



# PLAN C

## Materialen op Maat

---

Onderwerp: **Streefbeeld en transitiepaden**  
Datum: 13 april 2008  
Status/Versie: 1

Auteur(s):

Serge De Gheldere, Jan Meneve, Ann Segers, Wouter Ulburghs,  
Karel Van Acker (voorzitter), An Van de Vel, Lieva Van Langenhove,  
Hans Vercammen

---

## 1 Omschrijving thema

### 1.1 Focus van het thema

Heel wat materialen worden schaars, duur, minder toegankelijk voor de maatschappij. Dit geldt duidelijk voor kunststoffen die gebaseerd zijn op fossiele aardolie, maar ook voor bijv. koper, nikkel, edele metalen (micro-elektronica),... De huidige praktijk resulteert in een toenemende druk op en afhankelijkheid van de eindige hulpbronnen, groeiende emissies, energiebehoeftes en afvalstromen. Absolute ontkoppeling van materialenbehoeftes t.o.v. het BBP is nog niet gerealiseerd. In het algemeen geldt op materiaalvlak dus de uitdaging van een veel hogere **grondstof- en energie-efficiëntie**. In het jargon spreekt men van factor 10: dat impliceert dat we 10 maal efficiënter moeten worden op het vlak van grondstof- en (fossiel) energiever(ge)bruik.

Om te komen tot zulke, grote efficiëntiesprongen is er meer nodig dan de incrementele optimalisatie van bestaande producten, processen en flowsheets. Veel van de huidige inspanningen zijn end-of-pipe remedies, waaronder het sorteren en recycleren van afval en het zuiveren van emissies. Centraal in het toekomstbeeld van Plan C staat het **hoogwaardig sluiten van materiaalkringlopen**. Met hoogwaardig sluiten bedoelen we met beperking van de benodigde energie, met vermindering van het nodige materiaal door efficiëntere productie, met materiaalinnovaties, en, ten slotte, met doorheen de cyclus een streven om op het einde zoveel mogelijk waarde over te

houden, zodat het oude afval “grondstof” (voedsel) kan worden voor nieuw gebruik in de techno- of biosfeer. Heel wat opportuniteiten om deze materiaalkringen te sluiten en productie en consumptie te verduurzamen liggen in innovaties op het gebied van de materialen en de materiaalverwerking.

In het gekende mandje van oplossingsrichtingen zitten ondermeer:

- materiaalintensificatie, of materialen die efficiënter, langer en met minder waardeverlies hun functie vervullen;
- procesintensificatie, of efficiëntie verhogen (?) en milieubelasting van de winning en productie verlagen;
- materiaalsubstitutie door technologische innovaties, zoals de ontwikkeling van lichtere materialen;
- materialen uit hernieuwbare bronnen zoals biomassa en hoe beter materialen herwinnen;
- materialen waardoor herwinning of recyclage achteraf efficiënter gerealiseerd kan worden.

Elk van deze oplossingen heeft een zekere waarde en moet zijn plaats vinden in het streven naar een betere toegankelijkheid van materialen, een gewaarborgde beschikbaarheid en een verhoogde efficiëntie in de materialencyclus.

Hoe kunnen we de ontwikkeling van deze oplossingen stimuleren?

Hoe moeten we onderscheid maken tussen oplossingen die de transitie naar duurzamer materiaalgebruik versnellen en deze die nieuwe knelpunten veroorzaken?

Het effect van technologische innovaties op milieu moet zo goed mogelijk ingeschat worden en potentiële nieuwe risico's met de nodige zorg vermeden.

Hoe kunnen deze oplossingen niet alleen passief bij het gebruik worden toegepast, maar reeds actief bij de conceptfase van materialen, producten en processen in rekening gebracht en geëvalueerd worden?

De vragen waar het Transitieteam Materialen op Maat zich vooral over heeft gebogen zijn in de eerste plaats:

- Kunnen innovatieve materiaaloplossingen bijdragen aan een duurzamer omgaan met materialen en welke zijn deze materiaaloplossingen?
- Hoe kunnen het ontwikkelen en het implementeren van die materiaaloplossingen dan actief gestimuleerd worden?

- Welke zijn daarbij de opportuniteiten voor de Vlaamse economie?

Behalve ontwerpers van nieuwe materialen, kan het streven naar het sluiten van kringlopen in het Vlaamse landschap tevens nieuwe types van bedrijven doen ontstaan, die in ontbrekende sluitstukken voorzien in de materialenketen en nieuwe materialen, producten en diensten leveren op basis van hernieuwbare en hernieuwde grondstoffen.

## 1.2 Knelpunten in het huidige systeem

- Op vandaag neemt men algemeen aan dat grondstoffen – materialen **eindig** zijn. Verder beschikt Vlaanderen over weinig of **geen eigen ruwe grondstoffen** en is het daarom sterk **afhankelijk van import**. Al deze elementen vormen een ernstige bedreiging voor de toekomst van Vlaanderen en maken dat Vlaanderen dringend werk moet maken van zijn eigen materiaalvoorziening.
- De waarde van producten wordt voor een zeer groot deel bepaald door de vermarkten, terwijl het aandeel van kostprijs dat aan **materiaal en productie** besteed wordt slechts een (alsmaar kleinere) **fractie** is van de **verkoopprijs**.
- Producten in het algemeen zijn spotgoedkoop. Dit betekent dat de consument heel snel zijn product zal **vervangen**. Een beperkte groep consumenten is bereid om meer te betalen voor exclusieve producten. Het exclusieve karakter gaat echter ook vaak snel verloren. Er is bijgevolg ook **geen nood aan producten met een lange levensduur**. De consument heeft ook geen band meer met het product en met de leverancier. Door de verborgen kosten en goedkope prijzen, heeft de consument geen zicht op de 'waarde' die in het materiaal en het product worden gebracht. Er is over het algemeen nauwelijks een band tussen producent en gebruiker, wat opnieuw de 'waarde' die de consument aan een product hecht niet ten goede komt.
- Het zoeken naar consumentenproducten en aankopen zelf zijn een deel van het **gebruiksgenot** van het product. De consument waardeert het genot om steeds over de nieuwste producten te kunnen beschikken voor relatief goedkope prijs. De nieuwe generatie producten zullen dus ook hierop moeten inspelen, bijvoorbeeld door regelmatig diensten aan te bieden die toelaten het product te updaten. Bovendien worden voor een deel van de producten op de markt **behoeftes gecreëerd** en spelen ze in op de kracht van marketing om consument bewust te maken van een behoefte die hij/zij niet heeft.
- Tijdens de **gebruiksfase** wordt de consument geconfronteerd met aspecten van zijn product zoals energieverbruik, onderhoud, reparatie. Huidige producten zijn **niet meer voorzien op onderhoud of reparatie**. De producten worden meer en meer een 'black box'. Hun werking is onbegrijpelijk voor consument, een

reparatie is voor de echte vakman, zelfs voor producten die een eenvoudige functie vervullen. Herstellingen zijn voor veel producten geen optie met in vergelijking met de aankoop van nieuwe producten. Enerzijds omdat **arbeid te duur** is en anderzijds omdat product **afzet/volume van belang** is. De gebruiksfase is een **verbruiksfase** geworden.

- Er is een **gebrek aan technologisch geschoolde mensen** om voor de kritische massa te zorgen die de noodzakelijke materiaalinnovaties kunnen realiseren. Het is duidelijk dat goedopgeleide mensen zullen nodig zijn om deze nieuwe generatie producten te bedenken en te realiseren. Vandaag kampen de bedrijfswereld evenals de onderzoeksinstellingen met een nijpend tekort aan technisch en economisch geschoolde werknemers van alle niveau's. Dit is een ernstige bedreiging voor deze ontwikkelingen in Vlaanderen.
- Een tweede knelpunt in het onderwijs is dat er in Vlaanderen nauwelijks in sustainability, industriële ecologie e.a. in het **curriculum** van ingenieurs, ontwerpers,... is opgenomen
- Nieuwe en multifunctionele materialen en producten zijn erg kennisintensief en vereisen een **intense samenwerking** tussen kennis-eigenaars. **Kennis zit echter erg verspreid** en de cross-links zijn soms moeilijk te leggen bij gebrek aan zicht op waar de kennis is, maar ook omwille van sociale en emotionele barrières. Er is geen zwaartepunt van kennis rond duurzame materialen
- Er is nog heel **weinig systematische / wetenschappelijke kennis opgebouwd** over materiaalstromen, materiaalvoorraden in de technosfeer, impact van materialen op externaliteiten, de relatie tussen materialen en maatschappij. Er zijn momenteel ook nog te weinig cross-links met andere disciplines, een globalere visie op het domein van duurzame materiaalontwikkeling is nog niet aanwezig.
- Een gevolg van een puur economische logica en van een gebrek aan internaliseren van de echte milieukost is dat er moeilijk spontaan draagvlak wordt gecreëerd bij ondernemingen om te veranderen richting duurzamere producten en processen. De grote meerderheid volgt en past zich alleen aan opgelegde maatregelen van de overheid.
- Materiaalkringen sluiten impliceert een intensieve en open afstemming van producten, nevenproducten en grondstoffen bij verschillende bedrijven en gebruikers in de kring. Tot op zekere hoogte is er een open source aan materialen en processen nodig, wat botst met de confidentialiteit die vaak gewenst is in een sterk concurrentie gedreven economie.

### 1.3 Opportuniteiten voor Vlaanderen

De nieuwe generatie aan materialen, producten en diensten zoals hieronder beschreven bieden tal van opportuniteiten voor Vlaanderen.

Vlaanderen heeft vandaag veel potentieel, zowel wat onderzoek naar nieuwe materialen betreft, als wat de absorptiecapaciteit van de industrie betreft (grote innovatieve bedrijven, en ook KMO's met risicovolle spits technologie). Er is aan de universiteiten een consolidatie van het domein aan de gang. Vlaanderen als kennisregio voor materialen is in de kiem aanwezig, maar heeft (nog) niet de visibiliteit als de andere speerpunten biotech en micro elektronica. Een inspanning naar gezamenlijke visibiliteit, versterken van de cross-links, focusering en betere financiële onderbouw zal noodzakelijk zijn voor een verdere groei naar een koploperspositie. Wegens de schaalgrootte van Vlaanderen, is dit enkel realiseerbaar in een breder (Europees) netwerk van kennisinstellingen.

De nieuwe materiaaltoepassingen die opkomen hebben een hoge kennisinhoud en lage materiaalinhoud. Ze vereisen relatief weinig grondstoffen en precies deze zijn schaars in Vlaanderen. Anderzijds zijn ze sterk kennisgebaseerd en dit is een troef, aangezien er in dit domein een goede kennisbasis en de competentie om te innoveren aanwezig is.

Basisproductie is geen optie, omdat we geen eigen grondstoffen hebben, maar het alternatief is herwerken van recyclaten. Vaak zal het gaan om nichemarkten waarop onze KMO's perfect kunnen inspelen. Diensten zullen gekoppeld worden aan de producten, zoals het updaten en onderhouden van producten. Vlaanderen kan ook een voortrekkersrol vervullen in het uitbouwen van dergelijke dienstenbedrijven, die eveneens een exportproduct kunnen worden.

## 2 Streefbeeld

### 2.1 Globaal beeld

Door de nijpende grondstoffenschaarste enerzijds en gestegen welvaart en materiaalbehoefte in alle delen van de wereld anderzijds, zien de materiaalstromen er nu helemaal anders uit dan in 2008. Heel wat economische activiteit is gebaseerd op materiaalkringen waarin materialen permanente en hernieuwbare dragers zijn voor evoluerende functies, in plaats van een lineair verbruiksmodel. Er is nog "nieuw" materiaal nodig om deze kringen te voeden, maar die komen grotendeels uit andere bronnen dan vroeger. Elke volgende stap in de materiaalkring heeft een transformatie ondergaan. De verwerkingsstap om van materiaal tot product (of tot functie) te komen slokt niet langer 100 tot meer dan 1000 maal meer grondstoffen op dan in het uiteindelijke product zitten. De gebruiksfase van materialen was vroeger vooral een verbruiksfase, maar materialen worden nu zo efficiënt mogelijk ingezet. Wanneer het product niet meer voldoet om zijn functie te vervullen (einde-cyclus) is het geen afval, maar wordt het terug in een andere of dezelfde materiaalkring ingebracht.

Materialen worden gemaakt om een bepaalde functie te vervullen en een bepaalde levenscyclus te kunnen doorlopen, met een minimalisatie van de impact op mens en milieu. De doorstroming van materialen is in kaart gebracht en stelt ons in staat externe en interne resources optimaal in te zetten en de behoeftes zo op elkaar af te stemmen dat de impact van de externaliteiten op het materiaalgebruik is geminimaliseerd. Intelligent design van producten laat toe dat elk van de fasen van de materiaalcyclus met een minimum aan energie-input en zonder emissies doorlopen wordt.

Door een bundeling aan krachten en gerichte focussering heeft Vlaanderen een koplopers positie verworven in het internationale netwerk van materiaalbedrijven en -onderzoeksinstituten. Kennis is geïntegreerd en bijvoorbeeld via een virtuele en tactiele materialenbibliotheek beschikbaar voor ontwerpers en gebruikers. Deze bibliotheek besteedt evenzeer aandacht aan de socio-economische aspecten van materiaalproductie en materiaalgebruik. Duurzaamheid is een essentieel element in het onderwijs over materialenkennis.

### 2.2 Kleinere transparante materiaalkringen

Materiaalkringen hoogwaardig sluiten is één van de centrale thema's van het Leitbild duurzaam materialenbeheer. Anno 2030 heeft zich dit vertaald in een goede kennis van het complexe weefsel van materiaalstromen in de maatschappij en een lokale beheersing van die stromen.

Het lokaal in de kring houden van materialen heeft er toe geleid dat er een absolute ontkoppeling is tussen de economische groei en het

eigen grondstoffengebruik, dat sterk gereduceerd is. De logistieke sector heeft een omwenteling ondergaan van een lineaire naar een circulaire logistiek.

Aangezien energie erg duur is geworden door de schaarste aan fossiele brandstoffen en duurzame hernieuwbare energie de vraag nog niet kan volgen, is transport beperkter. Hier en daar zorgen *local fabs* voor lokale productie en is er een korte keten tussen gebruiker en producent. Dit maakt de fysieke materiaalstroom transparant en beter beheersbaar. Dit betekent niet dat we ons afgesloten hebben van de rest van de wereld, de ontwikkelingen zijn globaal. In plaats van internationale transport van goederen is er eerder sprake van transport van bits.

Voor de resterende grondstoffenbehoefte is bovendien de afhankelijkheid van Vlaanderen van de aanvoer van buitenlandse grondstoffen aanzienlijk ingeperkt. In 2004 moest nog 80% van de materiaalbehoefte ingevuld worden met import van grondstoffen, deze verhouding is vandaag omgekeerd. Om dit te realiseren heeft Vlaanderen alternatieve bronnen van materialen gezocht en is een hele nieuwe materiaalindustrie ontstaan die (lokale) hernieuwbare grondstoffen omzet in hoogwaardige materialen en energie.

Voorbeelden van deze nieuwe materiaalontwikkelingen zijn te vinden in de biotechnologie en nanotechnologie. Enerzijds ontstaat er een doorgedreven recyclage-economie, anderzijds eigen "winning" van koolstof door gecontroleerde / kunstmatige conversie van zonlicht in materie (cfr. fotosynthese) levert een nieuwe continue bron van koolstof op ter vervanging van fossiele petroleum. Op biomassa gebaseerde materialen (*biobased economy*) maken gebruik van de grote stroom aan afvalstoffen uit de voedings- en landbouwsector. Nieuwe methodes om grondstoffen te extraheren, bijv. via bacteriën, hebben toegelaten onontgonnen voorraden van grondstoffen aan te spreken.

### 2.3 Eén op één productie

Door de schaarste aan niet hernieuwbare materialen en de zorg voor de biologische draagkracht van de Aarde voor de productie van hernieuwbare grondstoffen, is de waarde van materialen een veelvoud van wat het was in 2008. Zolang grondstoffen goedkoop waren, werden ze ongeremd gebruikt en verspild. Zo was de verhouding tussen gewicht aan grondstoffen en gewicht aan materialen die uiteindelijk in een laptop gebruikt werden 1000 op 1. Door drastische aanpassingen aan het productieapparaat is deze verhouding nu zo goed als 1 op 1. Producten worden grotendeels *bottom-up* opgebouwd, en speelt exact in op de behoeften van de klant (*just-in-need*). De productie middelen zelf zijn gestandaardiseerd, zodat er vlot capaciteit kan uitgewisseld worden en productiehulpmiddelen optimaal ingezet kunnen worden.

## 2.4 Efficiënt en verantwoord materiaalgebruik

Kleinere transparante materiaalkringen betekenen daarom niet een kortere doorlooptijd. Integendeel, de materialen die in een product een cyclus doorlopen gaan terug langer mee, geven **geen aanleiding tot emissies** tijdens gebruik, zijn bovendien efficiënter ingezet omdat ze multifunctioneel zijn en zijn gemakkelijk te herstellen, onderhoudsvrij of zelfhelend.

Bedrijven spelen veel efficiënter en juist in met de producten en diensten die ze aanbieden op de continue behoeftes van de klant of op de **continue gebruiksfase**. Door het product / dienst bijvoorbeeld echt '*custom made*' aan te bieden voldoet het beter aan de behoeften en is er geen extra ballast / kost / milieudruk / energie- en materiaalgebruik van onnodige extra's. Dienstverleners geven bijvoorbeeld garantie en geloofwaardigheid op permanente functie / service zodat er geen vrees is om zonder dienst te vallen.

Je koopt geen afgewerkt product meer, maar een basismodel dat je kan aanvullen met **modules**. In de gebruiksfase wordt dit modulair moederstation aangepast naargelang stijl/ functies... Je kan met je product naar de winkel / producent die het terwijl je wacht omvormt tot nieuw product met totaal andere functie. Zo is er een gans **nieuwe kringlooeconomie** ontstaan.

Producten en dus de gebruikte materialen gaan niet alleen langer mee, maar functies van het product worden geïntegreerd in enkele basismaterialen. Functies worden niet aan het materiaal gehangen, maar worden er een integraal deel van. Het materiaal zelf wordt dus functioneel of intelligent. Anderzijds zijn materialen ook multifunctioneel geworden aan het oppervlak. Hierdoor kan 1 materiaal verschillende andere materialen vervangen, het materiaal vervult nu eens de ene, dan weer een andere functie, afhankelijk van de omstandigheden. Wanneer materialen niet meer gebruikt worden voor 1 toepassing, kan men ze daarna gebruiken voor iets anders. Er zijn bijvoorbeeld materiaal die een bepaalde eigenschap na opwarmen krijgen, een andere eigenschap na invriezen, nog een andere eigenschap na uitrekken.

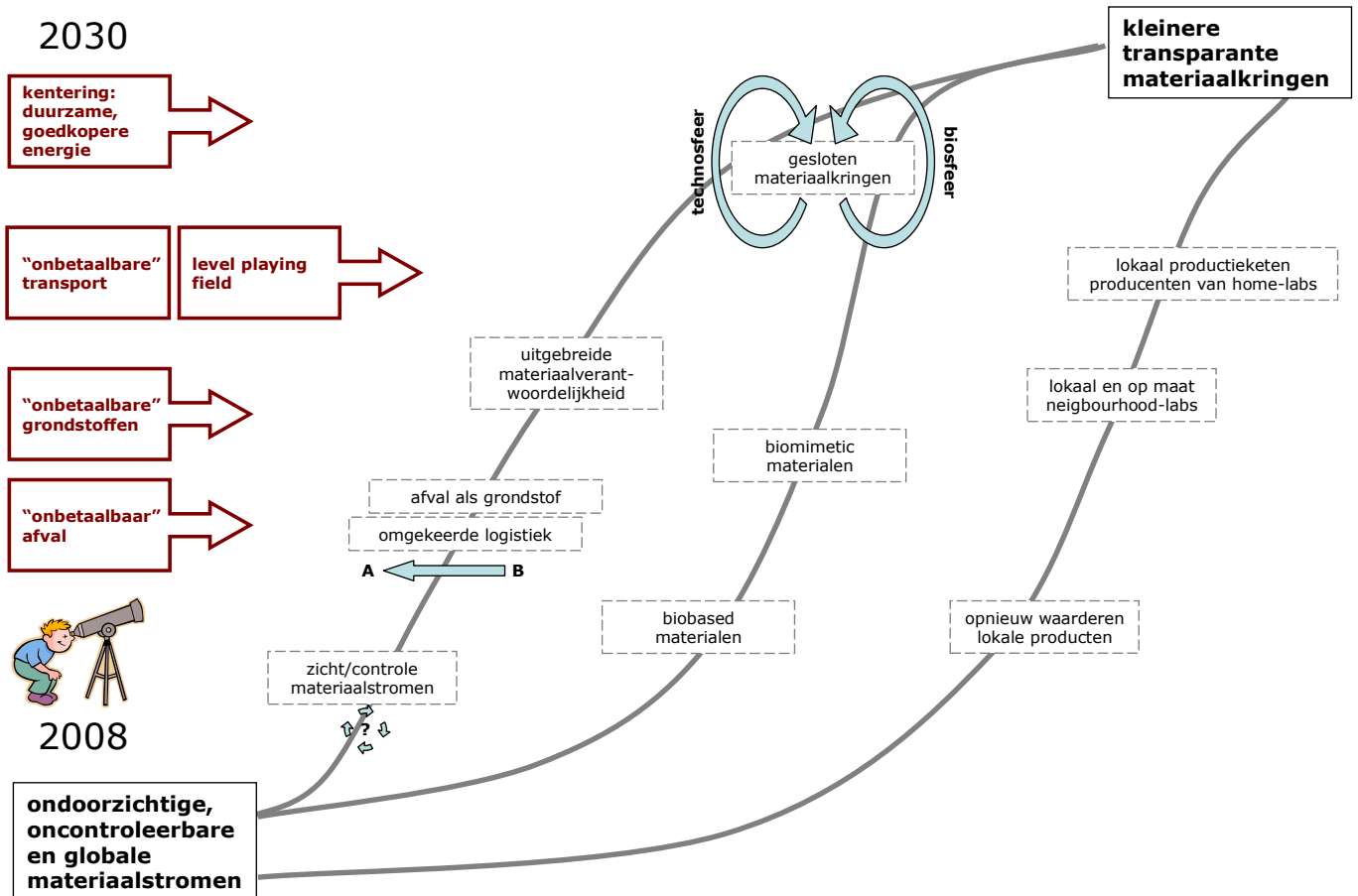
Elk materiaal / product wordt kennis meegegeven over eigenschappen, maar ook over verder mogelijk gebruik, hoe te herstellen,... Naast het maken van intelligentere materialen, dus ook intelligentie aan de gebruiker meegeven.

Een verantwoord materiaalgebruik impliceert ook een grote verantwoordelijkheid van de (hoofd)producenten, wat vorm gegeven is met nieuwe businessmodellen. Nieuwe bedrijven zijn ontstaan die materiaalstromen bundelen en een geschikte afnemer of volgende schakel in de kring zoeken. Veel bedrijven nemen ook hun product zelf terug, waardoor er meer aandacht is aan preventieve of anticiperend design

### 3 Transitiepaden

#### 3.1 Algemeen

In het algemeen kunnen de transitiepaden in volgende figuur worden voorgesteld. Elke van deze paden wordt hieronder uitgebreider uitgewerkt.

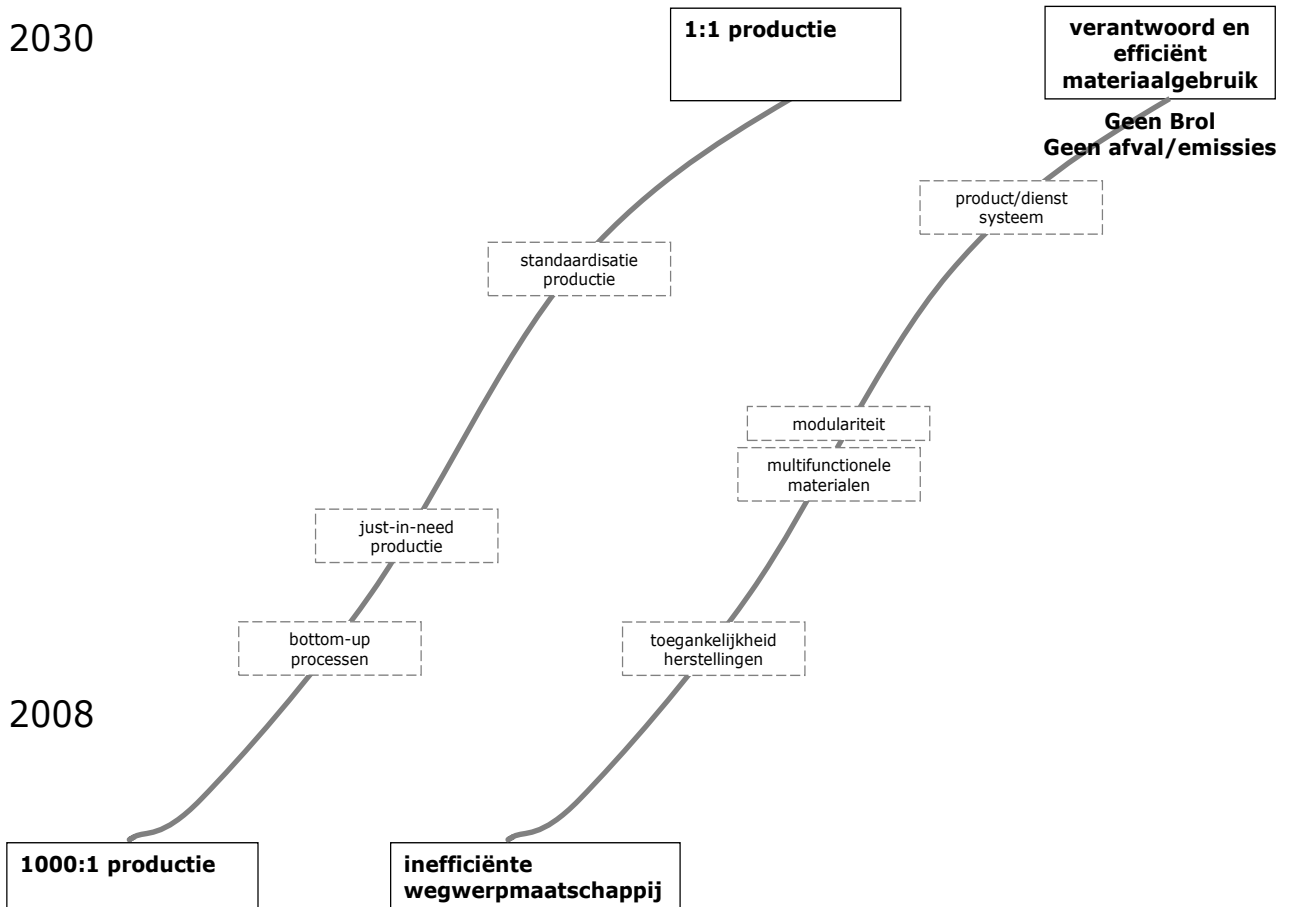


#### 3.2 Van ondoorzichtige, oncontroleerbare en globale materiaalstromen, naar kleinere transparante materiaalkringen

Een aantal drijvers voor dit pad zijn de onafhankelijkheid van onze materiaalvoorziening van geopolitieke situaties, het vermijden van nodeloos en energie-opslorpend transport van materie, de beheersbaarheid van de stromen en de adaptiviteit aan lokale veranderingen.

We onderscheiden 3 routes om het doel van dit doel te bereiken. We gaan ervan uit dat de 3 routes afzonderlijk niet het gewenste resultaat opleveren,

maar dat het een en-en verhaal is: de combinatie van de routes zal uiteindelijk maken dat we “aankomen”.



Route 1a als 1b willen lokalere grondstoffen aanspreken.

Route 1a: Aandacht voor ontbrekende schakels in de kring van de (lokale) technosfeer

*1a.1 Zicht/controlle op materiaalstromen: materiaalkringen met kennisinhoud*



Een eerste voorwaarde om kringen te sluiten is om die kringen beter in beeld te brengen. Er zijn heel wat initiatieven en onderzoeken om globale materiaalstromen in de economie in beeld te brengen (MFA, *extended IO* analyses bijvoorbeeld). Het zal noodzakelijk zijn om af te dalen tot het kunnen volgen en begeleiden van individuele materiaalstromen. Met het oog op schadelijke emissies is REACH hier al een stap naar. In de voedingssector bijvoorbeeld, worden herkomst en bestemming van individuele producten

veel rigoureuzer opgevolgd. Een systeem om dit met materialen te doen zal worden wetenschappelijk onderbouwd en (institutioneel) uitgebouwd.

Beeld hierbij is de FSC labelling voor hout. Merk echter op dat die labelling enkel de herkomst afdekt, terwijl we hier een volgsysteem voor de ganse cyclus beogen.

### *1a.2 Omgekeerde logistiek en afval als grondstof*

Het sluiten van de keten vergt een omgekeerde logistiek die de verbinding maakt tussen eindelevensfase van producten en materialen en het hergebruik, het recycleren, het opnieuw als grondstof gebruiken. Vlaanderen heeft hier een opportuniteit gezien de sterke uitbouw van de logistieke sector. Omdat sluiten van de keten meer logistiek en transport vergt, is er een reden te meer om die keten klein te houden.

Een mogelijk stap is ook om het afval dat zich in de technosfeer heeft opgestapeld en nog opstapelt te gaan exploiteren en gedeeltelijk opnieuw als grondstof te gebruiken. Hierbij hoort het evidente beeld van de fabriek op de vuilnisbelt. Dit is echter een tijdelijke, maar nodige tussenstap.

Een noodzakelijk verandering om deze stap (en nog andere) te stimuleren is een internalisering van de milieukosten (bij uitbreiding: kosten voor onduurzaam gebruik). Uiteraard is ook hier terug een kenniscomponent noodzakelijk, voor een goed begrip van de impact van materialen op milieu, en zicht op de plaatsen waar materialen uit de kring treden (en hoe).

### *1a.3 Uitgebreide materiaalverantwoordelijkheid*

Een betere stap is uiteraard het vooraf in kaart brengen van de weg die materialen moeten afleggen doorheen de kringen en ervoor te zorgen dat deze op de meest efficiënte manier (wat betreft energie en andere rakende materiaalstromen) in de kring worden gehouden. Dit kan niet zonder dat er een materiaaleigenaar de eindverantwoordelijkheid doorheen de ganse kring blijft houden over het materiaal, terwijl andere rechten hebben om het materiaal te transformeren en te gebruiken, mits gedeelde verantwoordelijkheid. Een voorbeeld is de levenscyclus van *Lithium*.



### Route 1b: Aandacht voor materialen uit en afgestemd op de kring in de biosfeer

#### *1b.1 Biobased materialen*

Het aanbod grondstoffen die we klassiek gebruiken is beperkt en wordt beperkter. Alternatieve bronnen zoeken en exploiteren is noodzakelijk.

Biogebaseerde materialen kunnen potentieel dicht bij huis worden gewonnen, in tegenstelling tot andere grondstoffen. Het is echter niet duurzaam om landgebruik en gewassen die voor voeding worden gebruikt in beslag te nemen, maar we moeten ons eerder richten op het potentieel van afvalstromen in de landbouw.



Biobased economy is begonnen aan een hoge vlucht. Heel wat onderzoek loopt naar materialen die de biosfeer kunnen worden gewonnen. Het hier gebruikte beeld is dat van vlas dat gebruikt wordt als versterkende vezel in composietmaterialen. De uitdagingen zijn niet alleen wetenschappelijk/ technologisch, maar de kennis die er is wordt dikwijls nog niet voldoende in industriële

bedrijvigheid omgezet, door een tekort aan demo-projecten en kapitaal om de brug te maken tussen labo-schaal en industrieel product of productieproces. Deze brug moet op een relatieve korte termijn kunnen geslagen worden.

### *1b.2 Biomimetic materialen*

De natuur is steeds meer een inspiratiebron voor materiaalontwikkelaars. Op een termijn van 10 tot 15 jaar geloven we dat het onderzoek naar het synthetisch namaken van “materialen” die in de natuur voorkomen en bijzondere functionaliteiten vertonen (biomimicry, denken we bijvoorbeeld aan *lotus leaf-like coatings*, spinnendraad, kleefstoffen geïnspireerd op de opbouw van de poten van een gekko,...). zal leiden tot een nieuwe categorie efficiënte materialen die de kring in de biosfeer en technosfeer kunnen sluiten. Hier is er nog een grote wetenschappelijk-technologische uitdaging, met grote nood aan disciplinair onderzoek en convergentie van nanotechnologie, moleculaire chemie, biotechnologie en klassieke materiaalkunde. De vraag zal niet zozeer meer zijn wat we kunnen maken, maar eerder, welk materiaal willen we maken en hoe maken we het met minimale impact?

Gecontroleerde / kunstmatige conversie van zonlicht in materie (cfr. fotosynthese) zal nieuwe C-bronnen opleveren. Nabootsen, domineren en zelfs sturen van biologische systemen bijv. via genetische manipulatie, zal nieuwe horizonten openen wat materiaalonderzoek betreft. Nog heel wat vooruitgang zal geboekt worden op vlak van composieten. Combinaties van organische en anorganische stoffen met biologische cellen / systemen zijn niet langer denkbeeldig.

Het beeld hierbij is dat van de *self-assembly* in de opbouw van schelpen (op zich een composiet van lagen bros keramieken en materiaal met elastomere eigenschappen).

## Route c: Aandacht voor lokalere (en kleinschaligere) productie – bits transporteren i.p.v. materie.

### *Ic.1 Opnieuw waarderen lokale producten*

Van belang is dat er waarde wordt gegeven aan materialen en dat de gebruiker zich hiervan bewust is. Lokale producten waarderen kan oa door correct doorrekenen van de milieukost van transport,. Het “korte keten” denken is (opnieuw) in de voedselproductie en -verdeling iets beter ingeburgerd, denk maar aan Voedselteams bijv. (zie beelden rond korte keten). Het is zeker niet de ambitie om de grenzen te sluiten, maar ook bij materialen zijn er onnodige stromen heen- en terug en vaak onnodig lange stromen van materialen die ook hier voorhanden zijn, maar die hier terug voor export dienen. In dergelijke gevallen is het beter lokaal te produceren (in internationale bedrijven) wat voor de lokale markt is, en de kennisinhoud of bits te transporteren. Een uitwerking van het gekende “think globally, act locally”.

### *Ic.2 Lokaal en op maat neighbourhood-labs*



Omwille van het korter maken van de keten, is het noodzakelijk om lokaler en in kleinere volumes te produceren. Dit past overigens ook in het kader van de trend van consument naar prosumenten. Nieuwe productiesystemen zullen ontstaan om lokaal en efficiënt materialen te verwerken en een volgende functie mee te geven. Een voorbeeld hiervan zijn de *fablabs*. *Rapid manufacturing* ipv *rapid prototyping*.

### *Ic.3 Lokaal productieketen producenten van home-labs*

Dit staat symbool voor het sluiten van de kring van een geheel productieproces.

## 3.3 Van 1000:1 productie naar 1:1 productie

*II.1 Bottom-up processen* Het verminderen van de materiaalverspilling tijdens productie , zowel van de basismaterialen als van de verdere verwerking. Het “klassieke” voorbeeld is dat van de PC waarvoor 4000x meer materiaal initieel wordt gebruikt dan er uiteindelijk in de portable terecht komt, een hallucinante verhouding!

Een voorbeeld van een bottom-up proces is selective laser sintering. De foto toont een gebit dat is opgebouwd uit met de laser aan elkaar gesinterd Ti-poeder. Als dit op de klassieke manier moet gefreesd worden uit een massief blok TI, komt men gemakkelijk aan 10:1 verhouding tussen oorspronkelijk materiaal en materiaal dat overblijft na frezen. Bottom-up

werken heeft het voordeel dat vrijwel enkel het materiaal wordt gebruikt dat nodig is voor het uiteindelijke product. Er zijn verschillende methodes in ontwikkeling om near net shape producten te maken. Kostprijs is vaak nog een bottleneck. Let wel: dit betreft slechts 1 stap in de materiaalketen, andere stappen kunnen nog steeds erg materiaalintensief zijn.

### *II.2 Just-in-need productie*

*Just-in-need* betekent dat enkel datgene wordt gemaakt dat de behoefte en de functie kan invullen. Dit gaat verder dan het *just-in-time* principe (zie beeld van de voorraad, die *just-in-time* wil verkleinen). Er zijn nog veel producten en materialen die worden weggeworpen voor de gebruiksfase, veel producten zijn er op gericht om maar tijdelijk een al of niet noodzakelijke functie te vervullen (denk maar aan verpakking),... In het concipiëren van de product-cyclus moet rekening gehouden met de verhouding van hoeveelheid materiaal tot de waarde van de functie die het moet vervullen.

### *II.3 Standaardisatie productie*

Opdat processen echt efficiënt met materialen zouden omgaan, dienen deze ook een vorm van standaardisatie te ondergaan. Standaardisatie laat toe dezelfde kwaliteit en efficiëntie te garanderen, waar ook producten worden gemaakt en laat bovendien toe om gemakkelijker processen te koppelen.

## 3.4 Van inefficiënte wegwerpmaatschappij, naar verantwoord en efficiënt materiaalgebruik

Het verminderen van de materiaalverspilling tijdens de gebruiks- en eindelevensfase.

### *III.1 Toegankelijkheid herstellingen*

Een consument heeft terug beperkte inzage in zijn product en kan zelf bepaalde ingrepen / modulaties doen. Of een product wordt volledig onderhoudsvrij of 'zelfonderhoudend' gemaakt. Er is hier heel wat



opportuniteit om terug een netwerk van lokale herstelwinkels op te zetten. Er is ook regelgeving nodig om de herstelbaarheid van producten (en de mogelijkheid tot disassemblage) te vergroten.

Een voorbeeld van hoe zo'n klantvriendelijke herstelwinkel er zou kunnen uitzien, wordt uitgebeeld in de video "the handyman shop" op [www.sustainable-everyday.net](http://www.sustainable-everyday.net).

Velo in Leuven is ook een voorbeeld van herstelwinkel, waar desgewenst klanten zelf herstellingen aan fietsen kunnen uitvoeren en de benodigdheden daarvoor kunnen lenen.

### *III.2 Modulariteit en multifunctionaliteit*

Om de transitie naar een verantwoord en efficiënt materiaalgebruik te garanderen is modulariteit van producten en multifunctionaliteit een noodzakelijke eigenschap. (met Legoblokjes als symbool voor modulaire opbouw en gebruik in heel verschillende configuraties). Modules waar de eigenschappen van gekend zijn, en voor veel verschillende toepassingen kunnen gebruikt worden, moeten worden ontworpen. Je koopt geen afgewerkt product meer, maar een basismodel dat je kan aanvullen met modules.

Functies worden geïntegreerd: kledij dient vanouds als bescherming, maar kan ook gebruikt worden als opwekker van energie, computerscherm, e.d.

### *III.3 Product / dienststelsel*

Mensen hebben een continue nood aan producten en diensten om hun behoeften in te vullen. Met deze continue gebruiksfase in het achterhoofd moeten bedrijven veel efficiënter en juist inspelen op de producten en diensten die ze aanbieden aan de klant. Door het product / dienst bijvoorbeeld echt 'custom made' aan te bieden voldoet het beter aan de behoeften en is er geen extra ballast / kost / milieudruk / energie- en materiaalgebruik van onnodige extra's.

Bijvoorbeeld: Producten krijgen een levenslange garantie. Dienstverleners geven garantie en geloofwaardigheid op permanente functie / service zodat er geen vrees is om zonder dienst te vallen.

