

PHARIO: PHA bioplastic

Introductie

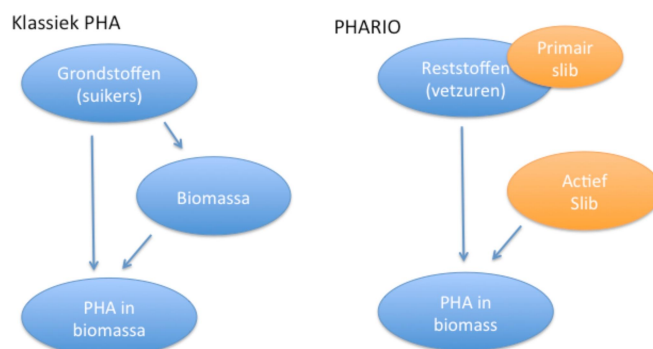
In het kader van het PHARIO project hebben de projectpartners waterschap Brabantse Delta, waterschap De Dommel, wetterskip Fryslan, waterschap Scheldestromen, STOWA, SNB, Veolia en KNN pilot onderzoek uitgevoerd naar de productie van PHA bioplastic met slib van de rioolwaterzuivering Bath. Dit project werd mede mogelijk gemaakt door subsidie van uit de TKI Biobased Economy. Dit document geeft een samenvatting van de belangrijkste inzichten uit het project.

Het PHARIO project laat zien dat een hoge kwaliteit PHA kan worden gemaakt uit organische reststromen en actief slib. Deze ontwikkeling past heel goed in de transitie naar een biobased economie waarbij het steeds urgenter wordt efficiënt met biobased grondstoffen om te gaan. Door synergie met de rwzi en de slibeindverwerking en de inzet van reststromen is de milieu-impact van PHARIO PHA 70% lager dan PHA dat nu op de markt is. De productiekosten liggen lager dan huidige marktprijzen. Verdere kostenoptimalisatie is wel belangrijk om ook in de toekomst concurrerend te zijn. Door de vroege stand van de techniek is hiervoor zeker potentie.

Het PHARIO concept

Actiefslib: een functionele biomassa

Het actief slib (ook wel secundair slib) van een rwzi blijkt zeer goede eigenschappen te hebben om PHA bioplastic te produceren. In het PHARIO project zijn diverse geschikte zuiveringen geïdentificeerd en zuiveringen waarvan het slib nu nog niet geschikt is kunnen waarschijnlijk met eenvoudige maatregelen aangepast worden om de potentie te verhogen.



Normaal moet voor de productie van PHA een speciale biomassa gekweekt worden. Deze kweek kost grondstoffen en energie. Door gebruik te maken van de bacteriën uit een rwzi zijn minder grondstoffen en energie nodig voor de productie van het PHA. Bovendien kunnen deze bacteriën goed omgaan met reststromen en toch een goede kwaliteit PHA produceren. Huidige productiemethoden voor PHA gaan meestal uit van reïnculturen en hebben een relatief zuivere grondstof nodig.

Accumulatie van PHA met primair slib en organische reststromen

De bacteriën in het secundaire slib van een rioolwaterzuivering worden gevoed met vetzuren om het PHA te maken. Ze worden als het ware vetgemest. Als voeding kan het primaire slib gebruikt worden van rwzi's met een voorbezinking. De bacteriën in het actieve slib kunnen echter veel meer PHA maken dan er normaal aan primair slib op een rwzi beschikbaar is. Het is interessant om deze capaciteit zo goed mogelijk te benutten door ook andere organische reststromen te verwerven en te voeden aan het slib.

Extractie van het PHA

Door het secundaire slib te voeden met organische reststromen ontstaat een PHA rijke biomassa. Uit deze biomassa kan in een centrale extractie het PHA gewonnen worden. De extractie vindt plaats na droging en met een organische vloeistof (butanol). Deze wijze van extractie heeft als voordeel dat er geen kwaliteitsverlies optreedt en de techniek biedt veel mogelijkheden voor sturing van de kwaliteit.

Goede kwaliteit PHA met unieke eigenschappen

In het PHARIO project is gedurende een periode van 10 maanden PHA gemaakt met actief slib van de rwzi Bath. Als voeding werd suikerhoudend afvalwater van een suikerfabriek en primair slib van de rwzi Tilburg gebruikt. In het project is veel aandacht besteed aan de kwaliteit van het PHA en de reproduceerbaarheid hiervan. Het project heeft een gedegen onderbouwing gegeven dat een zeer goede en constante kwaliteit PHA kan worden gemaakt. De kwaliteit van het PHA was minstens zo goed en op onderdelen

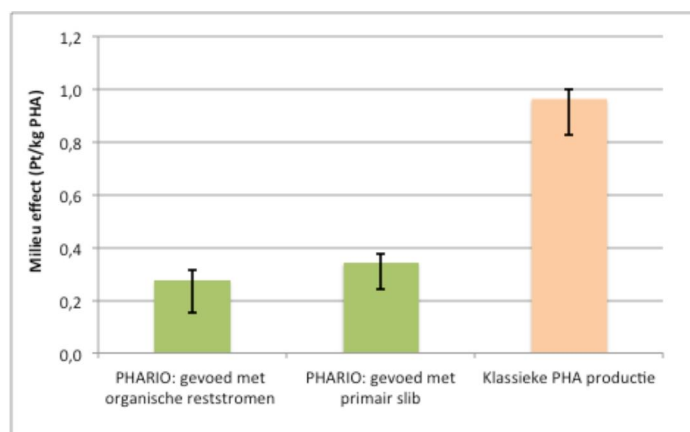


zelfs beter dan de PHA kwaliteit die nu op de markt beschikbaar is. Nog belangrijker is echter dat deze kwaliteit stuurbaar en controleerbaar is. Tenslotte kan met de PHARIO methode een PHA kwaliteit gemaakt worden die nu nog niet ruim beschikbaar is op de markt, maar wel gewild is. Het gaat hier om een kwaliteit met een hoog valeriaat gehalte en deze kwaliteit is bijzonder omdat het minder kristallijn is en een lager smeltpunt heeft. Deze eigenschappen zijn interessant om de eigenschappen van andere bioplastics, zoals bijvoorbeeld polymelkzuur (PLA) te verbeteren.

Business case

Het PHARIO project laat zien dat een hoge kwaliteit PHA kan worden gemaakt uit organische reststromen en actief slib. Door synergie met de rwzi en de slibeindverwerking en door de inzet van reststromen is de milieu-impact van PHARIO PHA 70% lager dan PHA dat nu op de markt is.

Op basis van de huidige stand van de techniek (pilot schaal) wordt ingeschat dat het PHA gemaakt kan worden tegen een kostprijs van ongeveer 3-4 €/kg PHA. Hiervoor is een schaalgrootte nodig van 5.000 ton PHA/jaar. Om dit mogelijk te maken is actief slib nodig van 3 grote rioolwaterzuiveringen.



De huidige marktprijzen voor PHA liggen hoger dan de kostprijs (4-6 €/kg) en bovendien is er veel vraag naar PHA, terwijl de productiecapaciteit beperkt is. In de toekomst zal deze prijs dalen door techniekontwikkelingen. Dit vergt dat ook het PHARIO concept zich verder moet ontwikkelen om lagere kostprijzen mogelijk te maken. Gezien de stand van de techniek zijn er nog veel mogelijkheden te identificeren voor een verdere kostprijs reductie.

Stand van de techniek

Het volledige proces van PHA productie tot en met de toepassing van het PHA in producten is binnen PHARIO uitgetest. Deze testen vonden plaats op pilot schaal en hebben, voor het eerst, het bewijs geleverd dat een goede en constante kwaliteit PHA kan worden geleverd. De informatie die nu over deze kwaliteit beschikbaar is, is nodig om een volwaardige gesprekspartner te zijn voor industrieën die dit product verder kunnen verwerken.

Het is nu nodig deze techniek te gaan testen op een demoschaal (tonnen/jaar) om de stap naar commerciële productie mogelijk te maken. Op deze schaalgrootte kan de werking van essentiële apparatuur getest worden en de volledige waardeketen worden aangetoond.

Een dergelijke demoschaal vergt een significante investering. Afhankelijk van het ambitieniveau zal deze investering liggen tussen 5-17 M€. Een grotere investering in de demonstratie vergroot de kans dat daarna de stap naar een commerciële schaal gemaakt wordt. Een kleinschaligere demonstratie past in een meer geleidelijke ontwikkeling, maar kan leiden tot een langduriger traject naar commercialisatie.

Rol en belang van de waterschappen

Deze ontwikkeling past uitstekend in de ambities van de waterschappen om hun reststromen te verwaarden. De productie van PHA bioplastic is van alle mogelijkheden wellicht het meest verrijkend. Het PHARIO project laat zien dat uit afval een zeer hoogwaardig product te maken is. Tegelijk is de waardeketen voor PHA bioplastic ingewikkeld en zijn er processtappen nodig (bijvoorbeeld de extractie) die minder goed passen bij de kernactiviteiten van een waterschap.

In overleg met de bestuurders van waterschappen dient de rol van het waterschap in deze waardeketen verder uitgewerkt te worden. Het lijkt nuttig om samenwerking met industriële partners aan te gaan. Om deze industriële partners te interesseren is het belangrijk dat de waterschappen laten zien dat zij geëngageerd zijn aan deze ontwikkeling en zo nodig bereid zijn een significant deel van de benodigde investering te leveren. Alleen op deze manier zal de industrie zelf ook tijd en geld willen steken in deze ontwikkeling. Een dergelijke investering past ook bij de rol die de overheid heeft om innovatie aan te jagen. Zodra de waardeketen gerealiseerd is, kunnen waterschappen zich terugtrekken en de exploitatie overlaten aan de markt.

Bijlage - Veelgestelde vragen over PHARIO

1. In hoeverre is de productie van PHA afhankelijk van vetzuurbronnen van derden? Hier liggen mogelijk risico's?

Het verwerven van voldoende organische reststromen is zeker een belangrijk aandachtspunt voor het PHARIO concept. Voor de commerciële productie van 5000 ton/jaar PHA is grofweg 15.000 ton droge stof aan organisch materiaal nodig. Voor 5000 ton PHA is actief slib van ongeveer drie grote rwzi's nodig. Aan dit slib moeten vetzuren worden gevoed voor de productie van PHA. Deels kunnen waterschappen deze vetzuren zelf maken uit hun primair slib, maar het volume is normaal onvoldoende om het productiepotentieel van het actief slib te benutten. Primair slib zou wel van meer rwzi's kunnen worden aangevoerd, maar waarschijnlijk is aantrekken van organische reststromen economisch voordeliger. Levering van primair slib vormt wel een goede achtervang en zekerheid.

Voor de rwzi Bath is in het PHARIO project een inventarisatie van beschikbare reststromen uitgevoerd. In heel Brabant en Zeeland zou ongeveer 110.000 ton aan VFA's gemaakt kunnen worden uit de beschikbare organische reststromen. In een straal van 50 km rondom de rwzi is ca 34.000 ton beschikbaar bij lokale industrieën en bij 3 bedrijven alleen al 28.000 ton. Groente en fruit afval van gemeenten zou ook een interessante bron van vetzuren kunnen zijn. We gaan er van uit dat we maximaal 0,2-0,5 €/kg PHA hoeven betalen voor verwerving van de vetzuren.

Zekerheid over aanlevering van vetzuurbronnen is uiteindelijk van belang voor de inrichting van de waardeketen. Daarom zal samenwerking gezocht moeten worden met partners die ervaring hebben met de logistiek en verwerven van deze stromen. Op dit moment lijkt het beter om eerst de focus te leggen op de afname van het PHA en het vinden van een duidelijke klant. Afhankelijk van zijn eisen aan de kwaliteit en de waarde die het product voor de klant vertegenwoordigt kan de keten bovenstrooms georganiseerd worden.

2. Een van de uitdagingen bij dergelijke projecten is de downstream processing/extractie. Deze vergen hoge investeringen en mogelijk zijn er risico's voor de vergunbaarheid en beheersing van de oplosmiddelen die gebruikt worden.

Het PHARIO project laat zien dat de downstream processing vanuit technisch oogpunt geen probleem is. De gekozen extractietechniek levert een zeer goede kwaliteit PHA en biedt bovendien veel mogelijkheden voor sturen van de kwaliteit (door keuze van de extractie condities en blenden van batches). Het omgaan met oplosmiddelen is misschien bijzonder voor de waterschappen, maar is op zich geen bijzondere techniek voor de chemische industrie. Er is gekozen voor ongechloreerde "groene" oplosmiddelen zodat de milieu-bezwaarlijkheid geen groot punt is. Door de extractie op een centrale industriële locatie uit te voeren hoeven vergunningen geen probleem te zijn.

De belangrijkste uitdaging ligt wel in de relatief hoge investering en het feit dat dit geen operatie is die past bij de waterschappen. De hoge investering kan door verdere optimalisatie en kennisontwikkeling enigszins teruggebracht worden. Er zou ook gekozen kunnen worden voor een goedkopere extractietechniek, maar dan is de kwaliteit van het PHA minder goed.

Voor de extractie is er een analogie met slibverbranding. Ook dit is een activiteit die niet normaal is voor de waterschappen, maar waar zij toch hebben geïnvesteerd in een installatie en operatie die verder weg ligt van hun kerntaak. Niettemin lijkt het voor de hand te liggen om deze activiteit bij een marktpartij te leggen die hier meer kennis van heeft en ook het PHA product kan verwaarden. In de demo fase moeten de waterschappen hier wellicht nog wel bij betrokken zijn om te laten zien dat er mogelijkheden liggen. De industrie zal niet vanzelf een technologie ontwikkelen die specifiek gericht is op de waterschappen.

3. Zorgt de herkomst van de PHA (deels uit RWZI slib) niet voor beperkingen in de afzet? Toepassingen in verpakkingen en de voedsel keten lijken bijvoorbeeld moeilijk?

In het PHARIO concept wordt een vrij zuiver PHA geproduceerd en er zijn diverse stappen die zorgen voor hygiëniseren van het product. Zo wordt de PHA rijke biomassa voor de ontwatering aangezuurd om de biologische activiteit stil te leggen. Vervolgens vindt verdere hygiëniseren plaats in een droogstap bij temperaturen boven 70 °C. Ook de extractie met een organisch oplosmiddel bij temperaturen boven 100 °C zal resterende bacteriën afdoen. Organische microverontreinigingen in het product zijn nog niet gemeten. Door de extractie zal hier ook een zuivering plaatsvinden. Zouten (zware metalen) zullen niet snel oplossen in het organische extractiemiddel.

Er kan dus een vrij zuiver product gemaakt worden dat nauwelijks kwaliteitsverschillen zal hebben met PHA dat nu op de markt is. Dit zal nog verder onderbouwd moeten worden door bijvoorbeeld realisatie van een REACH dossier voor dit product. Toch kan ook dan perceptie nog steeds een rol spelen. Er zijn echter voldoende non-food toepassingen denkbaar van PHA waarbij dit aspect geen rol speelt. Hierbij valt te denken aan meubelmateriaal, agrarische toepassingen, non-food verpakkingen.

4. Het Dutch Biorefinery Cluster (DBC) stelt zich kritisch op t.a.v. de markt voor PHA en projecten voor productie van PHA. Zie ook: <http://www.dutchbiorefinerycluster.nl/pha-polyhydroxyalkanoaten>. Hoe zien de PHARIO partners dit?

De PHARIO partners kennen het position paper van DBC, maar delen deze visie niet. We erkennen dat de markt voor PHA nog niet volledig ontwikkeld is. Dit heeft te maken met het gebrek aan beschikbaarheid van een goede kwaliteit PHA tegen een acceptabele prijs. Juist in het PHARIO project is daarom veel aandacht besteed aan de mogelijkheden voor sturing van de kwaliteit. DBC geeft aan dat veel projecten zonder betrokkenheid van marktpartijen plaatsvinden. Op zich is deze constatering juist, maar we zijn van mening dat het nodig is om eerst goede informatie over de kwaliteit te hebben om eindafnemers te kunnen overtuigen. PHARIO heeft nu een schat aan informatie opgeleverd over de PHA kwaliteit en hiermee kan nu de stap gemaakt worden naar het interesseren van eindafnemers. We zien wel degelijk interesse bij potentiële verwerkers van het materiaal, op voorwaarde dat een goede kwaliteit kan worden geleverd tegen een acceptabele prijs. De PHARIO partners zijn wel van mening dat er bij een volgende stap concrete betrokkenheid van een afnemer moet zijn. Op dit moment zijn de PHARIO partners hier mee bezig.

5. Hoe verhoudt PHA zich met andere projecten uit de Grondstoffenfabriek. Denk bijvoorbeeld aan alginaat winning uit Nereda installaties en cellulose winning?

Door de lange afschrijvingstermijnen van rioolwaterzuiveringen zal het nog geruime tijd duren voordat alle rwzi's in Nederland omgebouwd zijn tot Nereda's. Voor een commerciële schaalgrootte voor het PHARIO concept zijn vooralsnog een beperkt aantal rwzi's nodig. Bovendien zijn er ook andere ontwikkelingen die concurrerend kunnen zijn met de Nereda ontwikkeling. Een alternatieve trend is bijvoorbeeld die richting "Energiefabrieken" met een hoog belaste A-trap in combinatie met een koude Anammox. In het PHARIO project hebben we gezien dat ook slib van een hoog belaste A-trap (Dokhaven) geschikt is voor PHA accumulatie en PHA productie past dus goed bij deze ontwikkeling.

Het PHARIO concept combineert heel goed met cellulose afscheiding. Door cellulose afscheiding reduceert het aandeel aan inerte organische massa in het slib en kunnen hogere PHA gehalten worden bereikt in de PHA rijke biomassa.

6. Veolia zal niet verder meer investeren in de ontwikkeling van de CELLA technologie die in het PHARIO project is gebruikt. Wat betekent dit voor de verdere ontwikkeling van PHARIO?

Veolia heeft aan de PHARIO partners aangegeven dat hun besluit niet betekent dat zij niet in deze ontwikkeling geloven. Hun strategie is nu meer gericht op het verkopen van standaard technologie pakketten, terwijl de Cella technologie verlangt dat een volledige waardeketen moet worden gerealiseerd. Dit past niet goed bij de rol van technologieleverancier die zij voor zich zelf zien.

Veolia heeft toestemming gegeven om alle project informatie openbaar te maken. Dit betekent dat andere partijen deze kennis vrijelijk kunnen gebruiken. Veolia zal haar patenten niet verder onderhouden en de PHARIO partners zijn nu in gesprek met Veolia om de patenten over te nemen, zodat de waterschappen volledig vrij zijn om de resultaten te gebruiken.

Naast Veolia zijn er andere technologieleveranciers die de rol van Veolia kunnen overnemen. In Nederland hebben bijvoorbeeld Paques, Opure en BioNND kennis van PHA productie. Verder zijn twee kennishouders van de Cella technologie van Veolia een eigen bedrijf begonnen (Promiko). Verder is er bij TU Delft en Wageningen UR veel kennis beschikbaar over PHA productie. Er zijn plannen om deze kennis ook bij Wetsus in een bioplastics thema te koppelen aan de PHARIO partners.

7. Past de productie van PHA wel bij de activiteiten van het waterschap?

De productie van PHA staat relatief ver af van de kerntaak van de waterschappen. Daarentegen kunnen de waterschappen wel grondstoffen leveren waardoor dit PHA veel milieuvriendelijker kan worden geproduceerd. Daarmee past deze ontwikkeling heel goed in de transitie naar een biobased economy. In deze transitie is het van belang om alle biomassa zo optimaal mogelijk in te zetten. Zekerheid over levering van grondstoffen zal voor producenten van biobased producten steeds belangrijker worden. Waterschappen zijn dan een interessante partner omdat zij een stabiele partner zijn die langjarige garanties kan afgeven over de levering van hun grondstoffen.

De productie van PHA is een heel mooi icoon voorbeeld waarbij uit laagwaardige reststromen een zeer hoogwaardig product wordt gemaakt. Doordat een hoogwaardig product gemaakt neemt ook de waarde van de grondstoffen die de waterschappen kunnen leveren toe.

In een uiteindelijke commerciële waardeketen voor PHA productie ligt het voor de hand dat de waterschappen zich beperken tot de levering van hun grondstoffen en wellicht het maken van een PHA-rijke biomassa. De verwerving van organische reststromen, de extractie en verkoop van het PHA zal dan door industriële partners moeten gebeuren. In de ontwikkeling van een dergelijke keten zullen waterschappen echter wel voorop moeten lopen om industriële partners te laten zien dat hier mogelijkheden liggen. Dit is in het belang van de waterschappen zelf om deze waardeketen te openen en past ook bij de rol van de overheid als aanjager van innovatie.