

Chemisch recycleren van kunststof verpakkingen

Hoewel de inzameling en (mechanische) recycling van kunststof verpakkingsafval de afgelopen jaren sterk zijn toegenomen, kent de markt voor gerecycled kunststof nog vele uitdagingen. Naast de bestaande recyclingtechnieken wordt gezocht naar alternatieve of aanvullende technieken om de recycling van kunststof verpakkingen te verbeteren, te vergroten en de kwaliteit van het recycklaat te verhogen. Chemische recycling is één van de mogelijke technieken, waar de laatste tijd veel over wordt gesproken in de kunststofketen. Het ontbreekt echter aan gedegen en onafhankelijke kennis over dit recyclingproces. Dat is de reden dat het KIDV een verdiepingsbijeenkomst heeft gewijd aan dit actuele thema.

Bouwsteen voor de circulaire economie

Als we de kunststofketen beter willen sluiten, moeten we andere paden bewandelen dan alleen dat van de mechanische recycling, trapt directeur Hester Klein Lankhorst van het KIDV de drukbezochte bijeenkomst af. Chemische recycling kan zo'n ander pad zijn. Nieuwe wegen verkennen kan een bijdrage leveren aan de transitie naar een circulaire economie.



Over de circulaire economie wordt veel gepraat. Elke week kun je wel naar een congres of een lezing over de circulaire economie. Genoeg gepraat, vindt Klein Lankhorst, het is tijd om in actie te komen. Nederland behoort tot de twintig grootste economieën ter wereld; we hebben een sterke afvalsector waarmee we een hoog recyclingpercentage bereiken en waarin veel wordt geïnnoveerd. Juist Nederland kan voordeel halen uit de overgang naar een circulaire economie, op drie punten:

1. Concurrentiepositie bestendigen en uitbouwen
2. Milieuwinst
3. Minder afhankelijkheid van primaire grondstoffen uit het buitenland

Een circulaire economie houdt meer in dan alleen recycleren. Een mooi circulair voorbeeld zijn de demontabele onderdelen die in steeds meer sectoren, zoals de bouw, worden gebruikt. Maar het

gaat ook om andere business cases en andere verdienmodellen (Philips verkoopt bijvoorbeeld geen lampen meer, maar licht) of om het tegengaan van voedselverspilling.

Er zijn velerlei mogelijkheden om te komen tot een circulaire economie, het is nu zaak om een koers te kiezen. Het Grondstoffenakkoord, dat op 24 januari door 180 partijen is ondertekend, vormt een aanzet om meer focus aan te brengen en concrete stappen te zetten. Klein Lankhorst vindt het belangrijk dat kennisinstellingen, overheden en bedrijven gezamenlijk optrekken in dit dossier, bijvoorbeeld in een consortium circulaire economie.

Ondanks dat de circulaire economie meer behelst dan alleen recyclen, moet bijna alles aan het eind van de gebruiksfase toch de recycling in. Dat kan mechanisch, maar ook chemisch. Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen van chemisch recyclen? Hoe kan het een bijdrage leveren aan de circulaire economie? Daar hopen we met deze bijeenkomst achter te komen.

Recycling van kunststof verpakkingen: stand van zaken

Projectleider Kees Kerstens van het KIDV geeft een introductie van de kunststofketen. Het gebruik van kunststof is de laatste 50 jaar vertwintigvoudigd; de verwachting is dat deze groei nog lang niet ten einde is. Van alle geproduceerde kunststoffen wordt zo'n 40 procent toegepast in verpakkingen. Het wekt dan ook geen verbazing dat de verpakkingenbranche voorop loopt met de ontwikkeling van nieuwe recyclingtechnieken. De belangrijkste kunststoffen in verpakkingen zijn PET (frisdrankfles, PET-tray), PP (snoepemmer, shampoofles) en PE (melkpak, folies).

Voor gebruikte kunststof verpakkingen bestaan in Nederland momenteel drie inzamelingssystemen:

1. Statiegeld (10%)
2. Bedrijfsafval (35%)
3. Gemeentes – Plastic Heroes (55%) > ingevoerd in 2008 en de laatste jaren sterk gegroeid

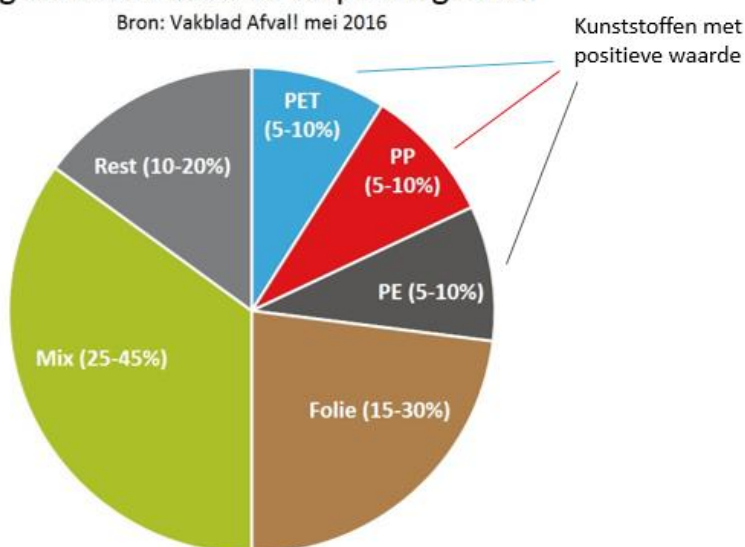


Inzamelsysteem Plastic Heroes functioneert, het levert veel input voor recyclers op, maar het systeem loopt ook tegen grenzen aan:

1. Het kost meer geld dan het oplevert. Jaarlijks moet circa 150 miljoen euro worden bijgelegd om het systeem draaiend te houden.
2. De kwaliteit van het recyclaat is onvoldoende om op grote schaal virgin kunststof te vervangen. Andere materialen vervuilen de kunststofstroom.
3. Voedselveiligheid. Het is lastig om met mechanische recycling te voldoen aan de strenge EU-eisen aan voedselverpakkingen.

Ingezameld kunststof verpakkingsafval

Bron: Vakblad Afval! mei 2016



Zoals de afbeelding laat zien, heeft het grootste deel van het ingezamelde en gesorteerde kunststof verpakkingsafval een lage of zelfs een negatieve waarde. Daarnaast zijn voor PET-bakjes nu geen rendabele recyclingtechnieken beschikbaar, wat leidt tot grote voorraden bij sorteerbedrijven. De beperkingen van het huidige recyclingsysteem vormen een belangrijke motivatie om de optie van chemisch recyclen te verkennen. Het is ook een plicht uit de Raamovereenkomst Verpakkingen 2013-2022 om te komen tot een circulair systeem voor alle grondstoffen, waaronder kunststof, waarbij de opbrengsten de kosten dekken.

De inzet van chemisch recyclen zou vooral interessant kunnen zijn voor de mix kunststofstroom, waarin allerlei typen kunststof bij elkaar belanden. Deze stroom is lastig mechanisch te recyclen. Kan chemisch recyclen hier een doorbraak bewerkstelligen?

Chemisch recyclen: hoe werkt het?



Om te kunnen begrijpen wat chemisch recyclen doet, is begrip van het 'DNA' van kunststof nodig. Kunststoffen zijn alle chemische verbindingen die door niet-natuurlijke scheikundige processen worden gemaakt. Ze bestaan uit monomeren, moleculen die op hun beurt bestaan uit koolstof- en waterstofatomen. Door kraken worden monomeren uit Nafta gehaald, dat ontstaat bij het destilleren van ruwe olie. Nafta vormt zo'n 4 procent van de totale hoeveelheid olie. Als monomeren aan elkaar worden gekoppeld, ontstaan ketens, polymeren. Dit kennen wij als granulaat. Door dit granulaat opnieuw te verwarmen, kunnen er allerlei typen kunststof verpakkingen mee worden gemaakt.

Chemisch recyclen is het door middel van een chemisch proces terugbrengen van kunststof naar de oorspronkelijke bouwstenen van het materiaal (polymeren, monomeren of atomen), zodat hier opnieuw kunststof van gemaakt kan worden. Verpakkingskundige Karen van de Stadt gaat in op vier processen van chemische recycling:

1. Oplossen
2. Depolymeriseren
3. Kraken
4. Vergassen

Ad. 1 Oplossen/solvolyse

Door kunststoffen met een oplosmiddel te bewerken, kunnen composieten (producten opgebouwd uit meerdere materialen) uit elkaar worden gehaald. Dit proces levert polymeren op waarvan opnieuw kunststoffen kunnen worden gemaakt. Solvolyse heeft als voordeel dat onzuiverheden uit het ingezamelde kunststofafval worden gehaald. Het nadeel is dat alleen input van relatief zeer zuivere materialen (maximaal 10 procent vervuiling) voor oplossen in aanmerking komt.

Praktijkvoorbeeld: PS Loop/Synbra

Ad. 2 Depolymeriseren

Bij chemische depolymerisatie worden polymeren met oplosmiddel en warmte uit elkaar gehaald en zo teruggebracht tot monomeren. Deze monomeren moeten vervolgens gepolymeriseerd worden om er weer kunststoffen van te maken. Ook deze vorm van chemische recycling heeft als voordeel dat onzuiverheden uit de ingezamelde kunststof worden gehaald. Het nadeel is dat alleen input van zeer zuivere materialen (alleen monostromen) voor depolymerisatie in aanmerking komt.

Praktijkvoorbeeld: Ioniga

Ad. 3 Kraken/pyrolyse

Bij pyrolyse worden de polymeren door verhitting zonder zuurstof opgesplitst. Dat levert een olieachtige substantie of een gas op, afhankelijk van de input. Hiervan kan brandstof worden gemaakt, of het kan dienen als grondstof voor de kunststofindustrie. De inputstroom is hier gevarieerder; pyrolyse is geschikt voor veel voorkomende kunststoffen als PE,PP of PS. Het nadeel is dat kraken niet zomaar geschikt is voor de mix kunststofstroom, die ook andere kunststoffen bevat.

Praktijkvoorbeeld: Bin2Barrel

Ad. 4 Vergassen/syngas

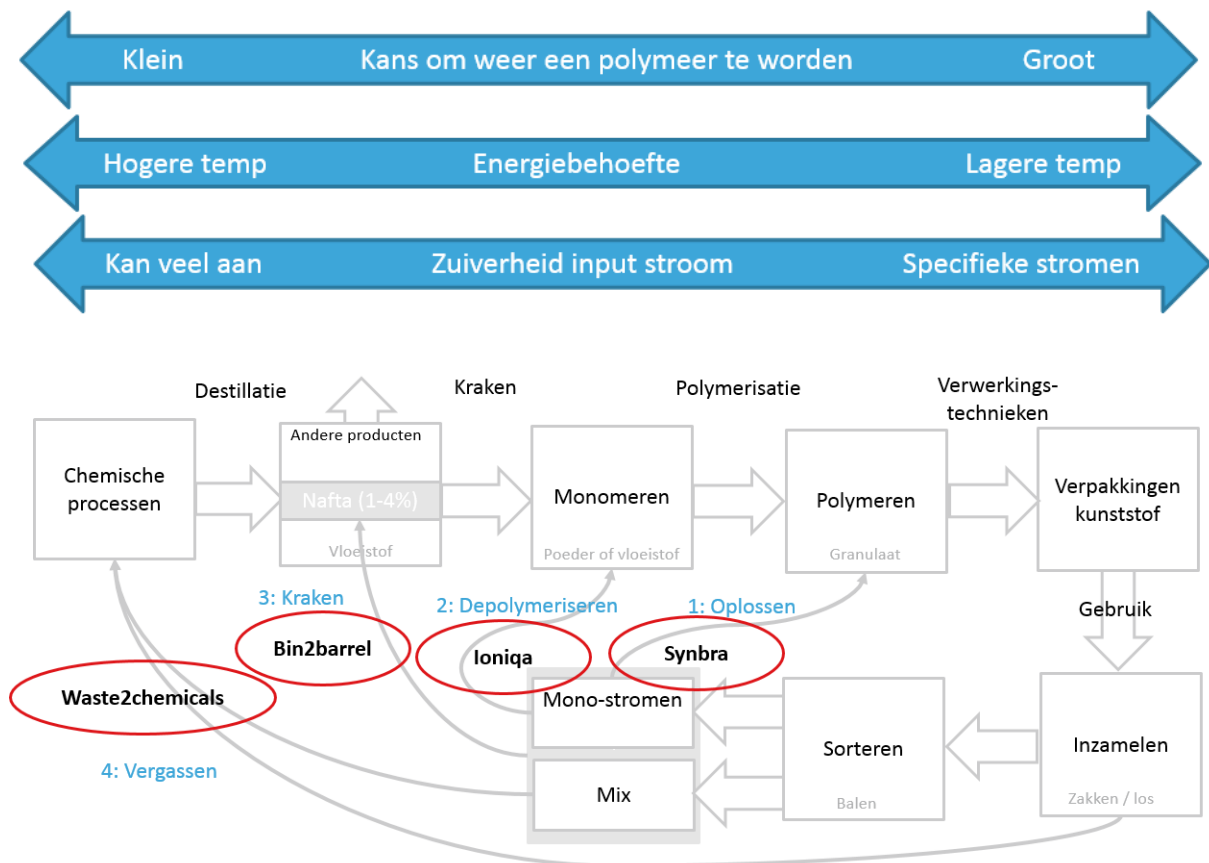
Bij vergassing worden kunststoffen met een kleine hoeveelheid zuurstof verhit, waaruit een gas ontstaat. Dit gas kan worden ingezet als bron voor de chemische industrie; de toepassingen van het gas zijn net zo breed als toepassingen op basis van olie. De input voor vergassen kan breder zijn dan kunststoffen alleen; het systeem kan alle koolstofhoudende producten aan. Ook vervuiling van de input is geen probleem voor de vergassingsinstallatie. Nadeel van vergassen is dat er energie verloren gaat in het proces.

Praktijkvoorbeeld: Waste-to-chemicals

Conclusie

- De verschillende routes hebben verschillende mogelijkheden;
- Chemisch recyclen vormt een aanvulling op de bestaande – mechanische – recycling;
- Het materiaal heeft na chemische recycling weer de kwaliteit van het oorspronkelijke polymeer;
- Het materiaal kan door bestaande grondstofmarkten worden gebruikt;
- Grootschalige toepassing van chemisch recyclen bestaat nog niet.

Klik [hier](#) voor de presentatie van Kees Kerstens en Karen van de Stadt.



Opmerkingen uit de zaal

De mixstroom gaat in het huidige stelsel naar Duitsland om daar verwerkt te worden in allerlei producten. Wordt het daar niet gewoon verbrand?

Kerstens: Verwarring begrijpelijk, want Duitse mixstroom wordt inderdaad anders behandeld dan Nederlandse mixstroom. Het Nederlandse verpakkingsafval wordt conform de afgegeven certificaten van Duitse recyclers gerecycled. Van het recyclaat worden verschillende producten gemaakt, zoals berrmpaaltjes, beschoeiing, tuintegels. De afzetmogelijkheden voor het recyclaat uit de mixstromen zijn beperkt.

Wat is het energieverbruik van de technieken voor chemisch recyclen? De angst bestaat dat er zoveel energie nodig is voor deze processen dat de milieuwinst teniet wordt gedaan. Dit probleem speelt bij sommige technieken, waardoor verbranding weer aantrekkelijker wordt.

Van de Stadt: Daar moet meer onderzoek naar worden gedaan.

Klein Lankhorst: De uitkomst van dit soort berekeningen wordt ook weer anders als de overstap naar duurzame energie wordt gemaakt.

Als energie duurzamer wordt, hebben we minder olie nodig. Nu gaat 4 procent van de olieproductie (Nafta) naar kunststof verpakkingen. Kunnen we in de toekomst de rest van de olie ook voor verpakkingen gebruiken?

Aafko Schanssema: Er komt inderdaad relatief meer olie beschikbaar voor kunststoffen. Maar Nafta zal relatief duurder worden, omdat je er meer behandelingen op los moet laten en er meer energie voor nodig is om Nafta te maken.

Pitches

Synbra – Aafko Schanssema, in afwezigheid van directeur Jan Noordegraaf (oplossen)

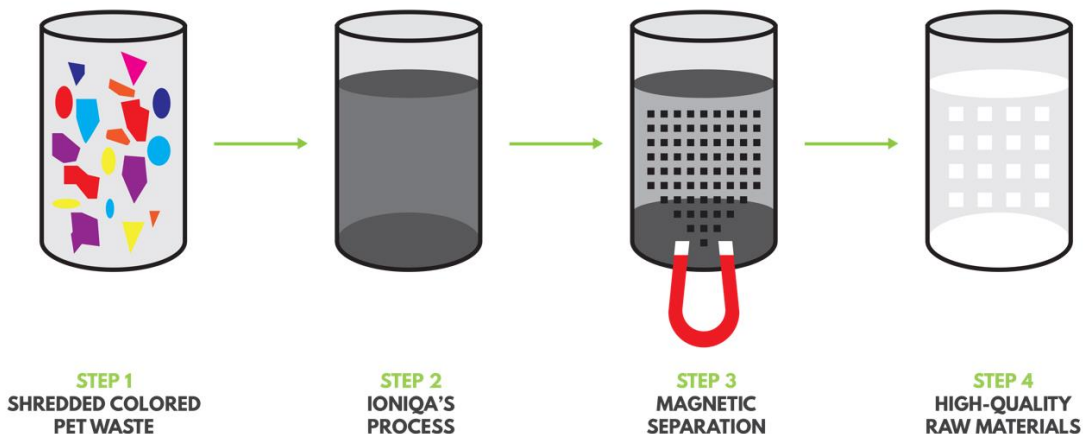
De pilot fabriek van Synbra in Terneuzen zorgt voor een gesloten kringloop voor polystyreen (PS). Polystyreenschuim wordt veel gebruikt als isolatiemateriaal in de bouw, maar bijvoorbeeld ook als kisten voor vis en schokbrekers voor transport van wit- en bruingoed. De input van EPS wordt via solvolyse omgezet in PS (de polymeerketen blijft intact) en hexabromocyclododecane (HBCD, brandvertragende stof). De HBCD wordt volledig uit het piepschuim gehaald en kan opnieuw worden ingezet voor het maken van brandvertrager. De door chemische recycling verkregen PS kan ook weer worden gebruikt, onder andere in nieuwe verpakkingen.

De pilot fabriek voor de PS Loop is mogelijk gemaakt door een consortium van ketenpartners (EPS-fabrikanten, EPS-verwerkers, EPS-recyclers en een grondstoffenfabrikant van brandvertragers). Van de 1900 kiloton EPS die in 2016 in Europa werd geproduceerd, kwam 3 kiloton in de PS kringloop van Synbra terecht.

Klik [hier](#) voor de presentatie.

Ioniqa – oprichter/eigenaar Tonnis Hooghoudt (depolymeriseren)

Ioniqa wil bijdragen aan verduurzaming van de kunststofketen, te beginnen met PET-afval. De huidige keten is gebroken: materiaal dat opnieuw gebruikt zou kunnen worden, komt in de afvalfase nu te vaak terecht in de verbrandingsoven, de zee of op de vuilstort (wereldwijd 80 tot 90 procent van de kunststof verpakkingen). Een kwart van alle kunststoffen in de wereld bestaat uit PET, zo'n 61 miljoen ton op jaarbasis.



De spin-off van de TU Eindhoven brengt PET-verpakkingsafval terug tot zuivere grondstoffen, die vergelijkbaar zijn met grondstoffen op basis van olie. Het PET-afval (in alle kleuren) wordt versnipperd bij elkaar gegooid. Ioniqa voegt hieraan een magnetische vloeistof als katalysator toe; het geheel wordt verwarmd waardoor het PET-afval wordt afgebroken. Hierdoor ontstaat depolymerisatie. Met de magnetische vloeistof worden de kleuren (en andere verontreinigingen) eruit gehaald. Dit levert, na afkoeling, zuivere monomeren op in de vorm van kristallen. Deze grondstof is gelijk aan fossiele, 'virgin' grondstof voor PET.

Met deze techniek sluit Ioniqa de PET-keten, door de kwaliteit van laagwaardig PET-afval via chemische recycling te verhogen. De gerecyclede grondstof is zo zuiver dat een recyclingpercentage van bijna 100 procent mogelijk is. Dat maakt het overbodig om nieuwe PET uit olie te produceren; de

PET die reeds in omloop is, kan eindeloos worden hergebruikt. De techniek maakt daarmee het gebruik van olie overbodig. Ook zorgt depolymerisatie voor 75 procent minder CO2-uitstoot dan plastic op basis van olie. De gerecyclede grondstof kan zowel in prijs als kwaliteit concurreren met ruwe olie.

Nu de techniek bewezen is, wil Ioniqa dit jaar opschalen met de bouw van een fabriek die 10 kiloton 'virgin quality' grondstof kan opleveren. Zo wil de onderneming bewijs leveren voor een proces dat op continubasis draait en daarmee een duurzame transitie in de PET-industrie op gang brengen.

Klik [hier](#) voor de presentatie.

Bin2Barrel – oprichters Floris Geeris en Paul Harkema (kraken)

Bin2Barrel wil een zo hoog mogelijke waarde uit plastic afval genereren. Dit doet de start-up door niet-recyclebaar kunststof verpakkingsafval om te zetten in brandstof en (nu nog voor een beperkt deel) in chemicaliën. Het bedrijfje maakt gebruik van een bewezen technologie die is ontwikkeld en uitgebreid is getest door Petrogas/BlueAlp. Bin2Barrel richt zich op afvalstromen die niet in aanmerking komen voor mechanische recycling en anders in de verbrandingsoven of op de vuilstort terecht zouden komen. Kraken heeft, volgens de techniek van BlueAlp die Bin2Barrel heeft gekozen, een hogere energetische efficiency dan verbranden, 80 tegen 30 procent.

Bin2Barrel is een samenwerking aangegaan met de Haven van Amsterdam. Daar ontwikkelt het bedrijf momenteel de eerste fabriek waar 24.000 ton kunststof afval middels pyrolyse moet worden omgezet in 23 miljoen liter brandstof (diesel) en 3,3 miljoen liter Nafta, waaruit weer nieuwe kunststoffen gemaakt kunnen worden.

Aangezien Bin2Barrel kunststof voor het grootste deel omzet in brandstof en slechts een klein deel in bouwstenen voor nieuwe kunststoffen, wordt de start-up beschouwd als energiebedrijf en niet als recycler. Bin2Barrel wil juist de recyclingkant op. "Wij maken geen brandstof, wij kraken moleculen," verduidelijkt Paul Harkema. "Die moleculen worden nu brandstof, maar kunnen in de toekomst ook hoogwaardige chemicaliën worden." Brandstof moet op de lange termijn het bijproduct worden, en bruikbare chemicaliën de voornaamste output.

Klik [hier](#) voor de presentatie.

Waste-to-Chemicals – manager business development Marthien van Eersel (vergassen)

Waste-to-Chemicals wil een vergassingsinstallatie in het Rotterdamse Botlekgebied bouwen, waar koolstofhoudend afval kan worden omgezet in methanol. Methanol is een breed inzetbare grondstof voor de chemische industrie. Het consortium van een zestal partijen gaat hier de bewezen technologie van Enerkem inzetten, die al een vergelijkbare vergassingsinstallatie in Canada heeft staan. Hier wordt het huisvuil van de stad Edmonton verwerkt. De installatie kan meer aan dan alleen kunststof afval, bijvoorbeeld ook luiers, papier, compost en biomassa. Het moet een fabriek worden met een focus op koolstofhoudend afval dat niet mechanisch te recyclen is.





Het initiatief kent ook een aantal uitdagingen:

1. Marktkoppeling tussen grondstoffen, methanol en energie ontbreekt. Voor methanol bestaat een grote afzetmarkt, maar deze houdt geen verband met de afvalmarkt. Waste-to-Chemicals is zeer gevoelig voor prijsschommelingen van chemicaliën op de wereldmarkt;
2. Beleid t.a.v. biobrandstoffen en financiële mechanismen onzeker na 2020. Krijgt Waste-to-Chemicals voor lange termijn de status van recyclingbedrijf?
3. First-of-a-kind op deze schaal in Europa: Nederlands afval is niet hetzelfde als Canadees afval.

Het consortium is op zoek naar ondersteuning om het initiatief verder te brengen, maar dit blijkt vrij onmogelijk. Voor vernieuwende projecten op het gebied van chemisch recyclen zijn geen (subsidie)regelingen beschikbaar. Daarnaast heeft Waste-to-Chemicals voor een stabiele businesscase behoefte aan langlopende contracten voor de input van afval.

Klik [hier](#) voor de presentatie.

Opmerkingen uit de zaal

De bedrijven die een pitch hebben gegeven zijn alle start-ups. In hoeverre is hun onderneming kostendekkend/winstgevend?

Harkema (Bin2Barrel): Geld is geen probleem, voor de slecht recyclebare kunststofafvalstroom krijgen we geld toe.

Waarom haalt Bin2Barrel de mixstroom die als input nodig is niet uit Nederland zelf?

Harkema: Dat heeft met regelgeving te maken. Omdat Bin2Barrel het afval omzet in brandstof, wordt het bedrijf niet als recycler gezien. Het maakt daarom geen aanspraak op mixstroom uit Nederland, die gerecycled moet worden. Bin2Barrel haalt input nu uit Ierland.

Wat doen deze chemisch recyclers zelf met de reststromen/het afval dat vrijkomt bij hun eigen werkzaamheden?

Hooghoudt (Ioniqa): We kijken of we de additieven die we uit de PET halen, kunnen vermarkten, bijvoorbeeld door de kleurstoffen opnieuw in te zetten. De magnetische vloeistof die we gebruiken voor depolymerisatie kunnen we hergebruiken. Onze onderneming werkt erg duurzaam. We moeten ook wel, want afval is duur. Als we onze bedrijfsvoering niet duurzaam inrichten, kunnen we minder goed concurreren met kunststoffen geproduceerd op basis van olie. En het is mijn ervaring dat de markt gaat voor de meest betaalbare kunststof, niet voor de meest duurzame.

Piepschuim wordt niet uit het huishoudelijk afval gehaald. Waar haalt Synbra zijn input dan vandaan, alleen van monostromen uit bedrijfsafval?

Schanssema (Synbra): Via de milieustraat van gemeentes kan EPS wel degelijk gescheiden worden aangeboden. De gemeente krijgt hiervoor dezelfde vergoeding als die voor inzamelsysteem Plastic Heroes. Dus het zou goed zijn als meer gemeentes via de milieustraat EPS inzamelen.

Voor pyrolyse/kraken was in de jaren '90 veel belangstelling; er zijn toen diverse pilot fabrieken voor opgezet. Waarom is chemisch recyclen toen niet van de grond gekomen?

Schanssema: Twee projecten die om verschillende redenen niet slaagden:

- Bij het pyrolyseproject van BASF in Duitsland was de garantie van toevoer het probleem: het was niet mogelijk om een 10-jarig contract af te sluiten voor fatsoenlijk afval;
- Bij het vergassingsproject van Texaco in het Botlekgebied kwam uit de economische analyse dat de methanolprijs te laag was om er een kostendekkend project van te maken.