

# PLAN C

## Duurzame kunststoffen

---

Onderwerp: **Streefbeeld en transitiepaden**

Datum: 28 april 2008

Status/Versie: draft

Auteur(s):

Johan Albrecht, Nathalie De Greve, Jo Dewulf (voorzitter), Marcel Janssen, Egon Jottier, Frank Nevens, Geert Scheys, Bert Sels, Chris Stevens, Michel Strypstein, Peter Van Acker, Carl Van der Auwera, David Van Der Velde (verslaggever)

---

### 1 Inleiding

De OVAM nam het initiatief om in Vlaanderen een transitie in beweging te zetten rond duurzaam materialenbeheer. In een eerste werkjaar 2006 werd een Leitbild ontwikkeld voor duurzaam materialenbeheer en werden 5 deelthema's geïdentificeerd om in een tweede fase (2007-1e helft 2008) een uitwerking te geven.

Als één van de 5 deelthema's werden Duurzame Kunststoffen geïdentificeerd om in deze tweede fase specifiek daarvoor (1) een streefbeeld te ontwikkelen; (2) paden richting dit streefbeeld te identificeren; (3) aanzetten tot experimenten te definiëren. Voorliggend document is dan ook de neerslag van de bijeenkomsten van de transitieleden. Voorliggend document kreeg zijn beslag na de laatste bijeenkomst in maart 2008 bij Deceuninck NV.

### 2 Streefbeeld 2030-2050

#### 2.1 Aanloop naar het streefbeeld

Een aantal maatschappelijke evoluties dienen in acht genomen te worden bij het ontwikkelen van een streefbeeld voor Duurzame Kunststoffen in Vlaanderen in 2030-2050:

- Er wordt verwacht dat de vraag naar kunststoffen in de toekomst sterk zal toenemen.

- Klimaatverandering: CO<sub>2</sub>-emissie in de atmosfeer moet naar beneden en er is (nog) geen end-of-the-pipe oplossing voor CO<sub>2</sub> zoals voor de meeste andere lucht-polluenten.
- We worden geconfronteerd met petroleumtekort en petroleumprijzen.
- Evenzeer dreigt tekort aan drinkwater (wereld-watersector als belangrijke afnemer kunststoffen).
- Er is de toename van de wereldbevolking en veroudering van de populatie.
- Er zijn nieuwe opkomende economieën.
- De Vlaamse kunststoffenindustrie heeft vandaag de volgende kengetallen:
  - > 0,1 % hernieuwbare grondstoffen
  - > van de 75% niet-gerecycleerde kunststoffen wordt 65% verbrand voor energierecuperatie en 10% gestort
  - > er wordt evenveel petroleum gebruikt als energiebron voor de productie van kunststoffen als er in kunststoffen omgezet wordt
- We moeten dus rekening houden met een mogelijke reconversie van de kunststoffensector. Daarbij moeten bestaande (petro) en nieuwe (bio) sectoren en hun infrastructuur in acht genomen worden.
- Vlaanderen heeft alle troeven (ligging en logistiek-infrastructuur) om deze transitie duurzaam uit te voeren en de kunststoffenindustrie in Vlaanderen te verankeren.
- Vlaanderen en haar chemische industrie zijn bovendien uitzonderlijke laboratoria voor experimenten op grote schaal i.v.m. energie- en milieuvraagstukken.

Naast deze maatschappelijke evoluties kan voor Vlaanderen m.b.t. kunststoffen een SWOT-analyse naar voor gebracht worden:

### **Sterktes**

- Vlaanderen heeft troeven als laboratorium voor duurzame kunststoffen (ligging, natuur, demografie, industrie, transport, milieu, grondstoffen).
- De Vlaamse (Antwerpse) chemie is grootste chemiecluster in Europa (2de in de wereld) met zeer vele verbonden internationale bedrijven

## **Zwaktes**

- Overheidsbeleid niet georiënteerd om duurzame kunststoffen te implementeren: (milieu)innovatie (O&O&I-apparaat teveel op R&D gericht, te weinig op toegepast onderzoek, te weinig onderzoek).
- Traagheid en on-flexibiliteit van grote chemische processen.
- Vlaanderen heeft zelf geen grondstoffen (geen olie, te weinig biomassa)
- Energieprijzen, olieprijs.

## **Opportunities**

- Klimaatverandering en Europese steun voor milieu-innovatie (clean tech etc ..) .
- Petroleum vervanging, grondstoffenvraagstuk, naar clean-tech, bioraffinaderij.
- Chemische producten op basis van bio-grondstoffen en CO2 (vb. hydantoïne chemie, suiker chemie etc...).
- Samenwerking tussen chemie en biochemie.

## **Bedreigingen**

Geen onderzoeksinfrastructuur

- We zijn te traag en komen hopeloos achter te staan
- Verhuis van petrochemie (en chemie) naar landen waar petroleum te vinden is
- Geen grondstoffen meer beschikbaar aan een aanvaardbare prijs (olie en bioproducten gereserveerd voor energie)
- Massale aanvoer van bio-massa of biomassa-producten voor de chemie-industrie
- Het klimaat gaat (te) snel achteruit
- Te weinig interesse bij jongeren voor techniek, chemie en life-sciences

De voornaamste conclusies van de SWOT-analyse kunnen samengevat worden als het kader waarin Duurzame Kunststoffen zich dient te ontwikkelen:

- Duurzame kunststoffen dienen vooreerst rekening te houden met het oplossen van klimaatverandering, vervolgens met het tekort fossiele brandstoffen.
- Duurzame kunststoffen moet rekening houden met een aanwenden van olie voor hoogwaardige producten.

- Duurzame kunststoffen moet rekening houden met voldoende beschikbaarheid van biomassa voor voeding
- Duurzame kunststoffen zijn gebaseerd op een maximale aanbrenge van zonne-energie (warmte, electriciteit, transport)
- Duurzame kunststoffen betekent een zoeken naar alternatieve grondstoffen en valorisatie van (afval)nevenstromen
- Grondstoffen en valorisatie van (afval)nevenstromen.

## 2.2 Streefbeeld Duurzame Kunststoffen 2030-2050: noodzakelijke duurzaamheidselementen

Duurzame Kunststoffen over enkele decennia zijn enkel haalbaar indien het de drie basispijlers van de duurzaamheidgedachte afdekt: sociaal, ecologisch en economisch.

### ***Duurzame Kunststoffen in dienst van de mens (sociale pijler): Welvaart en welzijn voor iedereen***

- Veranderende behoeften van de mens brengt andere (kunststof)materialen met zich mee.

Cfr. Behoud en/of toename levenskwaliteit (comfort)

Cfr. Verschuiving leeftijdsopbouw/levensverwachting

Cfr. Wijzigende gezinsgrootte

Cfr. Functie-integrerende apparaten (Fax-foon-copy-...)

### ***Duurzame Kunststoffen: milieuvriendelijk beheerd (ecologische pijler)***

- Geen milieuvriendelijk beheer zonder levenscyclusdenken:
  - > Minimaal energie en materiaalgebruik, minimale emissies
  - > Met een wetgeving op basis van wetenschappelijke argumenten i.p.v. slogans
  - > Preventie aan de bron
- Geen milieuvriendelijk beheer zonder beschouwing van energie én materiaal
- Wijzigende grondstoffen voorraad
  - > Duurzaam inzetten van niet-hernieuwbare grondstoffen (cfr. broeikaseffect)

- > Duurzaam inzetten van hernieuwbare grondstoffen (cfr. biodiversiteit, land voor voedsel of materialen)
- > Inzetten van reststromen

### ***Duurzame Kunststoffen: economische motor (economische pijler)***

- Geen duurzame economie zonder innovatie: nieuwe materialen en concepten met een stijgende functionaliteit (meer functie, minder massa, functie-integratie), eenvoud van gebruik, en hoge milieuproductiviteit. Materialen met een hoge toegevoegde waarde (communicatie, medische sector).
- Nieuwe concepten gedreven door eco-design.
- Geen economische duurzaamheid zonder beschouwing van het internationale handel- en vrije markt-gebeuren.
- Economische duurzaamheid die Vlaamse troeven benut: chemische en milieutechnologische expertise.
- Economische duurzaamheid die Vlaamse troeven benut: zijn geografische situering en logistiek-infrastructuur.
- Economische ontwikkeling die rekening houdt met bestaande sectoren/infrastructuur (petrochemie) en nieuwe sectoren (Ghent Bio-energy valley, biorefining) waarmee het vernet is of kan worden.
- Wijzigende en beperkte grondstofvoorraden nopen tot nieuwe en efficiënte productie (katalyse).
- Een wijzigende kunststoffensector die delocalisatie onder ogen durft te zien en reconversie niet zomaar uitsluit. Indien reconversie, dient een nieuwe sector met toekomstkansen gedefinieerd te worden.
- Een integrale waardencreatie-economie.
- Een nieuwe kringlooeconomie: met een andere logistiek en organisatie, met nieuwe types bedrijven in de materiaalketen, met eenieder zijn verantwoordelijkheid, met eliminatie van de 'tussenschotten', met uitwisseling grondstoffen / reststoffen, met sterke interactie met / responsabilisering van consument, met integrale materiaal-zorgsystemen.
- Een duurzame economie die gebruik maakt van duurzame marketing.
- Een duurzame economie die kan gebruik maken van een waaier aan grondstoffen: fossiele, biomassa en zelfs CO<sub>2</sub>.
- Een duurzame materialen / chemische sector die de technologische interesse van de jeugd wegdraagt.

## 2.3 Streefbeeld Duurzame Kunststoffen 2030-2050 in beeldverhaal

[Beelden worden in een aparte bijlage toegevoegd]

## 3 Transitiepaden

### 3.1 Van streefbeeld naar paden

Uit het streefbeeld komen een aantal belangrijke elementen naar voren die de paden richting dit streefbeeld vorm geven:

#### Element 1

Paden dienen een eliminatie van netto CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee te brengen:

- Het ideaal finaal resultaat van deze transitie is dat de Vlaamse kunststoffenindustrie (productie + kunststoffen) op de duurzaamste wijze geen netto gasvormig CO<sub>2</sub> meer emitteert.
- Er is dus eigenlijk maar 1 transitie: 'naar maximaal duurzaam CO<sub>2</sub>-verbruik in plaats van degradatie tot gasvormig CO<sub>2</sub> van petroleum of hernieuwbare bio-grondstoffen'.
- Om deze transitie te realiseren moet een competentie rond CO<sub>2</sub>-chemie opgebouwd worden zodat we klaar zijn om CO<sub>2</sub> om te zetten naar grondstoffen of kunststoffen wanneer er in de toekomst voldoende goedkope energie beschikbaar zal komen.

#### Element 2

De CO<sub>2</sub>-transitie is gekoppeld aan verschillende niet-onafhankelijke andere transities:

- De transitie naar duurzaam petroleumgebruik met minimale CO<sub>2</sub>-emissies.
- De transitie naar maximaal sluiten van kringlopen.
- De transitie naar maximale duurzame hoeveelheid van duurzame bio-hernieuwbare biobrandstoffen met minimale CO<sub>2</sub> toename.

#### Element 3

Diversificatie en parallellisme van de verschillende paden is nodig:

Het is niet noodzakelijk dat de paden elkaar in de tijd volledig opvolgen, m.a.w. verschillende opties bestaan naast elkaar en naargelang de ontwikkelingen in de toekomst zullen één of meerdere opties uiteindelijk de bovenhand krijgen (als gevolg van ontwikkelingen waarvan we nu niet kunnen inschatten hoe belangrijk ze zijn). Concreet voor kunststoffen kan het zijn dat op een bepaald ogenblik kunststoffen worden geproduceerd uit zowel fossiele grondstoffen, biograndstoffen en uit CO<sub>2</sub>. De energie-transitie zal de transitie naar duurzame kunststoffen dus sterk beïnvloeden.

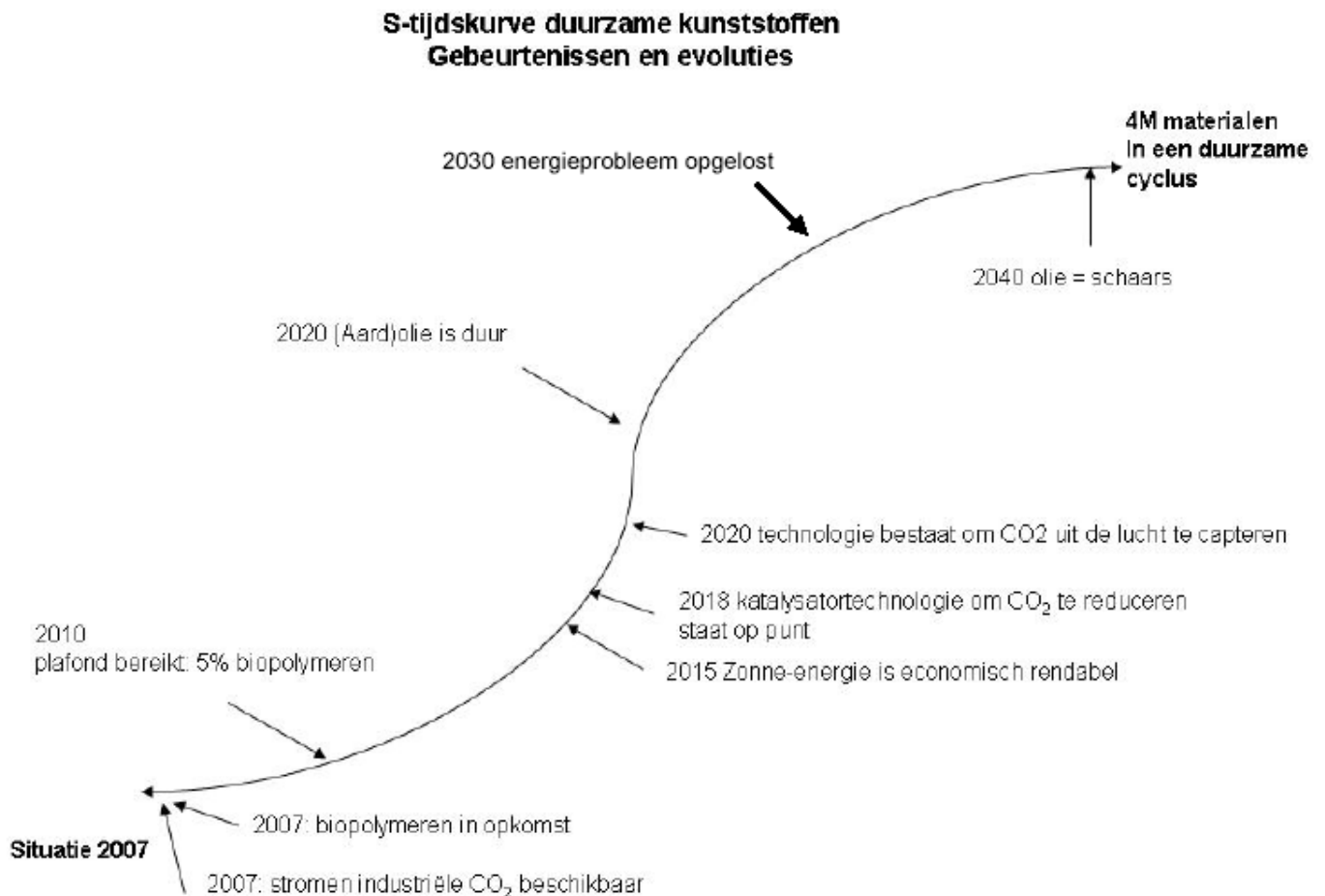
Bovenstaande elementen brengen de volgende acties mee voor de Vlaamse

kunststoffenindustrie:

- Projecten om de CO<sub>2</sub>-emissie van aardolieverbruik (productie en energie) minimaliseren (clean-tech, high functionality, CTC)
- Projecten om duurzaam geproduceerde biomassa bio-massa duurzaam om te zetten naar chemicaliën, grondstoffen, monomeren en kunststoffen. Minimale CO<sub>2</sub> toename en minimale andere milieueffecten naar lucht, water, natuur en voedsel.
- Projecten om van CO<sub>2</sub> een duurzame hernieuwbare grondstof te maken.

Een transitie van de kunststoffenindustrie zal het CO<sub>2</sub> klimaatprobleem niet oplossen: andere sectoren en spelers dienen betrokken te worden (transport, huishoudens en andere industrie-emitters).

### 3.2 Tijdscurve



### 3.3 Uitgangspunten voor de transitiepaden

Het **eerste uitgangspunt** om paden uit te zetten: leer van de natuur en doe indien mogelijk beter of anders:

- De natuur is een evolutief systeem en we kunnen er van leren maar we zijn op verschillende vlakken momenteel performanter dan de natuur.
- De natuur of de biocapaciteit is ontoereikend om ons comfort te onderhouden (sense of urgency): we moeten een nieuwe capaciteit creëren: anthropocapaciteit. Deze vertrekt van de 4 oerelementen (zon(vuur), water, lucht, aarde). Zo is de biocapaciteit ook ontstaan. Lucht en water leveren de bouwstenen om materialen te maken (CO<sub>2</sub>, water, N<sub>2</sub>, ...), zon levert energie en aarde levert de katalysatoren. Alle materialen vrij toegankelijk en niet-toxisch.

	Gelijk met natuur	Beter of anders dan natuur
Capteren van zonneënergie	Biosynthese	- kernenergie, kernfusie - windenergie - waterenergie
Energie en kracht voor productie	Biomateriaal omzetten naar energiepakketjes (ATP,ADP)	- electriciteit - (electro)magnetisme - batterijen - waterstof
Grondstoffen	- Biomateriaal oxideren tot bouwstenen (aminozuren, nucleïnezuren) - Bioraffinaderij	- GMO
CO <sub>2</sub> als grondstof voor organisch materiaal	Planten (O <sub>2</sub> = afvalproduct)	- GMO (algen) - CO <sub>2</sub> inbouwen/omzetten in polymeren - Valorisatie industrie-CO <sub>2</sub> in tuinbouw
CO <sub>2</sub> als anorganisch materiaal uit de cyclus verwijderen	- Kalksteen - Aardolie, aardgas, kolen	- Sink als kunststof (omzetten naar - iets onafbreekbaars, vb. bakeliet) - In de grond steken als CO <sub>2</sub>

Kunststofontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complexe eiwitten met 3-dim structuur en functie</li> <li>- Nieuwe soorten ontstaan met vallen en opstaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Top-research instituut voor clean (bio)chemistry</li> <li>- Pilootinstallaties voor chemie en biochemie</li> <li>- Nanomaterialen met 3-dim structuur</li> </ul>
Productie van materialen en materialen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waterige systemen met beperkingen qua reactiviteit en functionaliteit</li> <li>- Opgeloste enzymen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productie op grotere schaal</li> <li>- Reacties in andere mediums (vb. ionaire vloeistoffen)</li> <li>- Superkatalyse, superabsorbers</li> </ul>
Afvalverwerking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niets gaat verloren</li> <li>- Ene dier eet andere op</li> <li>- Vast en vloeibaar dierlijk afval = meststof</li> <li>- Afvalproduct = terug vluchtig CO2</li> <li>- Ene dier gebruikt andere (parasiet, bacteriën in darmkanaal, kreeft gebruikt schelp)</li> <li>- Warmte uit verbranding voedsel gebruiken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen vluchtig CO2 meer</li> <li>- Hergebruik van voorwerpen en kunststoffen (recyclage)</li> <li>- Clean technology</li> <li>- GMO bacteriën</li> </ul>

Het **tweede uitgangspunt**: transitie resulteert in nieuwe industrieën en diensten, met daarin een rol voor de overheid.

Na zijn gebruiksfase, komt een kunststof terecht in een nieuwe sector (het maag-darm stelsel van de kunststoffen industrie): ze wordt hergebruikt, herwerkt, omgezet naar (bio)grondstof of de energie wordt eruit teruggewonnen. De gehele keten / logistiek wordt bewaakt door overheid.

Er komt samenwerking tussen bestaande industrieën waarbij nieuwe ontstaan. Hierbij wordt alles veel breder uitgewerkt, namelijk ganse levenscyclus.

## 3.4 Transitiepaden

Diversificatie van de verschillende paden is nodig; het is niet noodzakelijk dat de paden elkaar in de tijd volledig opvolgen, m.a.w. verschillende opties bestaan naast elkaar en naargelang de ontwikkelingen in de toekomst zullen één of meerdere opties uiteindelijk de bovenhand krijgen (als gevolg van ontwikkelingen waarvan we nu niet kunnen inschatten hoe belangrijk ze zijn). Concreet voor kunststoffen kan het zijn dat op een bepaald ogenblik kunststoffen worden geproduceerd uit zowel fossiele grondstoffen, biograndstoffen en uit CO<sub>2</sub>. De energietransitie zal de transitie naar duurzame kunststoffen dus sterk beïnvloeden.

Er worden **7 paden** geïdentificeerd, die kunnen gegroepeerd worden in **drie clusters**:

### *Cluster 1: Grondstoffen*

#### **Pad 1. Bio-materialen**

Biopolymeren en feedstock uit biofuel uitgangspunt is de bio-energie vallei, reststromen kunnen gebruikt worden om bio-materialen te produceren (=nieuwe sector).

*Stand 2008:*

- Er zijn reeds (onhaalbare en niet duurzame) Europese doelstellingen voor gebruik van biobrandstoffen (20% tegen 2020).
- Biokunststoffen (vb. poly-melkzuur) zijn in opmars.
- Er is een voedsel-biobrandstof conflict.

*Streefbeeld :*

De maximale duurzame hoeveelheid duurzame biomassa wordt ingezet, dus rekening houdend met de competitie tussen energie en kunststoffen en de actuele negatieve effecten (water, lucht, natuur, voedsel).

#### **Pad 2. CO<sub>2</sub> als bouwsteen**

Vlaanderen heeft momenteel 3 eigen grondstoffen (biomassa, gebruikt papier, gebruikte kunststoffen) waaraan we industrie-CO<sub>2</sub> willen toevoegen (uit energiecentrales en productie/verwerking). Alle andere grondstoffen (Uranium, petroleum, steenkool) en ook een deel van de energieën worden momenteel geïmporteerd.

Oud papier zou een grondstof kunnen worden voor de bio-industrie. Polymeren zijn 'CO<sub>2</sub> sink' (er zijn op dit ogenblik gemiddeld ? peta-ton kunststoffen op de wereld aanwezig, te vergelijken met ? peta-ton papier en ? peta-ton biomassa) en CO<sub>2</sub> zou een herbruikbare grondstof kunnen worden voor de kunststoffenindustrie en de (petro)chemie heeft zeer zuivere CO<sub>2</sub>-stromen (vb. de ammoniak-fabrieken).

*Stand 2008:*

- Onderzoek toont aan dat CO<sub>2</sub> chemisch kan ingezet worden als grondstof voor de materialen, maar er zijn nog geen industriële toepassingen gerealiseerd.
- Omdat het is niet zeker is dat we tijdig voldoende CO<sub>2</sub> chemisch zullen kunnen inbouwen moet de piste 'depositie' van geïmmobiliseerd CO<sub>2</sub> opgehouden worden (kunststoffen zijn in principe nu reeds te beschouwen als een CO<sub>2</sub>-sink ter grootte van ca. 5% van de verbruikte petroleum).

*Streefbeeld:*

CO<sub>2</sub> is voor productie van kunststoffen een gelijkwaardige grondstof zoals aardolie en biomassa.

*Cluster 2: Kringloop sluiten*

### **Pad 3. Hogere functionaliteit**

Hogere functionaliteit betekent preventie, monomaterialen, gebruik van nanotechnologie, ontwikkelen van monomaterialen, ...

### **Pad 4. Verregaande technieken voor sorteren, recyclage, energetische valorisatie**

Oplossen van het probleem van polypropyleen in de recyclage keten.

In 2008 hebben we hier de volgend situatie:

- De meeste kunststoffen worden gecombineerd tot niet demonteerbare multifunctionele materialen
- Er zijn vele kunststoffen die niet kunnen hergebruikt/herwerkt worden.
- Het gros van de kunststoffen worden gedeponeerd of verbrand met huisvuil zonder optimale energierecuperatie.

Om tot een situatie van het streefbeeld te komen, lijkt het volgende aangewezen:

- Kunststofkringlopen worden economisch gunstiger dan energievalorisatie.
- Alle ingezamelde kunststoffen kunnen herwerkt worden (hetzelfde niveau als metaalverwerking)
- Als kunststoffen in het ultieme geval toch in het leefmilieu terecht komen, dan zijn ze afbreekbaar of eetbaar.

## **Pad 5. Ecodesign**

Ecodesign betekent dat het ontwerp van de kunststof de volledige levenscyclus beschouwt: het is niet alleen geconcipieerd voor zijn gebruiksfase, maar evenzeer in het licht van de daaropvolgende fase (hergebruik, terugwinning, ...: ontwerpen in functie van de ontmanteling bij recyclage (design for disassembly) en keuze van materialen met LCA.

In 2008 hebben we momenteel:

- Er zijn vele systemen voor bepalen van deelaspecten van eco-efficiëntie maar er is geen globale duurzaamheidsnorm
- Bij gebrek aan analyse-tools die alle deelaspecten van duurzaamheid afdekken, starten er nog nieuwe bedrijven op en er worden nog nieuwe materialen op de markt gebracht waarvan de duurzaamheid (ecologische, economische en sociale kosten-baten) niet aangetoond werd noch gebenchmarkt.

Om dit richting streefbeeld om te buigen is het volgende aangewezen:

- De overheid ontwikkelt een duurzaamheidsnorm voor productieprocessen en kunststoffen (ecologisch-economisch-sociaal) op basis van kosten en benefits.

### *Cluster 3: Transitie management*

## **Pad 6. LCA evaluatietool**

Een tool, uitvoeren van evaluaties voor producten gekoppeld met aanbevelingen voor optimalisaties. Kan in de 3 vorige trajecten worden ingeschakeld en dient tevens voor de objectivering van bepaalde opties vb closed loop.

Momenteel hebben we volgende situatie:

- Er wordt evenveel petroleum verbruikt om energie te leveren voor de productie van kunststoffen dan er petroleum omgezet wordt in de kunststoffen zelf.
- Bij de bekende competitie van petroleum-gebruik tussen niet-industriële (huishoudens, transport) en industriële (energie, chemie, kunststoffen) toepassingen voegt de hernieuwbare biomassa momenteel een extra concurrentie-parameter 'voedsel' toe.

De huidige problemen rond hernieuwbare biograndstoffen (water, lucht, biodiversiteit, voeding) tonen aan dat een tool om globale duurzaamheid aan te tonen (nog) niet bestaat of niet (nog) niet bruikbaar is maar wel absoluut noodzakelijk is !

- Deze tool moet aan de speciale situatie van Vlaanderen aangepast worden (geografie, demografie, industriedichtheid, transportdichtheid, ...).
- Deze tool zal het mogelijk maken om voor Vlaanderen duurzame (economie-ecologiesociaal) transitiebeslissingen te nemen zoals o.m.
  - > hoe wordt de beschikbare duurzame biomassa best verdeeld over voeding, energie en productie;
  - > is energiewaardering van kunststofafval duurzamer dan compostering van biologisch afbreekbare kunststoffen
  - > onder welke randvoorwaarden wordt het reserveren van petroleum voor kunststoffen duurzaam in Vlaanderen;
  - > wat is de maximale hoeveelheid gasvormig CO<sub>2</sub> dat op een duurzame wijze in (bio)grondstoffen of materialen kan omgezet worden
  - > wat is de optimale mix van petroleum, biomassa en CO<sub>2</sub> voor de productie van kunststoffen, de energieproductie en het transport in Vlaanderen.

### **Pad 7. Maatschappelijke organisatie van de actoren**

Overheid, industrie, onderzoekswereld op één lijn brengen. Activiteiten worden op elkaar afgestemd.

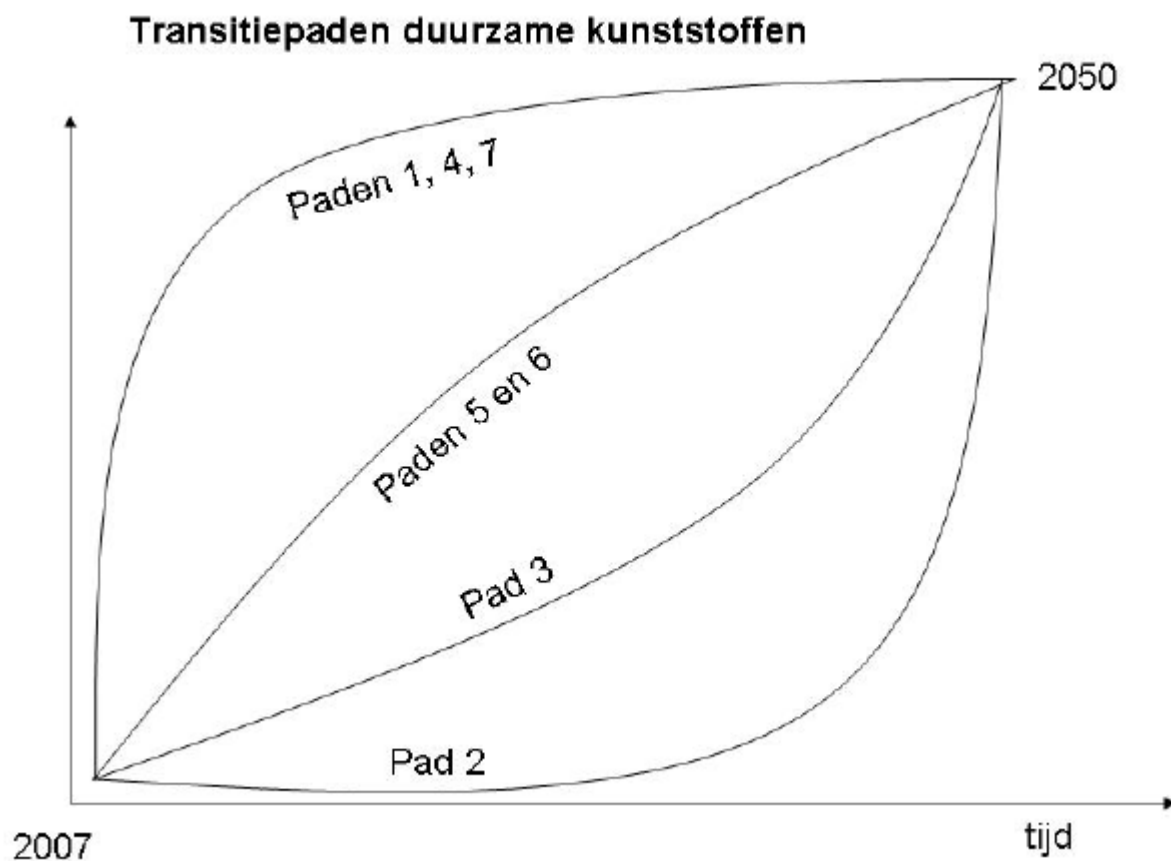
Momenteel bestaan er heel wat ondersteuningsprogramma's vanuit verschillende overheden (Vlaams, Europees, ...) ter bevordering van O&O en innovatie bij bedrijven, ... . Tevens kan gezegd worden voor Vlaanderen dat de ondersteuningsinstrumenten voor O&O vooral horizontaal zijn in tegenstelling tot heel wat buurlanden. De tendens is echter om meer en meer te focussen op technologieën. Zo heeft men o.a. het MIP opgericht om milieutechnologie te ondersteunen. Toch blijven de inspanningen verdeeld (en onvoldoende). Op EU niveau is de tendens om extra aandacht te besteden aan top-instituten en top-spelers.

Om dit richting streefbeeld te brengen is het volgende te beschouwen:

Mede door deze transitieoefening is het de bedoeling om naar de toekomst toe te werken aan prioritering op basis van weloverwogen keuzes. Het verrichten van transitieoefeningen is daarbij een belangrijk onderdeel. Eens men het over eens is welke prioritaire onderzoekslijnen en ontwikkelingslijnen zijn, dienen actoren en ondersteuningsprogramma's zich op die lijnen te concentreren. Belangrijk blijft om een maatschappelijk proces te blijven voeren om zich te blijven concentreren op prioriteiten. Vlaamse overheidsmiddelen kunnen best worden gereorganiseerd zodat meer middelen gaan naar de prioriteiten en de volledige keten voor de ontwikkeling van de gekozen opties ondersteunt.

### 3.5 Te verwachten implementatie van de paden in de tijd

Pad 1, 4 en 7 lijken sneller / noodzakelijker op ons af te komen dan pad 5 en 6. Voor pad 3 en pad 2 lijkt de implementatie niet voor de hand liggend, maar zij bieden wel grote kansen.



## 4 Bouwstenen: van paden naar experimenten

De bovenstaande zeven paden kunnen verder geconcretiseerd worden in een aantal deelaspecten: bouwstenen. Onderstaande tabel geeft per pad een aantal bouwstenen die elk pad tastbaarder maakt. Deze bouwstenen dienen zich vervolgens in concrete experimenten te vertalen.

<b>Pad 1: Biomaterialen (grondstoffen)</b>
Metten van duurzaamheid van biomaterialen (groeien, oogsten en gebruiken) van processen en kunststoffen
Realiseren van een onderzoeks-samenwerkingsverband i.v.m. biomaterialen (industrie/overheid) met voldoende kritische massa
Omzetten van lucht-CO <sub>2</sub> en industrie-CO <sub>2</sub> naar levende bio-massa (dieren, bomen, planten, bacteriën, algen)
Omzetten van lucht-CO <sub>2</sub> en industrie-CO <sub>2</sub> in dood materiaal (oliën, vetten, rubbers, biopolymeren, kalksteen, vlas)
Gebruik van oud papier als hernieuwbare bio-grondstof
Afspraken maken met de landbouwsector
Omzetten van bio-massa naar chemische stoffen, monomeer-grondstoffen, monomeren of kunststoffen
Omzetten van reststromen en afvallen naar bio-massa (= nieuwe sector)
<b>Pad 2: CO<sub>2</sub> als bouwsteen (grondstoffen)</b>
Metten van duurzaamheid van CO <sub>2</sub> als grondstof
Realiseren van een onderzoeks-samenwerkingsverband i.v.m. CO <sub>2</sub> -chemie (industrie/onderwijs) met voldoende kritische massa
Vangen en concentreren van zuivere CO <sub>2</sub>
Leren omgaan met CO <sub>2</sub> -stromen (deze zijn beschikbaar in de (petro)chemie); omgaan = met grote hoeveelheden zonder verliezen
Copolymerisatie (vb. van epoxiden) met CO <sub>2</sub>
Omzetting van CO <sub>2</sub> alleen naar CO <sub>2</sub> -glas of CO <sub>2</sub> -polymeren
Succesverhaal CO <sub>2</sub> zoals voor SiO <sub>2</sub> en zuivere metalen
CO <sub>2</sub> sink in anorganisch of organisch materiaal (absorptie, hoogoven-slakken, nieuwe materialen)
CO <sub>2</sub> sink door opslag in gesteenten

<b>Pad 3: Hogere functionaliteit: preventie, monomaterialen, ... (kringloop sluiten)</b>
<b>Pad 4: Technieken voor sorteren, recyclage, energetische valorisatie (kringlopen sluiten)</b>
Meten van duurzaamheid van kringlopen (ophaling, scheiding, hergebruik, herwerking)
Realiseren van een onderzoeks-samenwerkingsverband i.v.m. kringlopen sluiten (industrie/overheid) met voldoende kritische massa
Realiseren van een integraal materiaalzorgsysteem
Maximaliseren van de energievalorisatie van kunststofafval
Minimaliseren van verbranding van kunststofafval
Maximaal sluiten van alle kringlopen (andere logistiek en organisatie met nieuwe types bedrijven in de waardeketen, eliminatie van tussenschotten, uitwisseling grondstoffen/reststoffen)
Maximaliseren van de valorisatie van reststromen
Omzetten van kunststoffen naar monomeer-grondstoffen
Omzetten van kunststoffen naar kunststof-monomeren
Optimaliseren van recyclagetechnieken (hergebruik, herwerking, scheiding met de kleinst mogelijke energiesprongen)
<b>Pad 5: Ecodesign (kringloop sluiten)</b>
Meten van duurzaamheid van kunststoffen en hun productieprocessen
Realiseren van een onderzoeks-samenwerkingsverband i.v.m. ecodesign van kunststoffen en hun productieprocessen (industrie/overheid) met voldoende kritische massa
Wetgeving uitwerken/herzien op basis van wetenschappelijke argumenten
Verhogen van ontmantelbaarheid (CTC)
Verhogen van de duurzaamheid van de functie
Optimaliseren van de kunststoffen naar minder materiaal per functie
Verminderen van het energieverbruik (adiabatische warmtewisseling, warmtekracht koppeling) en de CO2 uitstoot

Valoriseren van nevenproducten en afvalstromen (vb. CO2) tussen bedrijven
Optimaliseren van processen (katalyse bio/nano, adiabatiscie processen, micro-reactoren, F3-factory, oxidatiereacties (chemie-energie koppeling))
<b>Pad 6: LCA evaluatietool (transitiemanagement)</b>
<b>Pad 7: Maatschappelijke organisatie van de actoren (transitiemanagement)</b>

## 5 Experimenten

Uit de brainstorming naar experimenten werden een aantal criteria gehanteerd:

- > Passen in het streefbeeld en paden
- > Potentieel voor 1) uitvoerbaarheid; 2) actoren te betrekken; 3) Vlaanderen
- > Attractiviteit en uniciteit

## 6 Overlappingsen / raakvlakken met andere thema's

Bij het uitschrijven van de paden beperken we ons tot stappen die de kunststoffenstakeholders in Vlaanderen moet en kan nemen. Dit betekent een focus op Vlaanderen, maar evenzeer dat naast de kunststoffenindustrie ook voor de gebruiker (consumenten) de noodzakelijke acties moeten gedefinieerd worden om een duurzame productie en consumptie van kunststoffen in Vlaanderen vorm te geven.

Wat dit laatste betreft kunnen overlappingsen verwacht worden met de werkgroepen 'Wakker Samenleving' en 'Tot uw dienst', bijvoorbeeld experiment in 5.7.

Met de werkgroep 'Slim Sluiten' zou verregaand compatibel moeten zijn met Cluster 2: kringlopen sluiten. Maar de focus van Duurzame Kunststoffen ligt eerder op wetenschap en techniek, niet op ingrijpen op het maatschappijgedreven consumentengedrag. Ongetwijfeld is hier een win/win situatie te realiseren.

## Addendum: brainstorming experimenten

De bovenstaande bouwstenen kunnen verder geconcretiseerd worden in mogelijke experimenten. Hieronder is alvast een goede voorzet van Carl ingebracht, wat in de laatste arena verder dient aangevuld / verfijnd te worden.

	Transitiepaden	
1	<b>Biomaterialen (grondstoffen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supersnelgroeiende GMO populieren (of riet)</li> <li>- Planten die beter fermenteerbaar materiaal opleveren</li> <li>- Een gewas (vb. rubber) of een dier (vb. melk) dat olie of zelfs petroleum produceert (cfr. algen)</li> <li>- Ophaling van alle biomaterialen uit tuinen (gras, hout, bladeren, ...) en fermenteren, omzetten tot bouwstenen (nucleïnezuren, aminozuren) of gecontroleerd verbranden.</li> <li>- Zoektocht naar Vlaamse levende (dier, plant, alg, micro-organisme) en dode (papier, CO2) grondstoffen ; deze zowel destructief oogsten (hout, maïs, algen, micro-organismen) als niet destructief (gras, rubber, palmolie, bloed, melk, hout).</li> <li>- Gerecycleerd papier als biograndstof.</li> <li>- Bacteriën of algen of een koe die olie produceren (cfr. een bacterie die H2 produceert).</li> <li>- Industrie-CO2 gebruiken in serres.</li> <li>- SBO broeikasgassen.</li> <li>- <b>Pilootinstallatie biotechnologie (haalbaarheidsstudie)</b></li> <li>- Bioraffinaderij (suikerchemie, tarwechemie, houtchemie, melk-chemie, cellulose chemie, aminozuur-chemie, ...)</li> <li>- <b>Alle biomateriaal (ook vlees) omzetten naar monomeer-bouwstenen (aminozuren en nucleïnezuren) en polymerisatie (aminozuurpolymerase) naar polyaminozuren (kunststoffen, voeding).</b></li> </ul>
2	<b>CO2 als bouwsteen (grondstoffen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Bij CREAX leper : patent-en literatuurstudie 'reacties met CO2'; daarna een innovatiebrainstorm (mogelijke toekomstige trends) met TRIX</b></li> <li>- Thematische werkgroep 'CO2' in MIP</li> <li>- CO2 omzetten tot chemie-grondstoffen CO, mierzuur, methanol etc...</li> <li>- <b>CO2 superabsorber ontwikkelen (cfr. pampers)</b></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2 omzetten tot koolstof</li> <li>- <b>CO-polymerisatie van vb. epoxiden met CO2</b></li> <li>- CO2-(co)polymerisatie tot iets diamant-(C) of kwarts-achtig (SiO2) of barnsteenachtigs (buik walvis bevat steenachtig polymeer) of polyureum ? of NaO2(CO)n ?</li> <li>- CO2 absorberen in hoogovenslakken (Umicore)</li> <li>- Schelpdieren kweken met industrie-CO2 in kerncentrale-afvalwaters (tegelijk kalksteen en biomassa).</li> </ul>
2	<b>CO2 als bouwsteen (grondstoffen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Bij CREAX leper : pattend-en litteratuurstudie 'reacties met CO2'; daarna een innovatiebrainstorm (mogelijke toekomstige trends) met TRIX</b></li> <li>- Thematische werkgroep 'CO2' in MIP</li> <li>- CO2 omzetten tot chemie-grondstoffen CO, mierzuur, methanol etc...</li> <li>- <b>CO2 superabsorber ontwikkelen (cfr. pampers)</b></li> <li>- CO2 omzetten tot koolstof</li> <li>- <b>CO-polymerisatie van vb. epoxiden met CO2</b></li> <li>- CO2-(co)polymerisatie tot iets diamant-(C) of kwarts-achtig (SiO2) of barnsteenachtigs (buik walvis bevat steenachtig polymeer) of polyureum ? of NaO2(CO)n ?</li> <li>- CO2 absorberen in hoogovenslakken (Umicore)</li> <li>- Schelpdieren kweken met industrie-CO2 in kerncentrale-afvalwaters (tegelijk kalksteen en biomassa).</li> </ul>
3	<b>Hogere functionaliteit: preventie, monomaterialen, ... (kringlopen sluiten)</b>	
4	<b>Technieken voor sorteren, recyclage, energetische valorisatie (kringlopen sluiten)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Alle afvallucht van productie-sites wordt gemeenschappelijk behandeld (net zoals afvalwater) biologisch gereinigd en de biomassa hergebruikt in bio-WKK's.</b></li> <li>- Potentieel MIP-project 'electro-oxy' (photovoltaïsche cel voor hoog rendement oxidatiereacties (warmte omzet in electriciteit of reductie van CO2).</li> <li>- SBO 'BIPOM' (nano-katalyse).</li> <li>- MIP-project: CO2 voor serre's (nieuw landbouwgebied in Antwerps</li> </ul>

		<p>havengebied.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mogelijkheden van de bio-katalyse voor de kunststoffen-industrie (IWT TD project ?).</li> <li>- Multifunctionele monomaterialen (nanomaterialen).</li> <li>- Omgekeerd denken: zoeken naar polymeren die biologisch inert zijn (niet afbreekbaar) zijn (vb. bakeliet).</li> <li>- <b>Een hoogoven voor plastics (cfr. Umicore)</b></li> <li>- Alle afval omzetten naar synthesegas.</li> <li>- Inventarisatie van lacunes in post-consumer kunststofrecycling en acties daaruit (vb. poly-propyleen).</li> </ul>
5	<b>Ecodesign</b> <b>(kringlopen sluiten)</b>	
6	<b>LCA evaluatietool</b> <b>(transitie management)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CTC zorgsysteem voor de Vlaamse kunststofindustrie</li> <li>- In kaart brengen van de nevenstromen uit de industrie en welke producten hieruit kunnen geproduceerd worden (zou reeds gebeurd zijn ?)</li> <li>- Alle kunststoffen moeten voeder kunnen worden voor lagere diersoorten (vb. wormen) of gemakkelijk terug omzetbaar in monomeren.</li> </ul>
7	<b>Maatschappelijke organisatie van de actoren</b> <b>(transitie management)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibiliseringsproject (MENS): jeugdparlement rond duurzaam gebruik van kunststoffen/materialen.</li> <li>- Materiaalbeheer-zorgsysteem met productstewardship.</li> <li>- Methode ontwikkelen om duurzaamheid / eco-efficiëntie aan te tonen (LCA).</li> <li>- <b>Vlaanderen heeft een instituut VIDK (duurzame kunststoffen) met bijhorende pilootinstallaties die door SME's kunnen gehuurd worden.</b></li> <li>- Petroleum reserveren voor kunststoffen.</li> </ul> <p>Onderwijs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vlaanderen heeft goed onderwijs en goede onderzoekers maar er worden nog onvoldoende middelen ter beschikking gesteld en deze worden niet bij voorkeur aangewend voor maatschappelijk relevant vraaggericht onderzoek.</li> <li>- Bij alle experimenten van deze transitie zal onderzoek noodzakelijk zijn.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Interesse wekken van studenten.</li><li>- Er is veel geld voor innovatie.</li><li>- Onvoldoende mensen kiezen voor technische of wetenschappelijke studies.</li><li>- Onderwijs optimaliseren (proactief onderwijs-onderzoeksmodel) en toponderzoek aantrekken</li></ul> <p>Koplopersloket:</p> <p>Vlaamse overheid moet aan innovatieketenbeheer doen. Het koplopersloket doet dat door samen met onderzoekers en bedrijven te kijken waar de knelpunten in maatschappelijke organisatie (wetgeving, vergunningen, aanwakkeren van de marktvraag, ...) zitten om de gestelde prioriteiten (via transitie management, roadmapping, ...) in uitvoering te brengen, te testen en tot een maatschappelijk (met drie componenten) succes te brengen.</p> <p>Roadmapping:</p> <p>Voor de gekozen opties, meer in detail bekijken welke acties nodig zijn om de technologie, opties in een maatschappelijke context te ontwikkelen. Creëren van een stabiel klimaat voor investeringen. Takenlijst voor verschillende actoren, incl. overheid, incl. onderzoeksinstellingen, incl. bedrijven (federaties), ...</p>
--	--