

# REcycling of materials made from advanced grades of Poly Lactic Acid in a closed loop for CO<sub>2</sub> Emission Reduction (REPLACER).

RVO referentie TIND120005

---



**REPLACER**



## Project details

Project nummer:	TIND120005
Project titel:	REPLACER - REcycling of materials made from advanced grades of Poly Lactic Acid in a closed loop for CO <sub>2</sub> Emission Reduction.
Penvoerder:	Nederlandse Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek TNO
Co-applicants:	Arapaha BV
Project partners:	CuRe Technology BV NHL Stenden Kiduara BV
Project periode:	01-09-2020 - 01-07-2022

## Openbare samenvatting

### Introductie

PLA (polymelkzuur) is een snelgroeiende biobased vervanger voor polymeren uit fossiele bronnen. Traditioneel zijn PLA toepassingen gericht op zijn biologische afbreekbaarheid en/of in toepassingen met relatief lage prestaties. Vaak zijn dit plastic toepassingen voor eenmalig gebruik of gecombineerd met verpakkingen van organische materialen. PLA biedt echter een veel breder en hoogwaardiger toepassingsbereik wanneer de stereospecificiteit van PLA wordt gebruikt, i.e. door gericht gebruik van een combinatie van de d- of l-vorm ('rechtsdraaiend' en 'linksdraaiend' melkzuur). Het nadeel van deze gecombineerde PLA typen, is dat de d-vorm een langzamere biologische afbreekbaarheid heeft dan de l-vorm en dat daarmee de combinatie slecht afbreekbaar is. Maar door moleculaire recycling toe te passen die ook hogere d over l ratio's geaccepteerd, is er de potentie om het gebruik van PLA in hoogwaardige producten te ontsluiten. Het project REPLACER ontwikkelde deze recycling en beoordeelde de toepasbaarheid en effect op het milieu en CO<sub>2</sub> uitstoot reductie.

### Moleculaire recycling

Dit rapport de inspanningen van de REPLACER-partners voor het opzetten van een 'closed loop' (gesloten kringloop). Closed loop betekent het vermogen om in PLA plastic in de PLA producten na gebruik te depolymeriseren, te zuiveren en opnieuw te polymeriseren. Allereerst is er onderzoek gedaan naar de verschillende mogelijkheden om PLA te recyclen. De meest veelbelovende routes blijken gebaseerd op routes via het lactide. Voor chirale scheiding van lactide heeft een combinatie van vacuümdestillatie (l,d-vorm, i.e de meso-vorm) en smeltkristallisatie de voorkeur (l,l- en d,d-vormen).

De moleculaire recycling evenals de chirale kristallisatieroutes zijn experimenteel getest. De eerste stap van het proces is om het PLA te depolymeriseren met behulp van partiële hydrolyse-naar oligomeren. Er zijn twee verschillende routes getest voor de ringdepolymerisatie van oligomeer naar lactide: zowel sublimatie als destillatie. Sublimatie bleek eenvoudig te implementeren op labschaal. Voor opschaling is echter het destillatieproces de aanbevolen route.

Chirale fractionering van lactiden door smeltkristallisatie is getest op laboratoriumschaal en de procesomstandigheden werden geïdentificeerd om fracties te produceren die verrijkt waren met ofwel de l,l- of de d,d-vormen van lactide. Dergelijke fracties kunnen worden gebruikt bij herpolymerisatie om PLA-kwaliteiten te verkrijgen met de gewenste verhouding van de d- en l-vorm. De chirale smeltkristallisatiestap kan in een later stadium worden geïmplementeerd in het PLA-recyclingproces, wanneer producten met een hoog d-gehalte PLA na gebruik beschikbaar komen.

### Duurzame consumentenproducten van complexe PLA combinaties

Parallel aan het recyclingonderzoek zijn ontwerpen gemaakt voor verschillende producten gemaakt van geavanceerde PLA-kwaliteiten. Huidige producten die het prototype / pre-lanceringsstadium hebben bereikt, zijn vloerkleden, badmatten, SUP-peddels, bezoekersstoelen, surfplankvinnen, een tas en T-shirts. Van elk van deze producten werd een gedetailleerde samenstelling opgesteld.

### Project bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

In de volgende stap werd het ontwerp en samenstelling van deze producten en de gekozen recyclingroute gebruikt voor een milieu-impactanalyse. Transport, productie, samenstelling en aannames over inzameling en levensduur zijn meegenomen in de berekeningen. Bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub> voetafdruk (GWP) van het vloerkleed blijkt dan meer dan 70% lager te zijn dan een traditioneel vloerkleed. Voor het inzamelpercentage zijn gevoeligheidsanalyses opgenomen om het effect van een goed inzamelsysteem voor deze producten te beoordelen. Geconcludeerd kan worden dat een goed werkende retourregeling die resulteert in hoge responspercentages tot 80% zeer waardevol zal zijn om de milieubelasting nog eens 18% meer te verminderen.

Daarnaast is de GWP van de REPLACER recyclingroute vergeleken met alternatieve recyclingopties. Het blijkt dat de prestatie in dezelfde bandbreedte als mechanische recycling ligt, en aanzienlijk beter dan andere opties. Omdat mechanische recycling niet geschikt is voor de hoogwaardige PLA-mix van Arapaha producten, vult de REPLACER-recycling een leemte in de recyclingmogelijkheden voor deze producten.

## Spin-off binnen en buiten de sector

De resultaten van het REPLACER-project kunnen een directe impact hebben op de groei van biobased polymeren zoals PLA, omdat het toepassingsgebied fors kan worden uitgebreid met behoud van circulariteit. Dit zal daarmee direct een impact hebben op de markt voor duurzame consumentengoederen en een verdere innovatie golf mogelijk maken.

Tevens kan de recycling zoals ontwikkeld in het REPLACER-project worden toegepast in de moleculaire recycling van CuRe Technology, wat het mogelijk maakt de assets die voor polyester opgezet zijn breder in te zetten, dus niet alleen voor PET maar ook voor duurzame biopolymeren.

Een derde spin-off kan zijn het toepassen van dezelfde logica voor andere opkomende biopolymeren. Vooral voor PHA (een soort polyester), dat nu in een groeicurve komt, zou het interessant zijn om na te gaan of dit ook via moleculaire recycling te recyclen is.

## Publicaties

De bevindingen van het project zijn gedurende het project reeds met diverse marktpartijen besproken, waar nodig was dit onder een geheimhoudingsverklaring. De resultaten worden ook gepubliceerd in een patent filing van Arapaha BV. Tevens is er een gezamenlijk wetenschappelijk artikel in voorbereiding over de milieu-impactanalyse resultaten en zal er een webinar worden georganiseerd om het project onder de aandacht te brengen.

## Contact

Voor meer informatie over het REPLACER-project en exemplaren van dit rapport kunt u contact opnemen met Annemieke van de Runstraat van TNO ([annemieke.vanderunstraat@tno.nl](mailto:annemieke.vanderunstraat@tno.nl)) en Josse Kunst van Arapaha ([josse.kunst@arapaha.com](mailto:josse.kunst@arapaha.com)).