

VP515: Circulaire plasticnorm

02/2025

Q.M. Cohen | P. van den Heuvel | H. Koops
T. van Harmelen | A. Wypkema

Project nummer: 060.61587

Datum: 20 februari 2025

TNO Classificatie: Publiek

Rapportnummer: TNO 2025 R10439





Inhoudsopgave

1. **Management samenvatting**
2. **Aanleiding & vraagstelling onderzoek**
3. **Stimulans voor inzet circulaire polymeren in alle toepassingen**
 - A. Achtergrond & Scenario's
 - B. Inleiding & onderzoeksopzet
 - I. Sortering & DKR stromen
 - II. Scenario C: Stimulans voor inzet circulaire polymeren in alle toepassingen
 - III. Conclusies
 - C. Scenario D: Differentiatie op basis van CO₂ impact: Inleiding, methode & conclusies
4. **Normhoogte voor circulaire polymeren**
 - A. Vraag 2: Welke hoogte van de normering voor plastics is technisch haalbaar? Zijn er voldoende circulaire (grondstoffen voor) plastics beschikbaar te maken?
 - B. Productie circulaire polymeren EU
 - I. Recyclingcapaciteit Nederland
 - II. Buitenlandse trends wet- en regelgeving
 - C. Conclusie & aanbeveling normhoogte circulaire polymeren
5. **CO₂ impact van inzet circulaire polymeren**
 - A. Vraag 3: CO₂ impact van inzet circulaire polymeren
 - B. Conclusie en aanbeveling CO₂ impact van inzet circulaire polymeren
6. **Nawoord & overige aanbevelingen**
7. **Bronnen**
8. **Ondertekening**
9. **Appendix**
 - Import & export DKR350
 - Internationale DKR specificaties

Management samenvatting 1/8

- In 2023 is door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een wetswijziging voorgesteld van de wet Milieubeheer: een verplichting voor Nederlandse verwerkers om vanaf 2027 een minimum percentage fossiele polymeren te vervangen met gerecyclede of biogebaseerde polymeren in plastic producten: de circulaireplasticnorm. Bij de circulaireplasticnorm wordt een handelssystematiek toegepast: verwerkers ontvangen administratief verhandelbare circulaire plastic eenheden (CPE's) voor het toepassen van 'circulaire polymeren'.
- Om de circulaireplasticnorm zo goed mogelijk te formuleren heeft het Min. I&W TNO gevraagd om haar lopende kennisopbouw in VP Circulaire Economie (P515) te intensiveren op een drietal voor de uitwerking van de circulaireplasticnorm relevante gebieden. Deze zijn, in volgorde van prioriteit, geformuleerd in 3 vragen:
 - Vraag 1** Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?
 - Vraag 2** Welke hoogte van de normering voor plastics is technisch haalbaar? Zijn er voldoende circulaire (grondstoffen voor) plastics beschikbaar te maken?
 - Vraag 3** Wat zijn de defaultwaardes om de CO₂-besparing per kg vervangen fossiele polymeer te berekenen?

Management samenvatting 2/8

Vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

Probleemstelling

- Om te voldoen aan de norm, dienen verwerkers fossiele polymeren te vervangen met “circulaire polymeren”, d.w.z plastic recyclaat en biogebaseerde polymeren, in producten, waarvoor ze administratief handelbare CPE's krijgen toegekend. Verwerkers die meer dan het minimaal verplichte circulaire polymeren toepassen, kunnen hun overschot aan CPE's verkopen aan verwerkers die minder circulaire polymeren toepassen.
- Dit handelssysteem zorgt ervoor dat de norm op de meest kosteneffectieve wijze wordt bereikt. Dit kan twee ongewenste gevolgen hebben voor de productie van plastic producten in Nederland:
 - Ongewenste markteffecten voor de Nederlandse plasticwaardeketen

Nederlandse verwerkers die nu al (op grotere schaal dan verplicht volgens de norm) circulaire polymeren (meestal plastic mixstromen) toepassen in meestal laagwaardige producten (bv bermpaaltjes), worden hierin gestimuleerd door het handelssysteem, want ze kunnen de hen toegekende CPE's verkopen. Hierdoor kan productie van laagwaardige producten in Nederland verder toenemen. Dit kan, bij gelijke productiecapaciteit van Nederlandse verwerkers, leiden tot een afname van het productievolume aan hoogwaardige producten in Nederland.

Om aan de norm te voldoen dienen verwerkers ook in hun hoogwaardige producttoepassingen de vaak duurdere, circulaire polymeren te verwerken. Hierdoor stijgt de prijs van de in Nederland geproduceerde hoogwaardige producten in een markt met internationaal karakter, wat een negatieve impact kan hebben op vraag.

Deze effecten hebben negatieve impact op de concurrentiepositie van Nederlandse verwerkers en daarmee de gehele plastics keten. Het kan ook negatieve invloed hebben op productie van hoogwaardige, innovatieve circulaire polymeertoepassing in Nederland, waardoor Nederland haar huidige voortrekkersrol op dit gebied dreigt te verliezen.
 - Substitutie, leidend tot een plastic productie toename:

Producten die eerst niet van plastic waren (bv. van hout of glas) worden nu wel van plastic gemaakt, om recyclaat te kunnen toepassen en de daarvoor toegekende CPE's te verkopen. Substitutie kan leiden tot een (onnodige) toename van de totale plastic productie.
- Om deze verwachte negatieve gevolgen te mitigeren is er onderzocht hoe de normering zo ingeregeld kan worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te zetten (vraag 1).

*Advanced recycling is de verzamelnaam voor chemische (pyrolyse, depolymerisatie, gasificatie) recycling technologieën en dissolutie: [link naar infographic](#).

Management samenvatting 3/8

Vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

Methode Vraag 1

- Allereerst is onderzocht hoe onderscheid gemaakt kan worden tussen hoogwaardige en laagwaardige toepassingen. Er is geen gestandaardiseerde methode om plastic producten te kwalificeren. Een plastic product heeft veel verschillende specificaties die kunnen bepalen of het een hoog- of laagwaardig product is.
- Er is daarom getracht onderscheid te maken op basis van de kwaliteit van de toegepaste plastic afvalstromen, die via regranulering in producten worden verwerkt. Hiervoor maken we gebruik van de DKR-specificaties. Deze DKR-specificaties geven de kwaliteit van een gesorteerde plastic afvalstroom weer. DKR beschrijft een aantal plastic monostromen (bestaande uit één type plastic) en een plastic mixstroom: DKR-350. DKR-350 mixstromen zijn van lage kwaliteit waardoor ze vrijwel alleen toepasbaar zijn in producten met een relatief lage economische waarde, zoals bv bermpaaltjes. Om toename van dit soort producten te voorkomen richten we ons in de recycling waardeketen op het voorkomen van een toename van de mixstroom DKR-350.
- Om de hiervoor beschreven ongewenste gevolgen van het CPE handelssysteem te mitigeren, had TNO initieel vier mogelijke scenario's voorgesteld. Scenario A (verschillende normhoogtes per polymeertype) en B (verschillende normhoogtes per productgroep) vallen buiten de delegatiebepalingen* en bleken daardoor niet uitvoerbaar (ze zijn daarom niet verder onderzocht).
- 'Scenario C' en 'Scenario D' zijn implementeerbaar en zijn onderzocht op basis van een literatuur studie en interviews met TNO experts:
- Scenario C: Differentiatie in CPE toekenning op basis van input- en outputstromen van verwerkers.
 - Optie A: Toepassing van DKR monostromen te stimuleren door middel van differentiatie in toekenning van CPE's
 - Optie B: Verhoogde toepassing van de DKR-350 mixstroom voorkomen door deze uit te sluiten van CPE toekenning.
- Scenario D: Differentiatie in CPE toekenning op basis van CO₂ impact van de toegepaste recyclingtechnologie van recyclaat.

*Delegatiebepalingen: Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden regels gesteld ter uitvoering van verplichtingen die voortvloeien uit verdragen of uit bindende besluiten van volkenrechtelijke organisaties. *Aanwijzing 8.11 Delegatiebepaling voor uitvoeringsregelingen*. (n.d.). <https://www.kcbr.nl/beleid-en-regelgeving-ontwikkelen/aanwijzingen-voor-de-regelgeving/hoofdstuk-8-voorbereiding-goedkeuring-en-implementatie-van-verdragen-81-821/ss-83-voorbereiding-van-wetgeving-inzake-goedkeuring-en-implementatie-89-813/aanwijzing-811-delegatiebepaling>

Management samenvatting 4/8

Vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

Principe, voor- en nadelen en tweede orde effecten van Scenario C: Differentiatie in CPE toekenning

- Principe van Scenario C: Toename van volume aan producten met een lage economische waarde (op basis van DKR-350 mixstroom) kan voorkomen worden door:
 - Optie A : Toepassen van DKR monostromen stimuleren door deze hoger te waarderen met (verhandelbare) CPE's
 - Optie B : Toepassen van DKR-350 mixstroom ontmoedigen door deze uit te sluiten van CPE toekenning

Voordelen Scenario C, optie A: DKR monostromen stimuleren door hogere CPE waardering t.o.v. DKR-350 mixstroom

- In deze optie A kunnen alle Nederlandse verwerkers CPE ontvangen voor het toepassen van circulaire polymeren (t.o.v. een groep uitsluiten (zie optie B)), hiermee ontstaat dus een prikkel om circulaire polymeren in alle typen producten toe te passen.
- Met deze optie A kunnen stromen met specifieke DKR-specificaties extra gestimuleerd worden indien gewenst.

Nadelen van *Optie A*: DKR monostromen stimuleren door hogere CPE waardering t.o.v. DKR-350 mixstroom

- DKR-specificaties geven de kwaliteit van afvalstromen aan, maar dit geeft niet de kwaliteit van het product aan. De kwaliteit van het product wordt door veel verschillende factoren bepaald (zie slide 12).
- In deze optie A worden monostromen gestimuleerd. Monostromen kunnen ook toegepast worden in producten met een relatief lage economische waarde. Deze optie reguleert dus niet wáár het recyclaat in wordt toegepast.
- DKR-specificaties worden gebruikt voor verpakkingsafvalstromen. Toepassing van recyclaat afkomstig van andere afvalstromen wordt hiermee niet gestimuleerd of ontmoedigd.

Management samenvatting 5/8

Vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

Principe, voor- en nadelen en tweede orde effecten van Scenario C: Differentiatie in CPE toekenning

- De voordelen van scenario C, optie B:
 - Het gebruik van recycalaat afkomstig van DKR-350 stromen wordt ontmoedigd, waardoor het financieel onaantrekkelijk kan worden om deze stroom nog te gebruiken. Dit kan als gevolg hebben dat de vraag naar monostromen toeneemt, waardoor recyclers worden gestimuleerd om DKR-350 nogmaals te sorteren om zo het volume monostromen te vergroten.
- Nadelen van *Optie B*: uitsluiten van DKR-350 mixstroom voor CPE toekenning:
 - Leidt waarschijnlijk niet tot extra toepassen van DKR-monostromen door verwerkers
 - Kan ertoe leiden dat DKR-350 vaker wordt verbrand met energierugwinning in plaats van toepassing in producten
 - Kan leiden tot een ongewenst ongelijk speelveld tussen Nederlandse verwerkers: verwerkers die circulaire polymeren toepassen afkomstig van DKR-350 krijgen geen CPE's toegekend, maar moeten deze inkopen. Een ongelijk speelveld voor Nederlandse verwerkers kan als ongewenst gezien worden omdat het de Nederlandse koploper positie in recycling van plastic afval en toepassen van recycalaat in gevaar kan brengen.
- Mogelijke tweede-orde effecten op *sortering in Nederland*:
 - Effect 1. Sorteerdere gaan de monostromen iets minder goed sorteren om aan de toenemende vraag naar monostromen (als gevolg van de Norm) te voldoen
 - Dit is mogelijk omdat veel sorteerdere momenteel beter sorteerkwaliteit leveren dan minimaal vereist volgens de DKR specificaties
 - Om aan de groeiende vraag te voldoen zullen volumes van de monostromen toenemen en de kwaliteit van de monostromen afnemen (binnen de richtlijnen)
 - Dit kan een negatief effect hebben op het volume aan hoogwaardige producten dat in NL wordt geproduceerd
 - Effect 2. Sorteerdere gaan de DKR-350 stroom verder uitsorteren in een polyolefine (PO)-rijke en PO-arme stroom.
 - De PO-rijke stroom kan als feedstock dienen voor Advanced Recycling, in de huidige waardeketen kan de PO-arme stroom enkel worden verbrand
 - Om AR technologieontwikkeling te beschermen mag dit niet gehinderd worden door CPE differentiatie

Management samenvatting 6/8

Vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

Principe en voor- en nadelen van Scenario D: Differentiatie in CPE toekenning op basis van CO₂ impact

- Principe van Scenario D: Differentiatie van CPE toekenning op basis van CO₂ impact:
 - Leidt tot stimulatie van het toepassen van polymeer specifieke recycling technologieën met de laagste milieu-impact.
- Voordelen van Scenario D
 - Grootste potentie om CO₂ impact te verlagen
 - Omvat alle typen granulaat afkomstig van plastic afvalstromen uit alle toepassingen zoals bouw, electronica etc. (en niet alleen DKR-stromen uit verpakkingsafval zoals in Scenario C)
- Nadelen van Scenario D
 - alleen sturing op CO₂ impact en niet op kwaliteit van het product (laagwaardig of hoogwaardig):
 - Monostroom-regranulaat (afkomstig uit alle sectoren) kan worden toegepast in producten met zowel een hoge als lage economische waarde.
 - Er is nog steeds een (ongewenste) grotere stimulans voor producten met een relatief lage economische waarde ten opzichte van producten met een relatief hoge economische waarde.
 - Technologische innovatie voor advanced recycling zou gehinderd kunnen worden:
 - Als voor een bepaald type polymeer Advanced Recycling (AR)* een hogere CO₂ impact heeft dan Mechanische Recycling (MR), worden er minder CPE's toegekend voor het toepassen van monomeren uit AR. Dit kan de toepassing en ontwikkeling van AR afremmen.

Algemene conclusies en aanbevelingen mbt vraag 1: Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

- Scenario C, optie A en scenario D kunnen leiden tot een prikkel om circulaire polymeren in te zetten in alle toepassingen.
- Om een toename van producten met een lage economische waarde te voorkomen, kan er gestuurd worden op de inputstromen (DKR regranulaat) van verwerkers middels het handelssysteem.
- Zowel scenario C als scenario D zijn geschikt om het toepassen van DKR mixstromen c.q. mixstroom regranulaat te ontmoedigen (waar producten met een lage economische waarde van worden gemaakt). Echter, in beide scenario's wordt er niet gestuurd op de kwaliteit van het product (hoogwaardig dan wel laagwaardig).
- Het effect van beide scenario's op de mate van verwachte toename van producten met een lage economische waarde is (nog) niet kwantitatief bepaald.
- TNO beveelt aan om additioneel onderzoek te doen naar alternatieve scenario's, zoals opties gericht op het sturen van de kwaliteit van producten (outputstromen van verwerkers), de recycleerbaarheid van het product of de materiaaleigenschappen van het toegepaste polymeer.

*Advanced recycling is de verzamelnaam voor chemische (pyrolyse, depolymerisatie, gasificatie) recycling technologieën en dissolutie:[link naar infographic](#).

Management samenvatting 7/8

Vraag 2: Welke hoogte van de normering voor plastics is technisch haalbaar? Zijn er voldoende circulaire (grondstoffen voor) plastics beschikbaar te maken?

Methode

Er is in kaart gebracht welke informatie er nodig is om vraag 2 te kunnen beantwoorden middels literatuuronderzoek en interviews met TNO experts. Enkele benodigde aspecten (zoals bijvoorbeeld volumestromen op polymeerniveau in de hele waardeketen in Nederland) van informatie zijn onbekend ten tijde van dit onderzoek. Benodigde informatie over de recycling capaciteit in Nederland en toekomstige wet- en regelgeving in het buitenland is beschreven in dit onderzoek.

Conclusie

- Om te bepalen welke normeringshoogte technisch haalbaar is, dient inzichtelijk gemaakt te worden hoeveel beschikbare circulaire alternatieven er zijn ten opzichte van de op fossiel gebaseerde virgin plastics.
- De hoeveelheid beschikbare alternatieven zijn afhankelijk van het volume in NL, EU en daarbuiten. Daarnaast is de geschiktheid van het circulaire alternatief van belang, dit is afhankelijk van wet- en regelgeving en de specificaties van het polymeer.
- In dit onderzoek is er op basis van de beschikbare data getracht inzichtelijk te maken wat de beschikbare volumes zijn van circulaire alternatieven en welke wet- en regelgeving er mogelijk van invloed kan zijn op de beschikbaarheid.
- Om de geschiktheid van het circulaire alternatief te bepalen, is er nader onderzoek met productontwikkelaars nodig.
- Om vraag 2, welke normeringshoogte is technisch haalbaar, te beantwoorden is er daarom additioneel onderzoek nodig.

Aanbeveling

- Er is additioneel onderzoek nodig om vraag 2 te kunnen beantwoorden, de volgende informatie is nodig :
 - Beschikbare AR en MR recycelaat volumes in Nederland.
 - In 2025 wordt de publicatie van onderzoek van Conversio in opdracht van CPNL verwacht, met data over de beschikbare volumes per polymeer in Nederland, die van invloed zijn op de beschikbare AR en MR recycelaat volumes voor toepassing bij Nederlandse converters.
 - Beschikbare AR en MR recycelaat volumes in het buitenland.
 - Het is aan te bevelen om onderzoeken (bv. van het Nova Institute) aan te schaffen die informatie geven over beschikbare AR productiecapaciteiten in het buitenland. TNO heeft het Nova Institute rapport nog niet aangeschaft omdat het een uitsplitsing naar volumestromen van polymeren ontbreekt. De rapportage kan wel een eerste beeld geven van de beschikbare totale volumes, en in samenwerking met Nova Institute zou de uitsplitsing naar polymeren ingeschat kunnen worden.
 - Om vervolgens een inschatting te kunnen maken van de beschikbare recycelaatvolumes uit AR is de volgende informatie nog nodig:
 - Daadwerkelijke yield naar polymeren per AR productietechnologie.
 - Inschatting van de verliezen die optreden in het sorteren en voorbereiden van de plastic afvalstroom als invoer voor de AR.

Management samenvatting 8/8

Vraag 3 Wat zijn de defaultwaardes om de CO₂-besparing per kg vervangen fossiele polymeer te berekenen?

Methode

- Er is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om te toetsen of de LCA Matrix methode uit “Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach” (Schwarz et al. 2021¹⁾) gebruikt kan worden om vraag 3 te beantwoorden.
- De bestaande LCA matrix van Schwarz et al. (2021) is geaggregeerd voor bepaalde recyclingtechnologieën.

Conclusie

- De methode uit Schwarz et al. (2021) kan gebruikt worden om vraag 3 te beantwoorden, omdat deze de theoretische CO₂-impact van een afzonderlijk polymeer kan berekenen, ook bij verwerking van gemengde stromen door bijv. pyrolyse en vergassing. Deze methode houdt rekening met vervanging (en daarmee vermindering van de CO₂-emissies) van virgin polymeer door recyclaat. Echter, deze methode dient uitgebreid te worden met een aantal typen polymeren (biogebaseerde polymeren en -recyclaat) in combinatie met recycling technologieën. Resultaten dienen opgesplitst en uitgebreid te worden om omrekening van kg afval naar kg polymeer recyclaat mogelijk te maken. Tevens zijn aannames over de daadwerkelijke technische prestaties van recycling technologieën in Nederland cruciaal.

Aanbeveling

- Om de totale CO₂_{eq} emissiebesparing als gevolg van de norm goed te kunnen bepalen, is meer onderzoek nodig. Er kan gebruik worden gemaakt van de LCA matrix van Schwarz die reeds voor een groot aantal polymeren de CO₂_{eq} impact weergeeft van diverse plastic afvalverwerking technologieën, zoals verbranding, mechanische en advanced recycling.
 - De bestaande LCA matrix kan worden uitgebreid met additionele, voor de norm relevante polymeren (biogebaseerde polymeren).
 - De LCA aannames die aan de LCA matrix ten grondslag liggen (bv systeemgrenzen, vermeden emissies), dienen vooraf afgestemd te worden met het Min. van I&W, RVO en RWS om tot onderbouwde CO₂_{eq} impact getallen te komen waar alle partijen achter staan en die bruikbaar zijn voor de bepaling van de CO₂_{eq} emissiebesparing als gevolg van de norm.

1) Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>

2. Aanleiding en vraagstelling onderzoek



Notitie vooraf: Kwaliteit van recyclaat en plastic producten

- Het is niet eenvoudig om onderscheid te maken tussen 'laagwaardige' en 'hoogwaardige' producten. Er bestaat geen gestandaardiseerde methode om plastic producten te kwalificeren. Een plastic product heeft veel verschillende eigenschappen en specificaties die kunnen bepalen of het een hoog- of laagwaardig product is: de toegepaste grondstof, de economische waarde, levensduur, kleur, recycleerbaarheid, technische eigenschappen en bijvoorbeeld de milieu-impact.
- In dit rapport onderzoeken we mitigatiestrategieën voor het risico op toename van productievolume in Nederland aan 'laagwaardige' producten waarin recyclaat of biogebaseerde materialen worden toegepast als gevolg van het handelssysteem dat is verbonden aan de norm.
- We hebben getracht onderscheid te maken tussen 'laagwaardige' en 'hoogwaardige' producten op basis van de kwaliteit van afvalstromen, dat via regranulering tot producten wordt verwerkt. Hierbij richten we ons op DKR-stromen.
- In scenario C, richten we ons op verpakkingsafvalstromen. De kwaliteit van afvalstromen is afhankelijk van veel factoren. In het rapport van van Velzen et al. (2018) wordt beschreven welke factoren dit zijn¹.
- In Nederland worden de kwaliteitsnormen van plastic verpakkingsafval bepaald aan de hand van DKR specificaties. Elke specificatie geeft aan hoeveel verontreinigingen in de afvalstroom mogen zitten. Het is per sorteerbedrijf verschillend in welke mate ze aan deze specificaties voldoen¹.
- Volgens de DKR-specificaties is er onderscheid te maken tussen diverse monostromen en een DKR-350 mixstroom.
 - Monostromen kunnen in veel verschillende producten worden toegepast (en het is dus niet te zeggen of deze laag- of hoogwaardig zijn).
 - Mixstromen zijn van zodanig lage kwaliteit dat ze vrijwel alleen toepasbaar zijn in producten met een relatief lage economische waarde, zoals berm paaltjes en andere dikwandige producten^{1,2}.
- Daarom richten we ons in dit onderzoek op het verkleinen van de mixstroom (DKR-350). Om een toename te voorkomen van een breder scala aan producten die in de praktijk ook als laagwaardig worden gezien is er additioneel onderzoek nodig naar de kwalificatie van producten.

1. Thoden Van Velzen, U., Brouwer, M., & Molenveld, K. (2018). *Kwaliteit van gerecyclede huishoudelijke kunststofverpakkingen*
2. Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.

Aanleiding & Vraagstelling

- Nederland is in Europa een van de koplopers op het gebied van polymeer productie (6200kt in 2022), de meeste polymeren worden geproduceerd op basis van fossiele grondstoffen (89%). De polymeren worden vervolgens verwerkt tot plastic halffabrikaten of eindproducten door Nederlandse verwerkers (2300kt in 2022)¹.
- Plastics zijn veelzijdig en kunnen in een breed scala aan producten worden toegepast. Ze hebben voordelen omdat ze waterdicht (kunnen) zijn, licht zijn in gewicht en langdurig meegaan. Tegelijkertijd is de wereldwijde plastic sector verantwoordelijk voor 4.5% van de totale broeikasgasuitstoot en zorgen ze voor (zwerf)afval dat leidt tot microplastics in het milieu. Om deze negatieve effecten tegen te gaan, is er een circulaire plastic transitie nodig². Daarom neemt de rijksoverheid maatregelen ter bevordering van circulaire plastics over de gehele levenscyclus. Een van deze maatregelen is het introduceren van een circulaire plasticnorm³.
- In 2023 is door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna: min. I&W) een wetswijziging voorgesteld van de wet Milieubeheer: een verplichting voor Nederlandse verwerkers om vanaf 2027 een fossiele polymeren te vervangen met een minimum percentage gerecyclede of biogebaseerde (tezamen “circulaire”) polymeren in plastic producten: de circulaire plasticnorm³.
- De mate waarin recyclelaat en biogebaseerde polymeren kunnen worden verwerkt verschilt per toepassing, in sommige producten is dit op dit moment zeer lastig haalbaar (e.g. voedselcontact verpakkingen). Om tot een gemiddeld minimumaandeel circulaire polymeren te komen, wordt er bij de circulaire plasticnorm een handelssystematiek toegepast. Voor het verwerken van circulaire polymeren ontvangen verwerkers administratief handelbare circulaire plastic eenheden (CPE's). Verwerkers die meer dan het wettelijk minimum aan circulaire polymeren toepassen, kunnen CPE's verkopen aan verwerkers die minder dan het verplichte minimumaandeel circulaire polymeren kunnen toepassen.
- Om de circulaire plasticnorm zo goed mogelijk te formuleren heeft het Min. I&W TNO gevraagd om haar lopende kennisopbouw in VP Circulaire Economie (P515) te intensiveren op een drietal voor de uitwerking van de circulaire plasticnorm relevante gebieden. Deze zijn, in volgorde van prioriteit, geformuleerd in 3 vragen:
 - Vraag 1** Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?
 - Vraag 2** Welke hoogte van de normering voor plastics is technisch haalbaar? Zijn er voldoende circulaire (grondstoffen voor) plastics beschikbaar te maken?
 - Vraag 3** Wat zijn de defaultwaardes om de CO₂-besparing per kg vervangen fossiele polymeer te berekenen?
- Dit rapport omvat de aanvullende kennisopbouw die TNO op bovengenoemde gebieden heeft uitgevoerd.

1. Conversio. (2024). *Substantiation of data for polymer production and processing in the Netherlands* (Issue April).

2. van den Beuken, E., Urbanus, J. H., Stegmann, P., van Harmelen, T., Ligthart, T., Bertling, J., Kabasci, S., & Schulte, A. (2023). *From #plasticfree to future-proof plastics: How to use plastics in a circular economy*. June. <https://publications.tno.nl/publication/34640906/7U37Gk/vandenbeuken-2023-from-wp.pdf>

3. Memorie van toelichting – wijziging van de Wet milieubeheer voor een nationale circulaire plastic norm, Ienw, M. Van. (2025). *Algemeen deel van de memorie van toelichting*.

3.A Vraag 1

Stimulans voor inzet circulaire polymeren in alle toepassingen

–

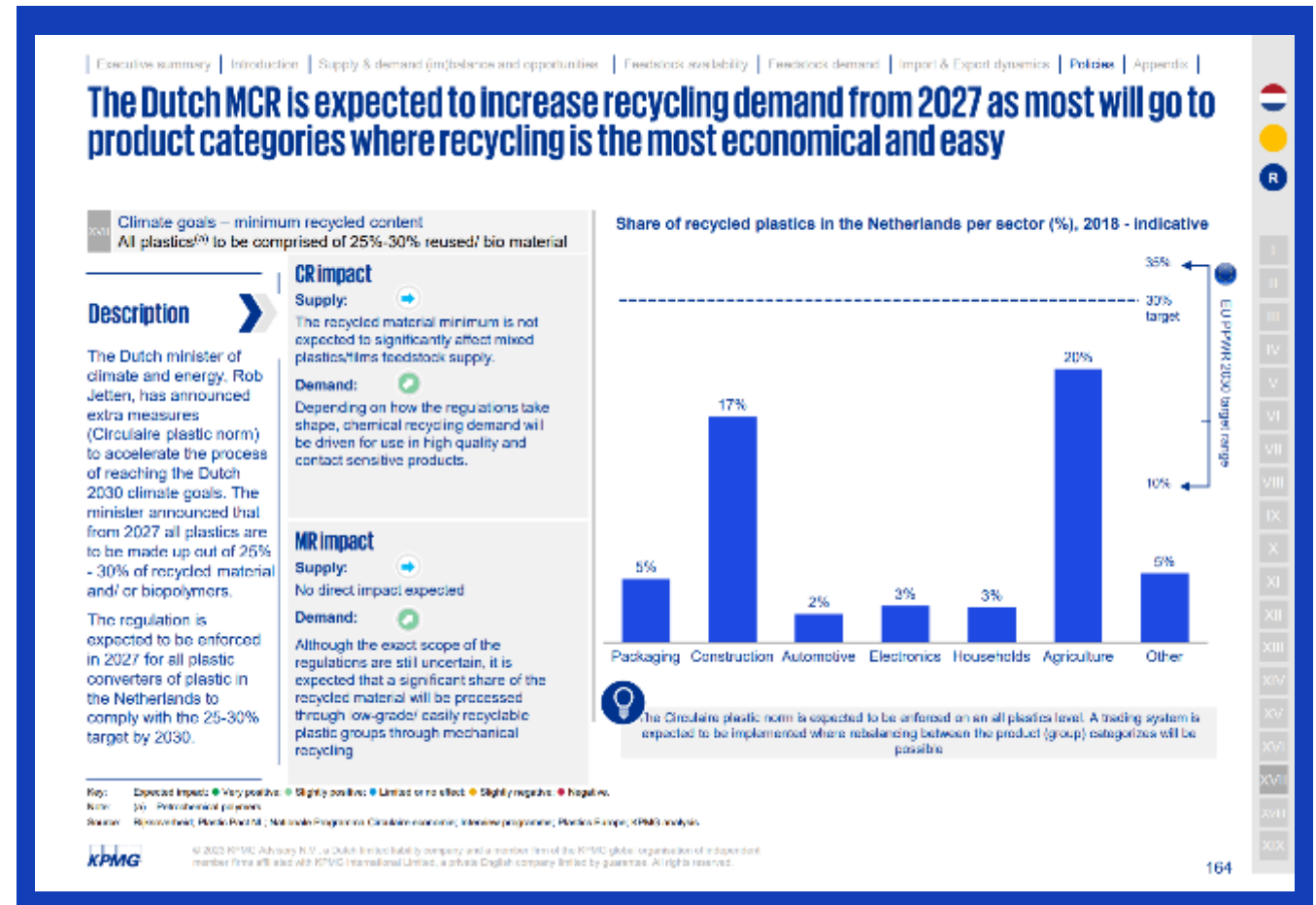
Achtergrond & Scenario's



Achtergrond | Invloed van het handelssysteem op mechanische recycling

- Verwerkers voldoen aan de circulaire plasticsnorm wanneer ze een minimaal aantal circulaire plastic eenheden (CPE) bezitten in relatie tot hun productie.
- Verwerkers kunnen CPE's verkrijgen door:
 - fossiele polymeren te vervangen met plastic recycalaat of biogebaseerde materialen (circulaire polymeren) in hun producten
 - door overschot CPE's van andere verwerkers in te kopen die meer dan minimaal verplicht circulaire polymeren toepassen
- De precieze uitwerking van het handelssysteem is ten tijde van dit onderzoek nog in ontwikkeling. Zo wordt CPE differentiatie verkend, waarbij via een vermenigvuldigingsfactor meer CPE's worden toegekend om bepaalde toepassingen van circulaire polymeren te stimuleren dan wel te ontmoedigen.
- Een handelssysteem zonder vermenigvuldigingsfactor maakt het voor verwerkers aantrekkelijk om op een zo goedkoop en makkelijk mogelijke wijze recycalaat toe te passen in producten¹ en daarmee CPE's toegekend te krijgen (figuur 1).
- Dit kan twee ongewenste gevolgen hebben voor de productie van plastic producten in Nederland:
 - Toename van productievolume 'laagwaardige' producten (met een lage economische waarde) waarin goedkoop recycalaat (uit mixstromen) toegepast kan worden¹.
 - Substitutie: producten die eerst niet van plastic waren (bv. van hout of glas) worden nu wel van plastic worden gemaakt, om recycalaat te kunnen toepassen en de bijbehorende CPE's te verhandelen. Hierdoor kan de norm zorgen voor een toename van plastic productie.

¹ Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023



Figuur 1. Verwachte invloed van de Nationale Plastics Norm op chemische en mechanische recycling en het aandeel recycalaat per sector in Nederland, Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023

Relatieve toename van 'laagwaardige producten' in Nederland

Er zijn vier mogelijke gevolgen van de norm die leiden tot een relatieve toename van het volume aan producten met een lage economische waarde in Nederland:

Aanpassing type productie

- I. Nederlandse verwerkers die producten maken waar hoogwaardig, relatief kostbaar recyclaat in wordt toegepast (e.g. voedselcontact verpakkingen), gaan hun type productie veranderen naar toepassingen waarvoor goedkoper (mechanisch gebaseerd) recyclaat of biogebaseerde grondstoffen geschikt zijn.
 - II. Nederlandse verwerkers gaan om CPE's te ontvangen recyclaat inzetten voor productie van (veelal laagwaardige) plastic producten die nu van andere materialen worden gemaakt (zoals glas hout of beton).
- Om te voldoen aan de norm kan het aantrekkelijk worden voor verwerkers om hun type productievolume aan te passen. Bedrijven die nu geen of (volgens de norm) onvoldoende circulaire polymeren toepassen kunnen andere, laagwaardige producten gaan produceren waar wel circulaire polymeren in worden toegepast. Hierdoor kan een relatieve toename ontstaan van het productievolume aan laagwaardige producten in Nederland. De waarschijnlijkheid van dit effect is lastig kwantitatief te bepalen omdat het precieze aantal in Nederland gevestigde verwerkers onbekend is, noch is het bekend welk types en volumes aan producten ze maken.

Bedrijfsmigratie

- III. Nederlandse verwerkers die producten maken waar hoogwaardig, relatief kostbaar recyclaat in wordt toegepast (e.g. voedselcontact verpakkingen) en tevens in het buitenland productielocaties hebben, kunnen de volumes van die producten in het buitenland opschalen en op de Nederlandse locaties afschalen.
 - IV. Buitenlandse verwerkers die laagwaardige producten maken met een hoog percentage recyclaat/biogebaseerde grondstoffen (en dus nu al voldoen aan de norm) kunnen zich vestigen in Nederland en CPE's verkopen aan bedrijven die geen recyclaat of biogebaseerde grondstoffen kunnen toepassen.
- Als gevolg van de norm kan er bedrijfsmigratie van verwerkers in Nederland optreden. Enerzijds kunnen verwerkers met Nederlandse en buitenlandse productielocaties hun productie in Nederland van laagwaardige producten (waar eenvoudig circulaire polymeren in kunnen worden toegepast) opschalen en meestal hoogwaardige producten (waar geen circulaire polymeren in kunnen worden toegepast) afschalen.
- Anderzijds kan het aantrekkelijk worden voor buitenlandse verwerkers van (meestal laagwaardige) producten, waar circulaire polymeren reeds in worden toegepast, zich te vestigen/uit te breiden in Nederland en overtollige CPE's te verkopen.
- Beide vormen van bedrijfsmigratie kunnen leiden tot een relatieve toename van het productievolume aan laagwaardige producten in Nederland. De waarschijnlijkheid van dit effect is niet kwantitatief te bepalen, omdat er vele aspecten zijn die invloed hebben op de keuze van een bedrijf om te migreren. Deze aspecten worden hierna (op dia 16) toegelicht.

Aspecten van invloed op waarschijnlijkheid bedrijfsexpansie & migratie van verwerkers

- De relatieve toename van producten met een lage economische waarde in Nederland, wordt o.a. bepaald door de waarschijnlijkheid dat een verwerker aan bedrijfsexpansie of -migratie zal doen. De aspecten die hier invloed op hebben weergegeven in tabel 1.
- De impact van deze aspecten kan (nog) niet kwantitatief worden bepaald, omdat benodigde data hiervoor nog ontbreekt.
- De belangrijkste aspecten die de keuze voor bedrijfsmigratie bepalen op volgorde van geschatte prioriteit¹⁾:
 1. Afzetmarkt
 2. Beschikbaarheid van circulaire plastics met een constante zuiverheid
 3. Kostprijs van circulaire plastics t.o.v. virgin plastics
 4. Adaptief vermogen van bestaande assets
 5. Vergunningen (bouw en operationeel)

1) bron: interviews met TNO experts

Tabel 1. Aspecten die invloed hebben op bedrijfsexpansie en -migratie, TNO.

Bedrijfsvoering	Financieel	Logistiek	Wetgeving
Eigen duurzaamheidsambities en algemene strategie van bedrijven	Lage kosten van nieuwe faciliteit of apparatuur	Beschikbaarheid van logistieke faciliteiten/ opslagcapaciteit	Beschikbaarheid van lokale subsidies (gemeentelijk, provincie, nationaal)
Lage beschikbaarheid van geschoold personeel in Nederland	Kort afschrijftermijn van bestaande productiefaciliteit	Transporteerbaarheid van recyclaat/ biogebaseerde/ virgin plastics (vervoeren van stromen)	Wetgeving en subsidie in het buitenland
Lage beschikbaarheid en hoge prijs nutsvoorzieningen	Lage kostprijs van recyclaat/biogebaseerde /virgin plastics	Huidige beschikbaarheid recyclaat/ biogebaseerde/ virgin plastics in NL met een constante zuiverheid	Belastingwetgeving / juridische wetgeving voor operatie
Hoog adaptief vermogen van bestaande productiefaciliteit	Hoge prijs van CPE's	Verhuizen van bestaande productie faciliteit	Ongunstige belastingwetgeving/ uitkering (voor personeel)
Vergunningen bouw en operatie	Kleine Nederlandse afzetmarkt		
	Lage transportkosten		

4 mogelijke scenario's

- Om ervoor te zorgen dat er een prikkel is voor het toepassen van circulaire polymeren in alle toepassingen en het risico op een productietoename van 'laagwaardige producten' te mitigeren, heeft TNO 4 scenario's voorgesteld om nader te onderzoeken (zie overzicht hiernaast).
- Uit overleg met Min I&W bleek dat Scenario A en B buiten de delegatiebepalingen* vallen, ze kunnen niet met de circulaireplasticnorm in haar huidige vorm geëffectueerd worden en zijn daarom niet onderzocht.
- Scenario C en D zijn in beginsel mogelijk en worden in dit rapport onderzocht.

BUITEN DELEGATIEBEPALINGEN, NIET UITVOERBAAR:

Scenario A:

- Verschillende targets van de normhoogte per polymeer

Scenario B:

- Verschillende targets van de normhoogte per productgroep

TE ONDERZOEKEN:

Scenario C:

- Differentiatie van CPE toekenning op basis van input of output stromen van verwerkers

Scenario D:

- Differentiatie in CPE toekenning op basis van CO₂ impact de toegepaste recycling technologie

*Delegatiebepalingen: Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden regels gesteld ter uitvoering van verplichtingen die voortvloeien uit verdragen of uit bindende besluiten van volkenrechtelijke organisaties. *Aanwijzing 8.11 Delegatiebepaling voor uitvoeringsregelingen*. (n.d.). <https://www.kcbr.nl/beleid-en-regelgeving-ontwikkelen/aanwijzingen-voor-de-regelgeving/hoofdstuk-8-voorbereiding-goedkeuring-en-implementatie-van-verdragen-81-821/ss-83-voorbereiding-van-wetgeving-inzake-goedkeuring-en-implementatie-89-813/aanwijzing-811-delegatiebepaling>

3.B Scenario C: Differentiatie in CPE toekenning op basis van de input- of outputstromen van verwerkers

–

Inleiding en Onderzoeksopzet



Inleiding Scenario C

- Scenario C omvat een handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) dat een prikkel moet geven om circulaire polymeren in alle producttoepassingen in te zetten (als antwoord op vraag 1*) en het risico op een toename van producten met een relatief lage economische waarde in Nederland, als gevolg van de norm en bijbehorende handelssystematiek, te mitigeren.
- Binnen scenario C kan de differentiatie van CPE toekenning plaatsvinden op basis van
 - inputstromen van verwerkers
 - outputstromen van verwerkers
- Bij differentiatie in CPE toekenning varieert het aantal CPE's dat worden toegekend op basis van welke circulaire grondstoffen (inputstroom) zijn toegepast of hoe ze zijn toegepast (outputstroom).
- Bijvoorbeeld het toepassen van een bepaald type recyclaat (bv afkomstig van een mono plasticafvalstroom) levert een hogere toekenning aan CPE's op dan toepassen van ander recyclaat (bv afkomstig uit een mix plasticafvalstroom).

***Vraag 1** Hoe kan een normering zo ingeregeld worden dat er voor alle toepassingen een prikkel ontstaat om circulaire polymeren in te gaan zetten?

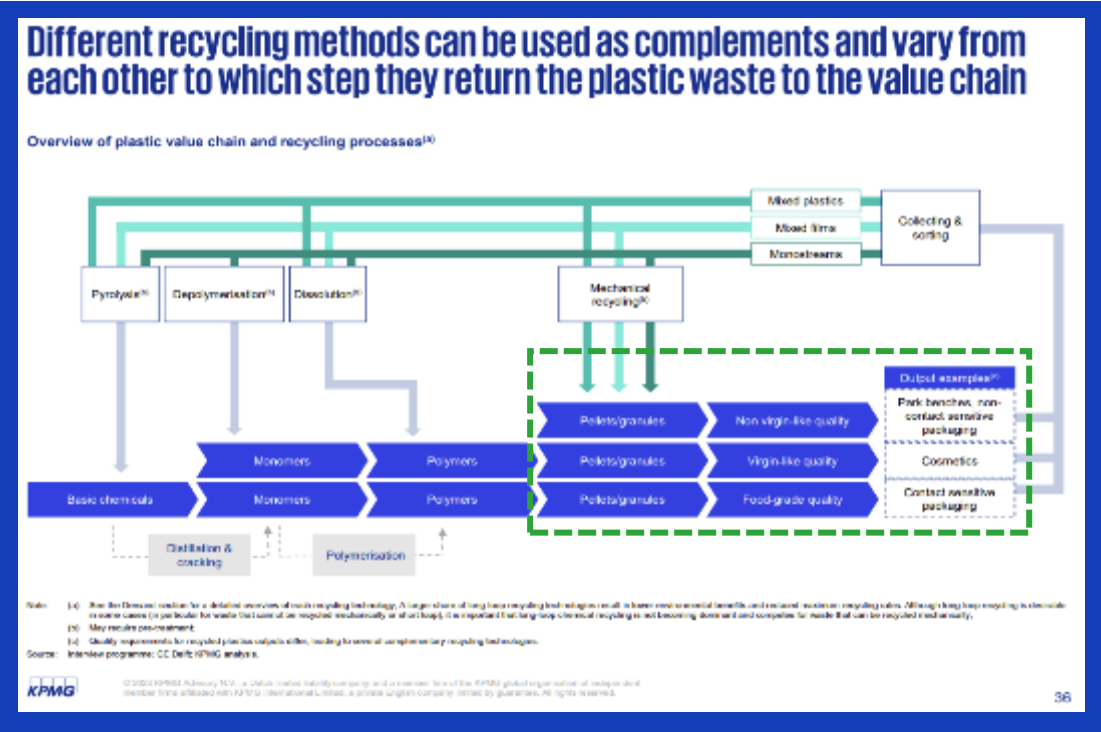


Scenario C: verwerkers in de plasticwaardeketen

- Om Scenario C te onderzoeken is er eerst gekeken op welke plek in de plasticwaardeketen gestuurd kan worden en welke toepassingen er in Nederland worden verwerkt.
- Figuur 2 geeft schematisch de plastic waardeketen en recycling processen in Nederland weer¹.
- De verwerkers maken van pellets/granulaten producten (groen gestreept blok). Dit doen ze grofweg op basis van non-virgin kwaliteit pellets, virgin-kwaliteit pellets of voedselcontact kwaliteit pellets. Afhankelijk van de kwaliteit pellets, worden er verschillende typen producten gemaakt¹.
- De meeste plastic producten die in Nederland worden verwerkt (in 2022) zijn verpakkingen (figuur 3). Verpakkingen worden met name van fossiele polymeren gemaakt.

Plastics processing 2022	Total (kt)	Plastics processing					
		Fossil-based Plastics (kt)	Bio-based Plastics (kt)	Mech. Recycled Plastics (kt)		Fossil-based Plastics (%)	Circular material (%)
				... from Pre-consumer waste	... from Post-consumer waste		
Packaging	944 kt	794 kt	7.8 kt	48 kt	94 kt	84.1%	15.9%
Building/Construction	600 kt	403 kt	0.0 kt	63 kt	134 kt	67.2%	32.8%
Automotive	130 kt	114 kt	2.4 kt	7 kt	7 kt	87.4%	12.6%
Electrical/Electronics	112 kt	99 kt	0.9 kt	6 kt	6 kt	88.5%	11.5%
Houseware, Leisure, Sports	80 kt	66 kt	4.4 kt	4 kt	6 kt	82.1%	17.9%
Agriculture, Farming, Gardening	94 kt	57 kt	1.0 kt	9 kt	27 kt	60.7%	39.3%
Others	335 kt	298 kt	0.8 kt	17 kt	19 kt	89.0%	11.0%
Total	2,295 kt	1,831 kt	17.3 kt	154 kt	293 kt	79.8%	20.2%

Figuur 3. Plastic verwerking in Nederland in 2022 per toepassing².



Figuur 2. Schematische weergave van de Nederlandse plastic waardeketen. Het groen gestreepte blok geeft aan waar de verwerkers zitten in de keten, figuur aangepast van Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023

1. Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023.
2. Conversio. (2024). *Substantiation of data for polymer production and processing in the Netherlands* (Issue April)

Scenario C: voorstel onderzoekopzet

- Het doel van scenario C is om middels het handelssysteem met CPE differentiatie een prikkel te laten ontstaan om circulaire polymeren te gebruiken in alle toepassingen en tevens het risico op een relatieve toename van laagwaardige producten mitigeren.
- Daartoe heeft TNO eerst gekeken waar er aangrijpingspunten zijn in de plasticwaardeketen en hoe er onderscheid gemaakt kan worden tussen laagwaardige en hoogwaardige producten.
- TNO heeft 4 opties voorgelegd om nader te onderzoeken. In alle opties wordt er verkend of er middels een vermenigvuldigingsysteem in het handelssysteem, ofwel CPE differentiatie, een prikkel ontstaat om toepassing van circulaire polymeren in alle toepassingen te stimuleren en een relatieve toename van 'laagwaardige' producten te voorkomen. Met deze opties kan worden onderzocht of een hogere of lagere toekenning van CPEs op de input of output stromen van verwerkers, van invloed kan zijn.

Hieronder worden de 4 voorgestelde opties toegelicht, 2 op basis van input en 2 op basis van outputstromen

Opties die sturen op input stromen van verwerkers:

Optie 1 CPE differentiatie op basis van recyclaatkwaliteit van pellets

- In deze optie wordt gekeken of er gestuurd kan worden op het toepassen van een hoge kwaliteit recyclaat. De gedachte hierachter is dat recyclaat met een hoge kwaliteitsscore meer CPE's krijgt toegekend dan recyclaat met een lage kwaliteitsscore. In deze optie zou worden verkend of het TNO model RecyQmeter een juiste methode is voor de norm om onderscheid te maken in het type toegepaste recyclaat.
- Voordelen van deze optie: met de RecyQmeter kan de geschiktheid van recyclaat om virgin plastic te vervangen precies worden bepaald. Het model geeft de kwaliteit per toepassing en per polymeer weer. Er zou dus op een detail niveau gestimuleerd kunnen worden. Daarnaast kan de RecyQmeter voor alle type toepassingen worden gebruikt.
- Nadelen van deze optie: de RecyQmeter is nog in ontwikkeling en kan dus nog niet op grote schaal worden toegepast. Om de RecyQmeter toe te passen is er veel data nodig, dat moet worden geleverd door de verwerkers. Dit vraagt veel inzet en administratief handelen van de verwerkers.

Optie 2 CPE differentiatie op basis van DKR-specificaties

- Met deze optie wordt onderzocht of de DKR-specificaties geschikt zijn om onderscheid te maken in de kwaliteit van recyclaat. De hypothese is dat recyclaat, afkomstig van een plastic mono-stroom hoogwaardig wordt toegepast en recyclaat afkomstig van een mix-stroom laagwaardig wordt toegepast. Er wordt verkend of het stimuleren van DKR-monostromen het risico op een relatieve toename van laagwaardige producten mitigeert en een prikkel vormt om circulaire polymeren toe te passen in alle toepassingen.
- Voordelen van deze optie: DKR-specificaties zijn een veel (in de EU) gehanteerde, gestandaardiseerde methode om de kwaliteit van afvalstromen in kaart te brengen. Er bestaat een relatie tussen de karakteristieken (specificaties) van afvalstromen en de kwaliteit van producten die eruit worden gemaakt.
- Nadelen van deze optie: DKR-specificaties gelden alleen voor verpakkingsafval, andere typen afval worden hiermee uitgesloten. Er is weinig data beschikbaar over de volumes DKR-stromen er worden verwerkt in Nederland. DKR-specificaties gelden voor verpakkingsafval, de kwaliteit per product hangt af van de toepassing en het verwerken, de specificaties kunnen dus niet één-op-één worden overgenomen om de kwaliteit van producten te bepalen.

→ vervolg volgende blz.

Scenario C: voorstel onderzoekopzet

Opties die sturen op output stromen van verwerkers:

Optie 3 CPE differentiatie op basis van percentage recycalaat toepassing in product, volgens de Green Deal methode.

- In de Green Deal wordt een methode toegepast om transparantie te bieden over het percentage toegepast recycalaat, met een 3-stapsmethode. De hypothese is dat deze methode meer inzicht geeft in hoeveel recycalaat er daadwerkelijk wordt toegepast in een product. Met deze optie wordt er verkend of er een CPE differentiatie kan worden toegepast op basis van geaccrediteerde waarden.
- Voordelen van deze optie: deze methode wordt al toegepast op Europees niveau en zorgt voor gevalideerde informatie over het toegepast recycalaat. Deze methode kan voor alle toepassingen worden gebruikt.
- Nadeel van deze optie: er wordt alleen informatie over de hoeveelheid recycalaat gegeven, deze methode kan niet één op één worden vertaald naar de kwaliteit van het product.

Optie 4 CPE differentiatie op basis van recycleerbaarheid van product, volgens de specificaties van Verpact of RecyClass.

- Met deze optie wordt verkend of de mate van recycleerbaarheid van een product een methode kan zijn om laagwaardige en hoogwaardige producten te onderscheiden. De gedachte is dat voor een circulaire plastic economie producten goed recycleerbaar moeten zijn en dat de recycleerbaarheid van een product niet achteruitgaat wanneer circulaire polymeren worden toegepast. Met CPE differentiatie zouden goed recycleerbare producten extra gestimuleerd worden ten opzichte van slecht recycleerbare producten. Verpact en RecyClass gebruiken bepaalde specificaties om de recycleerbaarheid van producten te classificeren. In deze optie wordt onderzocht of er gestuurd kan worden op de mate waarin de recycleerbaarheid wordt verstoord als gevolg van recycalaat toepassing.
- Voordelen van deze optie: deze methode geeft inzicht in de circulariteit van het product, de mate van recycleerbaarheid zou gebruikt kunnen worden om de 'kwaliteit' van het product aan te geven. Hoewel de methode van Verpact en RecyClass gericht zijn op verpakkingen, zou deze kunnen worden uitgebreid voor andere producten.
- Nadelen van deze optie: Er is een uitbreiding nodig van de methode om deze voor alle toepassingen (niet alleen verpakkingen) geschikt te maken.

Keuze in optie om nader te onderzoeken in scenario C:

- In overleg met Min. I&W is besloten om scenario C, **optie 2: CPE differentiatie op basis van DKR-specificaties** nader te onderzoeken.
 - Deze optie is gekozen omdat de methode al gestandaardiseerd is en wordt toegepast in Nederland en andere landen (zie blz. 86 Appendix: Internationale DKR-specificaties). Daarnaast wordt er bij deze optie gestuurd op de inputstromen van de verwerkers. Sturen op deze plek in de keten sluit ook aan bij de in ontwikkeling zijnde positieve polymeerlijst¹ (vraag 2), die voor alle inputstromen van verwerkers aangeeft voor welke polymeren de circulaire plasticsnorm gaat gelden.

1. Ienw, M. Van. (2025). *Algemeen deel van de memorie van toelichting*.

3.B.I Scenario C: Toelichting op DKR- specificaties en kwaliteitsbepaling – Sortering en DKR stromen



Inzameling en sortering plastic verpakkingen

- In Nederland wordt het plastic verpakkingsafval ingezameld voor recycling via het huishoudelijk afval (bronscheiding en nascheiding), bedrijfsafval (kantoorafval) en statiegeld¹.
- Bedrijven die verpakkingsafval genereren zijn zelf verantwoordelijk voor kosten van inzameling en verwerking. Gemeenten zijn volgens de wet milieubeheer verplicht om verpakkingen afkomstig van huishoudelijk afval in te zamelen. Een gemeente moet de inzameling en afhankelijk van de gekozen methode (bron- of nascheiding) zelf de verwerking organiseren². Het verpakkingsafval dat niet wordt ingezameld, wordt grotendeels verbrand met energierugwinning in afvalverbrandingsinstallaties¹.
- Sorteerdors kunnen op verschillende manieren sorteren: grofweg wordt het afval eerst gesorteerd op grootte, gewicht en vorm en wordt het daarna middels Near-InfraRed (NIR) technologie gescheiden op materiaalsoort. Afhankelijk van de instellingen van deze technologieën verschilt de zuiverheid van een plasticafvalstroom².
- Het verpakkingsafval wordt gesorteerd volgens de DKR-specificaties⁴. In deze standaarden mag nog een deel vervuiling en niet-verpakkingsplastic aanwezig zijn (tabel 3).
- DKR-specificaties omschrijven een aantal monostromen (o.a. PET, PE, PP, PE-folies) en een mix-stroom (DKR-350)³ (tabel 3). Volgens het Uitvoerings- en Monitoringsprotocol (UMP)⁴ moeten gemeenten de inzameling en sortering zo uitvoeren, dat op jaarbasis minimaal 45% van het vergoedingsgewicht bestaat uit PET, PE, PP, PE-folie en folies. 55% van het gewicht mag bestaan uit de mix-stroom DKR-350.

1. Kennisinstituut Duurzaam Verpakken. (2017). *Rapportage kunststofketenproject*. 89. <https://www.kidv.nl/7452>
2. Plastic Pact NL. (2022). *Bevindingen pilots mix plastics (DKR350)*.
3. Der Grune Punkt. (n.d.). <https://www.gruener-punkt.de/en/downloads>
4. *Uitvoerings- en monitoringprotocol Bijlagen UP-Gemeenten G3 - Vergoedingen gemeenten*. (2021).
5. InDeKeten. (2015). *Duurzaam Door met de Kunststof Keten*. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.10.003>
6. Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.

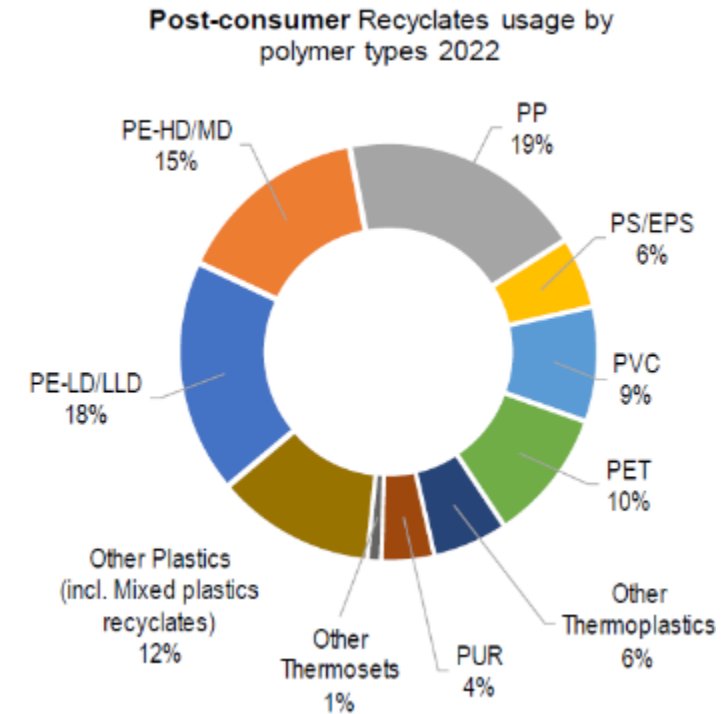
Tabel 3. DKR-specificaties en toepassing in Nederland, TNO^{5,6,3}

DKR-stroom	Percentage zuiverheid materiaal (wt%) ³	Markt en recyclaat toepassing% ⁵
PET: DKR 328-1	>90% transparante PET flessen	Folie: Food, FMCG 90-100%
PE: DKR 329	HDPE: 94% zuiver PE materiaal	Food, FMCG <10% (kratten, emmers, flessen)
PP: DKR 324	94% zuiver PP materiaal.	25% FMCG (papierboxen, tuinmeubilair) 100% Agro (kweekpotten)
PE-folie (LDPE): DKR 310	LDPE: 92% zuiver materiaal	Food, FMCG <10% (verpakkingsfolie) Bouw, Agro 25% (verpakkingsfolie)
Mix: DKR 350	Max. onzuiverheden: <10%	Vervanging hout, staal en beton (mindere mate virgin plastic) ⁶

Sortering en toepassing Mixstroom DKR-350

- Sorteerders ontvangen een vergoeding voor iedere uitgesorteerde ton¹. De normen waar ze aan moeten voldoen zijn vastgelegd in het UMP². Als sorteerders niet voldoen aan de norm ontvangen ze een boete, maar wanneer ze beter sorteren dan de norm ontvangen ze geen bonus. Er is dus alleen prikkel om bepaalde tonnages te sorteren en geen positieve prikkel om de kwaliteit van de sorteerstromen te verbeteren¹.
- Sorteerders voldoen aan de norm door de plasticafvalstromen zoveel mogelijk te scheiden naar monostromen. De stromen die uit de verschillende routes binnen de sorteerlijnen overblijven, vormen de basis voor DKR-350¹.
- DKR-350 mixstroom bestaat voor 90% uit onderdelen van verpakkingen, en de plastics die daarvoor gebruikt worden zijn o.a. PE, PP, PS en PET. De overige 10% bestaat uit onzuiverheden zoals papier of metalen¹.
- Onderzoek van Conversio (2024)² laat zien dat in 2022 recyclaat afkomstig van 'overige' plastics 12% van het totale toegepaste post-consumenten recyclaat in 2022 bedroeg (figuur 4). Onder overige plastics wordt ook de DKR350 stroom geteld.
- De gesorteerde stromen kunnen door de verwerkers worden toegepast in plastic producten. Verwerkers kunnen mono- en mixstromen op verschillende manieren opwerken en verwerken tot eindproduct³. Met name monostromen kunnen in veel verschillende typen toepassingen worden verwerkt⁴. Het is dus niet mogelijk om te kwalificeren of een monostroom in producten met een hoge of lage economische waarde worden verwerkt⁵, zonder o.a. te weten in welke specifieke producten de monostroom wordt toegepast. Echter, het recycleren van de mix-stroom (DKR-350) kost relatief veel geld en leidt tot producten met een relatief lage economische waarde⁶, zoals dikwandige producten (bermpaaltjes, tuinmeubilair)^{6,7}. Idealiter is deze stroom zo klein mogelijk.

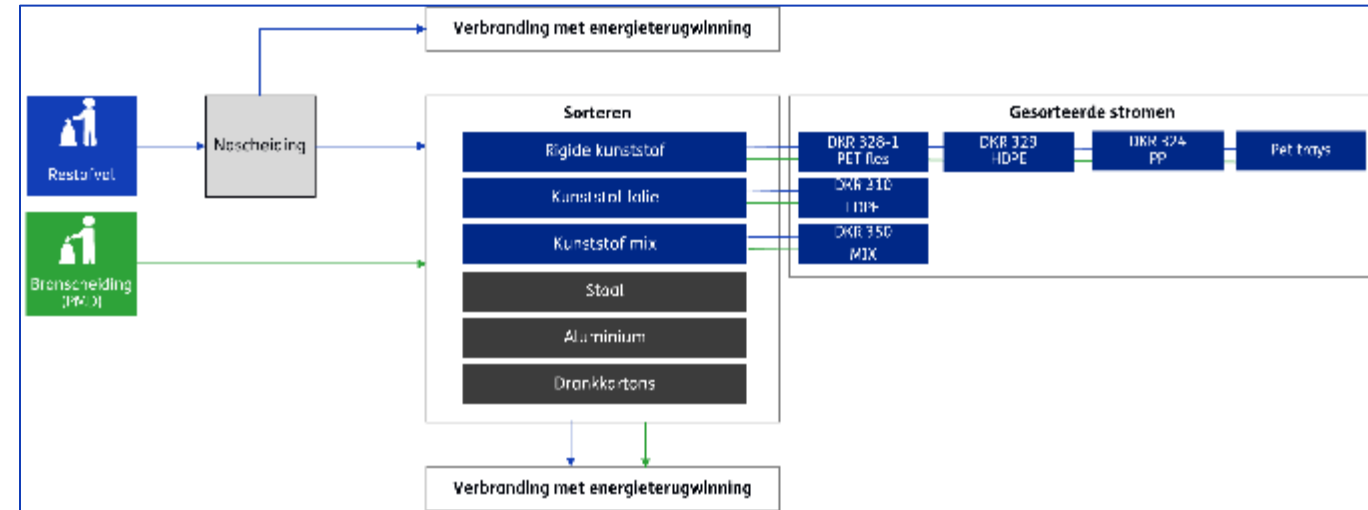
1. Plastic Pact NL. (2022). *Bevindingen pilots mix plastics (DKR350)*.
2. Verpact, & Vereniging van Nederlandse Gemeenten. (n.d.). *Algemeen deel*. <https://www.umpverpakkingen.nl/algemeen>
3. Bijleveld, M., Breeftink, M., Bruinsma, M., & Uijttewaal, M. (2021). *Klimaatimpact van afvalverwerkroutes in Nederland*.
4. Partners for Innovation, & Rebel. (2018). *Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse*.
5. van Bruggen, A., Zonneveld, M., & Zijp, M. (2020). *De circulaire kunststofketen: wat zijn de knelpunten?*
6. Thoden Van Velzen, U., Brouwer, M., & Molenveld, K. (2018). *Kwaliteit van gerecyclede huishoudelijke kunststofverpakkingen*.
7. Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.



Figuur 4. Post-consument recyclaat toegepast door Nederlandse verwerkers per polymeer type, aangepast van Conversio. (2024).

Sortering optimaliseren om volume DKR-350 te verminderen

- Binnen de huidige normering van het UMP moeten sorteerders 45% van de plasticafvalstromen sorteren in monostromen. 55% van het gewicht mag bestaan uit de mixstroom DKR-350. Als sorteerders hier niet aan voldoen, ontvangen ze een boete. Maar als ze beter sorteren naar monostromen dan is voorgeschreven, ontvangen ze hier extra geen financiële vergoeding voor via Verpact¹.
- Om een optimale kosteneffectieve output te bereiken, worden er meerdere technologieën toegepast om de afvalstromen te sorteren. Dankzij deze technologieën kunnen er grote hoeveelheden plastics worden verwerkt en hebben sommige stromen een hogere kwaliteit (zuiverheid) dan is voorgeschreven via de DKR-stromen².
- Om het volume aan DKR-350 te verminderen, zouden de monostroom-sorteerspecificaties ruimer kunnen worden ingesteld, zodat er minder wordt afgekeurd en in DKR-350 belandt. Een gevolg hiervan kan dit leiden tot lagere de kwaliteit van monostromen ten opzichte van de huidige kwaliteit³. Dit is een ongewenst effect.
 - Om dit effect te mitigeren zou er middels het UMP gestuurd moeten worden op de kwaliteit van de gesorteerde stromen en niet alleen op de kwantiteit.



Figuur 5: Schematisch overzicht inzamel en sorteerroutes huishoudelijk afval. (Kunststof verpakkingsafvalstromen = donkerblauw), TNO 2024.

1. Partners for Innovation, & Rebel. (2018). Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse. september. <https://www.kidv.nl/8133/verkenning-lsquo-kunststof-verpakkingsafval-als-grondstof-rsquo.html?ch=DEF>
2. PlasticsEurope. (n.d.). Inzameling en sortering. <https://plasticseurope.org/nl/themas/circulariteit/plastic-afvalbeleid/inzameling-en-sortering/>
3. Plastic Pact NL. (2022). Bevindingen pilots mix plastics (DKR350).

Samenvatting DKR specificaties en kwaliteitbepaling

- In Nederland wordt verpakkingsafval gescheiden via DKR-specificaties. DKR-specificaties zijn grofweg onder te verdelen in monostromen en een mix-stroom.
- Monostromen kunnen in veel verschillende typen producten worden verwerkt¹. Het is dus niet mogelijk te weten of monostromen in 'laagwaardige' of 'hoogwaardige' producten wordt toegepast, zonder o.a. te weten in welk type product de monostroom wordt verwerkt.
- De mixstroom wordt grotendeels via mechanische recycling verwerkt tot producten met een relatief lage economische waarde² (en in mindere mate via advanced recycling tot hoogwaardige producten).
- Om het toepassen van circulaire polymeren in alle toepassingen te stimuleren en een toename van relatief laagwaardige producten te mitigeren, kan het toepassen van monostromen worden gestimuleerd en het toepassen van DKR-350 worden ontmoedigd.
- De voordelen, nadelen en randvoorwaarden van deze methode (Scenario C) worden hierna in 3.B.II toegelicht.

1. Partners for Innovation, & Rebel. (2018). *Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse. september.*
2. Thoden Van Velzen, U., Brouwer, M., & Molenveld, K. (2018). *Kwaliteit van gerecyclede huishoudelijke kunststofverpakkingen*



3.B.II

Scenario C: Differentiatie in CPE- toekenning op basis van DKR-stromen



CPE toekenning differentiëren op basis van DKR-stromen: optie A en B

- Om te voorkomen dat het volume aan producten met een relatief lage economische waarde toeneemt, is het gewenst om het handelssysteem van de circulaire plasticnorm zo in te richten dat toepassing van hoogwaardig recyclaat wordt gestimuleerd en substitutie wordt voorkomen.
- Idealiter zou het volume van de DKR-350 zo laag mogelijk zijn¹. In scenario C zijn twee opties (A en B) onderzocht hoe dit gestimuleerd kan worden, wat de voordelen zijn, wat de nadelen zijn en welke randvoorwaarden van belang zijn.

Scenario C, optie A:

stimuleren van DKR monostromen zodat verwerkt volume van DKR-350 mixstroom afneemt.

In deze optie worden de mogelijke gevolgen onderzocht van het stimuleren van DKR-monostromen.

Scenario C, optie B:

uitsluiten van DKR-350 voor CPE toekenning

In deze optie worden de mogelijke gevolgen onderzocht van uitsluiten van de DKR-350 mixstroom voor CPE toekenning.

Belangrijke randvoorwaarden voor beide opties:

- DKR-350 en DKR-310 dienen behalve als grondstof voor laagwaardige producten ook als feedstock voor advanced recycling².
- Een randvoorwaarde is dat de CPE differentiatie niet leidt tot belemmering van de toepassing van hoogwaardig recyclaat uit advanced recycling.
- In scenario C is het daarom in beide gevallen (uitsluiten/stimuleren) gewenst dat de differentiatie op basis van DKR-stromen **alleen** geldt voor **mechanische recycling**.

1. van Rhijn, F. & Brandsma, M. (2022). Expert interviews PET Tray en DKR350 Recycling. Nationaal Testcentrum Circulaire Plastics.
2. Broeren, M., Lindgreen, E. R., & Bergsma, G. (2019). Verkenning Chemische Recycling - Update 2019. *CE Delft*.

Scenario C, optie A: stimuleren van DKR monostromen

Scenario C, optie A:

stimuleren van DKR monostromen zodat verwerkt volume van DKR-350 mixstroom afneemt.

Middels het handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) worden verwerkers gestimuleerd om recycelaat, afkomstig van DKR monostromen, toe te passen. Dit betekent dat verwerkers die dergelijk recycelaat toepassen meer CPE toegekend krijgen, dan verwerkers die recycelaat afkomstig van de DKR-mixstroom (DKR350) toepassen.

- We gaan uit van huidige kwaliteit en efficiëntie van sorteerstroom en daar binnen richten we ons op DKR-350.
 - Vanuit het circulariteitsprincipe is het gewenst om de huidige kwaliteit van monostromen te behouden of te vergroten. Daarom is een belangrijke voorwaarde van dit scenario dat er middels het UMP wordt gestuurd op de kwaliteit van monostromen (en niet alleen op de kwantiteit van monostromen). Zie pagina 26.
 - We gaan er vanuit dat een ongelijk speelveld voor Nederlandse verwerkers binnen Nederland geaccepteerd wordt.
 - We benadrukken dat in het scenario van stimuleren van een DKR stroom voor toekenning van CPE's alleen moet gelden voor mechanische recycling, om advanced recycling te blijven stimuleren (zie pagina 30).
-
- Om het volume van DKR-350 te verminderen kan deze nogmaals gesorteerd worden in twee stromen: Polyolefine (PO)-rijk en PO-arm¹.
 - De PO rijke stromen (PP/HDPE) kunnen in de toekomst door pyrolyse worden verwerkt.
 - PO-arme stroom heeft nog geen duidelijke route om te verwerken².
 - Het is onwaarschijnlijk dat de PO-arm stroom kan worden verwerkt in dezelfde toepassing als de huidige DKR-350.
 - De PO-arme stroom kan waarschijnlijk niet toegepast worden in dezelfde toepassing als de huidige DKR-350 stromen omdat deze een te lage kwaliteit heeft. Deze stroom wordt dan verbrand met yield verlies. Daardoor wordt mogelijk het minimum volume/percentage hergebruik of recycling van verpakkingen zoals gespecificeerd in het besluit beheer verpakkingen [2021] niet meer gehaald.
 - Een alternatieve route is chemische recycling van DKR-350. Lab- en pilot-testen hebben laten zien dat DKR-350 als feedstock kan dienen voor advanced recycling. De stroom wordt dan verwerkt tot pyrolyse olie met yield verlies³. Om deze route in de toekomst niet uit te sluiten, dient de differentiatie van CPE toekenning alleen te gelden voor mechanische recycling

1. Haffmans, S., Nelissen, J., Reijnders, M., & van Seters, A. (2023). *Actieplan: Design for recycling van kunststofverpakkingen*.

2. Partners for Innovation, & Rebel. (2018). *Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse*.

3. Genuino, H. C., van Eijk, M. C. P., Kersten, S. R. A., & Ruiz, M. P. (2024). Pyrolysis of Real Packaging Plastic Waste Streams in a Fluidized-Bed Pilot Plant. *Energy and Fuels*, 38(3), 2188–2199. <https://doi.org/10.1021/ACS.ENERGYFUELS.3C04114>

Scenario C, optie A: stimuleren van DKR monostromen

Scenario C, optie A:

stimuleren van DKR monostromen zodat verwerkt volume van DKR-350 mixstroom afneemt.

Middels het handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) worden verwerkers gestimuleerd om recycalaat, afkomstig van DKR monostromen, toe te passen. Dit betekent dat verwerkers die dergelijk recycalaat toepassen meer CPE toegekend krijgen, dan verwerkers die recycalaat afkomstig van de DKR-mixstroom (DKR350) toepassen.

Voordelen scenario C, optie A:

- Alle Nederlandse verwerkers kunnen CPE ontvangen voor het toepassen van circulaire polymeren (t.o.v. een groep uitsluiten, zoals in optie B), hiermee ontstaat dus een prikkel om circulaire polymeren in alle typen producten toe te passen.
- Stromen met specifieke DKR-specificaties kunnen extra gestimuleerd worden indien gewenst.
- Er hoeft geen nieuwe methode gestandaardiseerd te worden, want DKR-specificaties zijn een gestandaardiseerde methode om de kwaliteit van afvalstromen te bepalen.
- Er kunnen eisen gesteld worden aan geïmporteerde feedstock via DKR-specificaties op geïmporteerde stromen.

Nadelen scenario C, optie A:

- DKR-specificaties geven de kwaliteit van afvalstromen aan, dit geeft niet de kwaliteit van het product aan. De kwaliteit van het product wordt door veel verschillende factoren bepaald (zie pagina 11).
- In deze optie A worden monostromen gestimuleerd. Monostromen kunnen ook toegepast worden in producten met een relatief lage economische waarde. Deze optie reguleert dus niet wáár het recycalaat in wordt toegepast.
- DKR-specificaties worden enkel gebruikt voor verpakkingsafvalstromen. Toepassing van recycalaat afkomstig van andere afvalstromen wordt hiermee niet gestimuleerd of ontmoedigd.
- Om de huidige kwaliteit van monostromen te behouden, dient er middels het uitvoerings- en monitoringsprotocol van Verpact gestuurd te worden op kwaliteit, niet alleen kwantiteit. Wijzigingen hierin dienen plaats te vinden voordat deze optie A wordt ingevoerd.

Scenario C, Optie B: uitsluiten van DKR-350 voor CPE toekenning

Scenario C, optie B:
uitsluiten van DKR-350 voor CPE
toekenning

In het handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) ontvangen verwerkers die recycalaat, afkomstig van DKR-350 afvalstromen, toepassen geen CPE.

- We gaan uit van huidige kwaliteit en efficiëntie van huidige sorteerstroom en daar binnen richten we ons op DKR-350.
 - We gaan er vanuit dat het gewenst is om de huidige kwaliteit van mono-stromen te behouden.
 - We gaan er vanuit dat het uitsluiten van DKR 350 voor toekenning van CPE's alleen geldt voor mechanische recycling.
-
- Het doel van het uitsluiten van DKR-350 voor CPE toekenning is om een toename van producten met een relatief lage economische waarde én onnodige substitutie van materiaal anders dan plastic (e.g. hout) te voorkomen.
 - De grootste in Nederland gesorteerde DKR-stroom in volume is DKR-350, de noodzakelijke bewerking (regranulering) vindt plaats buiten Nederland. DKR-350 wordt met name toegepast in producten ter vervanging van hout, staal en beton¹. Netto geeft dit vaak een negatieve impact op het milieu.

1. Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.

Scenario C, Optie B: uitsluiten van DKR-350 voor CPE toekenning

Scenario C, optie B:
uitsluiten van DKR-350 voor CPE
toekenning

In het handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) ontvangen verwerkers die recycalaat, afkomstig van DKR-350 afvalstromen, toepassen geen CPE.

De voordelen van scenario C, optie B:

- Het gebruik van recycalaat afkomstig van DKR-350 stromen wordt ontmoedigd doordat er geen CPE's aan worden toegekend. Daardoor kan het financieel onaantrekkelijk worden om deze stroom nog te gebruiken. Hierdoor kan de vraag naar monostromen toenemen, waardoor recyclers worden gestimuleerd om DKR-350 nogmaals te sorteren om zo het volume monostromen te vergroten.

De nadelen van scenario C, optie B:

- In optie B wordt de groep verwerkers dat alleen recycalaat afkomstig van DKR-350 toepast extra benadeeld. Deze groep past circulaire polymeren toe maar zal hier geen CPE voor ontvangen. Deze groep dient dus CPE's in te kopen. Dit kan als ongewenst gevolg hebben dat deze groep de prijs van het product verhoogt, failliet gaat of zich zal vestigen in het buitenland. Een ongelijk speelveld voor Nederlandse verwerkers kan als ongewenst gezien worden omdat het de Nederlandse koploper positie in recycling van plastic afval en toepassen van recycalaat in gevaar kan brengen.
- Optie B zorgt niet voor een prikkel om circulaire polymeren in alle toepassingen toe te passen.
- De vraag naar mono-stromen neemt toe en dit kan, uitgaande van het huidige sorteersysteem, leiden tot lagere kwaliteit mono-stromen (ten opzichte van de huidige kwaliteit).
- De DKR-350 stroom wordt niet meer ingezet voor producten met lage economische waarde maar verbrand met energierterugwinning, terwijl mogelijk ander (kwalitatief hoger) recycalaat voor producten met lage economische waarde wordt ingezet.

1. Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.

3.B.III

**Scenario C:
Stimulans voor inzet
circulaire polymeren
in alle toepassingen**

Conclusies



Algemene conclusies – Differentiatie in CPE toekenning op basis van DKR-stromen 1/3

Algemene conclusies

- Om middels het handelssysteem hoogwaardige recycling te stimuleren en ongewenste substitutie te voorkomen kan er gestuurd worden op de input (granulaat) van verwerkers; specifiek van welke DKR-stroom de input (granulaat) afkomstig is.
- DKR monostromen kunnen worden toegepast in producten met zowel een relatief lage als hoge economische waarde. De DKR-350 mixstroom kan, middels mechanische recycling, alleen worden toegepast in producten met een relatief lage economische waarde.
- In DKR-350 zitten naast niet-recyclebare verpakkingen ook goed-recyclebare verpakkingen. Het is dan ook gewenst om deze stroom beter te sorteren en de DKR-350 stroom, in volume, zo laag mogelijk te maken. Dit kan door de stroom verder te sorteren naar een PO-rijke stroom en een PO-arme stroom. In de toekomst kan de PO-rijke stroom waarschijnlijk verder verwerkt worden middels chemische recycling.
- Differentiëren op basis van DKR-stromen moet niet leiden tot uitsluiting van advanced recycling, deze moet dan ook alleen gelden voor DKR-stromen die worden verwerkt voor mechanische recycling.

Conclusies opties A&B – Differentiatie in CPE toekenning op basis van DKR-stromen 3/3

Optie A: DKR-differentiatie door middel van stimuleren DKR-monostromen

- Middels het handelssysteem met vermenigvuldigingsfactor (CPE differentiatie) kan een stimulans worden gegeven om de DKR-350 beter te sorteren (en in volume af te laten nemen), door aan recycalaat afkomstig van DKR-monostromen meer CPE toe te kennen dan aan recycalaat afkomstig van DKR-350.
- Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is dat er tegelijkertijd een aanpassing of aanvulling moet komen in het Uitvoering- en monitoringsprotocol om in plaats van volume recyclingpercentage op de kwaliteit van de afvalstromen te sturen. Wanneer dit niet gebeurt bestaat er een kans dat de huidige (hoger dan noodzakelijke) kwaliteit van mono-stromen afneemt.

Optie B: DKR-differentiatie door DKR-350 stromen uit te sluiten van CPE toekenning

- Er worden geen CPE's toegekend aan recycalaat afkomstig van DKR-350. De laagwaardige producten die oorspronkelijk van DKR-350 worden gemaakt worden dan van biogebaseerde dan wel monostromen gemaakt of anderszins moet de verwerker CPE's kopen.
- Het toepassen van DKR-monostromen wordt hier niet door gestimuleerd.
- Deze optie zal naar alle waarschijnlijkheid tot een ongewenst ongelijk speelveld leiden omdat verwerkers van uitsluitend of voornamelijk DKR-350 sterk benadeeld worden.

Conclusie voor Optie A en B:

- Met Optie A ontstaat er een prikkel om circulaire polymeren in alle typen toepassingen toe te passen én neemt het risico op een relatieve toename van laagwaardige toepassingen af.

*III. Buitenlandse verwerkers die producten met een lage economische waarde maken met een hoog percentage recycalaat/biogebaseerde grondstoffen (en dus nu al voldoen aan de norm) kunnen zich vestigen in Nederland en CPE's kunnen verkopen aan verwerkers die geen recycalaat/biogebaseerde grondstoffen kunnen toepassen.

3.C

Scenario D:

Differentiatie in CPE

toekenning op basis van

CO₂ impact van de

toegepaste recycling

technologie

–

Inleiding, Methode

en Conclusies



Scenario D: Inleiding

- Het doel van scenario D is om het risico op een toename van producten met een relatief lage economische waarde in Nederland als gevolg van de norm en bijbehorende handelssystematiek te mitigeren.
- In scenario D wordt uitgezocht of een CPE differentiatie op basis van de CO₂ uitstoot van de toegepaste recyclingtechnologie per polymeer een mogelijke oplossing is voor bovengenoemd risico.
- In scenario D worden recycling technologieën onderverdeeld in mechanische recycling (MR) en advanced recycling (AR):

Type recycling	Recycling technologie
MR	Mechanische recycling – open loop
MR	Mechanische recycling – closed loop
AR	Pyrolyse
AR	Depolymerisatie
AR	Dissolutie

- We richten ons hierbij op de (geprioriteerde) polymeren van de voorlopige positieve lijst¹ (zie vraag 2):

Polymeren		
Polypropyleen (PP)	Polystyreen (PS/EPS)	Polymethylmethacrylaat (PMMA)
Polyethyleen (LDPE, HDPE)	Polyetheentereftalaat (PET)	Polyamide (PA)
PolyVinylChloride (PVC)	Polymelkzuur (PLA)	Polyurethaan (PUR)

1. Min. van IenW. (2025). *Algemeen deel van de memorie van toelichting*.

Scenario D: Uitgangspunten

Uitgangspunten voor Scenario D

Advanced Recycling (AR)

- We gaan ervanuit dat recyclaat afkomstig van advanced recycling alleen wordt toegepast in producten met een relatief hoge economische waarde. Op dit moment is dat het geval, omdat AR een kostbaar proces is in vergelijking met mechanische recycling (MR).
- Er is momenteel beperkte AR productiecapaciteit, feedstock en recyclaat beschikbaar in Nederland.

Mechanische Recycling (MR)

- Uitgangspunten voor recyclaattoepassing in producten zijn:
 - 100% Closed-loop MR granulaat*¹=> producten met een hoge economische waarde²
 - Open-loop MR monogranulaat => producten met een lage of hoge economische waarde
 - Open-loop MR mixgranulaat => producten met een lage economische waarde
- Er is (te) weinig MR recyclaat van een constante, hoge kwaliteit beschikbaar voor verwerkers³.
 - Uitzondering: PET flessen recyclaat (Cumapoll, Faerch)

* We gaan hier uit van closed-loop mechanische recycling waarin het recyclaat wordt toegepast in hetzelfde type product.

1. UNEP. (2011). *Recycling rates of metals*.
2. Huysman, S., Debaveye, S., Schaubroeck, T., Meester, S. De, Ardente, F., Mathieux, F., & Dewulf, J. (2015). The recyclability benefit rate of closed-loop and open-loop systems: A case study on plastic recycling in Flanders. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.014>
3. van Bruggen, A., Zonneveld, M., & Zijp, M. (2020). *De circulaire kunststofketen: wat zijn de knelpunten?*



Scenario D: mechanische en advanced recycling

- Om plasticafval opnieuw toe te passen in producten, is bepaalde kwaliteit gerecycled plastic nodig. Om de kwaliteit van plastic recycling aan te geven, bestaan er generieke afval hiërarchieën. In Europa is deze vastgelegd in de kaderrichtlijn afvalstoffen van de EU¹, in Nederland wordt deze beschreven in het Landelijk Afvalbeheerplan 3² (binnenkort Circulair Materialen Plan), figuur 6. Na preventie en voorbereiding voor hergebruik worden verschillende typen van recycling beschreven.
- Op dit moment wordt over het algemeen mechanische recycling van afvalstromen het meest toegepast. Met deze recyclingtechnologie gaat de kwaliteit van het plastic achteruit, en wordt het slechts gedeeltelijk verwerkt in producten met dezelfde toepassing als het oorspronkelijke product³.
- De kwaliteit en kwantiteit van recyclaat afkomstig van Mechanische Recycling wordt door een aantal factoren verslechterd³:
 - plasticafvalstromen bestaan over het algemeen niet voor 100% uit één type polymeer bestaan maar zijn vaak deels vervuild met andere typen polymeren of zelfs andere materialen (metaal, papier etc.).
 - plastic producten bestaan uit een mix van materialen en polymeren, zoals bij multi-layer (meerdere lagen) verpakkingen of producten die additieven bevatten.
- Deze factoren verschillen per plastic toepassing en sector, en dus ziet elke plasticafvalstroom er anders uit.
- Er zijn innovatieve Advanced Recycling technologieën die inspelen op de beperkingen van MR³.
 - thermochemische methoden die plastic afval recyclen tot monomeren of polymeren.
 - depolymerisatie, dat polymeerbindingen verbreekt met chemicaliën.
 - dissolutie met solvents, dat polymeren intact houdt.
- In dit rapport refereren we naar deze technologieën met Advanced Recycling.
- De milieu-impact van deze technologieën kan worden bepaald met een Life Cycle Assessment (LCA). Vaak wordt de milieu-impact met deze methode alleen bepaald voor 1 type recycling technologie of een specifieke afvalstroom. Hierdoor is het moeilijk om de impact van de technologie te bepalen ten opzichte van andere technologieën én in het circulariteitsperspectief.

Afvalhiërarchie	
a.	Preventie;
b.	voorbereiding voor hergebruik;
c1.	recycling van het oorspronkelijke materiaal in een gelijke of wat betreft de vereiste kwaliteit van het materiaal vergelijkbare toepassing, waaronder ook mechanische recycling en chemische recycling in de vorm van 'monomeer chemische recycling' en 'solvolyse' maar niet als 'chemische recycling via basischemicaliën' (*);
c2.	recycling van het oorspronkelijke materiaal in een niet gelijke of wat betreft de vereiste kwaliteit van het materiaal niet vergelijkbare toepassing en/of chemische recycling via basischemicaliën (*);
d.	andere nuttige toepassing, waaronder energiete terugwinning;
e1.	verbranden als vorm van verwijdering;
e2.	storten of lozen.
(*) Naast deze vormen van recycling kent het LAP ook nog de term 'voorkeursrecycling'. Dit is een vorm die in het algemeen valt onder c1 of c2 of bestaat uit een combinatie daarvan, maar die in het betreffende sectorplan expliciet als voorkeursrecycling is aangemerkt. Op de consequenties van het aanmerken van een vorm van verwerking als voorkeursrecycling wordt in paragraaf A.4.2.2 en in hoofdstuk D.2 'Minimumstandaard' verder in gegaan.	

Figuur 6. Afvalhiërarchie. Min. IenW, 2017.

1. European Parliament. (2015). Directive 2008/9/EC on waste and repealing certain Directives.
2. Ministerie van IenW. (2017). A.4 Algemene uitgangspunten en algemeen beleid. *Landelijke Afvalbeheerplan 2017 - 2029*, 2029, 28-51.
3. Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>

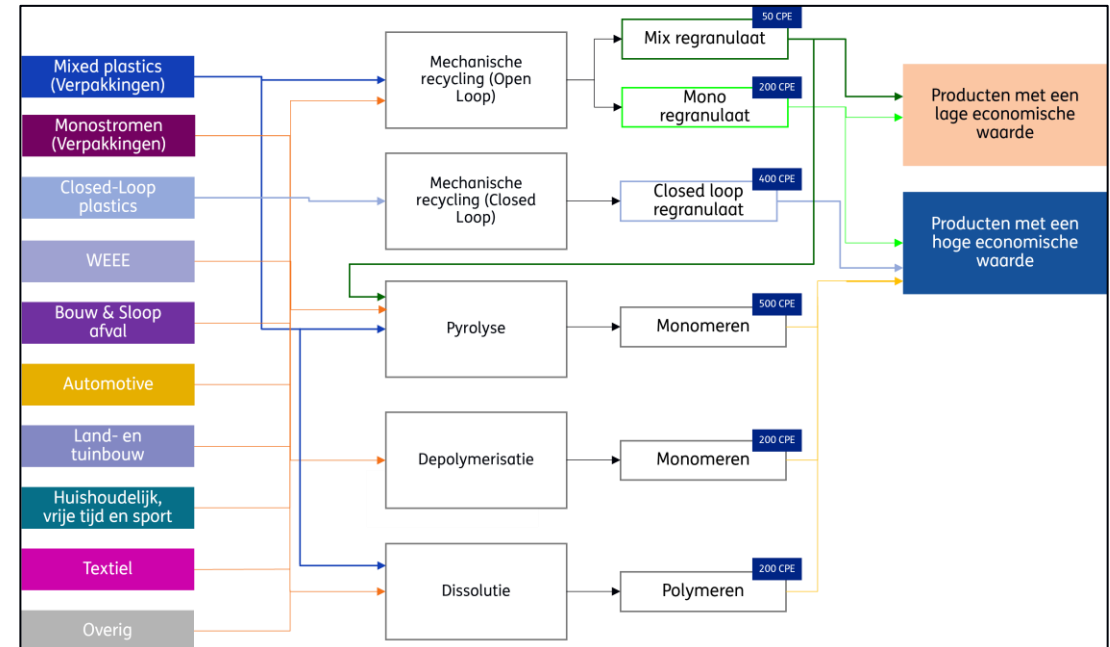
Scenario D: Methode CO₂ impact recyclingtechnologie

- In scenario D is de hypothese dat er middels CPE differentiatie gestuurd kan worden op het toepassen van recyclaat, verwerkt met een technologie die de minste CO₂-uitstoot heeft.
- TNO werkt aan een methode om recyclingtechnologieën en de bijbehorende impact op het milieu te bepalen.
 - In de LCA matrix van Schwarz et al. (2021) is al een basis gelegd voor een dergelijke methode. Deze LCA matrix berekent de CO₂-impact van recycling technologieën, voor 25 van de meest gebruikte polymeren. Dit model is nu op basis van 100% zuivere polymeerstromen.
 - Om het model toepasbaar te maken voor Scenario D zou dit gebaseerd moeten zijn op de realistische, minder zuivere, DKR stromen en andere afvalstromen (niet-verpakkingen). Hiervoor moet het model en de LCA matrix aangevuld worden met data over gerecyclede polymeren en een aantal aanvullende biogebaseerde polymeren (de LCA matrix bevat momenteel alleen het biogebaseerd polymeer PolyLacticAcid).
- Als deze Impactmethode verder wordt uitgebreid, is het theoretisch mogelijk om op basis hiervan **meer CPE's** toe te kennen aan producten die gemaakt zijn van granulaat met een **lagere CO₂ impact**.

1. Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>
2. TNO PRISM model. (n.d.). <https://www.tno.nl/nl/duurzaam/circulaire-plastics/circulaire-scenario-modellen/>

Scenario D: Methode CO₂ impact recyclingtechnologie

- In Schwarz et al. (2021)¹ wordt de vergelijkmethode in 2 casestudies toegepast. Ter illustratie van hoe de CPE differentiatie eruit kan komen te zien, richten we ons op 'case study 1'.
- In casestudy 1 worden recyclingtechnologieën vergeleken voor een PP en LDPE folie stroom (gevormd door plaat extrusie (sheet extrusion)) afkomstig van verpakkingsmateriaal, ingezameld door een gemeente. In deze case studie is de CO₂ uitstoot van mechanische recycling hoger dan die voor pyrolyse naar monomeren. Dit komt o.a. doordat er grote verliezen optreden bij de sortering die nodig is voor mechanische recycling. In deze studie wordt er vanuit gegaan dat deze verliezen worden verbrand met energierugwinning¹.
- Figuur 7, geeft schematisch weer hoe dit scenario eruit zou kunnen zien, dit is **een voorbeeld** van hoe scenario D eruit kan zien:
 - We kijken in figuur 7 naar case studie 1 uit het artikel van Schwarz et al. 2021¹.
 - We gaan in dit geval ervanuit dat mechanische open-loop recycling een hogere CO₂ impact heeft dan advanced recycling.
 - Op basis van de CO₂ impact, krijgt mix regranulaat (MR, open-loop) minder CPEs toegekend dan mono regranulaat (MR, open-loop) of monomeren (pyrolyse).
 - We gaan hier vanuit dat chemische recycling vervuilde plasticafval stromen kan verwerken dan mechanische recycling.
- Om Scenario D: CPE differentiatie op basis van de milieu-impact te visualiseren, is deze case studie gebruikt als basis in figuur 7. Echter, deze casestudy dateert uit 2020, inmiddels zijn de technologieën verder ontwikkeld en zijn er nieuwe data beschikbaar. In de praktijk zal, afhankelijk van de verwerkte afvalstroom, een recyclingtechnologie een andere milieu-impact score kunnen krijgen dan is gevisualiseerd in dit voorbeeld. Zo wordt in dit voorbeeld vanuit gegaan dat pyrolyse om kan gaan met vervuilde stromen dan mechanische recycling wat gezien de kinderfase van pyrolyse momenteel nog niet het geval is.



Figuur 7. **Voorbeeld** van een mogelijke invulling: schematische weergave van afvalstromen, recyclingtechnologieën en output-stromen, op basis van case studie 1 uit Schwarz et al. 2021, TNO.

1. Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>

Scenario D: voordelen, nadelen en conclusies

Voordelen

- Er wordt ketenwijd gestuurd op alle typen granulaat. Hiermee ontstaat er een prikkel om circulaire polymeren in alle toepassingen te gebruiken (en niet alleen in verpakkingen via de DKR stromen, zoals in scenario C).
- Granulaat verwerkt door technologie met de minste CO₂ impact wordt gestimuleerd dit leidt in principe tot de grootste CO₂ uitstoot-reductie.

Nadelen

- Er wordt niet gestuurd op de kwaliteit van het product, maar alleen op het type granulaat en de toegepaste technologie. Hierdoor kan nog steeds een toename van producten met een relatief lage economische waarde ontstaan.
- Recycling technologieën met een hoge CO₂ impact worden ontmoedigd. In het geval van advanced recycling kan dit de technologische innovatie hinderen.
- Om Scenario D te implementeren dient eerst objectief de CO₂ impact van recyclingtechnologieën bepaald te worden, ofwel door de LCA matrix uit te breiden, of via een alternatieve methode.

Conclusies

- Differentiatie van CPE toekenning op basis van CO₂ impact leidt tot stimulatie van het toepassen van polymeer specifieke recycling technologieën met de laagste milieu-impact.
- In dit scenario komen alle typen granulaat in aanmerking voor CPE toekenning (en niet alleen DKR-stromen zoals in scenario C). Hiermee ontstaat er een prikkel om circulaire polymeren in alle toepassingen te gebruiken.
- In dit scenario wordt niet direct het risico op een toename van laagwaardige producten gemitigeerd omdat er alleen gestuurd op CO₂ impact van het recyclaat en niet gekeken naar de kwaliteit van het uiteindelijke product. Hierdoor is er nog steeds een ongewenste stimulans om producten met een relatief lage economische waarde te maken, waarin verwerking van MR recyclaat met lage CO₂ impact eenvoudig is.
- Technologische innovaties voor advanced recycling kunnen worden gehinderd. Als voor een bepaald type polymeer AR een hogere CO₂ impact heeft dan MR, worden er minder CPEs toegekend voor het toepassen van AR monomeren. Dit ontmoedigt het toepassen van AR recyclaat.

4. Normhoogte voor circulaire polymeren



Vraag 2: Welke hoogte van de normering voor plastics is technisch haalbaar?

Zijn er voldoende circulaire (grondstoffen voor) plastics beschikbaar te maken?

- De normeringshoogte voor een bepaald plastic product dient gebaseerd te zijn op de hoeveelheid beschikbare circulaire alternatieven ten opzichte van de op fossiel-gebaseerde virgin plastic.
- Met circulaire alternatieven wordt bedoeld plastic afkomstig van mechanische- (MR) of advanced* (AR) recycling óf van bio-gebaseerde grondstoffen.

Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- Het huidige en toekomstige aanbod (volume) van circulaire alternatieven in NL, EU en daarbuiten. Voor de concurrentiepositie van NL verdient het de voorkeur om zoveel mogelijk productie van circulaire alternatieven in NL te hebben.
- De geschiktheid van de beschikbare circulaire alternatieven om de huidige fossiel-gebaseerde virgin plastics te vervangen. Door stringente wet & regelgeving is dit met name een uitdaging voor drank & voedselverpakkingen, veiligheidsapplicaties in de auto-industrie en medische toepassingen.
- In de praktijk zijn er tientallen varianten (grades) van een bepaald plastic die specifiek geschikt zijn voor een bepaalde toepassing. Denk bijvoorbeeld aan een specifieke dichtheid viscositeit, taaiheid, of samenstelling bv HDPE, LDPE. Het vergt nader (omvangrijk) onderzoek met productontwikkelaars om uit te zoeken voor welke van die grades er een circulair alternatief beschikbaar is.

Daarom is er in het huidige onderzoek naar 2 aspecten gekeken:

1. Is er voor een bepaalde plastic een potentieel circulair alternatief? Deze vraag is besproken met experts en er is een internet onderzoek uitgevoerd. De gevonden potentieel circulaire alternatieven zijn in bijgesloten Excel file opgenomen (4A. Positieve lijst).
2. Wat zijn de beschikbare volumes van circulaire alternatieven in NL en Europa? Hiertoe is een literatuuronderzoek uitgevoerd.

*Advanced recycling is de verzamelnaam voor chemische (pyrolyse, depolymerisatie, gasificatie) recycling technologieën en dissolutie: [link naar infographic](#).

Positieve lijst

- Min. I&W is voornemens om de HS-codes te gebruiken als basis voor de positieve lijst en de daaruit voortvloeiende administratieve verplichting van de gebruikte polymeren door de polymeer verwerkingsindustrie.
- Dit HS-code systeem (Harmonized System) is wereldwijd in gebruik door de douane bij de in- & export van goederen.
- Op vraag van min. I&W is het door hen aangeleverde document aangevuld in bijgesloten excel file:
 - Thermoplast/thermoharder/elastomeer
 - Voorbeelden van producten in de HS-codes
 - Voorbeelden van potentiële circulaire alternatieven
- Hierbij dient aangemerkt te worden dat in geval van een genoemd potentieel circulair alternatief dit niet betekent dat er een potentieel alternatief is voor alle polymeren in die categorie. De enorme verscheidenheid aan applicaties van een bepaald polymeer brengt een grote verscheidenheid aan geoptimaliseerde plastics met zich mee.



Microsoft Excel
Worksheet

Aspecten die invloed hebben op de normeringshoogte

- Om te kunnen bepalen welke hoogte van de normering technisch haalbaar is er informatie nodig over de volgende aspecten, de informatie van dikgedrukte aspecten volgt (deels) in dit rapport:

Volumestromen	Beschikbaarheid informatie	Technische aspecten	Beschikbaarheid informatie	Wetgeving & Trends	Beschikbaarheid informatie
Nederlands volume virgin plastic productie (uitgesplitst per polymeer)	Verwacht via CPNL, 2025	Kwaliteitseisen per product(categorie)	Beschikbaar via RecyQmeter TNO, publicatie verwacht in 2025	Verwachte groei van recyclingcapaciteit (wereldwijd)	Onbekend, NL groei beschikbaar in: Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023
Huidig volume biogebaseerd materiaal (uitgesplitst per polymeer), NL en EU	NL: Verwacht via CPNL, 2025 EU: pagina 53	Recyclingcapaciteit beschikbaarheid Nederland (output/#plants)	Nederlandse advanced recycling capaciteit bekend, pagina 58	Verwachte groei product productie	Mogelijk met aannames
Huidig volume mechanisch recyclaat (uitgesplitst per polymeer), NL en EU	NL Verwacht via CPNL, 2025 EU: pagina 53	Recyclingcapaciteit beschikbaarheid buitenland (output/#plants)	Onbekend	Trends rondom wetgeving toepassen recyclaat/biogebaseerd materiaal EU	Trends voor een aantal EU landen bekend, pagina 61
Huidige volume advanced recyclaat (uitgesplitst per polymeer), NL en EU	Verwacht via CPNL, 2025 EU: pagina 53			Trends rondom wetgeving die invloed hebben op de import/export van plastic afval/recyclaat/biogebaseerd materiaal	Beschikbaar in: Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023
Volume pellet gebruik door Nederlandse verwerkers (uitgesplitst per polymeer)	Verwacht via CPNL, 2025				

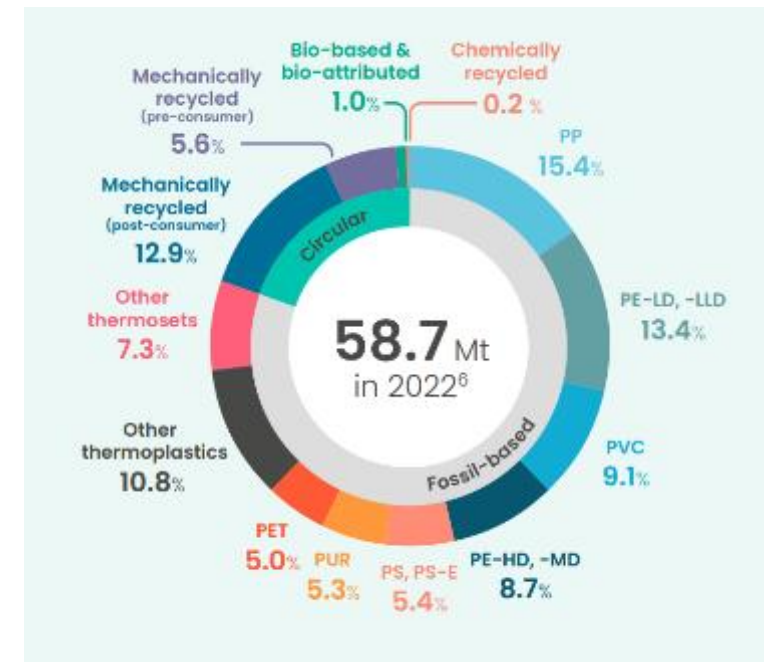
4.B

Productie circulaire polymeren



Beschikbare informatie productie capaciteiten EU

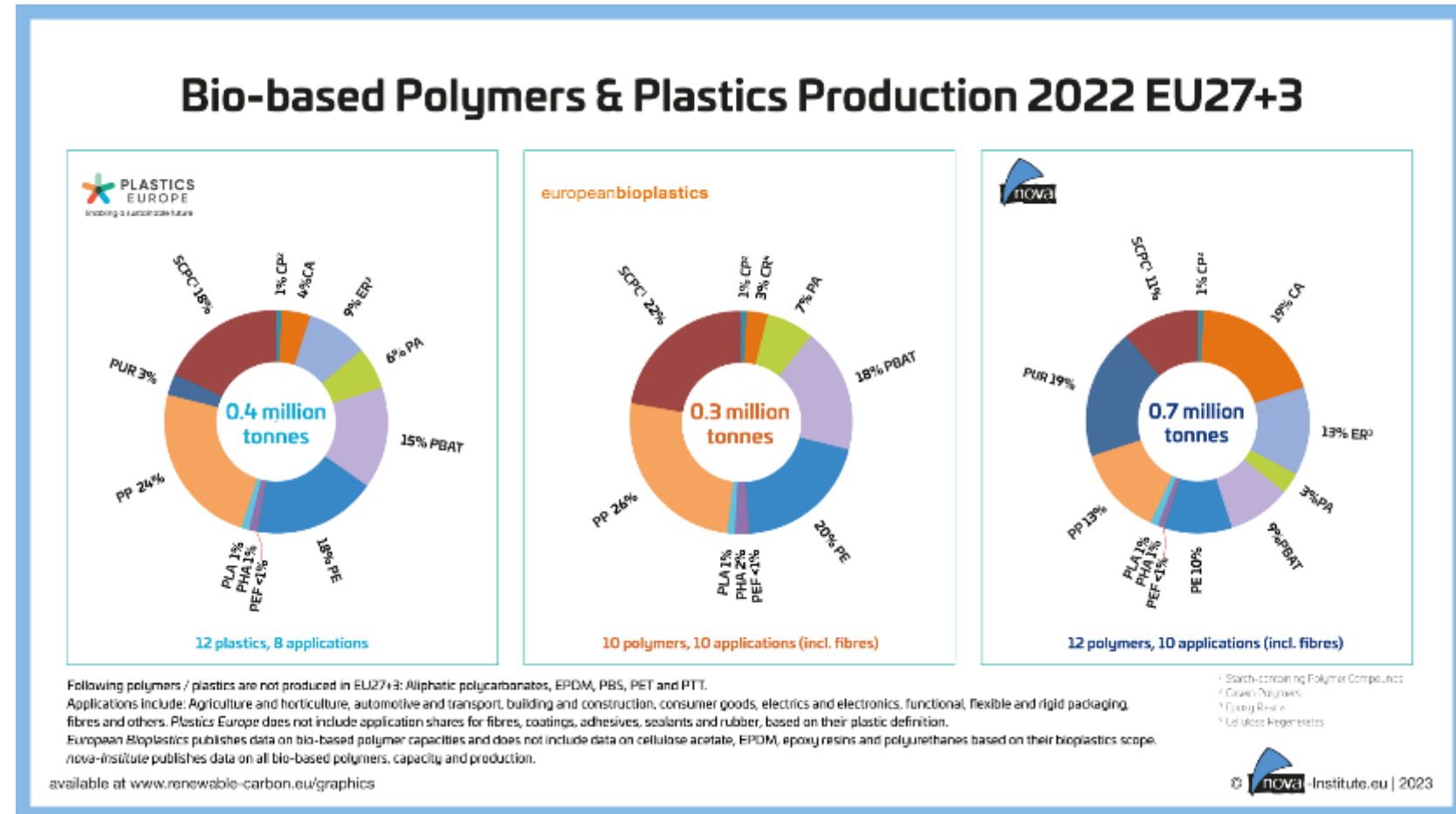
- Volgens Plastics Europe bedraagt het aandeel circulaire plastics geproduceerd in Europa circa 20% in 2022. Dit is inclusief 5.6% afkomstig van pre-consumer mechanisch gerecycleerd materiaal.
- De productie van chemisch gerecycled polymeer is extreem laag: circa 0.2% van het totaal aan geproduceerde plastic. Een verdere uitsplitsing naar polymeertype is niet beschikbaar, zie ook slide 57.
- Wat betreft de mechanische recycling heeft Plastics Europe geen verdere informatie over het (volume) aandeel van de verschillende polymeer types hierin.
 - Een vervolgonderzoek is nodig om inzicht te krijgen in de opbouw van de volume stromen voor mechanische recycling.
- Wel kan gesteld worden dat de post-consumer mechanisch gerecycleerde stroom belandt veelal in minder waardevolle producten dan origineel (downcycling). Dit geldt niet voor de r-PET stroom, welke veelal weer wordt hergebruikt voor flessen en voedselverpakking (trays).
- De productie van bio-gebaseerde polymeren is zeer laag: circa 1.0% van het totaal aan geproduceerde plastic. Een onderverdeling naar de diverse polymeren is te vinden in de volgende slide.



Figuur 8. Europese plastic productie per polymeer, 2023. Plastics Europe. (2023). Plastics - the fast facts 2023. 2023.

Beschikbare informatie productie capaciteiten EU

- De hoeveelheid geproduceerde biogebaseerde plastic in EU is zeer laag: circa 0.4-0.7 Mton ten opzichte van 58.7Mton totale productie in 2022.
- PP, PE, PBAT en zetmeel-gebaseerde plastics vormen een groot aandeel.

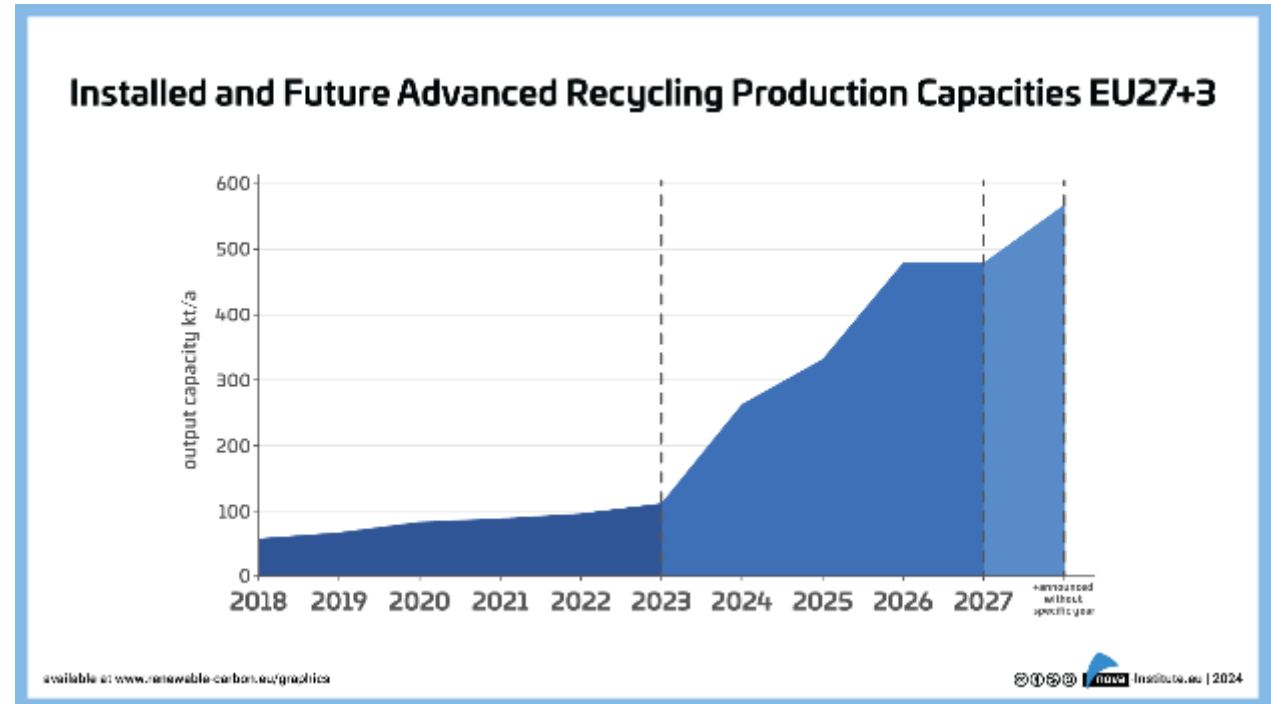


Figuur 9. Biogebaseerde polymeren en plastic productie 2022 EU27+3 Nova institute, Plastics Europe and European Bioplastics join forces on bio-based polymers and plastics production data. (n.d.). 2023. <https://renewable-carbon.eu/news/nova-institute-plastics-europe-and-european-bioplastics-join-forces-on-bio-based-polymers-and-plastics-production-data/>

Beschikbare informatie productie capaciteiten EU

Advanced recycling

- Advanced recycling is van kritisch belang voor een circulaire plastics waardeketen omdat het in staat is om mixed plastic afvalstromen te verwerken die niet met mechanische recycling tot een bruikbaar eindproduct verwerkt kunnen worden.
- De huidige geïnstalleerde productiecapaciteit voor advanced recycling in de EU27+3 lidstaten wordt door het Nova Institute geschat op circa 300kton/jaar, zie bijgaande grafiek. In 2028 wordt verwacht dat deze nagenoeg verdubbelt.
- Nova Institute heeft geen uitsplitsing naar volume stromen voor de polymeren beschikbaar.
- Op basis van conversie rendementen² mag aangenomen worden dat dit momenteel (2023) een maximale productie van circa 60-100kton/jaar aan polymeren betekent, voornamelijk polyolefinen.
- Hierbij dient opgemerkt te worden dat de daadwerkelijke productiecapaciteiten van chemische en fysische recycling installaties nog ver beneden de geïnstalleerde capaciteiten liggen, in verband met opstart- en operationele problemen³.

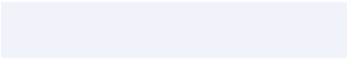


Figuur 10. Geïnstalleerde en toekomstige advanced recycling productie capaciteit EU27+3, *Renewable Carbon Publications*. (n.d.). <https://renewable-carbon.eu/publications/page/2/?search=1&publication-type=graphics#038;publication-type=graphics>

1. VNCI. (n.d.). *Chemische recycling onmisbaar voor meer hergebruik van afval* <https://www.vnci.nl/standpunten/standpunt/chemische-recycling-onmisbaar-voor-meer-hergebruik-van-afval#:~:text=De VNCI ziet chemische recycling van afvalstromen als,maken als duurzame bouwstenen voor nieuwe circulaire producten.>
2. KPMG Advisory N.V. (2023). *Plastic feedstock for recycling in the Netherlands*. www.kpmg.nl
3. van den Beuken, E., Urbanus, J. H., Stegmann, P., van Harmelen, T., Ligthart, T., Bertling, J., Kabasci, S., & Schulte, A. (2023). *From #plasticfree to future-proof plastics: How to use plastics in a circular economy*. June. <https://publications.tno.nl/publication/34640906/7U37Gk/vandenbeuken-2023-from-wp.pdf>

4.B.I Recycling capaciteit Nederland





Nederlandse advanced recycling capaciteit

Techniek	Operationele plants ⁴	Capaciteit (indicatie)	Type plastic	Verwachte plants	Notities
Dissolutie	PS Loop	5 ton/week (2024) ¹	Polystyreen		
Depolymerisatie	Cure	20 kg/uur (2024) ²	Polyester	Ioniqa	
Pyrolyse	- Sabic - Fuenix	20 kton/jaar (verwacht in 2025)³ 12 kton/jaar⁴	Mixed, voornamelijk polyolefinen	Pryme, BioBTX, Shell ⁴ , Itero Technologies ⁵	

1. PSLoop, (2024). *New milestone towards a circular economy for the EPS industry*. https://www.pslloop.eu/news/new_milestone/

2. Cure Polyester Rejuvenation. (n.d.). <https://curetechnology.com/>

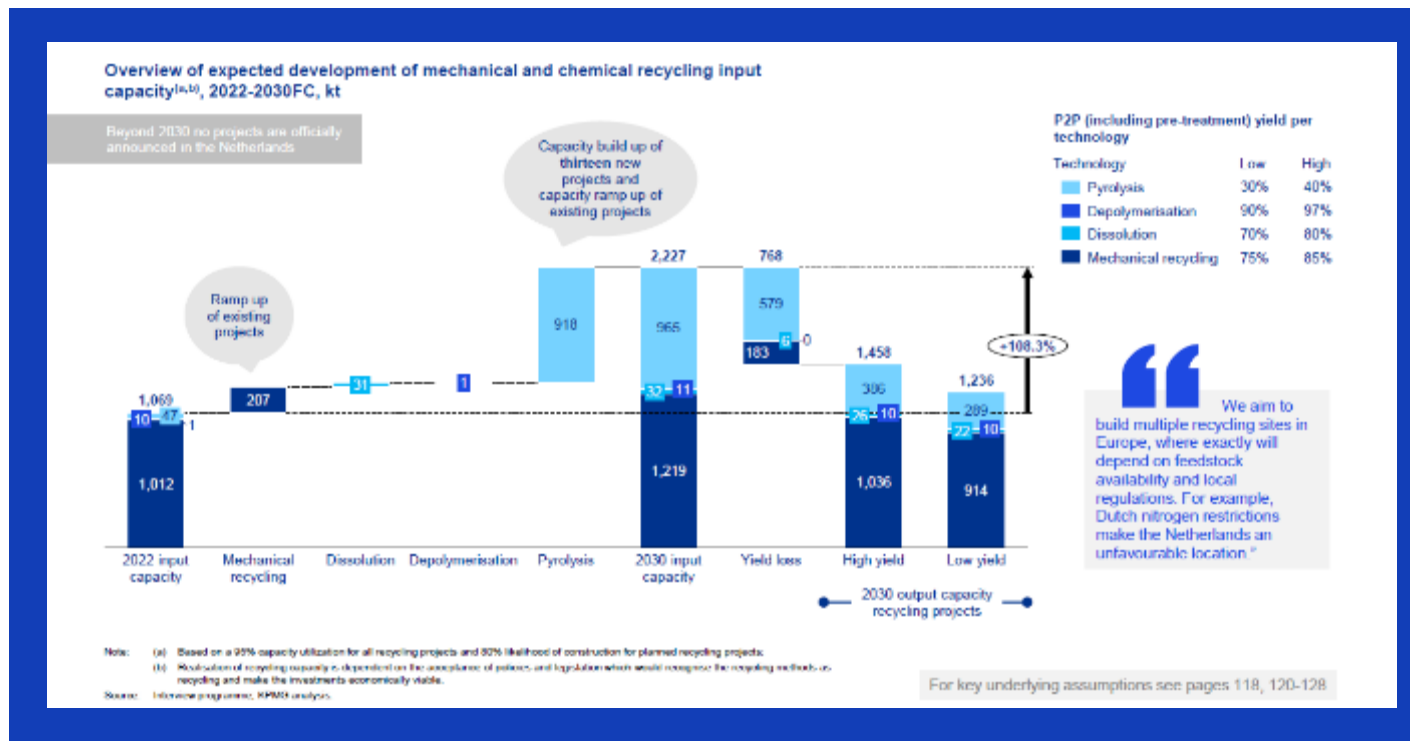
3. van Gool, J. (2024). *Sabic levert hydrotreater plastic recyclingfabriek Geleen succesvol op*. <https://www.petrochem.nl/chemelot/2024/08/sabic-levert-hydrotreater-plastic-recyclingfabriek-geleen-succesvol-op/?gdpr=deny&gdpr=accept>

4. Roadmap Chemische Recycling Kunststof 2023 Nederland, Rebelgroep (2020)

5. Itero Technologies. (n.d.). <https://www.itero-tech.com/>

Verwachte recycling capaciteit Nederland

- Ten opzichte van 2022 verwacht KPMG een verdubbeling van de recycling capaciteit in 2030 in Nederland.
- De grootste toename zit in de aangekondigde pyrolyse capaciteit, welke tevens ook verreweg het laagste rendement heeft van alle recycling technologieën.
- KPMG verwacht een AR input capaciteit van circa 1000 kton/jaar in NL in 2030. Ter referentie, het Nova Institute schat een AR input capaciteit van circa 500 kton/jaar voor 2027 voor EU27+3 (dia 55). Inzicht in de onderliggende data en aannames is nodig om tot een beter beeld te komen.



Figuur 11. Verwachte recycling capaciteit in Nederland, Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023

4.B.II Verwachte buitenlandse wetgeving rondom toepassen recyclaat en biogebaseerd materiaal



Duitsland, Frankrijk en Italië

Land	Systeem	Uitwerking	Niveau	Gebaseerd op	Onderscheiding	Wie betaald	Wie regelt	Wie krijgt betaald
Duitsland^{1,2,3}	Boete- / beloonsysteem Nieuwe ideeën: - Fondsmodell - taks	Tarief	Per materiaal type	Keuze aan ieder DS om te bepalen, maar geen grote spreiding tussen systemen omdat aantrekkelijkere tarieven van DS voor hun minder inkomsten betekenen terwijl profijt in verwerkende stroom onder DS verspreid wordt	Op basis van gewicht en gedifferentieerd naar materiaalsoort	Bedrijven die verpakkingen op de markt brengen	Het Duale Systeem (DS) in Duitsland is een uniek model voor afvalbeheer dat de verantwoordelijkheid voor de inzameling, sortering en recycling van verpakkingsafval verdeelt tussen particuliere bedrijven en gemeenten. 10 verschillende DS over heel Duitsland.	• Gemeenten • Recyclers • Dienstverleners
Frankrijk⁴	Boete- / beloonsysteem	% van basistarief omhoog of omlaag	6 (voor papier&karton, PE & PP en algemeen)	Boete: bij slechte recycleerbaarheid Beloning: percentage recycled content, design for recycling (monomateriaal, etc.)	Op basis van gewicht en gedifferentieerd naar materiaalsoort	Bedrijven die verpakte producten die door huishoudens worden geconsumeerd of gebruikt, op de markt brengen	CITEO is een Franse non-profitorganisatie die verantwoordelijk is voor het beheer van de inzameling, recycling en hergebruik van huishoudelijke verpakkingen en grafisch papier.	• Gemeenten • Recyclers • Dienstverleners

1. Bulach, D. W., Dehoust, G., Möck, A., Hermann, A., Keimeyer, F., Christiani, D. J., Bartnik, S., & Beckamp, S. (2022). *Überprüfung der Wirksamkeit des §21 VerpackG und Entwicklung von Vorschlägen zur rechtlichen Weiterentwicklung - Texte 118/2022*. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ueberpruefung-der-wirksamkeit-des-ss-21-verpackg>
2. Betz, J., Hermann, A., Bulach, W., Hermann, C., Dieroff, J., Mehlhart, G., Müller, R., & Wiesemann, E. (2022). *Prüfung konkreter Maßnahmen zur Steigerung der Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten und rezyklathaltigen Kunststoffprodukten*. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/pruefung-konkreter-massnahmen-zur-steigerung-der>
3. Zertifikate für Rezyklate. (n.d.). <https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/zertifikate-fuer-rezyklate/>
4. CITEO. (2021). *The 2021 rate of recycling household packaging*

Italië, Verenigd Koninkrijk & België

Land	Systeem	Uitwerking	Niveau	Gebaseerd op	Onderscheiding	Wie betaald	Wie regelt	Wie krijgt betaald
Italië¹	Boetesysteem	Graduele tarief verhoging	5 (voor plastic verpakkingen)	Herkomst verpakking (industrie of huishouden) en level van recycling industrie (SoA, nieuw)	Op basis van gewicht en gedifferentieerd naar materiaalsoort	Bedrijven die verpakkingsmaterialen produceren, importeren of gebruiken	CONAI, het Consorzio Nazionale Imballaggi, is een Italiaans non-profit consortium dat verantwoordelijk is voor het beheer van de inzameling, recycling en hergebruik van verpakkingsmaterialen.	- Gemeenten - Recyclers - Dienstverleners
VK²	Boetesysteem	Belasting	1	Plastic verpakkingen vervaardigd in of geïmporteerd in het Verenigd Koninkrijk (zowel leeg als gevuld) die minder dan 30% gerecycled plastic bevatten	Op basis van recycled content	Bedrijven die plastic verpakkingen produceren of importeren	HM Revenue and Customs (HMRC) is verantwoordelijk voor het innen van de belasting van bedrijven	Algemeen (milieu, consument en bedrijven). Geen directe uitbetaling, maar stimulans.
België³	Boetesysteem	Tarief	Uitgebreid: Extra categorie voor 'disruptieve verpakkingen' met het hoogste tarief (3.909 €/ton (2025)). Doel: gebruik van verpakkingen te ontmoedigen die de inzamelings-, sorteer- en recyclingprocessen belemmeren.	Daadwerkelijke verwerkingskosten	Per materiaal type en kenmerken	Alle bedrijven die verpakte huishoudelijke producten op de markt brengen	Fost Plus is een Belgische non-profitorganisatie die verantwoordelijk is voor het bevorderen van de inzameling, sortering en recycling van huishoudelijke verpakkingen.	- Gemeenten - Recyclers - Dienstverleners

1. Liste degli imballaggi in plastica nelle fasce contributive 2022. (2022).
2. HM Revenue & Customs. (2024). *Plastic Packaging Tax: steps to take*. 2021. <https://www.gov.uk/guidance/check-if-you-need-to-register-for-plastic-packaging-tax>
3. Groene Punt tarieven 2025. (2024). 1–13.

Zweden & Spanje

Land	Systeem	Uitwerking	Niveau	Gebaseerd op	Onderscheiding	Wie betaald	Wie regelt	Wie krijgt betaald
Zweden	Beloonsysteem	Tarief	2	Daadwerkelijke verwerkingskosten	Level 2, ongeveer 30% lager tarief dan level 1. Keuze gebaseerd op criteria op positieve lijst (mono materiaal, geen vulstoffen, geen zwarte stoffen, geen multilayer, bedrukt gebied $\leq 60\%$)	Producenten die verpakkingen importeren, afvullen, verpakken en verkopen	Förpacknings- och Tidningsinsamlingen (FTI) is een Zweedse organisatie die verantwoordelijk is voor de inzameling en recycling van verpakkingen en kranten	- Gemeenten - Recyclers - Dienstverleners
Spanje	Boete	Belasting	1	Niet-recycleerbare plastic verpakkingen		Industrie, fabrikanten en distributeurs van niet-recycleerbare plastic verpakkingen	Spaanse belastingdienst	Algemeen. Geen directe winst voor specifieke bedrijven, bijdrage aan een duurzamer en milieuvriendelijker systeem dat uiteindelijk iedereen ten goede komt.

4.C

Conclusie en aanbeveling normhoogte circulaire polymeren



Conclusie en aanbeveling

Conclusie

- Om te bepalen welke normeringshoogte technisch haalbaar is, dient inzichtelijk gemaakt te worden hoeveel volume aan beschikbare circulaire alternatieven er zijn ten opzichte van fossiel-gebaseerde (virgin) plastics.
- Het beschikbare volume is afhankelijk van volumes in NL, EU en daarbuiten (bv China). Daarnaast is de geschiktheid van het circulaire alternatief van belang, dit is afhankelijk van wet- en regelgeving en de technische specificaties van het circulaire polymeer.
- In dit onderzoek is er op basis van de beschikbare data getracht inzichtelijk te maken wat de beschikbare volumes zijn van circulaire alternatieven en welke wet- en regelgeving er mogelijk van invloed kan zijn op de beschikbaarheid.
- Om de geschiktheid van het circulaire alternatief te bepalen, is er nader onderzoek met productontwikkelaars nodig.
- Om vraag 2, welke normeringshoogte is technisch haalbaar *volledig* te kunnen beantwoorden is additioneel onderzoek nodig.

Aanbeveling

- Er is additioneel onderzoek nodig om in kaart te brengen of er voldoende circulaire grondstoffen voor plastics beschikbaar te maken zijn en te berekenen/modelleren welke hoogte van de normering technisch haalbaar zou kunnen zijn. Hiervoor is er informatie nodig omtrent het volgende:
 - Beschikbare AR en MR recycalaat volumes in Nederland. Begin 2025 wordt de publicatie van onderzoek van Conversio in opdracht van CPNL verwacht, met data over de beschikbare volumes per polymeer in Nederland, die van invloed zijn op de beschikbare AR en MR recycalaat volumes voor toepassing bij Nederlandse converters.
 - Beschikbare AR en MR recycalaat volumes in het buitenland. Het is aan te bevelen om onderzoeken (e.g. van het Nova Institute) aan te schaffen die informatie geven over beschikbare productiecapaciteiten van advanced recycling installaties in het buitenland.
 - Om vervolgens een inschatting te kunnen maken van de beschikbare AR volumes is de volgende informatie nog nodig:
 - Daadwerkelijke yield per AR productietechnologie en de opsplitsing naar type polymeer.
 - Inschatting van de verliezen die optreden in het sorteren en voorbereiden van de plastic afvalstroom als invoer voor de AR.
- Het vergt nader (omvangrijk) onderzoek met productontwikkelaars om uit te zoeken voor welke van de verwerkte plastic grades er daadwerkelijk een circulair alternatief beschikbaar is.

5.A Vraag 3

CO₂ impact van inzet circulaire polymeren



Inleiding

Vraag 3: Wat zijn de defaultwaardes om de CO₂-besparing per kg vervangen fossiele polymeer te berekenen?

- Het is gewenst om de CO₂-eq. besparing van toepassing van recyclaat en biogebaseerd materiaal in de sector te kunnen berekenen.
- Figuur 12 is aangeleverd door het Min. I&W en omschrijft de gewenste informatie.
- In figuur 12 wordt onderscheid gemaakt naar fossiele en bio-gebaseerde oorsprong en mechanische en chemische recycling, maar niet naar specifieke recycling technologieën, deze zijn niet altijd bekend en kunnen veranderen door de tijd.
 - De grootste uitdaging in deze aanpak is dat er CO₂ factoren per gerecycled polymeer nodig zijn: deze zijn niet beschikbaar voor elke recycling technologie omdat het in de praktijk van recycling van een mix van polymeren betreft.
- Er is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om te toetsen of de methode uit Schwarz et al. 2021 gebruikt kan worden om vraag 3 te beantwoorden¹.
- Deze methode leidt de CO₂ factoren per polymeer af op basis van theoretische technologie- en polymeereigenschappen voor bestaande en nieuwe recycling technologieën.

Positieve lijst	Rapportagegegevens [t]	CO ₂ -defaultwaardes [CO ₂ -eq/t]			
		Fossiel	Bio	Mech	Chem
39011010	PE	x	x	x	x
39011090	PP	x	x	x	x
390121000	PVC	x	x	x	?
39023000	PS/EPS	x	?	?	?
...	PET	x	x	x	x
	PA 6, PA 66	x	?	?	?
	PMMA	x	?	?	?
	PLA		x	?	?
	PBS		x	?	?
	cellofaan		x	?	?

Onderscheid maken per polymeer (indien relevant) naar productieproces:

1) mechanische recycling of dissolutie of chemische depolymerisatie

2) thermochemische recycling

3) biobased dedicated (voor PE de route uit bio-ethanol)

4) biobased via co-processing (voor PE via bijmenging bionafta op kraker)

Er zullen regelmatig meerdere varianten zijn, Dan graag alle varianten als achtergrondinformatie meeleveren en een argumentatie om tot een bepaald gemiddelde te komen. Ook willen we inzicht in de spreiding. Als voorbeeld: bio-ethanol uit suikerriet heeft een andere footprint dan bio-ethanol uit suikerbiet.

Figuur 12. Gewenste informatie om CO₂ defaultwaardes te berekenen, min. I&W, 2024

1. Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>

Overzicht CO₂ berekening

- Het doel van deze berekening is om te schatten hoeveel kg CO₂ vermeden wordt door toepassing van polymeer recycalaat X in een product in [kg CO₂/ kg toegepast recycalaat].
- De groene blokken geven aan welke informatie beschikbaar is vanuit de LCA matrix. De blauwe blokken zijn opmerkingen van TNO.

Positieve lijst	Rapportagegegevens [t]	CO ₂ -defaultwaarden [CO ₂ -eq/t]			
		Fossiel	Bio	Mech	Chem
39011010	PE	x	x	x	x
39011090	PP	x	x	x	x
390121000	PVC	x	x	x	?
39023000	PS/EPS	x	?	?	?
...	PET	x	x	x	x
	PA 6, PA 66	x	?	?	?
	PMMA	x	?	?	?
	PLA		x	?	?
	PBS		x	?	?
	cellofaan		x	?	?

Groene vakken zit in LCA matrix, uitsplitsing en actualisatie is nodig. Voor de witte vakken is aanvullend onderzoek nodig.

Onderscheid maken per polymeer (indien relevant) naar productieproces:
 1) mechanische recycling of dissolutie of chemische depolymerisatie
 2) thermochemische recycling
 3) biobased dedicated (voor PE de route uit bio-ethanol)
 4) biobased via co-processing (voor PE via bijmenging bionafta op kraker)

Er zullen regelmatig meerdere varianten zijn, Dan graag alle varianten als achtergrondinformatie meeleveren en een argumentatie om tot een bepaald gemiddelde te komen. Ook willen we inzicht in de spreiding. Als voorbeeld: bio-ethanol uit suikerriet heeft een andere footprint dan bio-ethanol uit suikerbiet.

Hi-Lo bandbreedtes

- Opsplitsen naar:
1. Recycling process (huidige elek. Mix NL);
 2. Vermeden productie EU Ecoinvent;
 3. Vermeden verbranding + energy terugwinning NL

Transparantie documentatie/referentie

Overzicht CO₂ berekening

➤ Deze informatie is aangeleverd door het min. I&W, de blauwe vakken geven de opmerkingen van TNO weer.

Algemene aannames

1 kg circulair polymeer vervangt 1 kg fossiel polymeer

...

Opmerking TNO

Dit geldt niet bij gemengd recyclaat van bepaalde mechanische recycling (niet polymeerspecifiek): dan zijn substitutiefactoren nodig.

Gevraagde informatie per CO₂-defaultwaarde

Uitsplitsing in voornaamste processtappen

Bij gemiddelden: individuele getallen waaruit gemiddelde is berekend

Voor allocatie vraagstukken bij thermochemische recycling en co-processing een massabalans met fuels exempt allocatie toepassen

Opmerking TNO

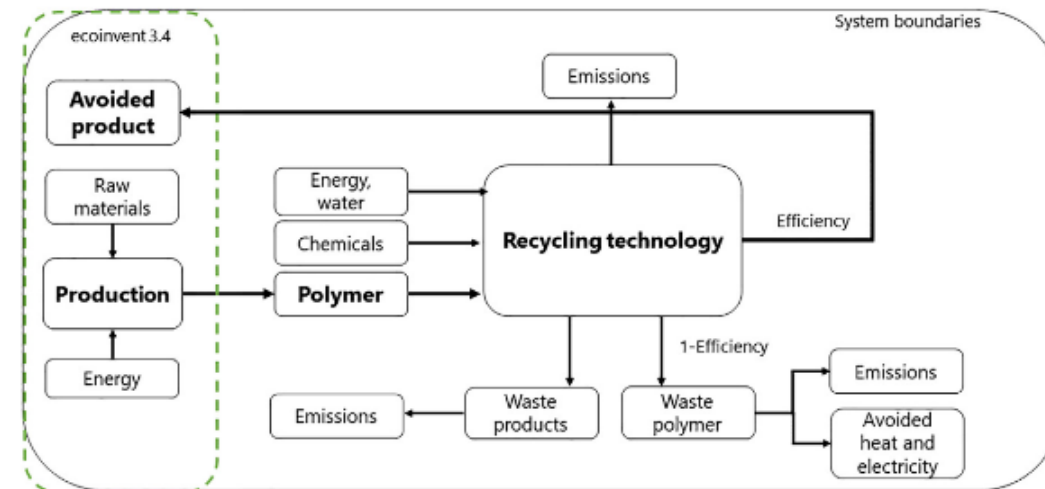
Dit is inderdaad de standaard methode.

Voorbeeld van te maken typen aannames per polymeer

PE, fossiel	Nafta-gebaseerd, Europese energiemix
PE, bio	Bio-ethanol route, gemiddelde van suikerbiet/suikerriet
PE, mechanisch	Europese energiemix
...	...

LCA matrix

- Het LCA matrix model van Schwarz et al ¹, heeft systeemgrenzen (figuur rechts) die goed toepasbaar zijn voor de gewenste CO₂ impact berekeningen, nl. van afvalverwerking tot en met hier uit geproduceerde producten (warmte en elektriciteit, gas, olie, monomeren of polymeren) en de vermeden productie hiervan.
- In de LCA matrix is de CO₂ impact per kilogram verwerkt polymeerafval bepaald op basis van theoretische technologie- en polymeereigenschappen voor bestaande en nieuwe recyclingtechnologieën.
- De theoretische CO₂ impact van 12 afvalverwerkingstechnologieën voor 25 polymeren in een Europese situatie wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 14. The system boundaries for the LCA matrix model. The boundaries include production of the polymers raw materials and energy for treatment, waste streams and emissions from the recycling treatment and the avoided materials (output) of the output product. The green dashed line indicates data input from ecoinvent (or ILCD for specifically PAN fibers). Schwarz et al. 2021¹.

The CO₂ emissions, relative to incineration (colour) and absolute (number), determined in the LCA matrix model for 25 most produced polymers versus available and innovative recycling technologies, per kg polymer. The technologies are ranked from top to bottom based on average polymer CO₂ emission and polymers categorized according to structural similarity.

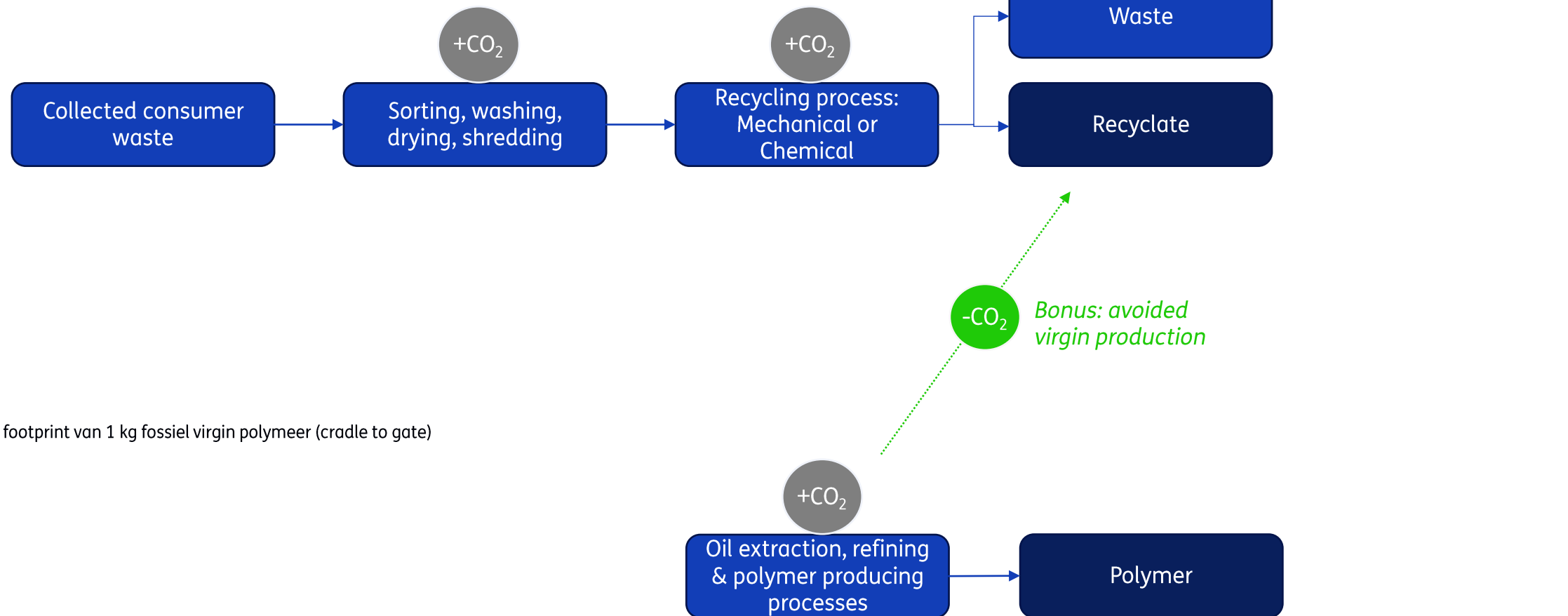
Classification of the CO ₂ emissions / kg polymer		Polyolefines				Voorverwerking polymeren				Eindeverwerking polymeren				Composiet polymeren												Thermoplast polymeren	
		PP	HDPE	LDPE	MDPE	PE	PPS	MDI	PMMA	PA (nylon 6)	PEI	PCL	MDI	PPS	PSA	PDS	PA (nylon 6)	PA6	PBT	PE	PBT	PBT	PBT	PBT	PBT	PBT	PBT
High value CO ₂ emissions	Incineration	1.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (mechanical)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (chemical)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (biological)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (thermal)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (pyrolysis)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (solvent extraction)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (hydrolysis)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (fermentation)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (biogas production)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Low value CO ₂ emissions	Recycling (biogas production)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (biogas production)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (biogas production)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Recycling (biogas production)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Figuur 13. LCA matrix, Schwarz et al. 2021¹.

- Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>

Methodologie in detail

- De totale CO₂ impact van 1 kg recyclaat is de som van de CO₂ footprint van recyclaat en de vermeden CO₂ footprint van fossiel virgin polymer
- CO₂ footprint van 1 kg recyclaat (cradle to gate)



- CO₂ footprint van 1 kg fossiel virgin polymeer (cradle to gate)

Haalbaarheidsstudie LCA matrix

- Gebruik van bestaande data van LCA matrix (met 'oude' Ecoinvent 3.4 Cutoff by Classification): totale levenscyclusanalyse for verwerking van polymeer afval met de juiste input specificaties (e.g. uitsluiting van sortering etc.)
 - Opmerking: voor bijvoorbeeld pyrolyse is py-olie het eindproduct (bonus gebaseerd op nafta), polymeer is niet het eindproduct.
- Splitsing van verschillende levenscyclusfases om de impact per kg recyclaat/polymeer te berekenen.
- Combinatie van verschillende technologieën in Mechanische of Chemische recycling
- Combinatie van polymeren in polymeer types.

Ministerie I&W	LCA matrix
MR	Mechanisch (closed loop), Mechanisch (open loop)
CR	Pyrolyse (energie), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta), Depolymerisatie
Uitgezonderd:	Pyrolyse Wax (geen productie)
	Dissolutie, Gasificatie

Ministerie	LCA matrix
PE	LDPE, LLDPE, HDPE
PP	PP
PVC	PVC
PS/EPS	PS, EPS, HIPS
PET	PET
PA6, PA66	PA6, PA66
PMMA	PMMA
PLA	PLA

- Variant toegevoegd waar vermeden verbranding en extra benodigde voorbehandeling (sortering, wassen, drogen, shredden) is meegenomen

Clustering

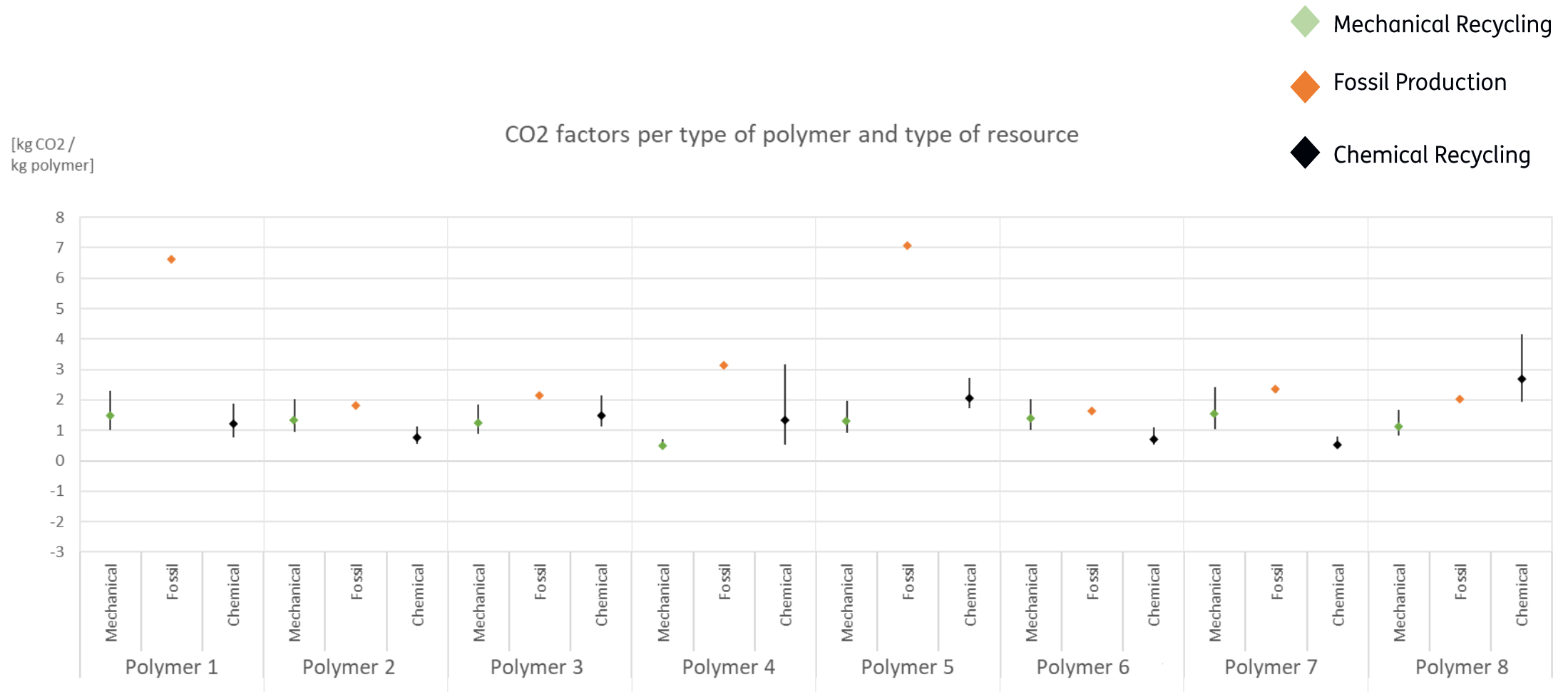
		CO ₂ van verwerking en (vermeden) productie	CO ₂ van verwerking en (vermeden) productie	CO ₂	CO ₂ met en zonder e-recovery bonus
Ministerie	LCA matrix	Mechanische recycling	Chemische recycling	Productie	AVI
PE	LDPE, LLDPE, HDPE	Mechanisch (closed loop), Mechanisch (open loop)	Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
PP	PP	idem	Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
PVC	PVC	idem	Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
PS/EPS	PS, EPS, HIPS	idem	Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
PET	PET	idem	Depolymerisatie, Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (naptha)	Ja	Ja
PA6, PA66	PA6, PA66	idem	Depolymerisatie, Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (naptha)	Ja	Ja
PMMA	PMMA	idem	Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
PLA	PLA	idem	Hydrolyse, Pyrolyse (feedstock), Pyrolyse (monomeren), Pyrolyse (nafta)	Ja	Ja
		Uitgezonderd	Dissolutie, Gasificatie		
			Pyrolyse Wax uitgezonderd (geen productie)		

- De geselecteerde technologieën bepalen het ongewogen gemiddelde (en de min-max schaal)
- Dit dient in een vervolgstudie verder besproken en geanalyseerd te worden in detail.

Alternatieven polymeren beschikbaar

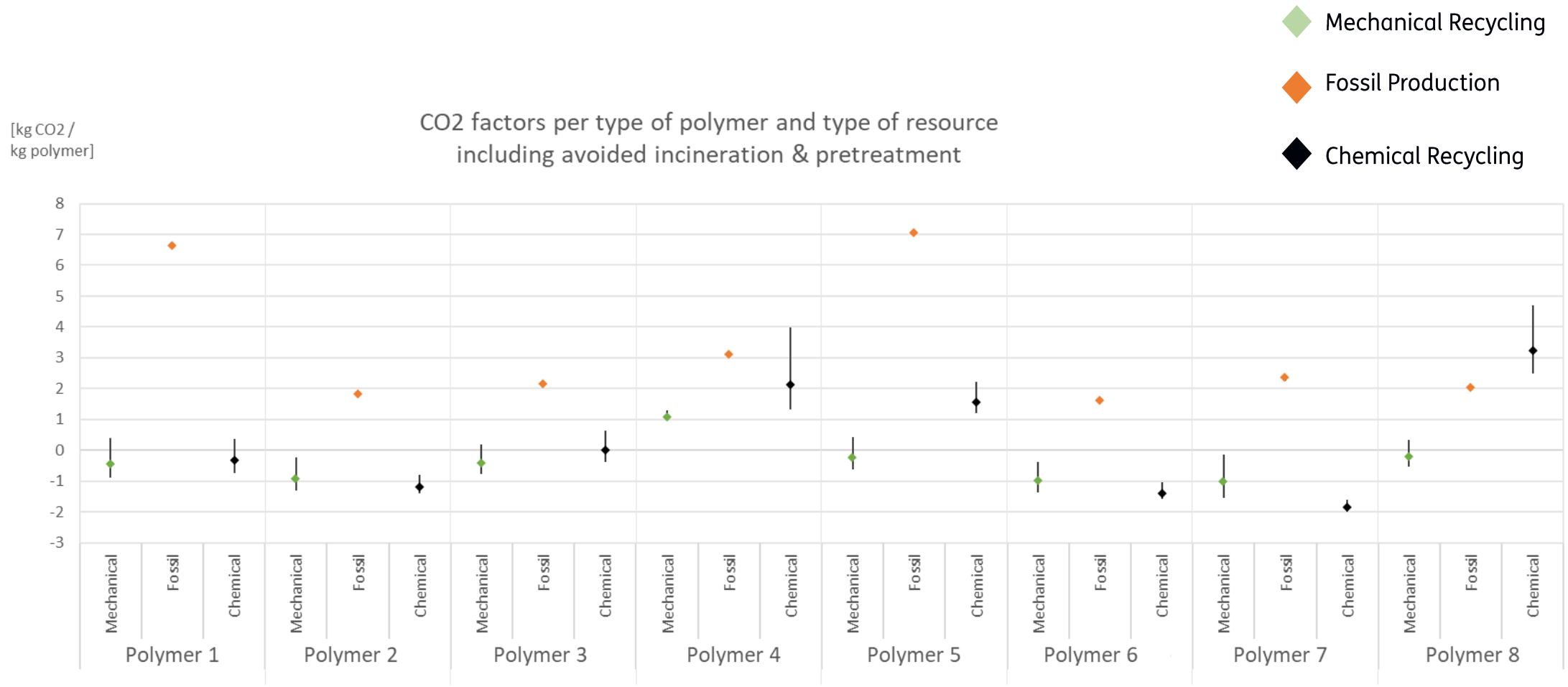
ABS
 PUR
 PC
 EVA
 EVOH
 Epoxy resins
 PAN
 PBT
 PSU
 PEEK
 POM
 PTFE

Voorbeeld resultaten



Figuur 15. CO₂ factoren per type polymer and type technologie, TNO (2024). Concept figuur.

Voorbeeld resultaten



Figuur 16. CO₂ factoren per type polymer en type technologie, TNO (2024). Concept figuur.

5.B Conclusie en aanbeveling CO₂ impact van inzet circulaire polymeren



Conclusie en aanbeveling

Conclusie

De methode uit Schwarz et al. (2021) kan gebruikt worden om Vraag 3 'Wat zijn de defaultwaardes om de CO₂-besparing per kg vervangen fossiele polymeer te berekenen?' te beantwoorden.

- Het toepassen van deze methode is complexer dan vooraf verwacht: resultaten dienen opgesplitst en uitgebreid te worden om omrekening van kg afval naar kg polymeer recyclaat mogelijk te maken. Bovendien moeten er cruciale aannames gedaan worden wat betreft de prestatie van recycling technologieën in Nederland.
- Actualisatie, controle en rapportage is nodig in een nauwgezette en transparante studie voordat deze resultaten kunnen worden gebruikt.
- Andere polymeren en biogebaseerde polymeren worden niet meegenomen in de LCA matrix.

Aanbeveling

- Om de totale CO₂_{eq} emissiebesparing als gevolg van de norm goed te kunnen bepalen, is meer onderzoek nodig. Er kan gebruik worden gemaakt van de LCA matrix van Schwarz die reeds voor een aantal polymeren de CO₂_{eq} impact weergeeft van diverse plastic afvalverwerking technologieën, zoals verbranding, mechanische en advanced recycling. De bestaande LCA matrix kan worden uitgebreid met additionele, voor de norm relevante polymeren (biogebaseerde polymeren en recyclaat). De LCA aannames die aan de LCA matrix ten grondslag liggen (bv systeemgrenzen, vermeden emissies), dienen vooraf afgestemd te worden met het Min. van I&W, RVO en RWS om tot onderbouwde CO₂_{eq} impact getallen te komen waar alle partijen achter staan en die bruikbaar zijn voor de CO₂_{eq} emissiebesparing als gevolg van de norm.

6. Nawoord & overige aanbevelingen



Nawoord TNO

- TNO onderschrijft de noodzaak om beleidsmatig wet- en regelgeving te ontwikkelen voor de inzet van meer recycalaat en biogebaseerde grondstoffen in plastic producten in Nederland.
- TNO steunt het concept van een circulaire plasticnorm, maar identificeert enkele knelpunten en oplossingsrichtingen.
- Op uitnodiging van het Ministerie van I&W heeft TNO verdiepend onderzoek gedaan naar knelpunten 1 en 2. Voor knelpunt 1 heeft TNO enkele oplossingsrichtingen in de vorm van scenario's onderzocht. Voor knelpunt 2 heeft TNO op basis van beschikbare data uitgezocht welke volumes recycalaat (MR/AR) er beschikbaar zijn en wat er nodig is om een normhoogte te bepalen. Voor knelpunt 3 draagt TNO enkele oplossingsrichtingen aan die buiten de delegatiebepalingen* vallen en in een mogelijk vervolgonderzoek verder kunnen worden onderzocht.

Knelpunt 1

1. Recycling richting laagwaardige toepassingen zal waarschijnlijk aantrekkelijker worden. Het is op dit moment een uitdaging om recycalaat hoogwaardig toe te passen vanwege de wettelijk en kwalitatief hoge eisen die worden gesteld. Om dergelijk hoogwaardig gerecycled plastic te vervaardigen, zijn relatief hoge investeringen nodig in ontwikkeling, opschaling en bouw van (nieuwe) faciliteiten. Het beschreven knelpunt vormt een bedreiging voor de (gewenste) voortrekkersrol die Nederland momenteel heeft op het gebied van recyclingtechnologie en infrastructuur voor circulaire plastics.

Oplossingsrichting binnen de delegatiebepaling

- In dit rapport zijn er enkele scenario's onderzocht om het verwerken van recycalaat en biogebaseerde materialen in alle typen toepassingen te stimuleren. Hieruit volgt o.a. dat een product laag- of hoogwaardig classificeren alleen mogelijk is als er naar specifieke productspecificaties gekeken wordt. Het is niet mogelijk om alleen op basis van de grondstof (recycalaat of biogebaseerd materiaal) te classificeren. Echter, in de praktijk zou het o.a. administratief zeer ingewikkeld worden om de productspecificaties per verwerker in kaart te brengen. Daarom is er additioneel onderzoek nodig naar andere mogelijkheden om te sturen op de kwaliteit van producten (output van de verwerkers). Er zou onderzocht kunnen worden of er gestuurd kan worden op de kwaliteit van producten, op basis van de recycleerbaarheid van producten.

Oplossingsrichting buiten de delegatiebepaling

- Naast de onderzochte scenario's in dit rapport, kan onderzocht worden of er gewerkt kan worden met (gefaseerd in de tijd toenemende) bijmeng-normhoogtes op individueel polymeer- of productniveau. Op deze manier kan er gestuurd worden op de kwaliteit van toegepaste polymeren of toepassingen.

*Delegatiebepalingen: Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden regels gesteld ter uitvoering van verplichtingen die voortvloeien uit verdragen of uit bindende besluiten van volkenrechtelijke organisaties. *Aanwijzing 8.11 Delegatiebepaling voor uitvoeringsregelingen.* (n.d.). <https://www.kcbr.nl/beleid-en-regelgeving-ontwikkelen/aanwijzingen-voor-de-regelgeving/hoofdstuk-8-voorbereiding-goedkeuring-en-implementatie-van-verdragen-81-821/ss-83-voorbereiding-van-wetgeving-inzake-goedkeuring-en-implementatie-89-813/aanwijzing-811-delegatiebepaling>

Nawoord TNO

Knelpunt 2

1. Er is beperkte beschikbaarheid van gerecyclede polymeren of biogebaseerd materiaal voor voedselcontactmaterialen anders dan PET en voor technische kunststoffen toegepast in specifieke applicaties (e.g. elektronica). De opschaling van recyclingtechnologieën voor technische kunststoffen is niet rendabel voor bedrijven vanwege de kleine (Europese) volumes. Hierdoor is het voor verwerkers die voedselcontactproducten of andere gespecialiseerde producten maken erg moeilijk om te voldoen aan de norm. Deze bedrijven zullen daarom waarschijnlijk genoodzaakt zijn om naar het buitenland te migreren of zullen mogelijk failliet gaan.

Oplossingsrichting binnen de delegatiebepaling

- In dit onderzoek is er getracht te onderzoeken welke hoogte van de normering voor plastics technisch haalbaar zou zijn en of er voldoende circulaire grondstoffen voor plastics beschikbaar te maken zijn. Voor enkele polymeren op de positieve lijst zijn er alternatieve circulaire grondstoffen geïdentificeerd. Om een technisch haalbare hoogte van de normering te bepalen blijkt uit dit onderzoek dat er onvoldoende data beschikbaar is. Er is additioneel onderzoek nodig naar het volgende:
 - Beschikbare AR en MR recyclaatvolumes in Nederland. In 2025 wordt de publicatie van onderzoek van Conversio in opdracht van CPNL af te verwacht, met data over de beschikbare volumes per polymeer in Nederland, die van invloed zijn op de beschikbare AR en MR recyclaatvolumes voor toepassing bij Nederlandse converters.
 - Beschikbare AR en MR recyclaatvolumes in het buitenland. Het is aan te bevelen om onderzoeken (e.g. van het Nova Institute) aan te schaffen die informatie geven over beschikbare productiecapaciteiten van advanced recycling installaties in het buitenland. TNO heeft het Nova Institute rapport (nog) niet aangeschaft omdat het geen inzicht geeft in de uitsplitsing naar volumestromen voor de polymeren. Dit zou, in samenwerking met Nova Institute, eventueel inzichtelijk gemaakt kunnen worden als hier budget en tijd beschikbaar voor wordt gesteld. Het nu al aanschaffen van deze rapportage kan wel een eerste beeld geven van de beschikbare totale volumes.
 - Om een inschatting te kunnen maken van de beschikbare AR volumes is de volgende informatie nog nodig:
 - Daadwerkelijke yield per AR productietechnologie
 - Inschatting van de verliezen die optreden in het sorteren en voorbereiden van de plastic afvalstroom als voedingsstroom voor AR.

Oplossingsrichting buiten de delegatiebepaling

- Om knelpunt 2: beperkte beschikbaarheid van materiaal te mitigeren, dient er eerst onderzocht te worden hoeveel stromen er nu en in de toekomst beschikbaar zullen zijn (naar verwachting) zoals hierboven beschreven. Daarna kan onderzocht worden of er gewerkt kan worden met verschillende percentage bijmengverplichtingen van recyclaat en/of biogebaseerde materialen per polymeersoort.

Nawoord TNO

Knelpunt 3

1. Het gelijke speelveld voor Nederlandse verwerkers van plastics kan onder druk komen te staan, in vergelijking met hun buitenlandse concurrenten. Op dit moment is de prijs van recycklaat en biogebaseerd materiaal vaak hoger dan virgin plastic. TNO verwacht dat de klanten van Nederlandse verwerkers niet bereid zijn om deze hogere prijs te betalen. Dit kan leiden tot faillissementen en/of verplaatsing van productie naar het buitenland. De druk op het gelijke speelveld voor Nederlandse verwerkers wordt versterkt door de vroege start van de circulaireplasticnorm ten opzichte van de op komst zijnde Europese norm: de PPWR. Deze PPWR vereist dat een minimaal percentage recycklaat wordt toegepast in plastic verpakkingen vanaf 2030. Het aangrijpingspunt in de plasticwaardeketen van de PPWR en de circulaireplasticnorm is echter verschillend (producent c.q. verwerker) en het de groep producten waarvoor de PPWR gaat gelden is verschillend t.o.v. de circulaireplasticnorm (verpakkingen c.q. positieve polymeerlijst).

Oplossingsrichting buiten de delegatiebepaling

- Om knelpunt 3: faillissementen of bedrijfsmigratie van Nederlandse verwerkers te mitigeren, kan er onderzocht worden wat de rol zou kunnen zijn van de bestaande en evt. toekomstige Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid (UPV's). Via de UPV zou er verplichting voor recycklaat inzet kunnen worden opgelegd waar dat nu niet het geval is. Een bijkomend voordeel van deze combinatie is een betere aansluiting bij de nieuwe Europese wet, Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR).

Tenslotte

Dit rapport beschrijft enkele mogelijke effecten van de norm in de keten zoals die nu worden voorzien. Naast de norm zijn er meerdere toekomstige ontwikkelingen die de plastics waardeketen beïnvloeden. Om de effectiviteit van de norm in samenhang met overige, veelal snel veranderende externaliteiten van de plastics waardeketen (vraag- en aanbodontwikkeling, biogebaseerd polymeren, sorteer- en recyclingtechnologieontwikkeling, publieke/private investeringen, petrochemische infrastructuur, EU wetgeving etc.) optimaal vorm te geven zou een gedegen en uitgebreid onderzoek plaats kunnen vinden dat het transitiepad beschrijft van de Nederlandse industrie richting volledige circulariteit van plastics in 2050.

7. Bronnen

Gebruikte referenties in rapportage

- *Aanwijzing 8.11 Delegatiebepaling voor uitvoeringsregelingen.* (n.d.). <https://www.kcbr.nl/beleid-en-regelgeving-ontwikkelen/aanwijzingen-voor-de-regelgeving/hoofdstuk-8-voorbereiding-goedkeuring-en-implementatie-van-verdragen-81-821/ss-83-voorbereiding-van-wetgeving-inzake-goedkeuring-en-implementatie-89-813/aanwijzing-811-delegatiebepaling>
- Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies.*
- Betz, J., Hermann, A., Bulach, W., Hermann, C., Dieroff, J., Mehlhart, G., Müller, R., & Wiesemann, E. (2022). *Prüfung konkreter Maßnahmen zur Steigerung der Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten und rezyklathaltigen Kunststoffprodukten.* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/pruefung-konkreter-massnahmen-zur-steigerung-der>
- Bijleveld, M., Beeftink, M., Bruinsma, M., & Uijttewaal, M. (2021). *Klimaatimpact van afvalverwerkroutes in Nederland.*
- Broeren, M., Lindgreen, E. R., & Bergsma, G. (2019). *Verkenning Chemische Recycling - Update 2019.* CE Delft.
- Bruggen, D. A. Van. (2020). *De circulaire kunststofketen: wat zijn de knelpunten?*
- Bulach, D. W., Dehoust, G., Möck, A., Hermann, A., Keimeyer, F., Christiani, D. J., Bartnik, S., & Beckamp, S. (2022). *Überprüfung der Wirksamkeit des §21 VerpackG und Entwicklung von Vorschlägen zur rechtlichen Weiterentwicklung - Texte 118/2022.* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ueberpruefung-der-wirksamkeit-des-ss-21-verpackg>
- CITEO. (2021). *The 2021 rate of recycling household packaging.*
- Conversio. (2024). *Substantiation of data for polymer production and processing in the Netherlands* (Issue April).
- Delta, S., & Rapportage, R. (2023). *Regionale beschikbaarheid van organische afval- en reststromen.*
- *Der Grune Punkt.* (n.d.). <https://www.gruener-punkt.de/en/downloads>
- European Parliament and Council. (2015). Directive (EU) 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives
- Genuino, H. C., van Eijk, M. C. P., Kersten, S. R. A., & Ruiz, M. P. (2024). Pyrolysis of Real Packaging Plastic Waste Streams in a Fluidized-Bed Pilot Plant. *Energy and Fuels*, 38(3), 2188–2199. <https://doi.org/10.1021/ACS.ENERGYFUELS.3C04114>
- Haffmans, S., Nelissen, J., Reijnders, M., & van Seters, A. (2023). *Actieplan: Design for recycling van kunststofverpakkingen.*
- HM Revenue & Customs. (2024). *Plastic Packaging Tax: steps to take.* 2021. <https://www.gov.uk/guidance/check-if-you-need-to-register-for-plastic-packaging-tax>
- Huysman, S., Debaveye, S., Schaubroeck, T., Meester, S. De, Ardente, F., Mathieux, F., & Dewulf, J. (2015). The recyclability benefit rate of closed-loop and open-loop systems: A case study on plastic recycling in Flanders. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.014>
- Ienw, M. Van. (2025). *Algemeen deel van de memorie van toelichting.*
- Ministerie van IenW. (2017). A.4 Algemene uitgangspunten en algemeen beleid. *Landelijke Afvalbeheerplan 2017 - 2029*, 2029, 28–51.
- InDeKeten. (2015). *Duurzaam Door met de Kunststof Keten.* <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.10.003>
- ISRI Specs. (2022).

Gebruikte referenties in rapportage (vervolg)

- *Liste degli imballaggi in plastica nelle fasce contributive 2022.* (2022).
- Partners for Innovation, & Rebel. (2018). *Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse.* september. <https://www.kidv.nl/8133/verkenning-lsquo-kunststof-verpakkingsafval-als-grondstof-rsquo.html?ch=DEF>
- Plastic Pact NL. (2022). *Bevindingen pilots mix plastics (DKR350).*
- Plastics Europe. (2023). *Plastics - the fast facts 2023.* 2023, 2023.
- PlasticsEurope. (n.d.). *Inzameling en sortering.* <https://plasticseurope.org/nl/themas/circulariteit/plastic-afvalbeleid/inzameling-en-sortering/>
- Rebelgroup. (2020). *Roadmap chemische recycling kunststof 2030 Nederland.*
- Schwarz, A. E., Ligthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management*, 121, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>
- Snijder, L., & Nusselder, S. (2019). Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland. *CE Delft*, 55.
- Thoden Van Velzen, U., Brouwer, M., & Molenveld, K. (2018). *Kwaliteit van gerecyclede huishoudelijke kunststofverpakkingen.*
- *Uitvoerings- en monitoringprotocol Bijlagen UP-Gemeenten G3 - Vergoedingen gemeenten.* (2021).
- UNEP. (2011). *Recycling rates of metals.*
- van den Beuken, E., Urbanus, J. H., Stegmann, P., van Harmelen, T., Ligthart, T., Bertling, J., Kabasci, S., & Schulte, A. (2023). *From #plasticfree to future-proof plastics: How to use plastics in a circular economy.* June. <https://publications.tno.nl/publication/34640906/7U37Gk/vandenbeuken-2023-from-wp.pdf>
- Verpact, & Vereniging van Nederlandse Gemeenten. (n.d.). *Algemeen deel.* <https://www.umpverpakkingen.nl/algemeen>
- Villanueva, A., & Eder, P. (2014). End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. In *JRC Scientific and Technical Reports*. <https://doi.org/10.2791/13033>
- VNCI. (n.d.). *Chemische recycling onmisbaar voor meer hergebruik van afval.* <https://www.vnci.nl/standpunten/standpunt/chemische-recycling-onmisbaar-voor-meer-hergebruik-van-afval#:~:text=De VNCI ziet chemische recycling van afvalstromen als,maken als duurzame bouwstenen voor nieuwe circulaire producten.>
- *Zertifikate fur Rezyklate.* (n.d.). <https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/zertifikate-fuer-rezyklate/>
- Zwaveling, D. (2017). *Overzicht van de keten van kunststofverpakkingsafval. Deelproject volumes en ketenstappen. Onderzoek kunststofketen.* <https://www.kidv.nl/7860/volumes-en-ketenstappen.html?ch=DEF>

Geraadpleegde bronnenlijst (overig)

- Afvalfonds Verpakkingen. (2021). *Nederland circulair, elke verpakking telt!*
- Afvalfonds Verpakkingen. (2022). *Op weg naar fossielvrij en circulair verpakken, Recycling en hergebruik verpakkingen Nederland 2022*. <https://www.verpact.nl/nl/onze-recycleresultaten>
- Afvalfonds Verpakkingen. (2022). *Toelichting op het Verslagleggingsformulier Recycling Verpakkingen Resultaten recycling verpakkingen 2021*. www.afvalfondsverpakkingen.nl
- Ansems, A. M. M., & Ligthart, T. N. (2017). *Marktverkenning mix kunststoffen en folies*.
- B.v., N. (2019). *Uitvoerings- en monitoringprotocol Versie 4.2* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Boschman, G., Kinket, M., Loos, F. De, & Science, P. (n.d.). *Volumes en Potentieel van Recycelaat in Productfamilies*.
- Brouwer, M., & van Velzen, U. T. (2014). *Predictive model for the Dutch post-consumer plastic packaging recycling system*.
- Brouwer, M., Picuno, C., Thoden van Velzen, E. U., Kuchta, K., De Meester, S., & Ragaert, K. (2019). The impact of collection portfolio expansion on key performance indicators of the Dutch recycling system for Post-Consumer Plastic Packaging Waste, a comparison between 2014 and 2017. *Waste Management*, 100, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.012>
- CE Delft, IVAM, & Rebel. (2016). *Hoogwaardige recycling*.
- Circular Plastic Alliance. (2020). *STATE-OF-PLAY ON COLLECTED AND SORTED PLASTIC WASTE*.
- de Leeuw, M., & Koelemeijer, R. (2022). *Decarbonisation options for the Dutch waste incineration industry*. www.pbl.nl/en.
- de Sevaux, G., & Weinbeck, X. (2022). *Recycling pathways of post-consumer plastic packaging waste in Europe* (Vol. 9).
- Delta, S., & Rapportage, R. (2023). *Regionale beschikbaarheid van organische afval- en reststromen*.
- European Commission. (2020). Effectiveness of the Essential Requirements for Packaging and Packaging Waste and Proposals for Reinforcement Final Report: final report and appendices. In *Publications Office of the European Union*.
- *Green Deal Reliable evidence for applications of plastic recyclate* (pp. 1–7). (n.d.).
- Kennisinstituut Duurzaam Verpakken. (2017). *Rapportage kunststofketenproject*. 89. <https://www.kidv.nl/7452>
- Kort, M., Vink, J., Ooms, J., & Steehouwer, E. (2024). *Verkenning land- en tuinbouwplastics*.
- KPMG Advisory N.V. (2023). *Plastic feedstock for recycling in the Netherlands*. www.kpmg.nl
- Lobelle, D., Shen, L., van Huet, B., van Emmerik, T., Kaandorp, M., Iattoni, G., Baldé, C. P., Lavender Law, K., & van Sebille, E. (2024). Knowns and unknowns of plastic waste flows in the Netherlands. *Waste Management and Research*, 42(1), 27–40. <https://doi.org/10.1177/0734242X231180863>

Geraadpleegde bronnenlijst vervolg (overig)

- OVAM. (2017). *Identificeren Van Product (Groep) En Met Kunststofrecycalaat (Recycled Content) En Product (Groep) En Met Identificeren Van Product (Groep) En Met Kunststofrecycalaat (Recycled Content) En Product (Groep) En 2.*
- Partners for Innovation, & Rebel. (2018). *Verkenning 'Kunststof Verpakkingsafval als Grondstof'. Technische en Economische Analyse. september.* <https://www.kidv.nl/8133/verkenning-lsquo-kunststof-verpakkingsafval-als-grondstof-rsquo.html?ch=DEF>
- Partners for Innovation. (2021). *Toepassen Kunststof Recycalaat. april.*
- Plastic Pact NL. (2022). *Bevindingen pilots mix plastics (DKR350).*
- Plastic Recyclers Europe. (2020). *Recyclclass recyclability methodology. June, 1–37.*
- Ragonnaud, G. (2023). EU Legislation in Progress - Revision of the Packaging and Packaging Waste Directive. *European Parliamentary Research Service , April.*
- Rebelgroup. (2020). *Roadmap chemische recycling kunststof 2030 Nederland.*
- Schwarz, A. E., Lighthart, T. N., Godoi Bizarro, D., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; determining environmental performance through an LCA matrix model approach. *Waste Management, 121, 331–342.* <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>
- Snijder, L., & Nusselder, S. (2019). Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland. *CE Delft, 55.*
- Stegmann, P., Lensen, S., Herlaar, S., Schwarz, A., & van den Beuken, E. (2024). *Circularity and greenhouse gas assessment of the plastic packaging and beverage carton system in the Netherlands until 2050. August.*
- Stichting Nationale Milieudatabase. (2022). *Forfaitaire waarden voor verwerking-scenario' s einde leven behorende bij: Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken (versie mei 2022). 0, 1–3.*
- Stiphout Plastics. (2020). *Verwerking restfractie gemengde kunststoffen.*
- Stuurgroep Plastic Pact NL. (2021). *Toepassing gerecyclede en biobased plastics (Issue September).*
- Thoden van Velzen, E. U., & Smeding, I. W. (2022). *Recycling van Nederlandse drankenkartons.* <https://research.wur.nl/en/publications/e7dc1491-6d00-48ca-9598-659a69c80908>
- van Bruggen, A., Zonneveld, M., & Zijp, M. (2020). *De circulaire kunststofketen: wat zijn de knelpunten?*
- van Rhijn, F., & Brandsma, M. (2022). *Expert Interviews PET Tray en DKR350 Recycling.*
- Verpact. (2023). *Samen werken aan circulair verpakken.*
- Zant, E. (2021). *Verkenning Plastic Pact NL. 26.* https://www.meermetminderplastic.nl/bibliotheek-portal/2021151-Verkenning-Plastic-Pact-Rapport_Definitief1.pdf
- Zwaveling, D. (2017). *Overzicht van de keten van kunststofverpakkingsafval. Deelproject volumes en ketenstappen. Onderzoek kunststofketen* <https://www.kidv.nl/7860/volumes-en-ketenstappen.html?ch=DEF>
- Zwerfinator. (2024). *Onderzoek drankverpakkingen 2017-2024h1 (Issue september).*

8. Ondertekening

Ondertekening

TNO | EMT | Utrecht, 20 februari 2025

Gerard van der Laan
Research Manager

Aike Wypkema
Project Manager

Appendix

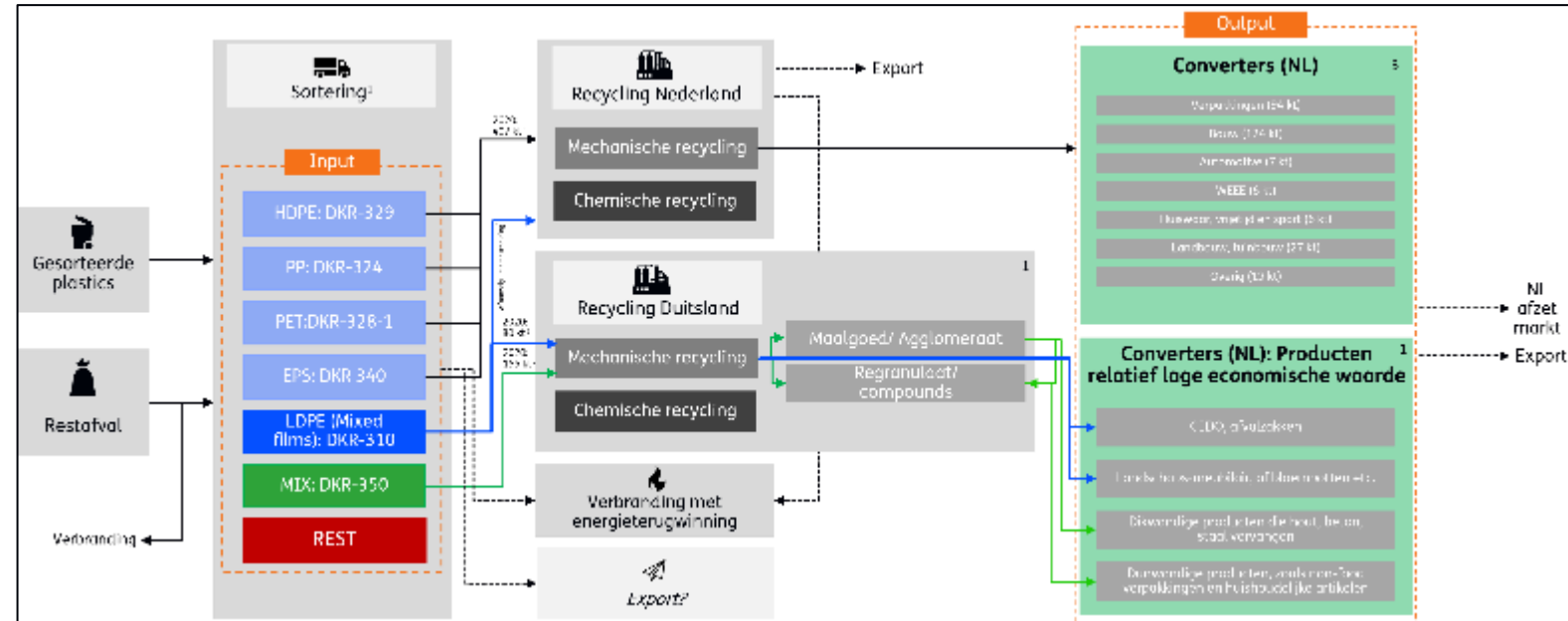
—

**Import &
Export
DKR350**



Sorteren van DKR-stromen en toepassing recyclaat bij verwerkers

- Voor zover bekend worden de meeste mixed-plastics (DKR-350) naar Duitsland geëxporteerd voor verdere sortering en verwerking naar maalgoed of regranulaat^{1,2}. Het volume van deze stroom is onbekend. Het is ook onbekend hoeveel maalgoed of regranulaat er wordt geïmporteerd door Nederlandse verwerkers^{2,5}.
- Omdat de DKR-stromen worden verwerkt in Duitsland tot regranulaat of maalgoed,
 - is er niet direct grip op het uit Duitsland geïmporteerde maalgoed of regranulaat, tenzij er importeisen worden gesteld.
 - Dit zou de administratieve bewijslast m.b.t. herkomst van de DKR stroom kunnen bemoeilijken
 - Als CPE toekenning DKR 350 aantrekkelijk maakt als grondstof dan kan er meer DKR 350-recyclaat uit Duitsland worden geïmporteerd of kan de DKR 350 recyclingcapaciteit in NL toenemen
- Dit heeft mogelijk een effect op de bedrijfsmigratie van verwerkers: er is al infrastructuur om DKR350 te importeren. Opschaling van DKR350 import is dus relatief eenvoudig.



Figuur 3. Schematisch overzicht van sortering volgens DKR specificaties, recyclingstromen en toepassen van recyclaat bij Nederlandse verwerkers, TNO.

1. A. Ansems & T. Ligthart (2017). Ketenproject Kunststoffen. CE Delft.
2. Plastic feedstock for recycling in the Netherlands, KPMG 2023 [Bron](#)
3. Conversio. (2024). *Substantiation of data for polymer production and processing in the Netherlands* (Issue April).
4. Zwaveling, D. (2017). *Overzicht van de keten van kunststofverpakkingsafval. Deelproject volumes en ketenstappen. Onderzoek kunststofketen.* <https://www.kidv.nl/7860/volumes-en-ketenstappen.html?ch=DEF>
5. Plastic Pact NL. (2022). *Bevindingen pilots mix plastics (DKR350).*

Appendix – Internationale DKR- specificaties



DKR stromen international – Samenvatting

Tabel A.1 Samenvatting internationale afvalstromen specificaties.

DKR	NL	DE	VK	FR	VS	China	HU
310 (folies, LDPE)	> 92% mass	> 92% mass			> 99% (grade A), 98-99% (grade B), grade C subgroepen variërend 5-50% (mass)	> 99.5%	
320 (mixed-plastic bottles)	> 94% mass	> 94% mass				> 99.5%	
321 (PO plastic bottles)	> 94%	> 94%				> 99.5%	
322 (Hollow Plastics)	> 94%	> 94%				> 99.5%	
324 (PP)	> 94% mass	> 94% mass	B3011 Basel conv.*			> 99.5%	
325 (PET transparent)	> 98% mass		B3011 Basel conv.*	> 98% (mass)	> 94% (grade A), 83 – 93% (grade B), 73 – 82% (grade C) (mass)	> 99.5%	100%
328-1, 2 en 3 (PET mixed)	> 98% mass, Mixed colours	> 98% mass, Mixed colours	B3011 Basel conv.*	> 98% (mass)		> 99.5%	> 90 % (class II en III), > 74% (unsorted)
329 (PE, HDPE)	> 94% mass	> 94% mass	B3011 Basel conv.*		> 95% (mass)	> 99.5%	
330 (cups)	> 94% mass	> 94% mass				> 99.5%	
331 (PS)	> 94% mass	> 94% mass				> 99.5%	
350 (mixed)	> 90% mass	> 90% mass				> 99.5%	

Bron

[WUR](#)

[Grüner Punkt](#)

[UK Gov](#)

* “almost contaminant free”

[Eur. Commission](#)

[ISRI](#)

[Eur. Commission](#)

[Eur. Commission](#)

DKR stromen vs. Verenigd Koninkrijk

Tabel A.2. Specificaties afvalstromen VK Villanueva, A., & Eder, P. (2014). End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. In *JRC Scientific and Technical Reports*. <https://doi.org/10.2791/13033>

DKR	Specificatie	VK naam	Specificatie
310 Plastic films	> 92% mass	I. JAZZ film 95 II. JAZZ film 50 III. LDPE grades 100; 99; 98; 95; 90; 80; 70	I. 95% coloured film II. 50% coloured film III. % of clear (L)LDPE film
325 PET bottles	> 98% mass	I. PET 100 II. PET 90 III. PET 80	I. 100% clear PET bottles II. 90% clear PET bottles, 10% light blue III. 80% clear PET bottles, 20% coloured
329 HDPE	> 94% mass	I. HDPE 90 II. HDPE 80 III. HDPE JAZZ	I. 90% natural, 10% coloured II. 80% natural, 20% coloured III. Coloured

- Het Verenigd Koninkrijk [kent nog geen statiegeldsysteem](#)
- “In the UK (...) the collection scheme is driven by tonnage, so that the quality of collected waste does not necessarily respect the percentages in the codification (e.g. instead of (...) 10% of non-relevant material, this quantity can represent up to 20 to 30%). The main reason (...) is the existence of possibility of export markets to Asia, which are (...) not as demanding (...).”

DKR stromen vs. Verenigde Staten

Tabel A.3. Afvalspecificaties Verenigde Staten, *ISRI Specs.* (2022).

DKR	Specificatie	VS naam	Specificatie
310 Plastic films	> 92% mass	Clear film grades A, B, C (massa) Grade C heeft heel veel subgroepen	A. 95% clear, 1% contaminatie B. 80% clear, 2% contaminatie C. Verschillend per subgroup, minstens 20% coloured
325 PET bottles	> 98% mass	Grades A, B, C (massa)	A. > 94% of hoger B. 83 – 93% C. 73 – 82%
329 HDPE	> 94% mass	Scheiding tussen flessen en doppen/deksels	Flessen: max. 5% contaminatie Doppen/deksels: max. 5% contaminatie

- . “(...) most experts of the technical working group have pointed out that ISRI specifications [from the US] are not used in general in Europe, nor in trade between the EU and Asian countries.”

DKR stromen vs. Frankrijk

Tabel A.4. Afvalstromen specificaties Frankrijk, Villanueva, A., & Eder, P. (2014). End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. In *JRC Scientific and Technical Reports*. <https://doi.org/10.2791/13033>

DKR	Specificatie	FR naam	Specificatie
325 PET bottles	> 98% mass	PET licht en donker gekleurd	< 2% contaminatie (mass)
329 HDPE	> 94% mass	HDPE/PP	< 2% contaminatie (mass)

- “An update of the list is being carried out to complete the codification by adding quality standards.”
- Classificatie in Annex III, maar zonder kwaliteitseis

DKR stromen divers

- **Hongarije**, bijvoorbeeld voor PET:
 - Class I: 100% PET, 0.01% coloured
 - Class II: 90% PET, 1% coloured
 - Class III: 90% PET, gemixt gekleurd
 - Unsorted: 94% PET, gemixt gekleurd
- **China** max. 0.5% contaminatie (massa) voor alle stromen
Bron: [EoW criteria for waste plastic for conversion, European Commission](#)

Enkele belangrijke landelijke organisaties:

Noorwegen: [Green Dot](#)

België: [Fost Plus](#)

Frankrijk: [Valorplast](#) en [Federec](#)

Duitsland: [Grüner Punkt](#)

Hongarije: Remoplast

Rapportage-eisen zijn vastgelegd in [ISO/EN standaarden](#)

In 2017 was de gemiddelde gerecyclede polymeerzuiverheid 93%, met maximale inspanningen kan dit naar 96% in Nederland (Bron: [WBRE](#))