

# Design challenges with Biobased Plastics

Frans Kappen, Food & Biobased Research  
September 2013



# WORKSHOP

## Interactieve presentatie

- Wat is er aan de hand?
- Wat is wat? Bioplastics, biobased plastics, bioafbreekbare plastics
- Voorbeelden van producten
- Waarom Bioplastics?
- Voorbeelden van bioplastics
- Logo's en de markt
- Business Cases
- Conclusies
- En continu ruimte voor vragen of discussie!



# WHAT IS GOING ON ?

Duurzaam

*natuurlijk*

Afbreekbaar

*CO<sub>2</sub> neutraal*

Composteerbaar



*Hernieuwbaar*

*Gerecycleerd*



Biobased

*“De eerste emmers uit fossiel gebaseerde kunststoffen waren van zeer slechte kwaliteit. Na 5 keer gebruik waren ze kapot”*  
(Rodenburg Biopolymere BV, 2011)

# GESCHIEDENIS

Eerste kunststoffen waren biobased!

- 1860 uitvinding cellulose nitraat dat in 1889 werd gebruikt in filmrollen
- 1927-1963 lego steentjes van cellulose acetaat
- 1920-1930: ontdekking hoe je plastic uit aardolie kon halen
- ~1980: nieuwe interesse in bioplastics met focus op bioafbreekbaarheid
- ~2000 focus op biogebaseerde plastics





*“Biobased plastics zijn kunststoffen waarvan de grondstoffen afkomstig zijn uit natuurlijke, hernieuwbare bronnen” (Pezy, 2011)*



# BIOBASED POLYMEREN

- Natuurlijke (gemodificeerde) polymeren
  - Zetmeel, cellulose(acetaat), caseïne, chitine, etc.
- Geproduceerd door micro-organismen
  - PHA
- Vanuit natuurlijke grondstoffen (bv. via fermentatie)
  - Polymelkzuur (PLA)

# BIOAFBREEKBARE PLASTICS

- Degradatie:
  - Mechanisch, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, UV, warmte
- Biodegradatie:
  - Gekatalyseerd door biologische activiteit (micro-organismen)
  - Biodegradeerbaarheid: mate van biodegradatie
  - 100% = volledige afbraak tot natuurlijke gasen (o.a. CO<sub>2</sub>), water en mineralen
- Opgepast! Biodegradatie is niet hetzelfde als
  - ≠ Oxo-degradeerbaar (microplastics, leidt tot plastic-soep)
  - ≠ Oplosbaar (blijven hele polymeerketens)

# BIODEGRADATIE

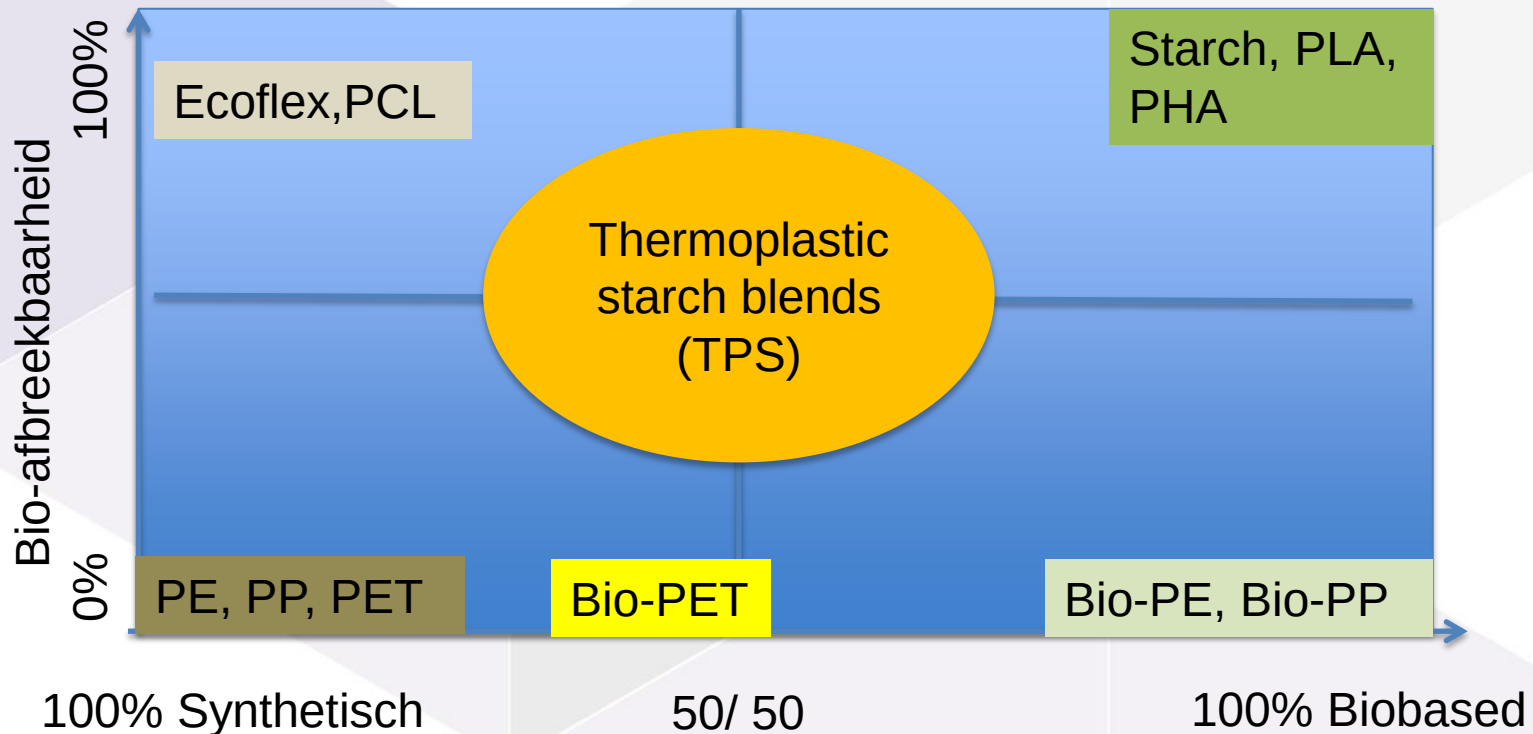
- Afhankelijk van milieu = aanwezige bacteriën
  - Bodem (soil burial)
  - Water, zeewater
  - Anaeroob (vergisting)
  - Compostering (industrieel of thuis composteren)
- **Standaardisatie en certificering is heel belangrijk!**
- Eisen aan composteerbare producten staan beschreven in EN13432
  - Snelheid en mate van afbraak
  - Temperatuur, vochtigheid, bacteriecultuur
  - Kwaliteit als compost





# BIOAFBREEKBAAR VS. BIOBASED

- Biobased = eigenschap van de grondstof
- Bioafbreekbaar = eigenschap van het product









Tape Walkman



# WANNEER BIODEGRADEERBARE PRODUCTEN?

- Functioneel voordeel of vereiste
  - groen-afval zak
- Wettelijk vereiste
  - Supermarktzakjes in Italië
- Recycling is onmogelijk of te duur
  - Landbouwtoepassingen
- Beste prijs/prestatie verhouding
  - PLA vezels



# EEN BIODEGRADEERBAAR PRODUCT

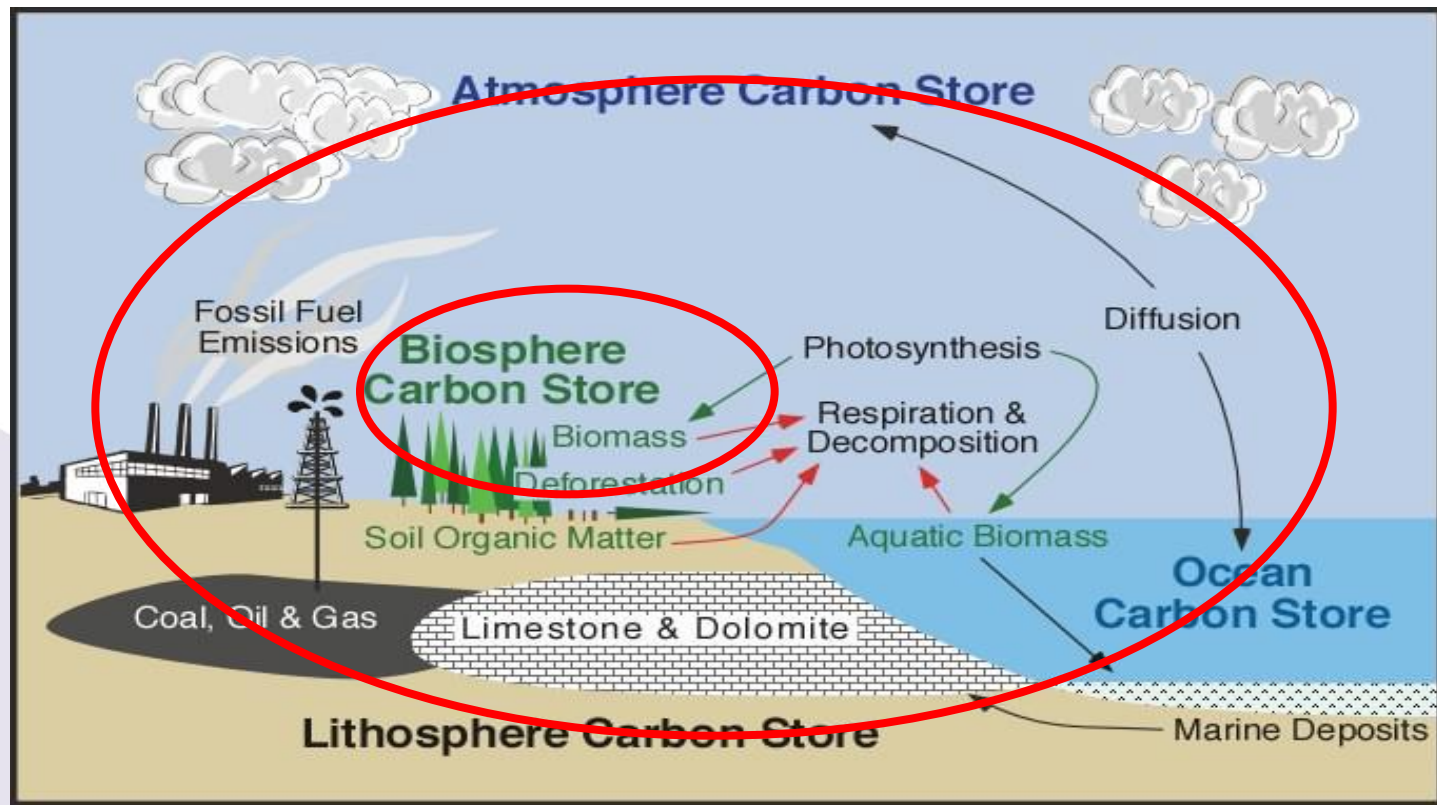
=

1. Biopolymeer +
2. Additieven +
3. Verwerking +
4. Assemblage (lijm, tape) +
5. Marketing (inkten, labels)



Integrale aanpak is belangrijk!





## WAAROM BIOBASED | DUURZAAM & MEER

- Verminderde afhankelijkheid van aardolie
- CO<sub>2</sub> emissie reductie met 30-70 %
- Superieure producten, door betere eigenschappen
- Afbreekbaarheid
- Groene regelgeving en consumenten



*“Vanuit een technisch oogpunt kan 90% van alle plastics gemaakt worden uit biomassa!”  
(Thielen, Bioplastics Magazine, 2012)*

## TOP 5 BIOBASED PLASTICS

### Biodegradeerbare plastic

- Cellulose plastics
- Zetmeel plastics
- Polymelkzuur (PLA)
- PHA

### NIET biodegradeerbare plastic

- Bio-PE

### Daarnaast ook:

- Polycaprolacton (PCL)
- Andere (co-)polyesters
- Eiwitten
  - Melk eiwit
  - Soja
  - Collageen
- Heel veel blends

# CELLULOSE

**Cellulose plastics:** bv. hout, katoen, maar ook uit afvalstromen van hennep, vlas, stro, tarwe

## Voordelen

- Biobased, biologisch afbreekbaar
- Slagvast, Taai, Hittebestendig
- Mooi uiterlijk (transparant, glossy)
- Goed te kleuren
- Toepassingen: hoogwaardige producten

## Nadelen

- Prijs (>4€/kg)
- Gebruik weekmaker



Bron: WUR, 2011

*Welk producten kennen jullie die zijn gemaakt van cellulose acetaat?*

# POLYMELKZUUR (PLA)

**PLA:** polymelkzuur van bv. mais, suikerriet en andere granen.

Oorsprong uit de medische wereld

## Voordelen

- Biobased en bioafbreekbaar
- Diverse producenten, veel grades, ~150 kton/jaar
- Prijs < 2€/kg, één van de goedkoopste bioplastics
- Transparant, glossy
- Verwerkbaar via diverse technieken
- Toepassingen; vezels, folies, thermoform producten

## Nadelen

- Alleen composteerbaar in industriële installaties
- Watergevoeligheid tijdens verwerking



Bron: Synbra, 2012





# ZETMEEL

**Zetmeel plastics:** bv. aardappel (resten)

## Voordelen

- (gedeeltelijk) biobased, snel biologisch afbreekbaar
- Diverse producenten, veel grades, ~150 kton/jaar
- Prijs 2.5-4€/kg (prijs bepaald door toevoegingen)
- Niet transparant, vochtgevoelig, Antistatisch
- Goed verwerkbaar
- Toepassingen; folies

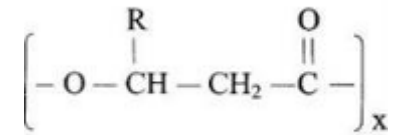
## Nadelen

- Vochtgevoelig
- Niet volledig transparant
- Meestal is compounding noodzakelijk



Bron: WUR, 2011

*Welk producten die jullie dagelijks gebruiken zijn gemaakt van zetmeel?*



# POLY HYDROXY ALKANOATEN (PHA'S)

**PHA:** micro-organisms: bacteriën, schimmel

## Voordelen

- Biobased en snel bioafbreekbaar
- Hydrofoob (lage waterdamp doorlaatbaarheid)
- Variatie aan mechanische eigenschappen mogelijk

## Nadelen

- Duur (voorlopig 4 – 14 €/kg)
- Geoogst uit micro-organismen
- Lage smeltsterkte
- Niet transparant
- Nog niet commercieel beschikbaar



Bron: WUR, 2011

# SYNTHETISCHE (CO)POLYESTERS EN POLYESTER AMIDES

- (Nog) niet hernieuwbaar
- Mechanische eigenschappen van PE tot PP
- Composteerbaar
- Geschikt voor films en extrusie (vaak niet geschikt voor spuitgieten)



Bron: WUR, 2011

# BIO-PE

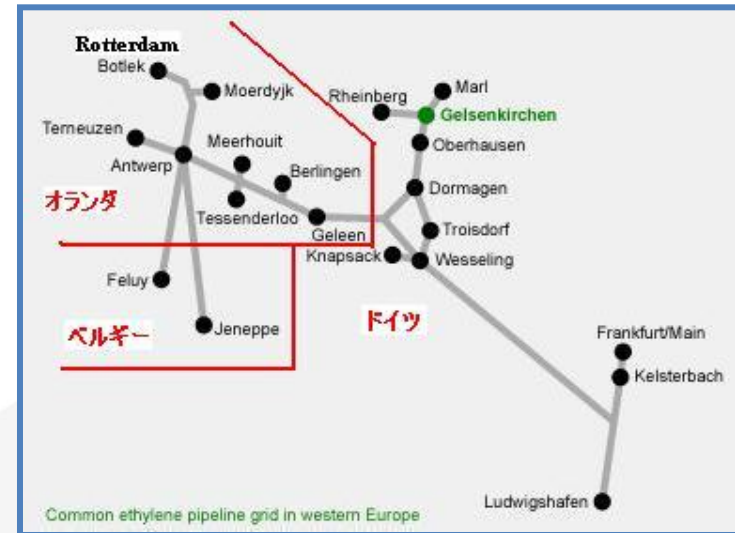
**Bio-PE:** bioethanol (suikerriet). Kan ook van zetmeel gewassen zoals mais en andere granen.

## Voordelen

- 100% substitutie mogelijk
- Goed te recyclen in huidig systeem
- Niet biodegradeerbaar
- Afzetmarkt = polyetheen pijplijn

## Nadelen

- Prijs 30% hoger dan fossiele PE
- Geen waarde systeem



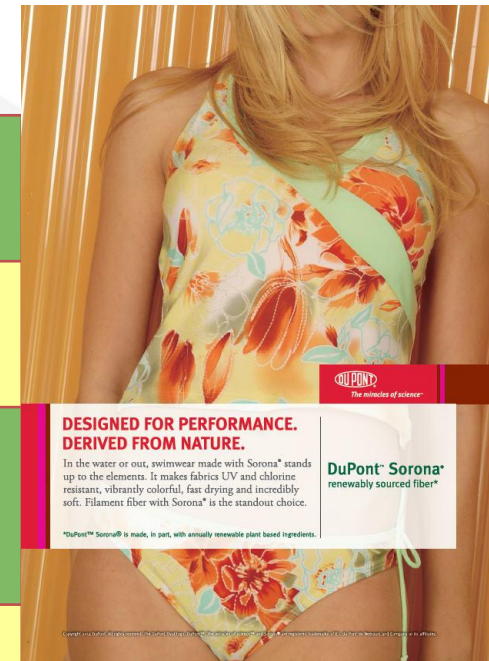
Bron: <http://en.european-bioplastics.org/technologymaterials/>

*Welk demo product is gemaakt van Bio-PE?*



# NIEUW ONTWIKKELDE HERNIEUWBARE PLASTICS

|                                   |         |                                                      |
|-----------------------------------|---------|------------------------------------------------------|
| Bio-PE<br>(Bio-PP)                | Braskem | Bioethanol, suikerriet                               |
| Rilsan 11 (PA11)<br>Pebax Rnew    | Arkema  | C11 vetzuren, castorolie                             |
| Sorona<br>Zytel (PA 1010)         | Dupont  | 1,3 propaandiol (PDO) maïs<br>C10 dizuur, castorolie |
| EcoPaXX (PA410)<br>(Palapreg ECO) | DSM     | C10 dizuur, castorolie                               |



# POLYMEREN ADDITIEVEN

- Property extenders
  - anti oxidants
  - light stabilisers
  - heat stabilisers
  - anti-static agents
  - flame retardants
  - preservatives
  - pigments
- Modifiers
  - Impact modifiers
  - Compatibilisers
  - Nucleating agents
  - Chemical blowing agents
  - Plasticisers
  - Nano-clays
- Processing aids
  - Lubricants
  - Anti block agents
  - Slip agents

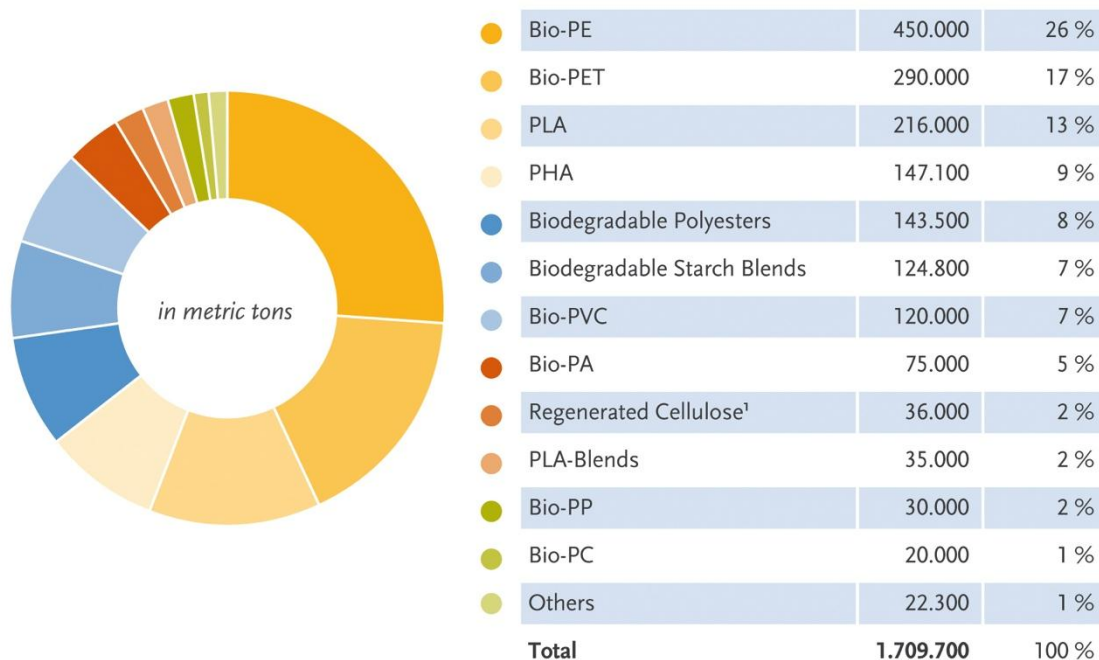
# LOGO'S



*Welke logo's kunnen op welke producten geplakt worden?*

# DE MARKT | PRODUCTIE CAPACITEIT

*Biopolymers production capacity 2015 (by type)*



<sup>1</sup> only hydrated cellulose foils

Source: European Bioplastics | University of Applied Sciences and Arts Hanover

1.7 miljoen ton is < 1% van Europa's totale plastic productie

Totale markt waarde in 2015  
€ 7,5 miljard

Bron: European bioplastics / ifBB, Hanover

## DE MARKT | PRIJS

- 2 tot 4 keer hoger, niet alleen voor grondstof- en additieven, maar ook verwerkingskosten.
- Maar: totale systeemkosten (end-of-life) kunnen lager zijn
- Dalende kostprijs door:
  - Stijgende olie prijzen
  - Groter wordende productie faciliteiten – “economies of scale”



*“Onze PLA is wel zo’n beetje uit ontwikkeld, het is nu constant zoeken naar verschillende toepassingen” (Synbra, 2012)*



# DRIJFVEREN VOOR INTRODUCTIE

- Technisch
  - Verbeterde technieken
  - Verbeterde additieven
  - 'Economies of scale'
- Politiek
  - Wetgeving
  - Subsidies
- Economisch
  - Toenemende oliegebaseerde grondstofprijzen
  - Toenemende afvalprijzen
  - Toenemende competitie
- Sociaal
  - Acceptatie van bioplastics
  - 'Groener' bewustzijn van consumenten

*Bron: K. Callewaert, Dr.Ing.*

# HINDERPALEN VOOR INTRODUCTIE

- Hoge prijs
- Technische prestaties soms ontoereikend
- Geen vraag
- Gebrekkig beeld van aanbod
- Concurrentie met ontwikkeling van traditionele kunststof
- Onduidelijkheid rond composteersystemen
- Geen wettelijk kader

*Bron: K. Callewaert, Dr.Ing.*

# CONCLUSIES

- Groter wordend aanbod van
  - Biopolymeren (soorten en hoeveelheid)
  - Additieven voor biopolymeren
- Verbeterde
  - Eigenschappen
  - Toepassingen
- Wat te kiezen? Afhankelijk van gewenste
  - Helderheid
  - Biodegradeerbaarheid, composteerbaarheid
  - % hernieuwbare grondstoffen
  - Proces condities

# TOEPASSINGS MARKTEN

## Disposables

- Verpakkingen
- Catering
- Tuinbouw
- Personal care & medische wereld

## Durables

- Consumenten electronics
- Automotive sector
- Sport sector
- Textiel
- Anders: speelgoed, desktop artikelen



Bron: European bioplastics

## BUSINESS CASE

plantbottle<sup>TM</sup>

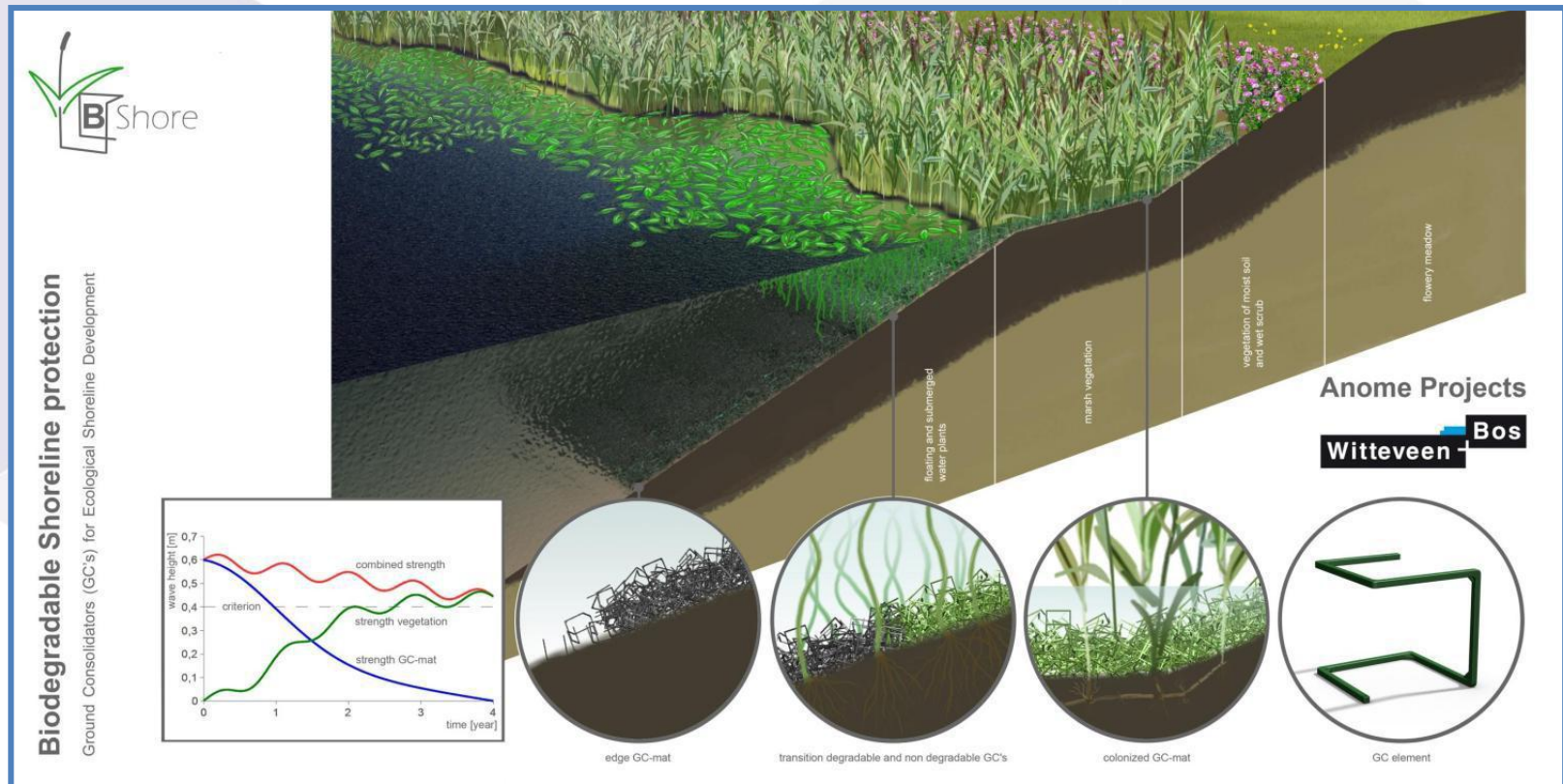
- Nu: Plantbottle = 22% biobased
- Partners met het Amsterdamse Avantium om 100% biobased fles te maken van PEF
- Materiaal houdt het koolzuur beter in de fles en de zuurstof erbuiten





# BUSINESS CASE

**Ground consolidator** | B-shore: functie biodegradeerbaarheid gewenst



Bron: Pezy, 2011

# DE DUURZAME BIOBASED WEG



*“In 2050 zijn kunststoffen lichtgewicht, zelf-reparerend, zelfreinigend en volledig recyclebaar. Verder wordt voor de productie van deze en andere materialen biomassa-gebaseerde grondstoffen ingezet.”*

(Topconsortia Kennis en Innovatie Materialen, 2011)

# BUSINESS CASE



## **DeschPlantpak:** Plantenpot

### **Wie:**

- Desch Plantpak produceert thermovorm potten en containers, transporttrays, zaaitrays, verspeentrays en perkgoed packs voor de professionele tuinbouw.
- Gemaakt van PP (polypropyleen), PS (polystyreen), PET (Poly-ester)
- Convenant Verpakkingen III, waarin afspraken zijn opgenomen over het verminderen van de milieubelasting van verpakkingen en de bestrijding van zwerfafval.

### **Wens:**

- Een bio-plantenpotje!

Bron: Desch, 2012

# CASUS BLOEMPOTJE (1)

- Wat is de hele keten van een bloempotje?
- Bij welke partijen treden er veranderingen op wanneer overgegaan wordt op een bio-bloempotje?

## CASUS BLOEMPOTJE (2)

- Wat is de hele keten van een bloempotje?
- Bekijk per belanghebbende partij in de keten:
  - Aan welke eisen moet een bloempotje voldoen?
  - Aan welke eisen moet een bio-bloempotje voldoen?
  - Wat zijn de voordelen van een bio-bloempotje?
  - Wat zijn de nadelen van een bio-bloempotje?
- Van welk materiaal zou een bio-bloempotje voor jouw partij gemaakt kunnen worden?



# DE KETEN VAN EEN BLOEMPOTJE (1)

- Bloempotjes-producent
  - Proces = compounceren en sheet-extrusie, thermovormen, verpakken
  - Verwerkbaar, andere temperaturen, eis aan vochtgehalte, sterkte
  - Biobased vanwege CO2 reductie, markuitbreiding
  - Oppassen voor: slappe sheet, thermische degradatie, lange cyclustijd, klein verwerkbaarheidsgebied
  - In de praktijk: grondstof 2x duurder, doorzet 2x minder = prijs 4x hoger (€0,04 i.p.v. €0,01)

## DE KETEN VAN EEN BLOEMPOTJE (2)

- Tuinder
  - Proces = automatisch vullen met aarde en plantje, groeien (in de kas), verpakken
  - Automatisch: antistatisch, potten kunnen anders niet gestapeld worden en vliegen uit de vulmachine
  - Groeien: vochtige omgeving, geen schimmelvorming, planten moeten even goed groeien
  - Groeien: warme omgeving, temperatuur kan oplopen tot 60 °C en pot moet niet 'inzakken'
  - Composteerbaar: mee kunnen met 'groen' afval, minder verwerkings- en afvalkosten, niet bio-afbreekbaar in de kas

## DE KETEN VAN EEN BLOEMPOTJE (3)

- Verkoper
  - Bijv. supermarkt, tuincentra
  - Mooi uiterlijk: geen schimmels en goed gegroeide planten
  - Bio-uiterslijk: geen olieplastic gevoel
    - 1<sup>e</sup> versie was high-gloss en zwart
    - 2<sup>e</sup> versie is matgroen
  - Bedrukking: logo's, uitleg
  - Biobased vanwege duurzaamheidsgevoel, markuitbreiding
  - Composteerbaar of bio-afbreekbaar zijn extra verkoopargumenten

## DE KETEN VAN EEN BLOEMPOTJE (4)

- Consument
  - Prijs: niet (veel) duurder
  - Potje is 4x zo duur, maar 4 cent valt weg tegen 3 euro voor de hele plant
- Goed gevoel, duurzaam, minder afval
- Maar educatie is erg belangrijk:
  - Afbreekbaar in de tuin? In de tuincomposthoop? Of alleen weggooien in de groencontainer? Mag het potje bij het plastic afval?
  - Bio-afbreekbaarheid is ‘makkelijker’ dan biobased

## DE KETEN VAN EEN BLOEMPOTJE (5)

- Afvalverwerker
  - Verwerken tot compost?
    - Volledig composteerbaar, laagdikte, additieven, bedrukking
    - In de praktijk moet dit vaak nog sneller gaan dan volgens het certificaat!
    - Pas op voor negatief imago voor bioplastics!
  - Recyclen?
    - Te scheiden van andere plasticsoorten?
    - In de praktijk wordt plasticafval gescheiden in PP, PE, PET en de rest
    - Verbranden met de rest?



# BUSINESS CASE

**DeschPlantpak:** Biodegradeerbaar plantenpotje

## Problemen:

- Andere eigenschappen: plasje ipv folie uit de extruder
- Bij thermovormen temperatuur niet te hoog waardoor ze vervormen of aan elkaar plakken
- Rekening houden met krimp en stansbaarheid
- Product moet recyclebaar zijn
- Bij de kweker zakten ze in elkaar door de zon

## Succesfactoren:

- Meerwaarde voor de hele keten: benaderde kwekers & supermarkten
- Prijs van €0,04 ipv €0,01, maar met plant is het verschil verwaarloosbaar voor groen product.



Bron: Desch, 2012

# BUSINESS CASE

## DeschPlantpak: Biodegradeerbaar plantenpotje

- **D-Grade® productlijn**
  - PLA met additieven
    - Vulmiddelen vanwege prijs en eigenschappen
    - Anti-static agents
    - Nucleating agents
  - **100% biobased, 100% composteerbaar**
- Toekomstige productlijn
  - 100% biobased, 100% bio-afbreekbaar in de grond
  - Vergelijkbare eigenschappen als D-Grade ®
  - Snelheid van afbreken moet geoptimaliseerd worden



Bron: Desch, 2012

# TOEKOMST ONTWIKKELINGEN

- Europese bioplastics markt groeit met 20% per jaar → schaal vergroting
- Van verpakkingen naar constructieve en hoogwaardige toepassingen  
Ontwikkelen van nieuwe biopolymeren met de focus op technische eigenschappen en functionaliteiten
- Ontwikkelen van betere bio-additieven: weekmakers, coatings en kleurstoffen
- Nieuwe kosten effectieve recycling opties ontwikkelen



# CONCLUSIES

- Trend:
  - Nieuwe verpakkingsconcepten
  - Biopolymeren kunnen bijdragen aan een oplossing
- Succesvolle productontwikkelingen:
  - Reeks van positieve eigenschappen
  - Niet alleen biodegradeerbaarheid
- Afbreekbaar plastic product:
  - Polymeer, additief, inkt, etiket, etc.
- Biopolymeren vervangen de PE-markt binnen enkele jaren
  - Nee.