het herzien van deze standaard. Uit onderzoek van de WUR bleek ook dat 70% van het organisch afval niet voldoende snel afbraak in de huidige composteerpraktijk. Het business model voor composteren lijkt belonend voor zo snel mogelijk zo veel mogelijk verwerken, veel minder op de kwaliteit en kwantiteit van de output¹.

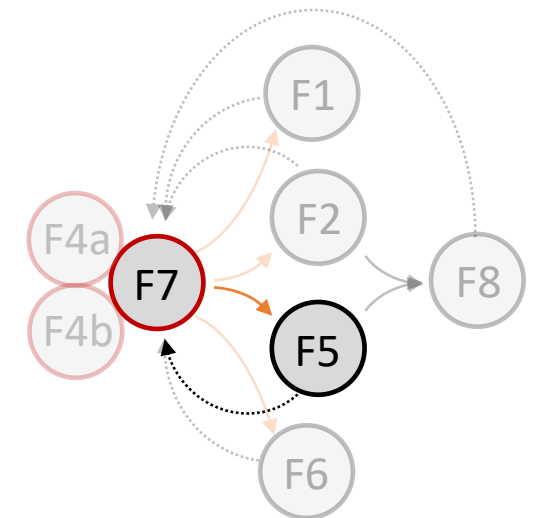
Transparantie en traceerbaarheid (F5)

Verschillende actoren benoemen het creëren van een transparante keten en de traceerbaarheid van de gebruikte grondstoffen als een belangrijk middel om de lage legitimiteit van bio-plastics tegen te gaan. Door middel van certificering zouden producten moeten kunnen aantonen waar de gebruikte grondstoffen vandaan komen en welke milieu impact daarmee geassocieerd wordt. Zo kunnen actoren garanderen dat de gebruikte stromen niet in competitie zijn met voedselproductie. Deze standaarden/tools zijn echter nog niet beschikbaar (E, G).

In competitie met voedselproductie (F5)

Vanuit sommige actoren (zoals verpakkers en supermarkten) in het innovatiesysteem is sterke kritiek op het gebruiken van voedsel in de productie van bio-plastics. Desondanks proberen biomassa producenten zich meer te mengen in het publieke debat en zich te herpositioneren in de circulaire gedachten. Zo wordt er geëxperimenteerd met het gebruiken van loof en andere reststromen voor bioraffinage (J). Bijvoorbeeld loof en bietenpulp van de Nederlandse suikerbiet kan als input dienen voor de groene chemie.

Huidige systeem
(Circa 2018-2021)



1. van der Zee, M., & Molenveld, K. (2020). *The fate of (compostable) plastic products in a full scale industrial organic waste treatment facility* (No. 2020). Wageningen Food & Biobased Research.
2. <https://fd.nl/morgen/1237555/bioplastic-komt-niet-vanzelf-qsk1caoPquXe>

2C) Middelen worden vrijgemaakt (F6)

Subsidiereregelingen verschuiven richting CE (F6)

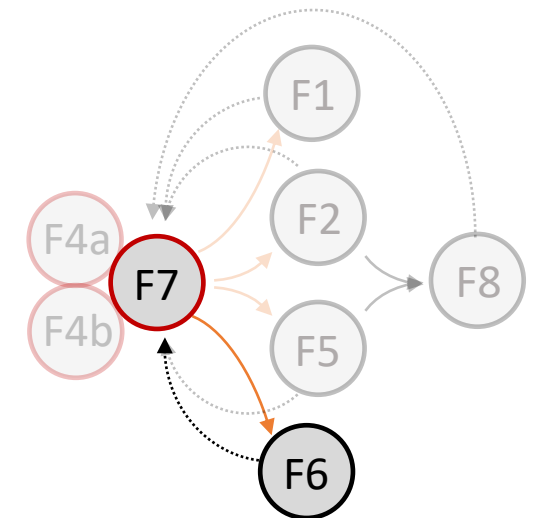
Voorheen konden actoren gebruik maken van subsidiereregelingen die gericht waren op het bevorderen van het gebruik van biomassa binnen de groene chemie. Recentelijk zijn daar verschillende subsidiereregelingen (zoals de Demonstratie Energie- en Klimaatinvestering: Circulaire Economie (DEI+), de Versnelde Klimaatinvestering Industrie (VeKI), en de Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI)) bijgekomen.

Voorbeeld: DEI+

Pilotprojecten en ondersteuning van demonstratieprojecten voor bio-grondstofinzet in de chemie (vervanging van grondstoffen van fossiele en/of minerale oorsprong). Projecten komen alleen in aanmerking voor DEI+-subsidie **als de technologie nieuw** is, de producten **herbruikbaar** en het **pilotprojecten** zijn. Daarnaast leidt de toepassing direct tot minder CO₂ in Nederland. Door de gestelde voorwaarden sluit bijvoorbeeld de DEI+ regeling niet goed aan bij composteerbare toepassingen en het opschalen van productiecapaciteit, wat volgens PLA producenten belangrijke speerpunten zijn (C, K).

Uit interview T bleek ook dat de Nederlandse subsidies vooral gericht zijn op R&D en dat opschaling uit Europese subsidies, zoals H2020, moet komen. Dit maakt opschaling moeilijk subsidieerbaar vanuit een Nederlands perspectief.

Huidige systeem
(Circa 2018-2021)



2D) Coördinatie voor duidelijkheid (F6, F7, F8)

Marktaandeel van 5% nodig (F5 & F8)

Momenteel focussen actoren zich binnen Nederland op het herpositioneren van PLA als een recyclebaar en circulair materiaal. Er werd al geruime tijd aan PLA recycling gewerkt, maar binnen Nederland werd PLA sterker geassocieerd met composteren. Toen de meerwaarde van composteerbaarheid in twijfel werd getrokken tijdens de discussies over de composteerbaarheid van PLA kreeg CE DELFT de opdracht om te onderzoeken of PLA kosten-efficiënt gerecycled kan worden². Hieruit kwam dat er minimaal een marktaandeel van 5% PLA aanwezig moest zijn voordat de te recylen volumes rendabel zouden zijn.

PLA is recyclebaar, maar wordt niet gerecycled in het huidige systeem (F6 & F8)

Volgens de PLA producenten is PLA goed te recylen. Desondanks komt PLA recycling in vakbladen en de RVO database niet sterk naar voren, zowel in het ontwikkelen van kennis als het opbouwen van de benodigde infrastructuur. Deze infrastructuur is momenteel nog niet aanwezig; Sorteersystemen zijn momenteel niet in staat/afgesteld om PLA uit te sorteren waardoor er geen schone PLA stromen gecreëerd kunnen worden. Galactic heeft samen met Futerra in België een eerste pilot plant waar PLA chemisch gerecycled kan worden met de loopla-technologie. De capaciteit wordt nu voornamelijk gevuld met PLA-producten gebruikt en ingezameld op grote evenementen³.

De studie “Verkenning uitsorteren en recylen van bio-plastic PLA” van CE DELFT (2019) geeft aan dat de Near-Infrared-sorteertechnologie geschikt is om PLA te uit te sorteren. Geïnterviewde I zegt ook PLA te kunnen sorteren, mits er investeringen worden gedaan. Verder laat CE DELFT in deze studie zien dat PLA zowel chemisch als mechanisch te recylen is, maar dat het huidige systeem en de infrastructuur daar niet op is afgesteld. In interview P wordt zelfs gesteld dat de huidige recyclinginstallaties (met enige aanpassingen) PLA zouden kunnen verwerken.

Zorgt PLA voor vervuiling van de afvalstromen? (F7)

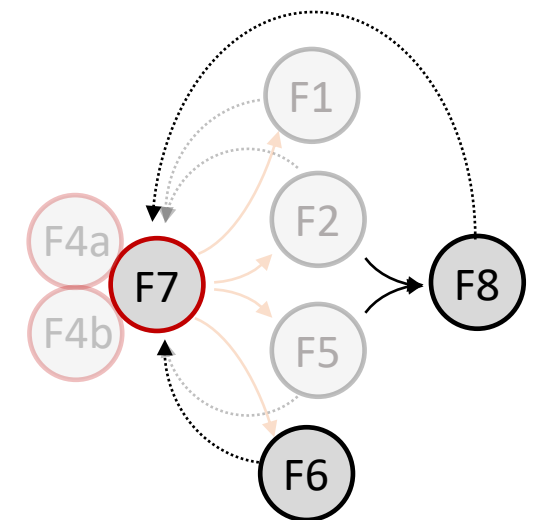
Daarnaast opperen afvalverwerkers dat PLA het restafval “vervuilt”; PLA is een stroom die de recycling van andere plastics bemoeilijkt¹ (Q). Door een grotere heterogeniteit van afvalstromen zouden sorteersystemen meer moeite hebben met het uitsorteren van de recyclebare plastics. Andere actoren nuanceren deze claim door te wijzen op het feit dat in de huidige markt meer dan 50 type plastics aanwezig zijn waar maar vier types van worden gerecycled. Het toevoegen van een enkele stroom zou dus geen significant verschil maken (N).

1. <https://www.ad.nl/economie/afvalverwerker-heeft-het-helemaal-gehad-met-bioplastic>

2. CE DELFT, (2019), Verkenning uitsorteren en recylen van bioplastische PLA

3. <https://www.plasticstoday.com/chemical-recycling-closes-loop-la-cradle-cradle-pla>

Huidige systeem (Circa 2018-2021)



2D) Coördinatie vanuit Actieplan (F8)

In 2020 heeft het Transitie Team Kunststoffen, als vervolg op de TA Kunststoffen, het Actieplan Biobased Plastics uitgebracht. Hierin worden acties voorgesteld om de doelen uit de TA Kunststoffen op een duurzame manier te volbrengen¹. Deze acties zijn gericht op het verhelpen van verwarring bij de consument, onduidelijkheid over de verwerking van bio-plastics en de duurzaamheidswinst.

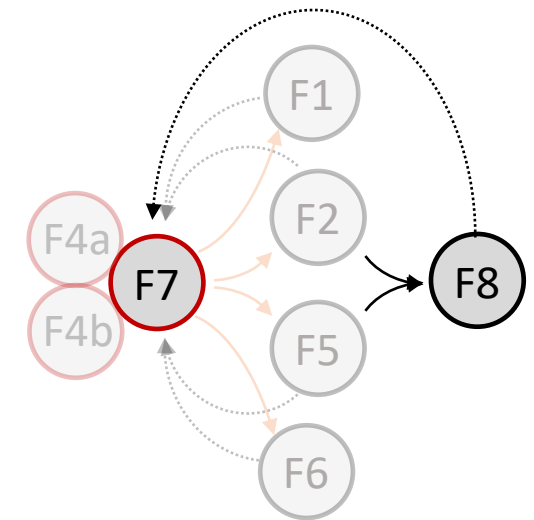
In dit Actieplan wordt er beargumenteerd dat bio-plastics gerechtvaardigd zijn als ze een klimaatwinst van 30% kunnen behalen op toepassingsniveau ten opzichte van conventionele plastics op basis van scope 1 emissies*. Een belangrijke afweging in deze vergelijking is dat het productieproces voor conventionele plastics beter is doorontwikkeld. Efficiëntie slagen kunnen nog behaald worden in het productieproces van bio-plastics. Desondanks heeft PLA de afgelopen twee decennia al efficiëntie slagen gemaakt.

Meerwaarde van bio-plastics

Meerwaarde is een centraal begrip in het Actieplan; hoe kunnen bio-plastics meerwaarde creëren in een circulaire kunststofketen? Vanuit deze gedachten is het concept van een **Groene Lijst** voorgedragen in het Actieplan. Deze lijst vormt een opsomming van bio-plastic toepassingen waar het composteren van het product een co-benefit oplevert voor het volume of de kwaliteit van het compost^{1,2}. Een veel genoemd voorbeeld hiervan zijn composteerbare GFT-zakken. Deze zouden het makkelijker maken om GFT-afval te verzamelen en weg te gooien en zo de hoeveelheid compost vergroten. Echter bleken juist deze zakken in onderzoek van de WUR slechter te composteren dan andere PLA producten³. Andere voorbeelden zijn tuinbouwfolie, fruitstickers, theezakjes en koffiepads. Voor de laatste twee producten is reeds een Green Deal opgesteld die de aangesloten bedrijven verplicht stelt 75% van de theezakjes en koffiepads van composteerbare (plastic)materialen te maken⁴.

Daarnaast bespreekt het Actieplan ook een **Oranje Lijst** met toepassingen waar verbranding de enige eindelevensoptie is, zoals medische middelen. Deze producten zouden ook geproduceerd kunnen worden om de verbranding van fossiele grondstoffen te voorkomen.

Huidige systeem
(Circa 2018-2021)



1. Actieplan Biobased Kunststoffen, (2020). <https://kidv.nl/actieplan-biobased-kunststoffen>

2. CE DELFT, 2017. Biobased Plastics in a Circular Economy. https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_2J66_Bioplastics_in_a_circular_economy_DEF_1509088609.pdf

3. van der Zee, M., & Molenveld, K. (2020). The fate of (compostable) plastic products in a full scale industrial organic waste treatment facility (No. 2020). Wageningen Food & Biobased Research.

4. <https://www.greendeals.nl/green-deals/green-deal-koffiepads-en-theezakjes-bij-het-gft>

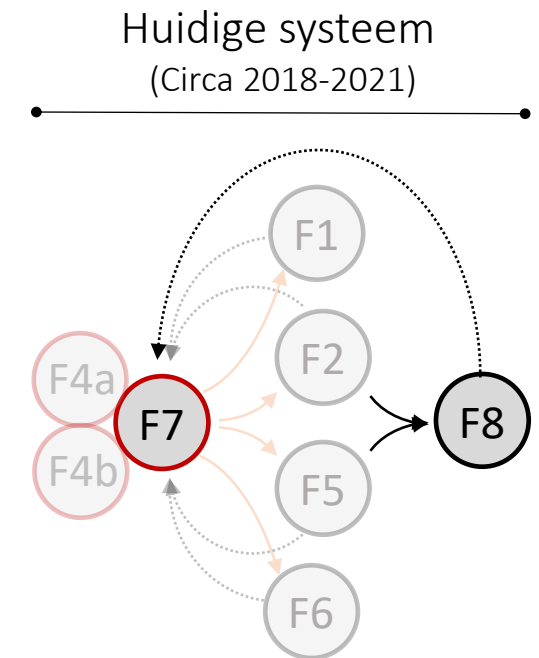
* Scope 1 emissies beslaan broeikasgassen die direct vrijkomen bij de activiteiten van een proces of organisatie - <https://www.epa.gov/climateleadership/scope-1-and-scope-2-inventory-guidance>

2D) Coördinatie, reacties (F8)

Kamerbrieven (F8)

In opvolging op het Actieplan zijn meerdere kamerbrieven verschenen waarin het concept van een **Groene Lijst** omarmd wordt, maar ook de intentie wordt uitgesproken alle andere composteer-toepassingen die buiten deze lijst vallen te verbieden. Dit moet worden opgenomen in het Landelijk afvalbeheerplan om zo duidelijkheid te creëren voor producenten. Dit standpunt roept gemengde reacties op in de sector. Waar sommige blij zijn met de sturing en duidelijkheid, zien andere het als een beperking (C, F, N, O, Q, R, S, T). Geïnterviewde actoren opereren dat het tegelijkertijd stimuleren en het verbieden van bio-plastic niet goed samengaan en dat een verbod op conventionele plastics beter zou werken (C, K, L, N, S, T). Anderen stellen dat een verbod op conventionele plastics veel moeilijker te verwezenlijken is en dat een verbod op het gebruik van bio-plastics binnen bepaalde toepassingen in ieder geval duidelijkheid gecreëerd binnen de sector (F, R).

Geïnterviewde N en P stellen dat de lijst aan toepassingen te kort is en dat er meer toepassingen zijn waarin PLA voor een co-benefit kan zorgen. Ook zou er al discrepantie zijn over regio's in welke toepassingen lijst op de lijst staan en hoe deze gehandhaafd wordt (U). Verder positioneert de **Groene Lijst** PLA wederom als een materiaal dat gecomposteerd wordt. Ondanks dat de **Groene Lijst** niet de recycling van PLA uitsluit, wordt wel een beeld geschetst dat bij het oude paradigma hoort, niet bij de herpositionering van PLA als circulair recyclebaar materiaal.



3. Geen versnelling in adoptie

Opschalen (F5 & F7)

De herpositionering van PLA moet ervoor zorgen dat de focus van composteren in Nederland verschuift naar recycleren. PLA en de andere bio-plastics worden gepositioneerd als een recyclebare circulaire plastics met een verlaagde milieu impact ten opzichte van fossiele alternatieven. Om PLA recyclebaar te krijgen, moet een marktaandeel van 5% behaald worden, zoals onderzocht door CE DELFT (2017). Hiervoor zal de productie en het gebruik van PLA opgeschaald moeten worden¹. In de Kamerbrief wordt de intentie gesteld om binnen het ministerie van Economische Zaken & Klimaat, het ministerie van Infrastructuur & Waterstaat en het Transitie Team in overleg te gaan hoe de verwerking en recycling van PLA en in de toekomst ook andere nieuwe bio-gebaseerde kunststoffen (zoals PEF) in stappen kan worden opgeschaald.

Echter zijn er nog weinig ontwikkelingen waar te nemen in het innovatiesysteem die wijzen op opschaling. In de interviews en Event Analyse wordt enkel gesproken over een groei in productiecapaciteit voor PLA, echter is deze voornamelijk bestemd voor andere markten dan de Nederlandse. Wel zal PLA meer gebruikt gaan worden in theezakjes en koffiepads ter compostering zoals beschreven in de GreenDeal¹. Verder wordt er niet gesproken over het opbouwen van de benodigde recycling infrastructuur of een toename in het gebruik/toepassen van PLA. Recentelijk (eind 2021) heeft Total Corbion PLA 's werelds eerste commercieel verkrijgbare chemisch gerecycleerde PLA gelanceerd. Dit rPLA is gedeeltelijk gemaakt van post-industrieel en post-consumer PLA-afval³.

Ook biedt de kamerbrief² weinig sturing hoe PLA gestimuleerd kan gaan worden. Als reactie hebben verschillende brancheverenigingen hulp aangeboden om deze doelen te concretiseren, maar andere actoren bekritisieren de stimulans op massa. Zij betogen dat geredeneerd moet worden op toepassingsniveau, niet op materiaalniveau (C,D,F).

Europees verplicht minimumaandeel bio-plastics

Vanuit de Europese Commissie wordt gesproken over een minimumaandeel bio-plastics. Dit beleidskader bespreekt het verwerven, etiketteren en gebruiken van bio-plastics, maar het is nog onduidelijk of dit minimumdeel wordt gesteld voor (een aantal) productgroepen, bedrijven of sectoren (T). Dit verschijnt naar verwachting eind 2021.

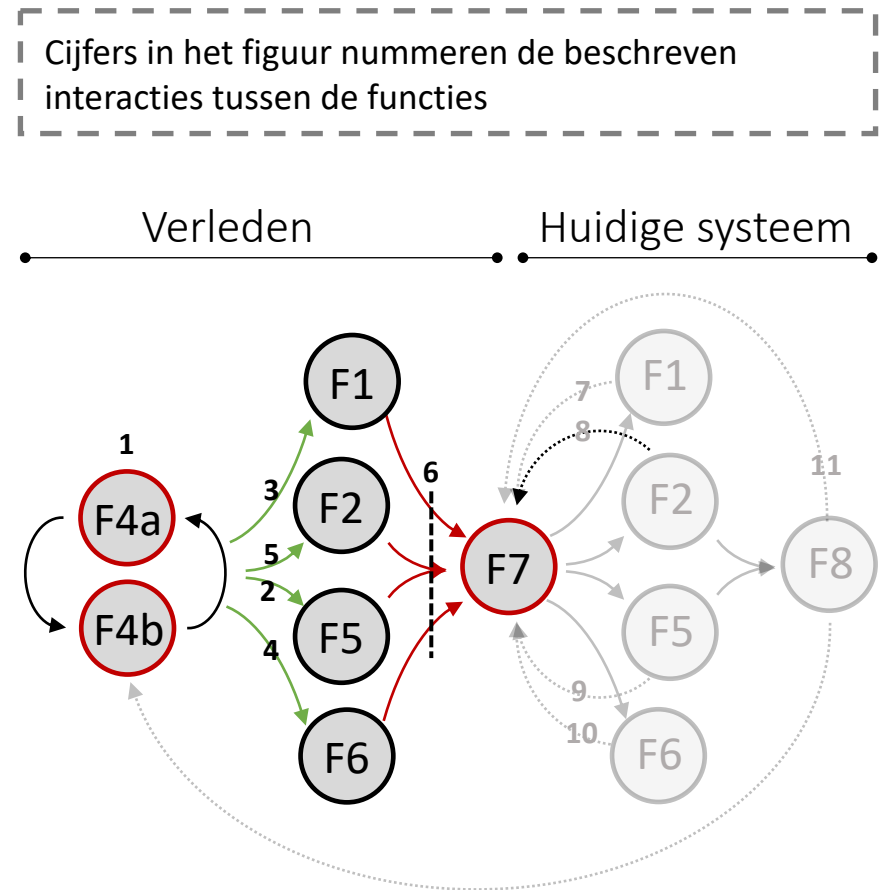
1. <https://www.greendeals.nl/green-deals/green-deal-koffiepads-en-theezakjes-bij-het-gft>

2. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, juni 2020. Kamerbrief: Toelichting beleid biogebaseerde en bioafbreekbare kunststoffen. IENW/BSK-2021/97147

3. <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/s-werelds-eerste-chemisch-gerecyclede-pla-commercieel-beschikbaar/>

Innovatiemotor & Interacties - Verleden

1. Er zijn hoge verwachtingen voor PLA maar voor sommige actoren is het nog onduidelijk welk probleem PLA kan oplossen.
2. De hoge verwachtingen leiden tot marktcreatie in de vorm van standaarden en een gedifferentieerd tarief voor PLA en bio-plastics (reeds weer opgeheven).
3. Ondernemers reageerde door de productie van PLA op te schalen, introduceren PLA-verpakkingen in de supermarkten en brengen PLA-producten op de markt
4. Middelen werden vrijgemaakt om innovatie te bevorderen en te zoeken naar toepassingen
5. Studies probeerde de eigenschappen van PLA te verbeteren
6. Verwachtingen worden niet waargemaakt: PLA-producten functioneren niet altijd naar verwachting en sommige composteerbare producten worden gezien als zinloos, volgens sommige actoren zouden bio-plastics het GFT "vervuilen" en het gedifferentieerde tarief wordt afgeschaft, de duurzaamheidsprestaties omtrent landgebruik en CO₂ uitstoot worden bediscussieerd en studies worden niet meer geloofd.
De legitimiteit van PLA daalt door weerstand van actoren die (bewust) de adoptie van PLA belemmeren. Buiten Nederland neemt de adoptie van PLA toe.

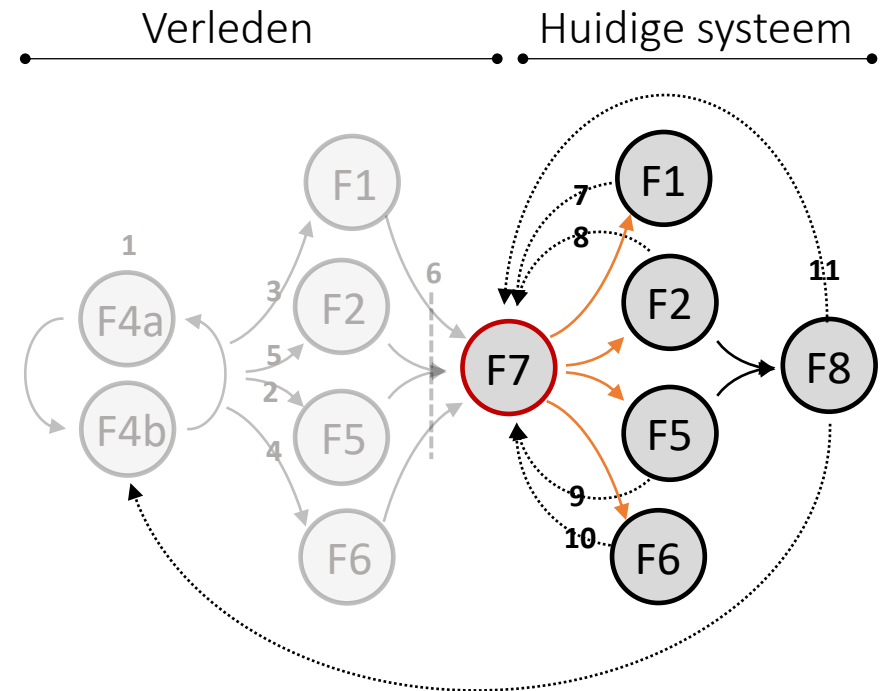


Innovatiemotor & Interacties – Huidige systeem

PLA heeft last van lage legitimiteit (**F7**) door discussies over composteerbaarheid, de mogelijke milieuwinst, en sterke weerstand van actoren uit het verleden

7. Ondernemers pogen legitimiteit van PLA te verbeteren door nieuwe toepassingen van PLA te laten zien
8. Haalbaarheidsstudies pogen nieuwe toepassingen van PLA te laten zien. Ook wordt aangetoond dat PLA recycling rendabel is bij een marktaandeel van 5%
9. Samenwerkingen worden opgezet om veel bediscussieerde standaarden te herzien
10. Subsidieregelingen focussen zich meer het recyclen van PLA
11. Actoren proberen duidelijkheid te verschaffen door te coördineren waarvoor PLA wel en niet gebruikt dient te worden. Hierbij wordt gestuurd op het creëren van meerwaarde of het invullen van specifieke niches.

Cijfers in het figuur nummeren de beschreven interacties tussen de functies



Conclusie PLA

Zoals aangegeven op slide 41 zijn Marktcreatie (F5) en het Creëren van Legitimiteit (F7) kritische functies voor de ontwikkelingsfase waarin PLA zich bevindt. De recente kamerbrieven en het Actieplan Biobased Kunststoffen hebben een eerste aanzet gedaan in het bieden van duidelijkheid omtrent PLA. Door het creëren van reële verwachtingen (F4 Creëren van Directionaliteit) kan losgebroken worden van percepties uit het belemmerende verleden (F7 Creëren van Legitimiteit). PLA lijkt alom de best presterende bio-plastic in de huidige markt qua eigenschappen, prijs en toepassingsmogelijkheden¹. De negatieve percepties op PLA vanuit sommige actoren, echter, belemmerd de groei en adoptie.

Er gaan dingen goed

- **PLA-actoren zijn relatief goed georganiseerd (F8)**
De branchevereniging HollandBioplastics vertegenwoordigt de belangen van actoren actief in bio-plastics binnen Nederland. Hierdoor worden de belangen van PLA goed vertegenwoordigd.
- **Overheid begint opnieuw richting te creëren en zorgt voor afbakening (F4B, F8)**
De Nederlandse overheid poogt opnieuw richting te creëren voor bio-plastics door middel van kamerbrieven, acties zoals de groene lijst voortkomend uit het Actieplan Biobased Kunststoffen en mogelijke verboden dan wel stimuleringskansen. Kritiek vanuit de sector zal duiden of de aangegeven richting gewenst is. Tegelijkertijd zijn er toepassingen gevonden die wel succesvol zijn geïntroduceerd in Nederland (zoals landbouwfolie en composteerbare afvalzakken). Onderzoek, duidelijk beleid en experimenteren moet uitwijzen welke toepassingen nog meer gewenst zijn om de gestelde doelen te behalen.

Maar kan verbeteren op:

- **Volume blijft te laag (F5)**
Momenteel is er nog geen snelle toename in volume en zijn er geen concrete acties om dat te veranderen.
- **Veel bezig met het verleden (F7)**
Actoren blijven hangen in oude conflicten/discussies en weerstand creëren. Vooruitkijken ontbreekt waardoor weinig geïnvesteerd wordt in PLA recycling infrastructuur. Het Actieplan Biobased Kunststoffen oppert partijen zoals het Afvalfonds Verpakkingen, KIDV en Vereniging Afvalbedrijven een traject moeten starten om te komen tot sorteerspecificaties voor novel bio-plastics. PLA is hierin een logisch startpunt.
- **Weerstand en fossiele lobby (F7)**
Er blijft weerstand tegen PLA of welk nieuw kunststof dan ook waarvoor verschillende argumenten worden gebruikt ook al zijn ze herhaaldelijk weerlegd in studies. Actoren geven aan niet op te kunnen tegen de lobby, middelen en institutionalisering van fossiele plastics.

PEF

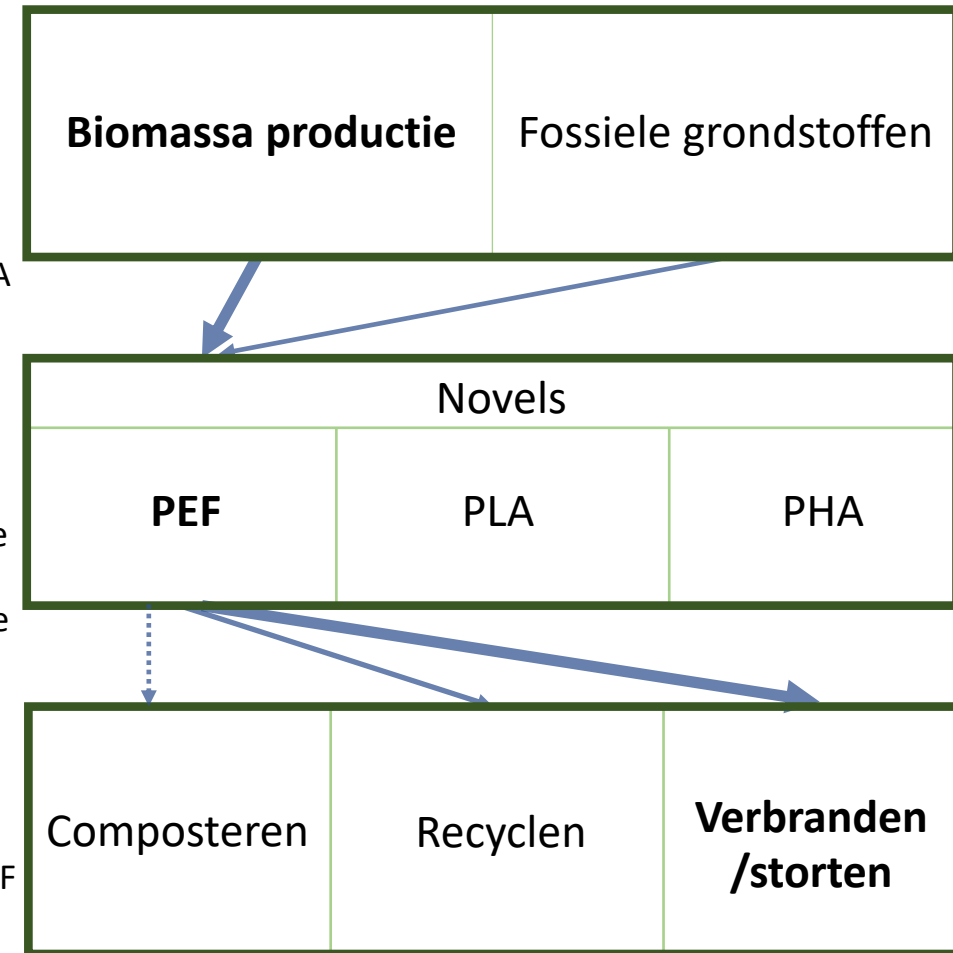


Overzicht huidige systeem PEF

Het bio-plastic Polyetheenfuranoaat (PEF) wordt geproduceerd uit twee componenten, namelijk FDCA en bioMEG. Avantium (Delfzijl) en Corbion (Thailand) zijn Nederlandse spelers die PEF op de internationale markt brengt en zelf FDCA produceren uit suikers. Corbion heeft echter aangekondigd haar faciliteiten te willen afstoten¹. MEG wordt veel geproduceerd in India uit olie, maar ook in Nederland door Shell en Dow Chemicals. Avantium is samen met Cosun Beetcompany bezig met het bouwen van installaties om bioMEG te produceren vanuit bietsuikers in Nederland (J, L, T). Ook FDCA kent een fossiele tegenhanger, namelijk PTA.

PEF lijkt qua eigenschappen sterk op PET en wordt gepositioneerd als een goed biobased alternatief verpakkingsmateriaal voor koolzuurhoudende producten. FDCA en PEF kunnen met behulp van verschillende methodieken geproduceerd worden. Zo gebruiken Avantium en Corbion ook verschillende methodes om PEF te produceren met enigszins verschillende eigenschappen. Sommige van deze methodes (**maar niet alle**) lijken dusdanig sterk op de productiemethodes van PET dat huidige PET-installaties met enige modificatie gebruikt zouden kunnen worden voor de polymerisatie van PEF². Echter hier is geen consistent beeld over onder actoren.

PEF valt moeilijk uiteen onder natuurlijke omstandigheden (+- 20 jaar t.o.v. 100 jaar voor PET) en is niet goed bio-degradeerbaar. Er wordt wel onderzoek verricht naar het composteren van PEF, eventueel zelfs onder natuurlijke omstandigheden. Verder is PEF wel goed recyclebaar. PEF wordt momenteel nog niet grootschalig toegepast (in verpakkingen) en de benodigde infrastructuur om PEF daadwerkelijk te recyclen ontbreekt. Er wordt gewerkt aan opschaling naar commercialisatie.



Figuur 8: Visuele weergave van PEF keten

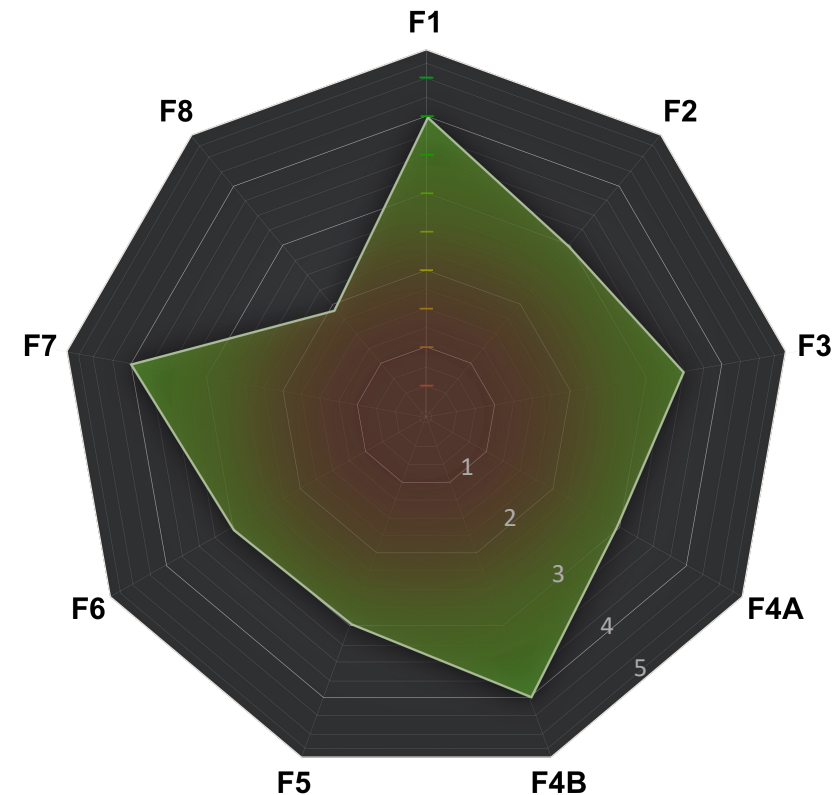
1. <http://www.corbion.com/media/press-releases?newsId=2260438>

2. <https://www.polyestertime.com/10241/>

Scores Functies PEF

Zoals aangegeven op slide 37 zit PEF in de *development* fase. De functies **Experimenteren door ondernemers (F1)**, **Kennis ontwikkeling (F2)**, het **Mobiliseren en re-alloceren van middelen (F6)** en het **Creëren van directionaaliiteit (F4)** zijn in deze fase het meest belangrijk. Het goed functioneren van deze functies is essentieel voor de verdere ontwikkeling van het innovatiesysteem. De scores en argumentatie worden verder toegelicht op slide 67 tot 74.

- **F1 (goed)**: In Nederland is Avantium actief in PEF productie en het uitbreiden van productie faciliteiten.
- **F2 (goed)**: Onderzoek naar PEF wordt veel gedaan binnen organisaties maar er wordt weinig subsidie aangevraagd op kennisontwikkeling waardoor inzicht in onderzoek beperkt is
- **F3 (goed)**: Congressen over bio-plastics zijn veelvuldig aanwezig. PEF-producenten, zoals Avantium worden hier vaak op het podium gezet.
- **F4 (goed)** : De verwachtingen omtrent bio-plastics in het algemeen lopen uiteen, maar PEF wordt gezien als een goede vervanger voor de fossiele kunststof PET.
- **F5 (matig)**: Eerste applicaties voor PEF zijn gevonden maar grote marktvraag ontbreekt. Prijs is nog te hoog.
- **F6 (matig)**: In Nederland worden de faciliteiten gebouwd voor de commerciële productie van PEF. Momenteel zijn deze nog niet aanwezig.
- **F7 (goed)**: PEF wordt door sommige gezien als het materiaal van de toekomst.
- **F8 (slecht)**: De belangen van actoren gericht op PEF worden slecht tot niet vertegenwoordigd.

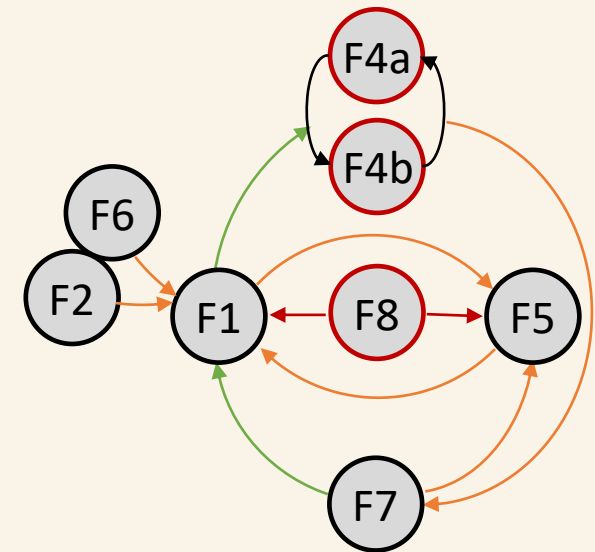


Figuur 9: Spindigram met de scores van PEF op de MIS functies. Een functie met een score van 1 werkt sterk belemmerend en een score van 5 indiceert een goed presterende versnellende functie.

Belangrijkste Observaties PEF

1. PEF kampt met dezelfde directionaliteitsproblemen maar niet met de legitimizeitsproblemen van PLA (F4 & F7)
2. Actoren tonen enthousiasme over de potentie van PEF maar het gebrek aan schaal belemmert (F5 & F6)
3. De belangen van actoren gericht op PEF worden slecht tot niet vertegenwoordigd (F8)

Innovatiemotor



De innovatiemotor voor PEF centreert zich rond het goede imago van PEF en de ondernemers die aan het experimenteren zijn. De innovatiemotor en de aangegeven interacties worden samengevat op slide 73

1. Directionaliteit en legitimiteit

PEF kampt met dezelfde directionaliteitproblemen als PLA... (F4a)

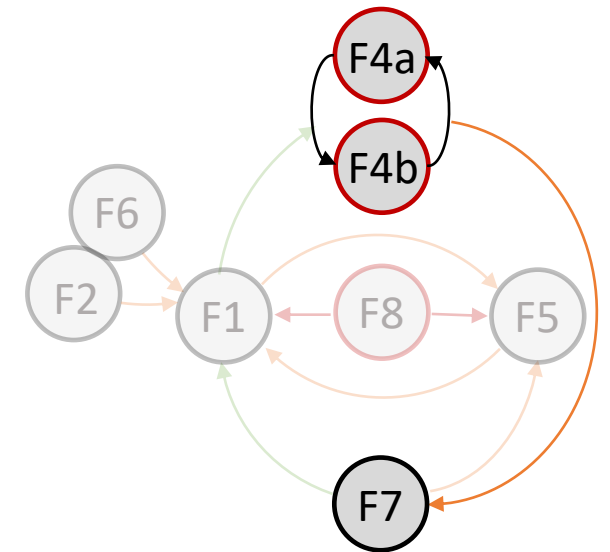
Actoren blijken huiverig over het toepassen van bio-plastics. PEF is een nieuw (novel) type bio-plastic maar wordt desondanks veelal vergeleken met PET. PEF heeft gelijkwaardige barrière eigenschappen als PET en wordt daarom gezien als een bio-plastic voor frisdrank verpakkingen. PET en PEF hebben vergelijkbare eigenschappen in het vasthouden van koolzuur. Doordat koolzuur moeilijk kan diffunderen door deze materialen, zijn ze erg geschikt als frisdrank verpakking. Echter, door het Nederlandse statiegeldsysteem is de collectie, sortering en verwerking van PET goed georganiseerd resulterend in hoge kwaliteit afvalstromen en recycleat. Daarom opperen actoren “waarom hebben we PEF nodig als ons PET systeem zo goed geregeld is?” (D, G).

... maar niet met de legitimiteitsproblemen. (F7)

“Wij zien PEF wel als het materiaal van de toekomst” – G

Daarentegen is er minder discussie onder actoren over de eigenschappen, toepassingen en potentie van PEF. Doordat PEF niet gecomposteerd kan worden, is er weinig associatie van PEF met andere novels en voornamelijk PLA. Hierdoor wordt PEF minder belemmerd door het opgebouwde negatieve imago van PLA (E, G, L). Actoren zijn juist enthousiast over het materiaal. Zo wordt Avantium vaak op het schild gehesen (in presentaties, vakbladen, podcasts en op symposia)

- “Het bestuur van het Nationaal Programma Groningen heeft Avantium’s FDCA-fabriek aangewezen als een ‘icoonproject’ voor de regio.”¹



2. Actoren zijn enthousiast... (F1)

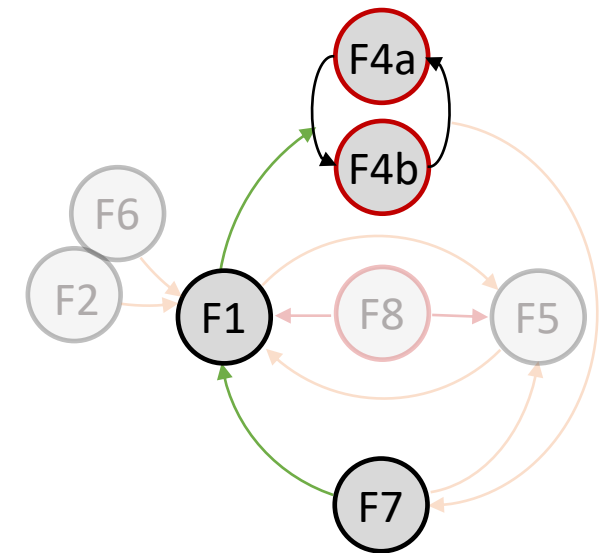
Avantium, Nederlandse voorloper in PEF (F1)

Binnen het Nederlandse ecosysteem staat Avantium centraal als het gaat om PEF. Avantium is een Nederlands bedrijf wat katalyse technologie ontwikkelt en toepast. Na een technologie ontwikkeld te hebben om vanuit suikers (uit houtsnippers) FDCA te produceren, is Avantium hier PEF van gaan maken. Eind 2020 kondigde Avantium aan toe te zijn aan de commerciële productie van FDCA¹ en sloot meerdere contracten met meerdere partijen om PEF te leveren. Voorbeelden hiervan zijn Carlsberg (bierverpakkingen, chemiebedrijf Toyobo (Japan), polyesterfilmproducent Terphane (VS), drankenbottelaar Refresco (Nederland) en Resilux (harde plastic verpakkingen)².

Naast Avantium was ook Corbion begonnen met de productie van FDCA². Echter liep Corbion qua ontwikkeling en commercialisatie nog achter en heeft ook besloten haar PEF faciliteiten af te stoten. Corbion maakt gebruik van een andere en eenvoudigere methodiek, namelijk vergisting. Terwijl Avantium zich baseert op een gepatenteerde en goedkopere YXY-technologie³.

Samenwerkingen binnen NL

Avantium toont initiatief om zowel binnen Nederlands als internationaal samenwerkingen op te zetten. Zo is Avantium samen met Cosun Beetcompany (voormalig Suikerunie) een traject gestart om vanuit bietsuiker bioMEG te produceren. MEG is, samen met FDCA, benodigd om PEF te produceren (zie slide 65). Deze fabriek zal naar schatting in 2024 operationeel zijn.



1. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/fundamenteel-anders-tegen-plastics-aankijken>

2. <https://www.chemieparkdelfzijl.nl/actueel/2021/04/963931-verdere-voortgang-voor-nieuwe-fdca-fabriek-avantium>

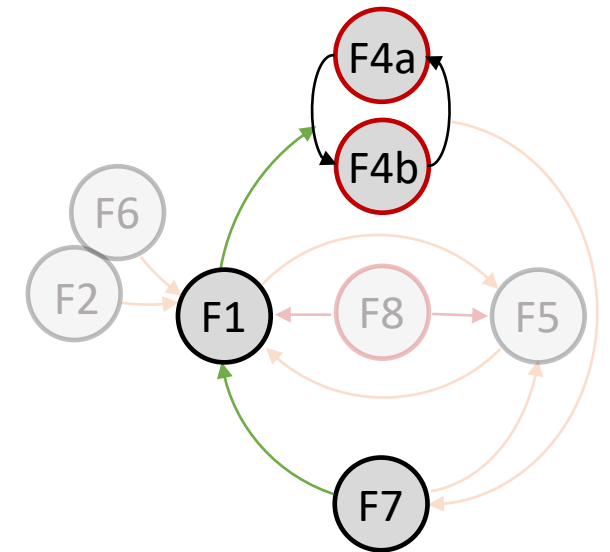
3. <https://fd.nl/morgen/1237555/bioplactic-komt-niet-vanzelf-nrk1caGe7ReE>

2. Actoren zijn enthousiast... (F1)

Samenwerkingen buiten NL

In 2011 kondigde Coca Cola aan een samenwerking met Avantium te starten in het ontwerpen en maken van de Coca Cola plantbottle, een 100% plant-based frisdrank fles. Om aan de grote vraag van Coca Cola te voldoen wordt Avantium door Coca Cola gevraagd om op te schalen^{1,2,3}. Om dit mogelijk te maken start Avantium een joint venture (Synvina) samen met BASF om een fabriek te bouwen in Antwerpen met een productiecapaciteit van 50kton/jaar. De financiering van dit project wordt bekostigd door onder andere de beursgang van Avantium in 2017 voor €11,65 per aandeel⁴ wat uiteindelijk €109 miljoen oplevert.

Echter eindigde deze samenwerking vroegtijdig wanneer BASF begon te twijfelen aan de leveringszekerheid en contracten die over een periode van 10 jaar gesloten zouden worden (L). Na tegengeluid van Avantium wordt de joint venture in december 2018 ontbonden⁵ en kelderen de aandelen naar €1,82 per aandeel⁴. Coca Cola ziet hierom af van het plan om PEF te gebruiken voor de plantbottle en stapt over naar bio-PET. De jaren opvolgend brengt Coca Cola een fles op de markt gemaakt van 30% bio-PET en 70%⁶. Tegen 2019 heeft Coca Cola aangekondigd de focus te verleggen van bio-plastics naar gerecycled plastic en papier⁷.



1. <https://www.packonline.nl/nieuws/coca-cola-neemt-dit-jaar-besluit-over-biovriendelijke-fles>
2. <https://www.bnr.nl/radio/bnr-duurzaam/10222486/coca-cola-in-zee-met-nederlands-bedrijf-voor-plantaardige-fles>
3. <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/coca-cola-collaborates-with-tech-partners-to-create-bottle-prototype-made-from-100-plant-based-sources/>
4. <https://fd.nl/ondernemen/1380445/de-droomfabriek-van-avantium-is-met-vers-kapitaal-een-stap-dichterbij-krk1caGe7ReE>
5. <https://www.avantium.com/press-releases/basf-notifies-avantium-of-its-exit-from-synvina/>
6. <https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2015/09/14/100-renewable-the-digests-2015-8-slide-guide-to-the-coca-cola-plant-bottle/>
7. <https://www.coca-colacompany.com/content/dam/journey/us/en/reports/coca-cola-world-without-waste-report-2019.pdf>

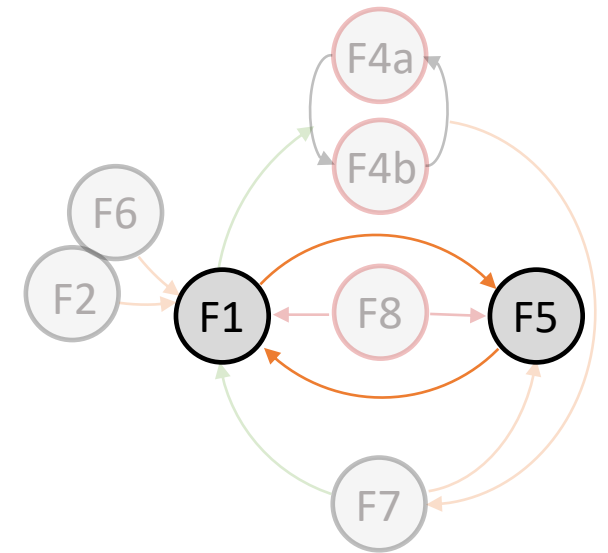
2. ... maar gebrek aan schaal (F5)

Geen standaarden/certificaten voor PEF (F5)

Naast een gebrek aan schaal, is ook de standaardisering nog niet aanwezig voor PEF. Dat PEF vergelijkbare, of zelfs betere (barrière, thermische en mechanische) eigenschappen heeft als PET wordt breed gedeeld (G, L, N). Echter kunnen deze eigenschappen fluctueren. Zo produceert Corbion FDCA met behulp van een andere methode dan Avantium¹. Standaarden kunne helpen in het afstemmen van verwachtingen omtrent dit nieuwe materiaal.

Vergunning limiteren opschalen productie (F5)

In het opbouwen van de benodigde productie (en uiteindelijk recycling) infrastructuur geven PEF-producenten aan belemmerd te worden door de huidige wetgeving; met name door specifieke duurzaamheidseisen. Deze eisen zouden vele malen strenger zijn geworden over de afgelopen jaren, waardoor het opbouwen van een nieuwe infrastructuur duurder is geworden (L). Hierdoor wordt het lastiger voor kleine nieuwe bedrijven om te schalen en voldoende financiering te verkrijgen. Actoren actief in PLA hebben/hadden hier ook last van.



1. <https://fd.nl/morgen/1237555/bioplastic-komt-niet-vanzelf-nrk1caGe7ReE>

2. media_388696_corbion-purac-fdca.pdf

2. ... maar gebrek aan schaal (F6)

Productiecapaciteit (F6)

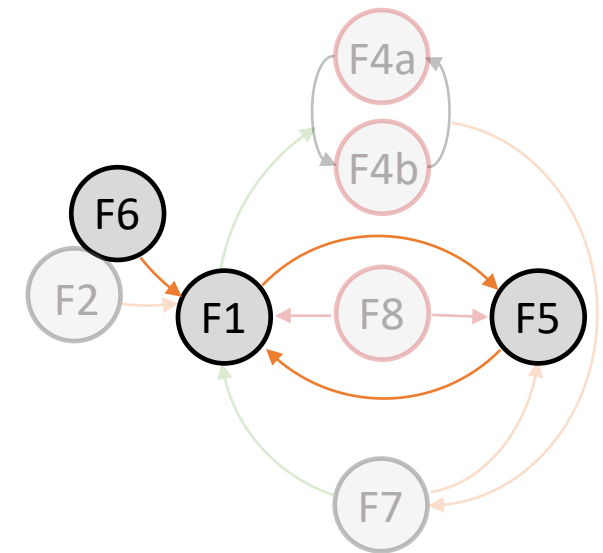
Nadat BASF uit Synvina stapte, heeft Avantium de joint venture geïnternaliseerd als een nieuwe bedrijfstak (Renewable Polymers) en Antwerpen verruild voor Delfzijl. Naast de demonstratiefabriek in Geleen (20 ton/jaar) moet de nieuwe fabriek in Delfzijl 5000 ton FDCA/jaar gaan produceren. Dit is minder dan de geplande productiecapaciteit in Antwerpen. De fabriek in Delfzijl wordt naar verwachting opgeleverd in 2023¹.

Verder wordt de Nederlandse productiecapaciteit ook uitgebreid door de geplande bouw van de bioMEG fabriek in samenwerking met Cosun Beetcompany, die in 2024 zou moeten staan (L).

PEF in de mix met PET

Ook wordt geopperd dat bestaande PET-productie faciliteiten gebruikt kunnen worden voor de polymerisatie van bepaalde type PEF (zie slide 65). De huidige PET-installaties zouden enige modificatie gebruikt kunnen worden voor de polymerisatie van PEF². Echter hier is geen consistent beeld over onder actoren.

Ook wordt verwacht door sommige actoren dat PEF in kleine hoeveelheden gemixt kan worden met PET in recycling installaties (P). Ondanks dat PEF de PET stroom dan 'vervuilt', zijn de eigenschappen van de twee materialen dusdanig vergelijkbaar dat het, in ieder geval in kleine hoeveelheden, geen problemen op zou moeten leveren. Het effect van grotere hoeveelheden PEF in de PET-stroom en het überhaupt mixen van de materialen dient nog verder onderzocht te worden (A, L, P), zeker wanneer PEF op grote schaal commercieel beschikbaar zou worden.



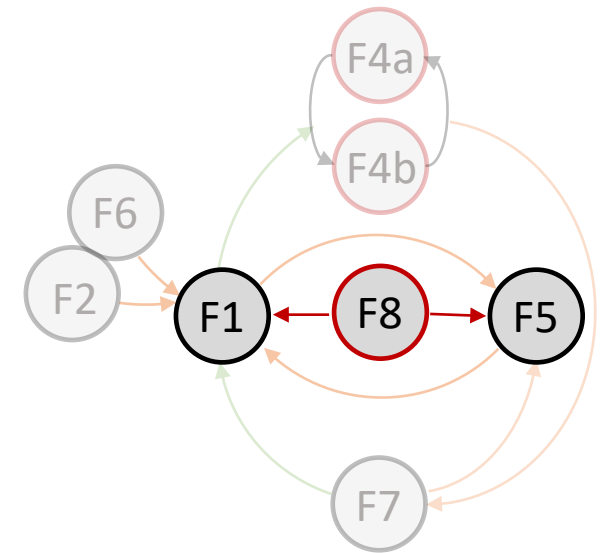
1. <https://fd.nl/ondernemen/1380445/de-droomfabriek-van-avantium-is-met-vers-kapitaal-een-stap-dichterbij-krk1caGe7ReE>
2. <https://www.polyestertime.com/10241/>

3. PEF Ondervertegenwoordigd (F8)

Fragiel innovatiesysteem (F8)

Ondanks het gedeelde enthousiasme onder verschillende actoren, wordt PEF niet tot nauwelijks vertegenwoordigd in de Missie Arena. Actoren betrokken bij PEF geven aan het gevoel te hebben dat de Nederlandse brancheorganisaties zich voornamelijk focussen op PLA en andere bio-plastics, waardoor PEF “buiten de boot valt” (F, L, R).

Hierdoor ontstaat een fragiel innovatiesysteem gecentreerd rondom enkele spelers. Avantium is de enige partij die sterk aan het uitbreiden is binnen Nederland op het gebied van PEF. De opkomst van Corbion kan hier verandering in brengen. Door een meervoud aan leveranciers zijn afnemers niet meer afhankelijk van een enkele producent, wat gunstig is voor de leveringszekerheid¹. Corbion geeft aan de productie faciliteiten in Thailand uit te willen breiden voor zowel PLA als PEF. Echter wordt deze stroom veelal buiten Nederland afgezet. Of Corbion blijft investeren in de ontwikkeling en productie van PEF is onzeker. Corbion zegt PLA te zien als haar focus en zou andere onderdelen, zoals FDCA, productie mogelijk afstoten².



1. <https://fd.nl/morgen/1237555/bioplactic-komt-niet-vanzelf-rrk1caGe7ReE>

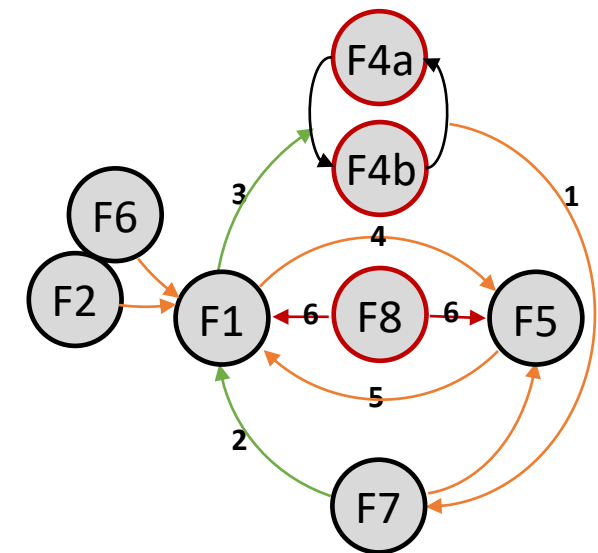
2. <https://www.foodingredientsfirst.com/news/corbion-advances-natural-food-preservation-plans-to-exit-frozen-dough-business.html>

Innovatiemotor & Interacties

1. PEF kampt met dezelfde directionaliteitsproblemen als PLA. PEF zou PET kunnen vervangen, de eigenschappen worden toegejuicht, maar actoren zijn zeer content met de huidige organisatie van het PET systeem waardoor ze stellen dat PEF niet nodig zou zijn.
2. PEF heeft een goed imago en wordt het materiaal van de toekomst genoemd
3. Nederlandse actoren worden gestimuleerd door het goede imago en zetten samenwerkingen met grondstoffenleveranciers en afnemers op in binnen- en buitenland
4. Producenten pogen de productiecapaciteit op te schalen maar lopen tegen barrières aan
5. Het gebrek aan schaal resulteert in de beëindiging van internationale samenwerkingen
6. De belangen van actoren gericht op PEF worden slecht tot niet vertegenwoordigd door het geringe aantal actoren actief in PEF en de nieuwheid van het materiaal.

Cijfers in het figuur nummeren de beschreven interacties tussen de functies

Innovatiemotor



Conclusie PEF

Opschaling zal ook nodig zijn voor PEF. Met Avantium als centrale Nederlandse partij in het innovatiesysteem, kunnen nationale kansen worden gecreëerd door middel van groene industrie politiek¹. Door deze Nederlandse industrie te stimuleren wordt gelijktijdig de transitie naar een circulaire kunststofketen versneld.

Er gaan dingen goed

- **Positief jong innovatiesysteem (F1, F2, F3, F6)**
Het innovatiesysteem omtrent PEF is ontwikkeling. Zo is er veel aandacht voor actoren gefocust op PEF in de media en op conferenties. Het lukt redelijk goed om middelen te mobiliseren om de investeringen in infrastructuur te maken ten behoeve van opschaling.
- **Leidende Nederlandse actor(en) (F1)**
Nederland speelt een centrale rol in de ontwikkeling en productie van PEF. Avantium, als Nederlandse partij, is stappen aan het zetten in de internationale ontwikkeling van PEF.

Maar kan verbeteren op:

- **Ondervertegenwoordigd in landschap (F8)**
De belangen voor actoren gefocust op PEF worden slecht vertegenwoordigd in de Missie Arena en kunnen zo weinig sturing geven binnen de transitie
- **Weinig anticipatie (F5, F8)**
Vanuit de sector zijn nog weinig voorbereidende acties waar te nemen om PEF te integreren in het systeem. Anticipatie op een toename in vraag, aanbod, en noodzaak voor einde-levens-opties ontbreekt. Wel wordt geëxperimenteerd met /gesproken over het recyclen van PEF in PET installaties. Prijs is nog te hoog.

1. <https://nos.nl/artikel/2386603-groene-industriepolitiek-is-goed-voor-nederland-zeggen-vvd-en-cda>

PHA



Overzicht huidige systeem PHA

Polyhydroxyalkanoaat (PHA) wordt geproduceerd uit suikers en natuurlijke oliën. Ook wordt er geëxperimenteerd (onder andere in Nederland) met de productie van PHA uit rioolwater, slib, organisch en plastic afval door bacteriën¹.

In Nederland hebben Paques en HVC Groep het voortouw genomen in de ontwikkeling en productie van PHA. Zo wordt in Dordrecht gezamenlijk een demonstratie fabriek gebouwd op het bedrijfsterrein van HVC Groep. Internationaal gezien zijn er nog wel andere PHA producerende bedrijven zoals Kaneka, Meredian, Tianan en Newlight Technologies.

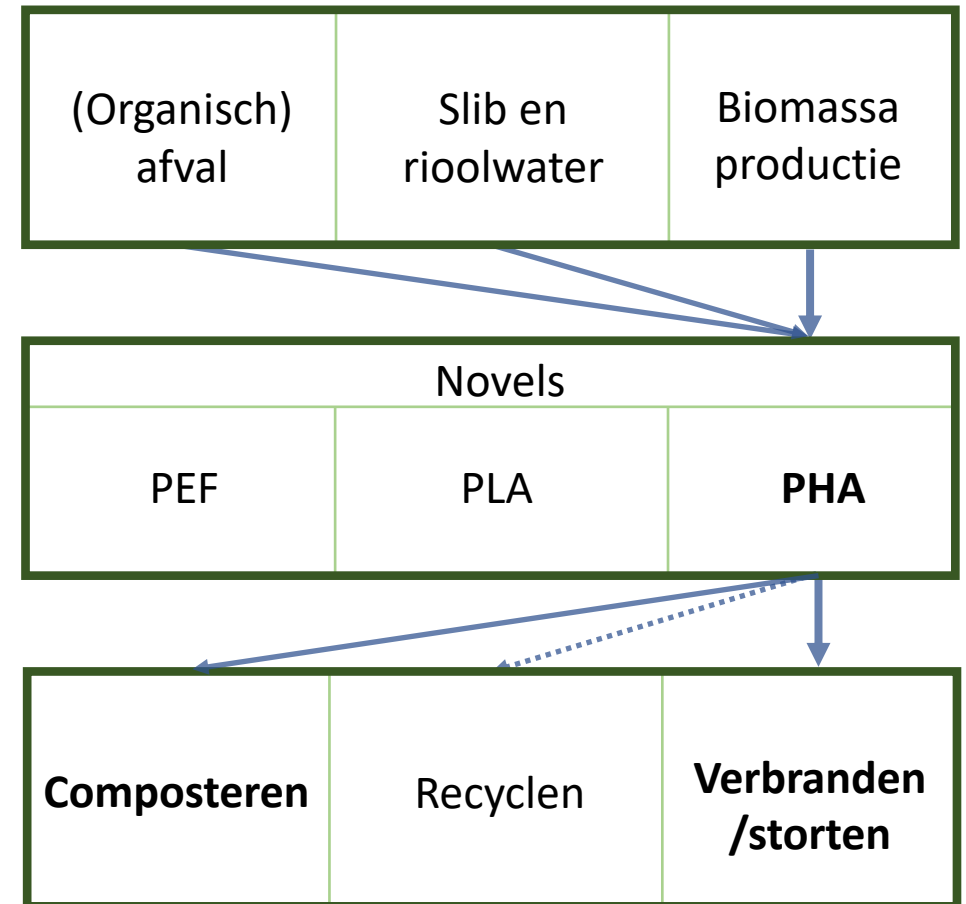
PHA kan, in tegenstelling tot de andere besproken bio-plastics, volledig degraderen onder natuurlijke (bodem en aquatische) omstandigheden, ook bekend als home-composting. Er wordt van PHA verwacht dat het binnen 6 weken degradeert in de natuur¹. Dit wel sterk afhankelijk van de dikte van het materiaal. In de grond breken PHA's af maar op de grond nauwelijks en in aquatische omstandigheden zal het ook langer duren. Hierdoor is een exacte degradatietijd moeilijk te garanderen.

Biodegradatie gaat ook heel goed in composteerinstallaties. Desondanks zijn de composteerinstallaties niet ingesteld op het verwerken van deze bio-plastic. Wederom vreest men voor een insleep van niet composteerbare plastics. Herkenbaarheid van het materiaal voor de consument is hierin belangrijk.

(Mechanisch) recyclen van PHA blijkt nog moeilijk te zijn door de beperkte thermische stabiliteit waardoor brandplekjes kunnen ontstaan en ketens korter worden² (RVO database). Omdat er binnen Nederland enkel nog kleine volumes aanwezig zijn is verwerking van PHA niet een onderwerp van discussie.

1. <https://www.biobasedpress.eu/nl/2016/08/pha-veelbelovend-veelzijdig-biologisch-afbreekbaar/>

2. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/nieuwe-ontwikkelingen-op-het-gebied-van-pha/>

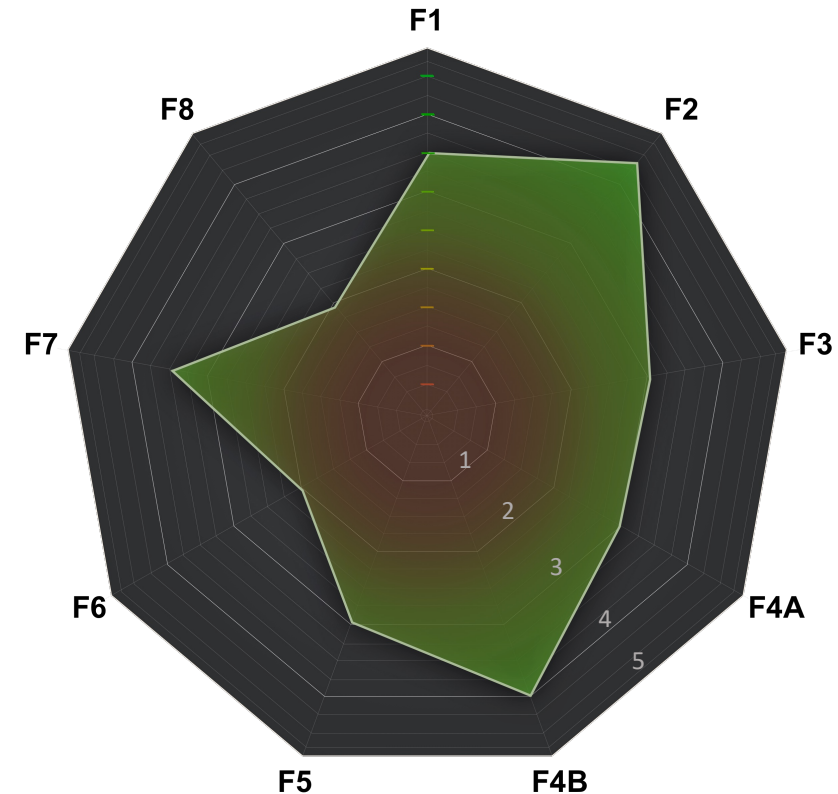


Figuur 10: Visuele weergave van PHA keten

Scores Functies PHA

Zoals aangegeven op slide 37 zit PHA in de *development* fase. De functies **Experimenteren door ondernemers (F1)**, het **formeren van markten (F5)** en het **Creëren van legitimiteit (F7)** staan centraal. Het goed functioneren van deze functies is essentieel voor de verdere ontwikkeling van het innovatiesysteem. De scores en argumentatie worden verder toegelicht op slide 79 tot 86.

- **F1 (matig - goed):** In Nederland wordt er door een selecte groep ondernemers geëxperimenteerd met PHA uit rioolwater/slib. Binnen Europa zijn er meerdere consortia die ook werken aan/met PHA en op een commerciële schaal produceren (uit suikers)
- F2 (goed): Er lopen meerdere onderzoeksprojecten omtrent PHA binnen en buiten Nederland.
- F3 (goed): Er worden seminars georganiseerd om de resultaten van de onderzoeksprojecten te delen.
- F4 (goed): PHA wordt gezien als één van de weinige bio-plastics die een bijdrage kan leveren aan het verminderen van het plasticvervuiling-probleem mits het toegepast kan worden in producten die typisch voor zwerfafval zorgen.
- **F5 (matig):** Eerste applicaties voor PHA zijn gevonden maar grote marktvraag ontbreekt.
- F6 (matig): In Nederland zijn actoren begonnen met de bouw van demonstratiefabrieken. Verder is infrastructuur nog afwezig
- **F7 (matig-goed):** PHA wordt minder gezien als concurrent met voedselproductie, vanwege de experimenten met productie uit slib.
- F8 (matig): Binnen Nederland geven actoren aan matig vertegenwoordigd te worden. GO!PHA vertegenwoordigd op een mondiale schaal de belangen van PHA.

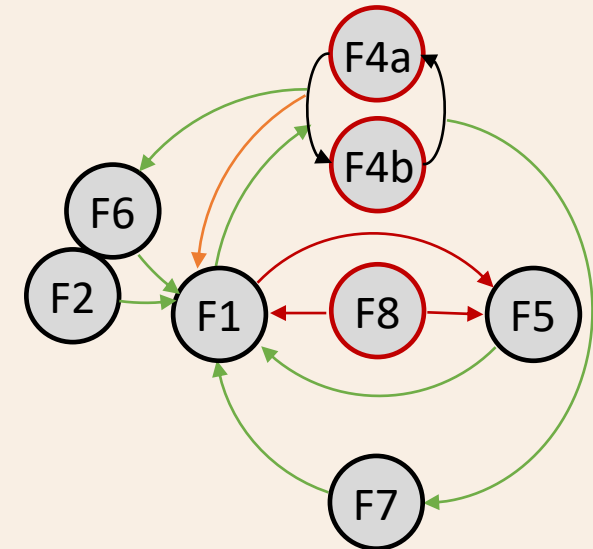


Figuur 11: Spindigram met de scores van PHA op de MIS functies. Een functie met een score van 1 werkt sterk belemmerend en een score van 5 indiceert een goed presterende versnellende functie.

Belangrijkste observaties PHA

1. PHA wordt gezien als één van de bio-plastics die plastic vervuiling kan verminderen aangezien het onder natuurlijke omstandigheden uiteen valt (F4)
2. PHA staat nog niet vaak op de agenda bij actoren (F7)
3. PHA voorkomt het gebruik van fossiele grondstoffen en experimenten lopen voor de productie uit afvalstromen (F6)
4. PHA is nog in de demonstratiefase (in NL), maar Nederland biedt kansen in de ontwikkeling (R&D) (F1 & F2)

Innovatiemotor



De innovatiemotor voor PHA laat meerdere positieve interacties zien. PHA lijkt veel potentie te hebben in de markt als een circulair materiaal geproduceerd uit reststromen. Zo stimuleren deze hoge verwachtingen ondernemers in het opbouwen van productiecapaciteit en kennis-/productontwikkeling. De innovatiemotor en de aangegeven interacties worden samengevat op slide 86

1. PHA tegen plastic vervuiling (F4, F7)

Geen discussie over degradeerbaarheid PHA... (F4 & F7)

Er is veel discussie (geweest) omtrent de degradeerbaarheid van verschillende bio-plastics, de composteertijd van plastics en of er resten achter blijven van de materialen. Ondanks dat PHA zich nog niet hevig in deze discussie gemengd heeft, lijkt er minder conflict te zijn over de beloofde eigenschappen van PHA. Zo wordt PHA beschreven als het materiaal dat het probleem van plastic vervuiling kan verminderen doordat het zowel in de bodem als in aquatische omgevingen kan degraderen¹. Opmerkelijk is dat PHA echter geen uitzondering heeft gekregen in de Single-Use-Plastics regeling van de EU ondanks inzet van belangenorganisaties als Go!PHA (U).

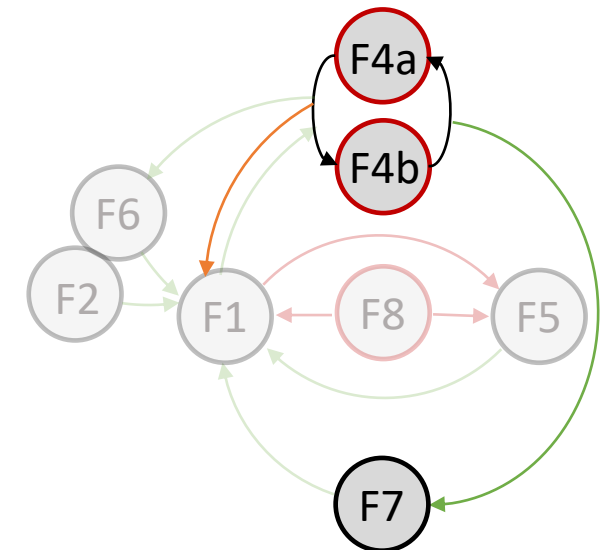
... wel over de circulariteit van composteren (F7)

Net zoals bij de andere bio-plastics blijft de vraag of het composteren van plastic kan worden gezien als “materialen in het systeem houden” wanneer deze eerst weer aan de atmosfeer worden afgegeven voordat ze opnieuw worden opgeslagen in biomassa. (zie probleem-oplossingen diagnose). Opmerkelijk is dat PHA-producten gecertificeerd composteerbaar zijn tot op een dikte van 0.1 of 0.2 mm, waar PLA is gecertificeerd composteerbaar zijn tot 3.5 mm (O, P). Onduidelijk is wat dit betekent voor de huidige "composteringspraktijk". Verder onderzoek en verduidelijking is noodzakelijk.

Wat zijn de toepassingen voor PHA? (F1 & F5)

Omdat PHA degradeerbaar is onder natuurlijke omstandigheden, wordt nog gezocht naar de beste toepassingen voor PHA. Daarom wordt nu vooral gekeken naar toepassingen in land- en tuinbouw² (F1). Actoren zijn hierdoor vaak in de veronderstelling dat PHA-producten heel snel uit elkaar vallen, hier zijn echter de juiste omgevingseigenschappen voor nodig. Wanneer deze niet aanwezig zijn, kan een PHA product best enige tijd meegaan.

“Het geen zin om auto-onderdelen van PHA te maken als deze na een aantal jaar opgelost zijn” (P). “Frisdrank is ook geen goed idee, tenzij je het op wil dweilen in de supermarkt” (S).



1. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/nieuwe-kansen-voor-pha/>

2. <https://terraverdae.com/products/>

2. PHA staat nog niet op de radar (F7)

PHA mengt zich nog niet in de discussie (F8)

Zoals eerder beschreven zijn de actoren die PHA noemen enthousiast over het materiaal, maar wordt het materiaal zelf weinig besproken. Zo kwam PHA weinig terug in de interviews en in het Actieplan Biobased Kunststoffen. Daarnaast wordt het materiaal niet genoemd in de Transitie Agenda. Verder wordt PHA, net zoals andere novels met uitzondering van PLA, slecht vertegenwoordigd in de Missie Arena. Dit kan een verklarende factor zijn waarom PHA reeds nog niet hoog op de agenda staat. Buiten Nederland wordt PHA al wel steeds meer toegepast en geproduceerd.

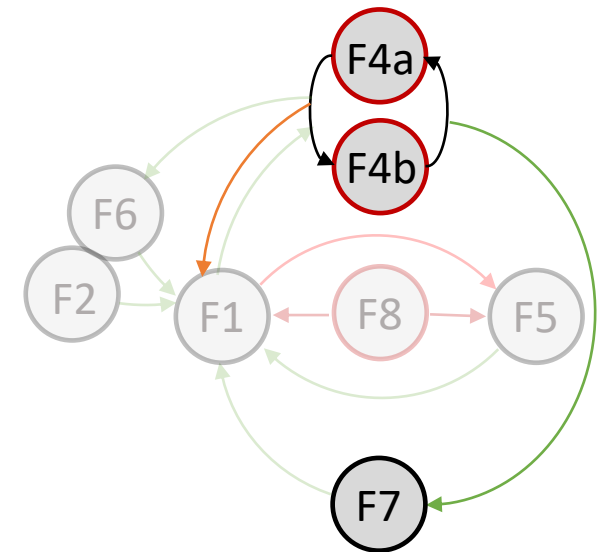
Vakbladen (F3)

Daarentegen krijgt PHA veel aandacht in vakbladen en R&D onderzoek wat stimulerend werkt voor de legitimiteit en directionaiteit. Verder uitgewerkt op slide 82 en 83.

PHA in huidige infrastructuur (F7 & F8)

Naast dat nog onderzocht moet worden voor welke toepassingen PHA het meest geschikt is, heerst de vraag óf PHA toepasbaar is. Er is nog twijfel of het materiaal te verwerken is met de huidige machines in de kunststofindustrie. In het Duits-Nederlandse project 'Application-driven R&D on PHA' is de industriële verwerkbaarheid van PHA getoetst en kwam naar voren dat PHA te verwerken is met de huidige machines in de kunststofindustrie (RVO database). Echter blijkt de treksterkte van PHA in iedere recycling cyclus snel af te nemen (wat voor meerdere plastics geldt)¹.

Verder waarschuwen actoren over de negatieve associaties van consumenten met producten uit rioolwater¹.



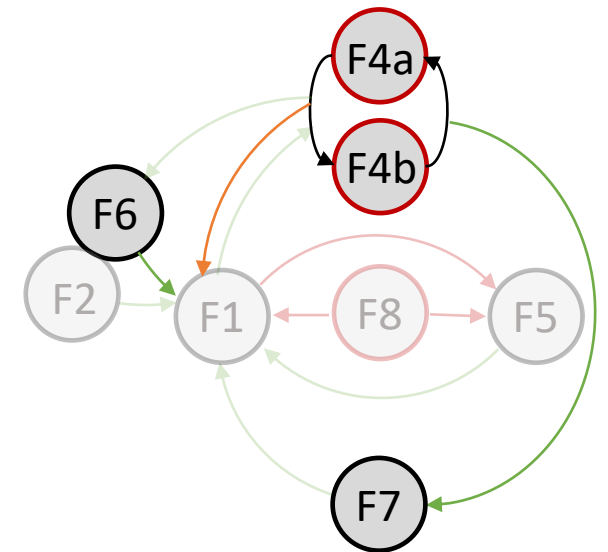
1. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/nieuwe-ontwikkelingen-op-het-gebied-van-pha/>

3. Afval als grondstof (F6)

Bio-plastic in concurrentie met voedselproductie (F6)

Een herhaaldelijk benoemd bezwaar vanuit de sector is het gebruik van biomassa stromen, die ook voor voedsel(productie) hadden kunnen dienen, voor de productie van (bio-)plastics (E, F, G). PHA kan dit dilemma omzeilen doordat het afvalstromen kan gebruiken als grondstof.

Bacteriën kunnen doormiddel van fermentatie de suikers en vetten die aanwezig zijn in bijvoorbeeld rioolwater omzetten in PHA. Dit model probeert Paques op te schalen voor commerciële productie.



4. PHA is in de demonstratie fase ... (F1)

Pilot projecten (F1)

Binnen Nederland hebben Paques en HVC Groep het voortouw genomen in de ontwikkeling en opschaling van PHA, maar verder zijn er weinig actoren actief. In 2016 begonnen de vijf Waterschappen tezamen met Paques en HVC Groep het project PHARIO (PHA uit RIOolwater) en toonde aan dat de productie van PHA uit deze stromen mogelijk is. In een vervolg project (PHA2USE) wordt een stap gezet richting commercialisatie door het bouwen van een demonstratiefabriek in Dordrecht. Deze is in het voorjaar van 2022 in gebruik genomen^{1,2,3}. Momenteel is er binnen Nederland dus nog geen mogelijkheid tot commerciële productie van PHA. De investeringsbeslissing voor een commerciële fabriek is gepland voor 2023.

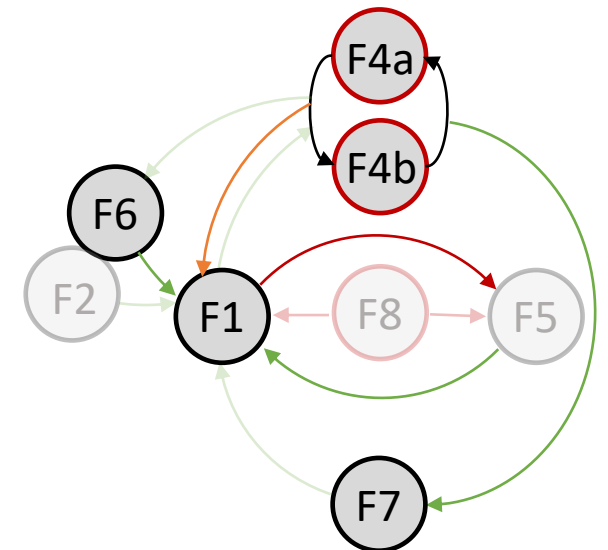
Marktpotentie (F5)

De commercialisatie van PHA wordt aangejaagd door de voorspelde marktpotentie van het materiaal. Wereldwijd zijn er maar enkele producenten die PHA kunnen produceren op een industriële schaal. Zij geven aan de komende jaren al uitverkocht te zijn³. Tegelijkertijd zijn er ook actoren weer uitgestapt: Metabolix en ADM kondigde in 2006 aan een fabriek (50kton/jaar) voor de productie van PHA te gaan bouwen⁴, maar begin 2012 werden deze plannen weer opgeheven⁵.

Variëteit onder verschillende PHA's (F4b & F2)

PHA wordt voornamelijk gepositioneerd en geprezen als een natuurlijk bio-degradeerbaar materiaal, maar verschillende typen PHA kunnen sterk variëren in hun eigenschappen. Zo zijn er ook PHA's die sterk vergelijkbaar zijn met PE en PP. Vanuit wetenschappelijk perspectief is er nog weinig kennis over de verschillende materiaaleigenschappen van PHA's⁶.

1. <https://en.paques.nl/mediadepot/901621758270/PHA2USEDutchpressrelease.pdf>
2. <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/dordrecht-krijgt-phbv-bioplactic-proeffabriek/>
3. <https://afvalonline.nl/bericht/36238/pha-demonstratiefabriek-hvc-dordrecht-geopend>
4. <https://www.adm.com/en-us/news/news-releases/2006/2/adm-and-metabolix-announce-first-commercial-plant-for-pha-natural-plastics/>
5. <https://www.ptonline.com/articles/metabolix-adm-end-telles-joint-venture>
6. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/nieuwe-kansen-voor-pha/>

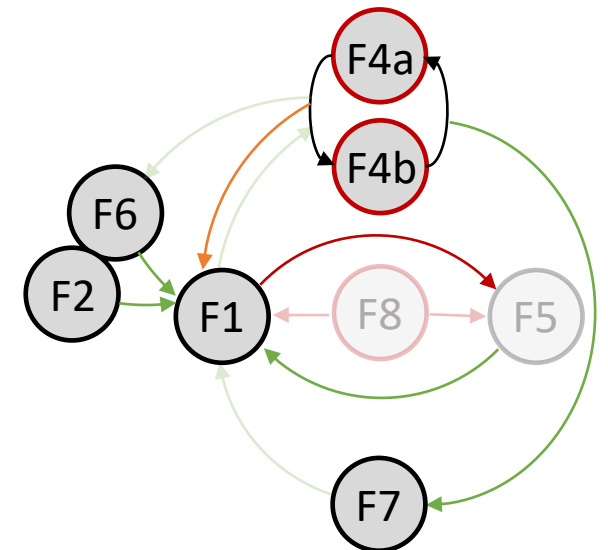


4. ... en veel ruimte voor R&D (F2)

Nationale en Internationale kennisontwikkeling (F2)

Om deze benodigde kennisbasis op te bouwen worden er veel onderzoeksprojecten opgezet en uitgevoerd. Veel Europese projecten onder Horizon2020 richten zich onder andere op toepassingen, recycling en productie uit reststromen. Hieronder enkele voorbeelden afkomstig uit de RVO database:

- Project Circulaire biopolymeren waardeketen voor PHA en Cellulose (2018): Het project valt onder een samenwerkingsverband tussen de Rijksuniversiteit Groningen en de Noordelijke Hogescholen genaamd BERNN. BERNN heeft als doel om Noord-Nederland een sterke positie te geven binnen de Biobased Economy^{1,2}. Het project poogt kansrijke bacteriën voor de productie van PHA te identificeren en is het rDNA van deze bacteriën te in kaart te brengen. Verder wordt gekeken naar de recyclebaarheid van PHA (wat tegen lijkt te vallen door afnemende treksterkte van het materiaal tijdens het recycling proces) en degradeerbaarheid ten opzichte van ander bio-plastics. Alle projecten van BERNN worden gebundeld in een open-access database³. (F8)
- Internationaal project NENU2PHAR: Dit project is een samenwerking tussen 17 partners met als doel om de productiecapaciteit van PHA op te schalen en acht op PHA gebaseerde producten te ontwerpen en produceren. Deze worden vervolgens vergeleken met hun fossiele alternatieven.
- Project WOW! - Wider business Opportunities for raw materials from Waste water (sewage)⁴: Het WOW! Project is een Noord-West Europees consortium met als doel het financieren van onderzoeksprojecten en het koppelen van vraag en aanbod voor PHA.



1. <https://www.hanze.nl/nld/onderzoek/kenniscentra/kenniscentrum-biobased-economy/lectoraten/lectoraten/biobased-ingredients/circulaire-waardeketens-biopolymeren>

2. <https://www.bernn.nl>

3. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/nieuwe-ontwikkelingen-op-het-gebied-van-pha/>

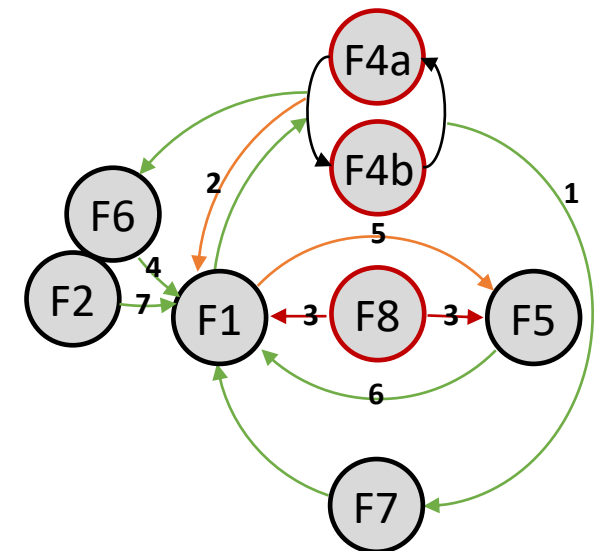
4. <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/wow-wider-business-opportunities-for-raw-materials-from-wastewater/>

Innovatiemotor & Interacties

1. PHA wordt door sommige verwacht een bijdrage te kunnen leveren aan de plastic vervuiling problematiek aangezien het onder natuurlijke omstandigheden (bodem en water) kan degraderen.
2. Het is nog onduidelijk welke toepassingen optimaal zijn voor een plastic dat kan degraderen onder natuurlijke omstandigheden, aangezien de producten gematched moeten worden met de natuurlijke omstandigheden waarin ze gebruikt worden of na afdanking belanden. PHA staat nog niet op de radar van veel actoren en wordt slecht vertegenwoordigd
3. Afvalstromen kunnen gebruikt worden als grondstof in de productie van PHA en concurreert daardoor niet met voedselproductie
4. PHA uit slib en rioolwater zit in de demonstratiefase, maar mondiaal is PHA uit suiker goed beschikbaar.
5. De marktpotentie van PHA wordt hoog ingeschat
6. Binnen Nederlandse en Europese projecten wordt onderzocht hoe PHA grootschalig te produceren en te verbeteren

Cijfers in het figuur nummeren de beschreven interacties tussen de functies

Innovatiemotor



Conclusies PHA

Met het Afvalfonds Verpakkingen, KIDV, Vereniging Afvalbedrijven en PHA-producenten kan gekeken worden naar de snelle biodegradeer/composteer tijden om specifieke toepassingen te identificeren waarin dit wenselijk is. Deze toepassingen kunnen op worden genomen in de Groene en Orange Lijst, maar daarnaast biedt PHA ook kansen voor het tegengaan van plasticstromen die vaak in de natuurlijke omgeving belanden, zoals fastfood-verpakkingen, door korte composteertijden onder natuurlijke omstandigheden. Desondanks blijft het onwenselijk dat (natuurlijk afbreekbare) plastics in de natuur belanden en zal dit actief moeten worden tegengaan.

Er gaan dingen goed:

- **Hoge verwachtingen (F4)**
PHA wordt gezien als een materiaal dat een bijdragen kan leveren aan het tegengaan van de negatieve effecten van plastic vervuilingen. Verder zijn actoren positief gestemd over de mogelijke eigenschappen van PHA.
- **Geen grote barrières in het systeem**
Het innovatiesysteem omtrent PHA functioneert redelijk: Kennisontwikkeling in de vorm van onderzoek loopt goed, productiefaciliteiten zijn mondiaal aanwezig, er wordt geëxperimenteerd binnen Nederland.

Maar kan verbeteren op:

- **Ondervertegenwoordigd in landschap (F8)**
De belangen voor actoren gefocust op PHA worden slecht vertegenwoordigd in de Nederlandse Missie Arena en kunnen zo weinig sturing geven binnen de transitie
- **Nog geen richting gegeven voor PHA (F5)**
Naast eerste applicaties in land- en tuinbouw wordt nog gezocht naar geschikte toepassingen voor PHA. De kostprijs is nog te hoog.

DROP-INS

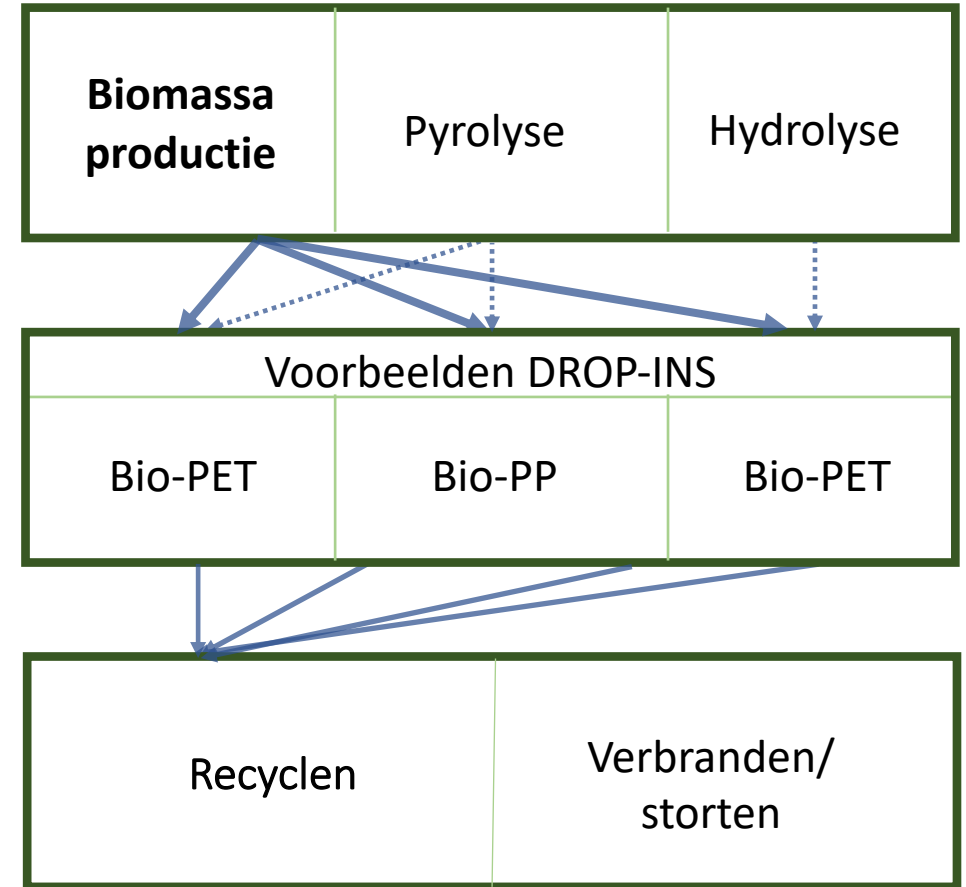


Overzicht huidige systeem DROP-INS

Drop-ins zijn mechanisch en chemisch identiek aan hun fossiele alternatieven en kunnen dus gebruik maken van dezelfde infrastructuur (C, D, F, M). Hierdoor kunnen de drop-ins mee worden gerecycled met de grote PET, PP en PE stromen en worden de materialen in de cyclus gehouden.

Hetzelfde geldt voor de productie van drop-ins. Vooral grotere gevestigde partijen, zoals Dow Chemiclax, Braskem, Sabic en Shell produceren drop-ins en massabalans bioplastics. Bijvoorbeeld, Sabic mengt tallolie bij aan hun krakers in de productie van gecertificeerd biobased PE en PP¹. Wel zijn dit nog maar hele kleine fracties ten opzichte van de gebruikte hoeveelheden fossiele grondstoffen.

Niet alle vormen van biomassa, waaronder tallolie, zijn zonder modificatie toe te voegen aan de krakers. De meeste biomassa is “vervuild” met atomen (zoals zuurstof) die niet gebruikt kunnen worden in de productie van PE en PP. Na pyrolyse en gehydrogeneerd te worden, kan biomassa wel bijgemengd worden. Deze stappen zijn echter zeer energie intensief en duur waardoor de inzet van biomassa in drop-ins momenteel niet rendabel is.



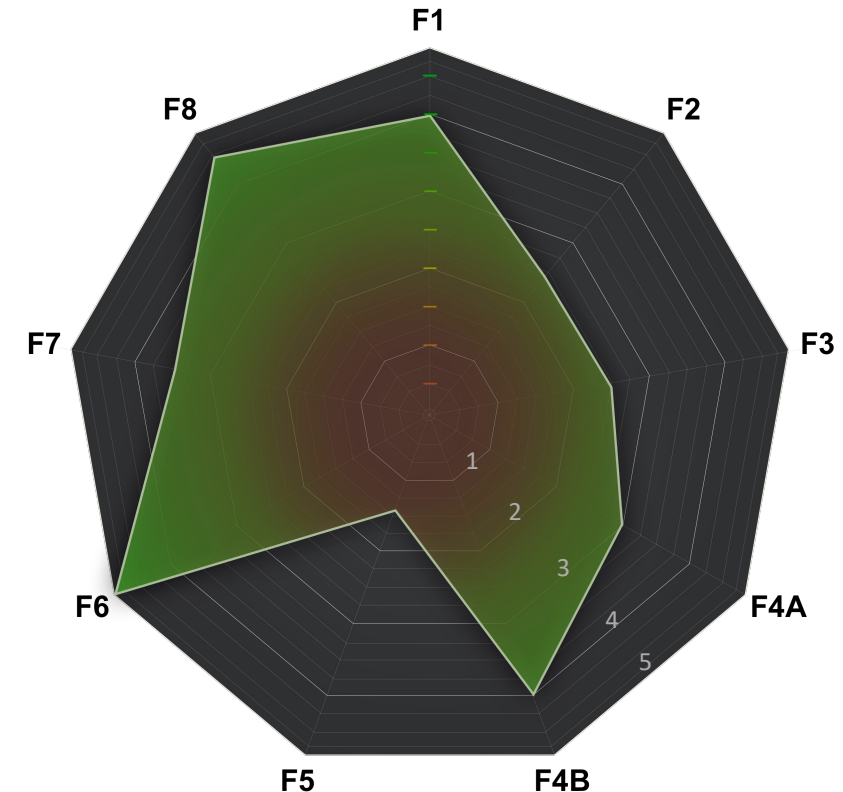
Figuur 12: Visuele weergave van keten van Drop-ins

1. <https://www.vnci.nl/chemie-magazine/actueel/artikel?newsitemid=5808193536&title=alternatieve-koolstof-niet-fossiele-grondstoffen-onmisbaar-voor-behalen-klimaatdoelen>

Scores Functies Drop-ins

Zoals aangegeven op slide 37 zitten drop-ins in de Take-off fase. De functies *Creëren en weghalen van legitimiteit (F7)*, *Experimenteren door ondernemers (F1)* en *Markt ontwikkelen en afbouwen (F5)* staan hierin centraal. Het goed functioneren van deze functies is essentieel voor de verdere ontwikkeling van het innovatiesysteem. De scores en argumentatie worden verder toegelicht op slide 90 tot 96.

- **F1 (goed): Gevestigde producenten van conventionele plastics experimenteren met het bijmengen van biomassa. Ook komen nieuwe actoren op die drop-ins produceren vanuit 100% biomassa**
- F2 (matig): Kennisontwikkeling is gering aangezien drop-ins aansluiten op het huidige systeem. Dit verlaagt de noodzaak voor haalbaarheidstudies en productontwikkeling.
- F3 (matig): Congressen over bio-plastics zijn veelvuldig aanwezig. Drop-ins hebben hier niet een hoofdrol
- F4 (goed): Voor drop-ins is duidelijk in welke toepassingen ze gebruikt kunnen worden. Hierdoor zijn de verwachtingen consistent en positief
- **F5 (slecht): Drop-ins zijn gemiddeld twee keer zo duur als fossiele alternatieven (geldt ook voor novels). Binnen de EU wordt gespeculeerd over een bijmengverplichting.**
- F6 (goed): Drop-ins kunnen gebruik maken van de huidige plastic productie infrastructuur. Infrastructuur voor het gereed maken van biomassa ontbreekt.
- **F7 (goed): Omdat drop-ins identiek zijn aan de bekende fossiele kunststoffen worden ze gezien als betrouwbaar**
- F8 (goed): Actoren omtrent conventionele plastic zijn goed georganiseerd. Drop-ins kunnen hiervan profiteren

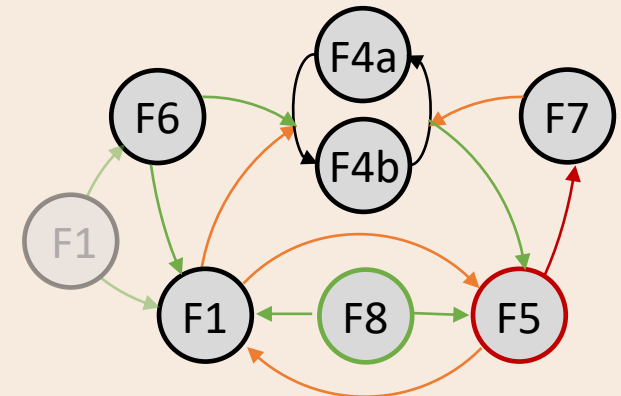


Figuur 13: Spindigram met de scores van Drop-ins op de MIS functies. Een functie met een score van 1 werkt sterk belemmerend en een score van 5 indiceert een goed presterende versnellende functie.

Belangrijkste Observaties DROP-INS

1. Drop-ins sluiten aan bij de huidige infrastructuur waardoor de potentiële markt groot is (F5); markt is nu echter nog klein door hogere kosten en beperkte beschikbaarheid duurzaam geproduceerde geschikte biomassa.
2. Gevestigde grote partijen investeren in en experimenteren met drop-ins (F1)
3. Weinig zicht op volume drop-ins in de markt en de gebruikte grondstoffen in de productie. (F5)

Innovatiemotor



De innovatiemotor voor drop-in wordt gekarakteriseerd door een slecht functionerende markt. Ondanks de positieve verwachtingen, mede doordat drop-ins aansluiten bij de huidige infrastructuur, treed er een versnelling op in marktgroei. De innovatiemotor en de aangegeven interacties worden samengevat op slide 93

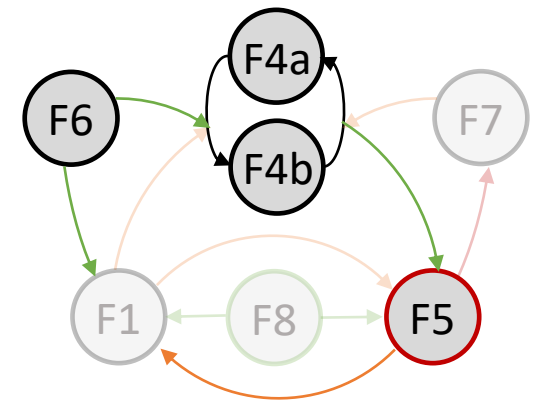
1. Aansluiting bij huidige systeem... (F5)

Groot markt potentieel (F5)

Drop-ins zouden het volledige marktaandeel van fossiele plastics kunnen overnemen, omdat ze fossiele plastics rechtstreeks kunnen vervangen. Ter illustratie, het aandeel PE in de Europese markt is 30% (voornamelijk in verpakkingen). Bio-PE kan PE vervangen wat alleen al binnen Nederland een vraag van 740 kton/jaar zou creëren¹. Om dit in perspectief te plaatsen, Dow Chemicals produceert in Nederland al jaarlijks 1 miljoen ton PE. Echter wordt dit grotendeels afgezet buiten Nederland (V).

Duurder (F5)

Momenteel zijn drop-ins echter gemiddeld twee keer zo duur als hun fossiele alternatief. Het Actieplan Biobased Plastics benoemt dit als de grootste belemmering voor bio-plastics. Volgens het Actieplan is het cruciaal dat milieunadelen, zoals CO₂ uitstoot, in de prijs worden opgenomen van fossiele plastics. Op deze manier worden fossiele plastics duurder en bio-plastics goedkoper, wat een gelijk speelveld zou creëren. Verder wordt het gebruik van biomassa en de concurrentie van drop-ins met voedselproductie gezien als een grote belemmering in de adoptie van drop-ins.



Tabel 5: Prijs bio-plastics ten opzichte van fossiel alternatief. Overgenomen van WUR (2017)

Bio-plastic	Prijs (€/ton)	Fossiel alternatief	Prijs (€/ton)	Vershil (€/ton)	Relatief verschil
Bio-PE	1.755	(LD)PE	1.350	405	1,3
Bio-PP	2.090	PP	1.100	990	1,9

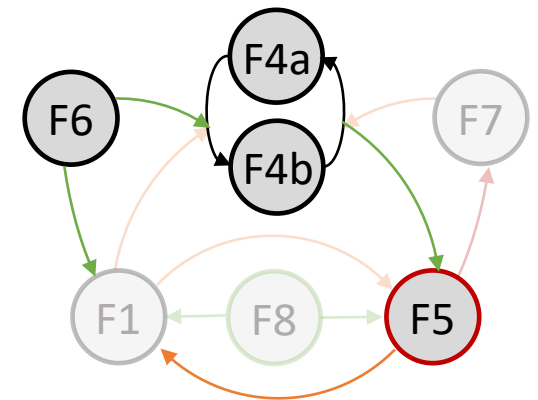
1. Actieplan Biobased kunststoffen
2. Van den Oever, M., Molenveld, K., van der Zee, M., & Bos, H. (2017). *Bio-based and biodegradable plastics: facts and figures: focus on food packaging in the Netherlands* (No. 1722). Wageningen Food & Biobased Research.

1. ... maar hogere prijs (F5)

Er worden meerdere redenen genoemd voor de hoge prijzen van drop-ins en bio-plastics in het algemeen. Op de vorige slide werd genoemd dat het meerekenen van negatieve milieueffecten in de prijs van plastics duurzamere plastics goedkoper kunnen maken ten opzichte van fossiele alternatieven.

Chemisch gezien is het maken van PE en PP uit biomassa niet handig. PE en PP zijn polymeren die geen zuurstofatomen bevatten. Biomassa daarentegen bevat veel zuurstofatomen. Deze dienen dan ook verwijderd te worden wat gepaard gaat met kosten en met emissie van CO₂. PLA, PHA en PEF daarentegen bevatten wel zuurstofatomen en zijn daarom veel logischer te produceren uit biomassa.

Ook profiteren conventionele plastics van schaalvoordelen (economies of scale) die de prijs verlagen (bron: validatieworkshop) ten opzichte van drop ins.

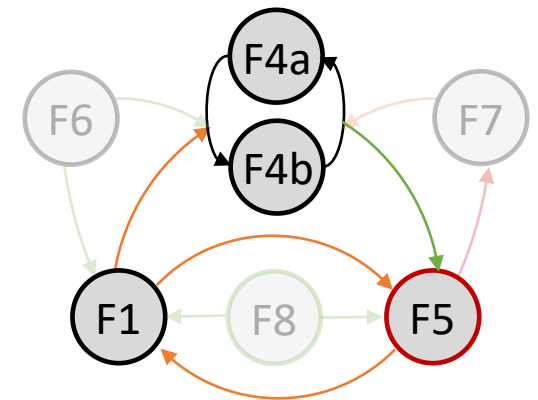


2. Gevestigde partijen doen mee (F1)

Gevestigde partijen stappen in (F1)

Voor gevestigde actoren in de kunststofketen is het relatief makkelijk om mee te gaan in de transitie naar bio-plastic. Deze actoren beschikken over infrastructuur, ontworpen voor de productie van fossiele plastics, die gebruikt kan worden voor de productie van drop-ins. Opschalen kan dus relatief eenvoudig terwijl voor andere bio-plastics het nog nodig is om productiecapaciteit op te bouwen, uit te breiden en op te schalen (er worden nieuwe fabrieken gebouwd voor PLA, PEF en PHA).

Daarnaast is het inzetten op drop-ins voor gevestigde partijen gunstig om een continuering van hun (plastic) producten en soepele transitie te garanderen. De marktvraag blijft zo gecentreerd rond de materialen die al op grote schaal geproduceerd worden.



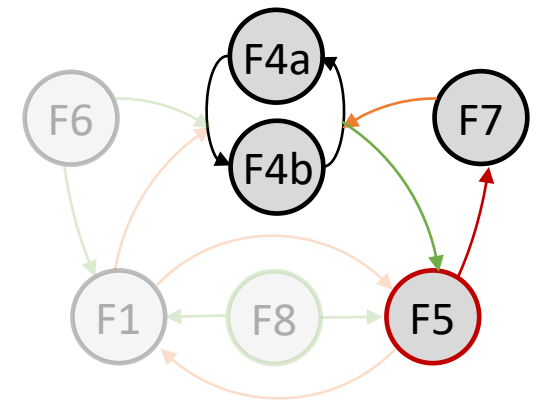
3. Onzichtbare stromen in de markt (F5)

Identiek, dus onzichtbaar

Drop-ins kennen meerdere voordelen omdat ze identiek zijn aan conventionele plastics (zie vorige slides), maar dit maakt ze ook niet te onderscheiden van hun fossiele tegenhangers. Doordat biomassa wordt bijgemengd en zowel drop-ins als gecertificeerd biobased plastics kunnen worden vermengd met de fossiele tegenhangers, 'verdwijnen' deze stromen in de economie en zijn ze moeilijker traceerbaar. Dit is één van de grote voordelen van drop-ins, maar wordt niet altijd begrepen/gewaardeerd door sommige actoren (zie volgende alinea).

Onzichtbaarheid is verwarrend (F5 & F7)

Het principe van massabalans en gecertificeerde bioplastics wordt niet altijd gewaardeerd (en zelden begrepen) door de afnemer vanuit de perceptie dat "je weet niet wat je krijgt" (E, G). Ook hebben drop-ins een verwarrende werking op de consument. Claims, zoals "dit product bevat x% bio-plastic", worden ervaren als tegenstrijdig en verwarrend door de consument. Consumenten hebben (veelal in afvalscheiding) te horen gekregen dat bio-plastics en conventionele fossiel plastics niet te combineren zijn en gescheiden moeten blijven. Omdat de notie van een drop-in (of gecertificeerd biobased plastic) niet begrepen wordt, klinkt het combineren/mengen van fossiele en biobased plastics verkeerd in de perceptie van de consument (B, F, G).



3. Onzichtbare stromen in de markt (F5)

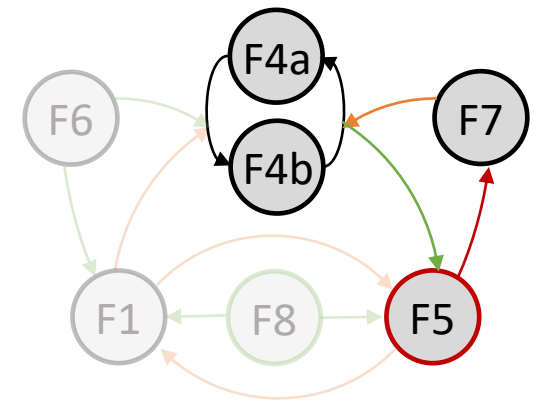
Nieuwe standaarden

Green Deal Groencertificaten (F5)

De verwarring van de consument omtrent bio-plastics en het gebruik van wisselende claims/standaarden, is een bekend probleem binnen de sector. De Green Deal Groencertificaten¹ introduceert een verificatiemethodiek om aan te tonen dat de verkregen kunststof daadwerkelijk van biomassa is gemaakt en verifieert dat de gebruikte biomassa voldoet aan de eisen die de Europese Unie aan biomassa stelt (Renewable Energy Directive - RED2). Ook in de RVO database en vakbladen komen projecten voor die zich richten op het probleem van verwarring omtrent standaarden. Een voorbeeld hiervan is het Europese project BIOVOICES (2017-2020) wat streefde het afvalbeheersysteem voor burgers te vereenvoudigen en het aantal logo's te verminderen. Europese inzamel labels voor bio-plastics op basisschool niveau was het doel. Een dergelijk systeem is nog niet doorgevoerd op de Europese markt.

ISCC PLUS

In 2012 is het International Sustainability and Carbon Certification System PLUS gestart. Van origine was het ISCC een certificeringsschema voor biobrandstoffen. Het ISCC PLUS stelt eisen aan biomaterialen, bio-plastics, voedsel en diervoeders. Deze eisen hebben zowel betrekking op de productie van biomassa als traceerbaarheid van gecertificeerde landbouwproducten en alle intermediaire en finale producten in de keten². Dit systeem is niet ontworpen om specifieke volumes biomassa te traceren maar pogen het gebruik van biomassa betrouwbaar en inzichtelijk te maken. Zo is massabalans ook toegestaan, wat biomassa en andere grondstoffen enkel op papier uit elkaar kan houden.



1. www.greendeal-groencertificaten.nl

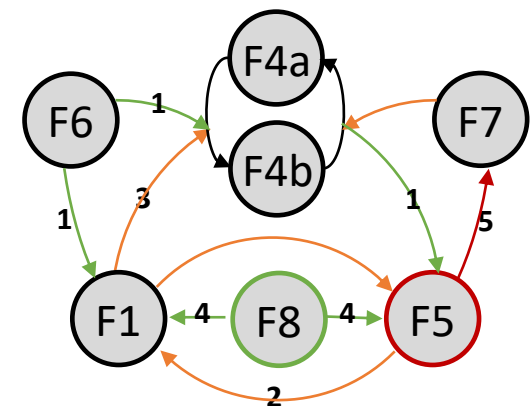
2. <https://hollandbioplastics.nl/certificering/>

Innovatiemotor & Interacties

1. Drop-ins sluiten naadloos aan op de huidige infrastructuur, kunnen conventionele plastics direct vervangen in dezelfde toepassingen en hebben dus een grote markt om te bedienen.
2. Drop-ins zijn duurder dan hun fossiele alternatief
3. Gevestigde partijen experimenteren met drop-ins. Hun huidige infrastructuur kan hiervoor gebruikt worden en de marktvraag naar hun materialen blijft zo hoog
4. Deze gevestigde partijen nemen deel aan de sturende coalities en zijn goed vertegenwoordigd d.m.v. brancheverenigingen
5. Drop-ins zijn niet te onderscheiden van conventionele plastics wat voor verwarring zorgt.
6. Biomassa is als grondstof eigenlijk niet logisch voor de productie van PE en PP. Biomassa leent zich chemisch veel beter voor de productie van polyesters zoals PEF en PET. Als er echt grootschalig overgegaan wordt op biomassa als grondstof voor de productie van plastics dan is het chemisch gezien veel logischer om plastics te ontwikkelen die passen bij de chemische eigenschappen van biomassa.

Cijfers in het figuur nummeren de beschreven interacties tussen de functies

Innovatiemotor



Conclusie DROP-INS

In het Actieplan wordt inzetten op drop-ins, waar dat mogelijk is, beschreven als het plukken van laaghangend fruit om snel het percentage biobased kunststoffen te laten toenemen. De hogere kosten, lage marktvraag, sterk gelimiteerd aanbod en onduidelijkheid over de competitie van de gebruikte grondstoffen in de productie met voedselproductie zijn de grootste barrières. Bijmengverplichtingen van biomassa, zoals nu ook besproken op Europees niveau, en het creëren van standaarden die ook traceerbaarheid van de grondstoffen in acht nemen (F5 Markt ontwikkelen en afbouwen) kunnen interventiepunten zijn om de adoptie te versnellen. Hierbij kan gekeken worden naar het institutionele landschap opgezet voor het bijmengen van bio-brandstof. Ook is noodzakelijk om verder onderzoek te doen welke bio-plastics het meest efficiënt geproduceerd kunnen worden uit biomassa.

Er gaan dingen goed

- **Korte termijn winst (F4)**
Omdat drop-ins fossiele plastic direct kunnen vervangen waarmee een grote markt voor drop-ins beschikbaar is. Hiermee zijn drop-ins een relatief makkelijke eerste stap naar het opschalen van bio-plastics.
- **Institutionele landschap over te nemen van biobrandstoffen (F4 & F8)**
In het opzetten van de institutionele omgeving voor drop-ins kan gekeken worden naar de institutionele omgeving zoals gecreëerd voor biobrandstoffen. Bijmengverplichtingen en (massabalans)certificering zijn reeds ontworpen voor biobrandstoffen en kunnen op soortgelijke manier toegepast worden op drop-ins.

Maar kan verbeteren op:

- **Traceerbaarheid/transparantie laag (F5)**
Om de adoptie van drop-ins te stimuleren moet kunnen worden gegarandeerd dat de gebruikte biomassa niet in competitie is met voedselproductie en zal de beschikbaarheid van duurzaam geproduceerde biomassa verbetert moeten worden. Hiervoor is onder andere certificering en traceerbaarheid nodig.
- **Hoge kosten (F5)**
Ondanks dat drop-ins gebruikt kunnen worden in dezelfde toepassingen als fossiele alternatieven, zijn ze niet vergelijkbaar betreffende prijs. Drop-ins zijn gemiddeld twee keer zo duur dan fossiele alternatieven wat marktgroei limiteert.
- **Drop-ins zijn enkel een eindoplossing als bijmengen met fossiele grondstoffen stopt (F6)**
Zolang drop-ins geproduceerd worden door het bijmengen van biomassa blijft de productie afhankelijk van fossiele grondstoffen. De vraag of genoeg biomassa kan worden vrijgemaakt voor de productie van drop-ins (slechtere conversie-ratio dan novels en veelal maar beperkt beschikbare oliën in plaats van suikers) blijft onbeantwoord.

3.5

INTERACTIES IN HET INNOVATIESSTEEM

Bio-plastics vs Plastic recycling

De transitie naar een duurzame kunststofketen is breder dan enkel het opschalen van bio-plastics. Deze transitie en de rol die bio-plastics daarin kunnen vervullen worden zo ook beschreven in meerder Transitie Agenda's, namelijk: TA Biomassa en Voedsel, TA Kunststoffen en TA Consumptiegoederen. Deze documenten beschrijven en agenderen andere transitiepaden, zoals "Plastic recycling", die aandacht en concurreren om middelen met bio-plastics. Zo kan gesteld worden dat bio-plastics en plastic recycling concurreren om middelen en investeringen.

- **"Bio-plastics" en "Plastic recycling"**

Een terugkerend thema in deze analyse is de verwarring onder verschillende type actoren omtrent bio-plastics. Deze verwarring heeft in het verleden geleid tot conflicten tussen actoren en verwarring van de consument. Innovatieactiviteiten hebben ervoor gezorgd dat deze verwarring af is genomen, maar onduidelijkheid en spanningen zijn nog steeds aanwezig in de sector

- "De branchevereniging HollandBioplastics meldt een nieuw dieptepunt in de campagne tegen bio-plastics van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV). Deze organisatie promoot recycling van fossiele kunststoffen door biobased plastics te bekritisieren in het AH-blad Allerhande." – Agro&Chemie¹

- **Liever recyclaat dan bio-plastic**

Verpakkers verkiezen het gebruik van gerecycled plastic over bio-plastics. Claims en standaarden worden niet begrepen door de consument waardoor bio-plastics niet begrepen en gewaardeerd worden. "Ik kan het de klant niet uitleggen, maar recyclen snapt iedereen" (G). Daarbij komt dat bio-plastics momenteel bedrijven verhinderen hun recycling doelstellingen te halen. Het toepassen van recyclaat wordt dan gezien als een beter, makkelijker, begrijpelijker alternatieve strategie binnen de circulaire economie. Sommige actoren redeneren zelfs dat bio-plastics niet in een circulaire economie passen.

Een voorbeeld hiervan is Coca Cola's overstap van de plantbottle naar een fles gemaakt van gerecycled plastic en/of papier^{2,3}. Na een jarenlang innovatietraject, met onder andere Avantium, voor de ontwikkeling van een fles gemaakt van PEF of bio-PET, heeft Coca Cola nu aangekondigd in haar vernieuwde sustainable packaging strategy in te willen zetten op gerecycled materiaal. Geschat wordt dat ook Coca Cola haar branding liever vormgeeft aan de hand van recyclaat dan bio-plastics (L).

1. <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/recycleerders-fossiele-kunststoffen-voeren-campagne-tegen-bioplastics/>

2. <https://www.packworld.com/issues/sustainability/article/21271681/cocacola-transitions-brands-to-100-rpet-unveils-new-sipsize-bottle>

3. <https://www.coca-cola.eu/news/supporting-environment/why-were-sharing-our-plantbottle-technology-with-the-world>

Padafhankelijkheden

Actoren betrokken bij novels geven aan een bias te ervaren richting het toepassen van recyclaat en drop-ins. Ondanks dat deze transitieroutes belangrijk zullen zijn in de transitie naar een circulaire economie, nemen deze routes aandacht en momentum weg van het ontwikkelen en adopteren van bio-plastics.

Polyolefinen

De focus op recyclaat en drop-ins vanuit het huidige systeem valt te verklaren doordat deze routes een continuering van het huidige systeem waarborgen (L, M, O, P). Waar novels marktaandeel van conventionele plastics (zoals PP en PE) zullen wegnemen, zullen drop-ins deze versterken (zie slide 93). Actoren betrokken bij novels opperen dat dit onwenselijk is en een overstap gemaakt moet worden naar polyesters (N, P, S). Dit zal per case en toepassing bekeken moeten worden. Polyolefinen, zoals PE en PP, bestaan voornamelijk uit C-H verbindingen. In de productie moeten de zuurstofmoleculen (O) worden verwijderd die vervolgens worden uitgestoten als CO₂. Novel bio-plastics kunnen wel gebruik maken van de zuurstofmoleculen in biomassa (polyesters). Daardoor is de conversie-ratio van biomassa naar plastic voor bijvoorbeeld PLA gunstiger dan voor bio-PE. De productie van polyolefinen uit biomassa zou hierdoor extra CO₂ uitstoten omdat biomassa rijk is aan zuurstofmoleculen. Er moet beter gekeken worden naar grondstoffen en efficiënte omzettingen naar producten.

Voor het versnellen van de transitie naar een circulaire economie en het verhogen van het marktaandeel bio-plastics zijn het toepassen van recyclaat en het opschalen van drop-ins belangrijke routes omdat ze compatibel zijn met het huidige systeem. Coördinatie van de transitie en afstemming tussen de transitieroutes drop-ins, toepassen van recyclaat en novels moet waarborgen dat verdere ontwikkeling van novels niet belemmerd wordt.

04

CONCLUSIE



Conclusie PLA

De Nederlandse overheid poogt opnieuw richting te creëren voor bio-plastics door middel van kamerbrieven, acties zoals de groene lijst voortkomend uit het Actieplan Biobased Kunststoffen en mogelijke verboden dan wel stimuleringskansen. Kritiek vanuit de sector zal duiden of de aangegeven richting gewenst is. Tegelijkertijd zijn er toepassingen gevonden die wel succesvol zijn geïntroduceerd in Nederland (zoals landbouwfolie en composteerbare afvalzakken). Onderzoek, duidelijk beleid en experimenteren moet uitwijzen welke toepassingen nog meer gewenst zijn om de gestelde doelen te behalen.

Het verder identificeren van gewenste toepassingen kan ertoe leiden dat het marktvolume PLA toeneemt. Het gebrekkige volume wordt aangewezen als de grootste barrière om PLA niet apart uit te sorteren en te recyclen. Ook lijken actoren in oude conflicten te blijven hangen waardoor discussies en weerstand blijven opkomen. Dit wordt mede gevoed door een sterke fossiele lobby. Het Actieplan Biobased Kunststoffen oppert partijen zoals het Afvalfonds Verpakkingen, KIDV en Vereniging Afvalbedrijven een traject moeten starten om te komen tot sorteerspecificaties voor novel bio-plastics. PLA is hierin een logisch startpunt.

Alom lijkt PLA de best presterende bio-plastic in de huidige markt qua eigenschappen, prijs en toepassingsmogelijkheden. De negatieve percepties op PLA vanuit sommige actoren, echter, belemmerd de groei en adoptie. De recente kamerbrieven en het Actieplan Biobased Kunststoffen hebben een eerste aanzet gedaan in het bieden van duidelijkheid omtrent PLA. Door het creëren van reële verwachtingen (F4 Creëren van Directionaliteit) kan losgebroken worden van percepties uit het belemmerende verleden (F7 Creëren van Legitimiteit).

Conclusie PEF

Het innovatiesysteem van PEF is ontwikkeling. Zo is er veel aandacht voor actoren gefocust op PEF in de media en op conferenties. Vanuit de sector zijn nog weinig voorbereidende acties waar te nemen om PEF te integreren in het systeem. Anticipatie op een toename in vraag, aanbod, en noodzaak voor einde-levens-opties ontbreekt. Wel wordt geëxperimenteerd met /gesproken over het recyclen van PEF in PET installaties. Dit is begrijpelijk gezien de vroege fase van ontwikkeling van dit materiaal. Opschaling zal nodig zijn voor PEF maar hier worden investeringen in gedaan.

Nederland speelt een centrale rol in de ontwikkeling en productie van PEF. Met Avantium als centrale Nederlandse partij in het innovatiesysteem, kunnen nationale kansen worden gecreëerd door middel van groene industrie politiek¹. Door deze Nederlandse industrie te stimuleren wordt gelijktijdig de transitie naar een circulaire kunststofketen versneld.

1. <https://nos.nl/artikel/2386603-groene-industriepolitiek-is-goed-voor-nederland-zeggen-vvd-en-cda>

Conclusies PHA

Doordat PHA onder de juiste natuurlijke omstandigheden kan degraderen, zien verschillende actoren potentie in het materiaal (F4). Binnen Nederland wordt sterk geëxperimenteerd met de productie van PHA uit rioolslib en wordt veel kennis ontwikkeld op dit thema is verschillende coalities en onderzoeksgroepen (F1, F2). Er moet nog gezocht worden naar wat de beste toepassingen zijn voor de biodegradeerbare eigenschappen van PHA

Met het Afvalfonds Verpakkingen, KIDV, Vereniging Afvalbedrijven en PHA-producenten kan gekeken worden naar de snelle biodegradeer/composteer tijden om specifieke toepassingen te identificeren waarin dit wenselijk is. Deze toepassingen kunnen op worden genomen in de Groene en Orange Lijst, maar daarnaast biedt PHA ook kansen voor het tegengaan van plasticstromen die vaak in de natuurlijke omgeving belanden, zoals fastfood-verpakkingen, door korte composteertijden onder natuurlijke omstandigheden. Desondanks blijft het onwenselijk dat (natuurlijk afbreekbare) plastics in de natuur belanden en zal dit actief moeten worden tegengaan.

Conclusie DROP-INS

In het Actieplan wordt inzetten op drop-ins, waar dat mogelijk is, beschreven als het plukken van laaghangend fruit om snel het percentage biobased kunststoffen te laten toenemen. Omdat drop-ins fossiele plastic direct kunnen vervangen waarmee een grote markt voor drop-ins beschikbaar is. Hiermee zijn drop-ins een relatief makkelijke eerste stap naar het opschalen van bio-plastics. Desondanks zijn Drop-ins niet vergelijkbaar met fossiel plastics betreffende prijs. Drop-ins zijn gemiddeld twee keer zo duur dan fossiele alternatieven wat marktgroei limiteert. Ook zijn de lage marktvraag, sterk gelimiteerd aanbod en onduidelijkheid over de competitie van de gebruikte grondstoffen in de productie met voedselproductie zijn nog grote barrières in het adoptieproces.

Bijmengverplichtingen van biomassa, zoals nu ook besproken op Europees niveau, en het creëren van standaarden die ook traceerbaarheid van de grondstoffen in acht nemen (F5 Markt ontwikkelen en afbouwen) kunnen interventiepunten zijn om de adoptie te versnellen. Hierbij kan gekeken worden naar het institutionele landschap opgezet voor het bijmengen van bio-brandstof.

Ook is noodzakelijk om verder onderzoek te doen welke bio-plastics het meest efficiënt geproduceerd kunnen worden uit biomassa. De vraag of genoeg biomassa kan worden vrijgemaakt voor de productie van drop-ins (slechtere conversie-ratio dan novels en veelal maar beperkt beschikbare oliën in plaats van suikers) blijft onbeantwoord.

Conclusie Missie Voortgang

Nederland heeft haarzelf het doel gesteld om tegen 2050 volledig circulair te zijn. Hierbinnen is specifiek voor de kunststofketen de missie opgesteld om in 2050 enkel nog virgin plastic te produceren uit hernieuwbaar materiaal. Voor het behalen van deze missie is een volledige overstap naar bio-plastics dus onvermijdelijk en zal actie moeten worden genomen om deze doelen te kunnen realiseren.

Momenteel wordt dit eindbeeld en deze urgentie niet gedragen door de sector. De meeste aandacht gaat uit naar het recyclen van huidige fossiele kunststofstromen. Deze focus gaat ten koste van middelen en momentum bij de ontwikkeling en opschaling van bio-plastics. In deze analyse zijn hiervoor meerdere verklaringen aangedragen. Zo heerst er verwarring over hoe de verschillende typen bio-plastics kunnen bijdragen aan verschillende (maatschappelijke) problemen, worden de conventionele plastic beter vertegenwoordigd dan bio-plastics in de Missie Arena, zijn bio-plastics duurder dan alternatieven, moet worden onderzocht welke bio-plastics het meest efficiënt te produceren zijn uit biomassa, en kampt het huidige innovatiesysteem met een belemmerde geschiedenis waarin polarisatie en verwarring is ontstaan. Momenteel wordt er geen markt gecreëerd middels tariefdifferentiatie door het afvalfonds verpakkingen.

Tegelijkertijd werkt het ontbreken van recycling als een vertragende factor in de adoptie van bio-plastics¹. Uitsortering en recycling wordt pas ingericht voor bio-plastics nadat er een rendabel volume beschikbaar is en aangezien volume weer afhankelijk is van recycling ontstaat een catch 22. Dit werkt dit sterk belemmerend voor de verdere ontwikkeling van het innovatiesysteem. Inzetten op het opbouwen van recycling infrastructuur kan de transitie dus versnellen

Toch geven meerdere actoren desalniettemin aan vertrouwen te hebben in de missie mits er de komende jaren versneld wordt in het wegnemen van prominente belemmeringen binnen de sector.

Sterke directionaiteit en sturing

Sterke directionaiteit en sturing voor de kunststofketen kan deze belemmeringen wegnemen. Er is een roadmap naar 2050 nodig waarin tevens wordt gespecificeerd welk type bio-plastics geschikt zijn voor welke toepassingen. Wanneer materiaal op toepassing-niveau worden vergeleken, kan onderzocht worden waar meerwaarde te creëren is. Een cruciale voorwaarde hiervoor is een algemeen geaccepteerde en gestandaardiseerde keten-brede meetmethodiek (zoals LCA) die consistent wordt toegepast en erkend door de sector. Dit is momenteel niet aanwezig maar hier wordt in de EU aan gewerkt.