

Catalogus biobased verpakkingen

KARIN MOLENVELD EN MARTIEN VAN DEN OEVER



WAGENINGENUR

For quality of life



Catalogus biobased verpakkingen

Karin Molenveld en Martien van den Oever

Uitgegeven in de reeks “Groene Grondstoffen”.

- Duurzaamheid van biobased producten uit plantaardige olie, energiegebruik en broeikasgasemissie. Harriëtte Bos, Sjaak Conijn, Wim Corré, Koen Meesters, Martin Patel (2013)
- Groene bouwstenen voor biobased plastics; Biobased routes en marktontwikkeling. Paulien Harmsen en Martijn Hackmann (2012)
- Catalogus biobased bouwmaterialen; het groene bouwen, Jan van Dam, Martien van den Oever (2012)
- Biocomposieten 2012; Natuurlijke vezels en bioharsen in technische toepassingen. Martien van den Oever, Karin Molenveld, Harriëtte Bos (editor) (2012)
- Biobased Plastics 2012. Christiaan Bolck, Jan Ravenstijn, Karin Molenveld, Paulien Harmsen (editor) (2011)
- Microalgen; het groene goud van de toekomst? Grootschalige duurzame kweek van microalgen voor de productie van bulkgrondstoffen. Hans Wolkers, Maria Barbosa, Dorinde Kleinegris, Rouke Bosma, Rene Wijffels (2011)
- Duurzaamheid van biobased producten; Energiegebruik en broeikasgas-emissie van producten met suikers als grondstof. Harriëtte Bos, Sjaak Conijn, Wim Corré, Koen Meesters, Martin Patel (2011).
- Bioraffinage; Naar een optimale verwaarding van biomassa. Bert Annevelink en Paulien Harmsen (2010).
- Agrificatie en de Biobased Economy; Een analyse van 25 jaar beleid en innovatie op het gebied van Groene Grondstoffen. Harriëtte Bos (2008).
- Doorbreken van de innovatieparadox; 9 voorbeelden uit de biobased economy. Christiaan Bolck en Paulien Harmsen (2007).
- Weekmakers; groene grondstoffen bieden nieuwe mogelijkheden. Karin Molenveld (2006).

Deze en oudere uitgaves zijn beschikbaar via www.groenegrondstoffen.nl

Voorwoord

In het kader van het overheidsbeleid met betrekking tot “duurzaam inkopen” heeft het Ministerie van Economische Zaken (EZ) WUR-FBR opdracht gegeven om biobased materialen die geschikt zijn en/of al worden toegepast in verpakkingen in kaart te brengen. De catalogus is geschreven voor inkopers, gebruikers en producenten van verpakkingsmaterialen en beleidsmedewerkers van overheden.

De catalogus is opgezet om biobased verpakkingen te etaleren en geeft een overzicht van commercieel beschikbare biobased verpakkingen in 2014. De grondstoffen, materialen, producten en diensten die betrekking hebben op biobased verpakkingen zijn zoveel mogelijk gerubriceerd naar toepassing en kort beschreven. In sommige gevallen bestaan verpakkingen deels uit biobased materiaal en deels uit niet-biobased materiaal vanwege functionele eisen. In dat geval wordt het percentage biobased vermeld. Waar mogelijk zijn verwijzingen naar producenten en leveranciers opgenomen.

Verschillende producenten van biobased materialen en verpakkingen hebben hun medewerking verleend. De catalogus is een brondocument voor hernieuwbare en duurzame verpakkingen dat inkopers en beleidsmakers kan ondersteunen bij het maken van verantwoorde keuzes. Hoewel we een zo compleet mogelijk overzicht geven, is het goed mogelijk dat er ontwikkelingen en verpakkingen ontbreken aangezien de ontwikkelingen snel gaan. Informatie ten aanzien van verpakkingssamenstelling en -eigenschappen is hoofdzakelijk verkregen van gerenomeerde bedrijven en websites. Wij gaan er van uit dat alle info correct is, maar kunnen daar geen verantwoordelijkheid voor nemen.

Leeswijzer

De catalogus is opgedeeld in 3 delen.

In deel 1 worden de achtergrond van biobased verpakkingen en de aanleiding voor het samenstellen van deze catalogus toegelicht (hoofdstuk 1). Duurzaamheidsaspecten van biobased verpakkingen worden behandeld in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 en 4 worden de diverse biobased materialen geïntroduceerd met hun specifieke kenmerken en belangrijkste eigenschappen.

In het 2^e deel wordt een overzicht gegeven van beschikbare biobased verpakkingen en toekomstige ontwikkelingen. Hierbij zijn de verpakkingen ingedeeld in verschillende categorieën op basis van het verpakte product (hoofdstukken 5 tot en met 10).

In deel 3 worden gebruikte afkortingen en termen toegelicht (hoofdstuk 11) en wordt een overzicht gegeven van leveranciers van biobased materialen en verpakkingen (hoofdstuk 12). Webadressen van verschillende instanties en partijen worden in hoofdstuk 13 vermeld. Na de referentielijst (hoofdstuk 14) worden de in de catalogus gebruikte pictogrammen toegelicht in hoofdstuk 15.

Dankwoord

Onze dank gaat uit naar Ger Standhardt, Henk Vooijs, Caroli Buitenhuis, Harriëtte Bos en Christiaan Bolck voor hun bijdrage aan de realisatie van deze publicatie, naar Jenny van Driel voor het maken van de pictogrammen/illustraties, naar 'Rijksdienst voor ondernemend Nederland' voor de financiële ondersteuning van het onderzoek naar de markt van verpakkingen en biobased alternatieven (52802/NO), alsmede naar de directie Biobased Economy van het Ministerie van EZ voor de financiële ondersteuning van dit project (BO-20-12).

Inhoudsopgave

1	Inleiding	9
1.1	Duurzaam verpakken.....	9
1.2	Functie van verpakkingen.....	9
1.3	Huidig materiaalgebruik	11
1.4	Regelgeving en richtlijnen m.b.t. verpakkingen	14
1.4.1	Introductie	14
1.4.2	Regeling verpakkingen en gebruiksartikelen.....	15
1.4.3	Verpakkingsrichtlijnen en normeringen.....	16
1.4.4	Vermijden en verminderen	17
1.4.5	Hergebruik en recycling.....	18
1.4.6	Compostering	22
1.4.7	Plaats van Biobased binnen Richtlijn voor Verpakkingen	23
1.4.8	Beleid	24
1.4.9	Labels.....	25
1.5	Waarom biobased verpakkingen.....	26
1.6	Biobased versus Biologisch afbreekbaar	28
2	Duurzaamheidsaspecten van biobased verpakkingen	31
2.1	Introductie	31
2.2	Verminderen.....	31
2.3	Functionaliteit.....	32
2.4	Zwerfafval, plastic soep en gedrag	32
2.5	Regionaal	33
2.6	Food versus packaging.....	34
2.7	GMO biomassa.....	34
2.8	Green washing.....	35
3	Biobased materialen	37
3.1	Introductie	37
3.2	Papier en karton	37
3.3	Hout	38
3.4	Biobased plastic materialen	39
3.4.1	Conventionele plastics uit hernieuwbare grondstoffen	39
3.4.2	Nieuwe biobased plastics.....	41
3.4.3	Overige voorbeelden van biobased plastics	43
3.4.4	Geschuimde producten.....	46

3.5	Samengestelde materialen	47
3.6	Inkten en lijmen	48
4	Belangrijke eigenschappen van (biobased) verpakkingen	49
4.1	Voedselcontact	49
4.2	Barrière-eigenschappen	49
4.3	Recycling	51
5	Vers voedsel	53
5.1	Introductie	53
5.2	Vloeibaar.....	54
5.2.1	Melk en andere zuivelproducten	55
5.2.2	Vruchtensappen	57
5.3	Vast	58
5.3.1	Groenten & Fruit	58
5.3.2	Vlees en vleeswaren	60
5.3.3	Vis.....	62
5.3.4	Kaas	63
5.3.5	Boter	64
5.3.6	Brood.....	64
5.3.7	Eieren	65
5.4	Diepvries.....	65
6	Houdbaar voedsel	69
6.1	Introductie	69
6.2	Vloeibaar.....	69
6.2.1	Frisdrank (koolzuurhoudend)	69
6.2.2	Water	70
6.2.3	Bier & Wijn	70
6.2.4	Sauzen.....	71
6.2.5	Soepen	72
6.3	Vast	72
6.3.1	Koekjes en bakkerijproducten	72
6.3.2	Chips	73
6.3.3	Snoep & chocolade	74
6.3.4	Koffie.....	75
6.3.5	Thee	77
6.3.6	Diverse droge producten	78

7	Non-food	79
7.1	Vloeibaar.....	79
7.2	Schoonmaakmiddelen.....	79
7.3	Persoonlijke verzorgingsproducten	80
7.4	Cosmetica	81
7.5	Elektronica en elektrische apparaten.....	82
7.6	Sierbloemen, planten en bomen.....	84
8	Verpakkingen van verpakkingen	87
8.1	Krimpfolie	87
8.2	Rekfolie	88
8.3	Dozen.....	88
8.4	Kratten	89
8.5	Pallets	90
9	Disposables	91
9.1	Draagtassen en Vuilniszakken.....	91
9.2	Catering.....	92
9.2.1	Bekers voor warme dranken	92
9.2.2	Bekerdeksels	93
9.2.3	Bekers voor koude dranken	93
9.2.4	Bestek	94
9.2.5	Borden en schalen	94
9.3	Medisch/Lab	95
9.4	Overige.....	96
10	Ontwikkelingen	97
10.1	Bio-PET.....	97
10.2	PEF	97
10.3	Transportbeschermingsmaterialen.....	97
10.4	Eetbare verpakking	98
10.5	Alternatieve biobased grondstoffen.....	98
11	Glossary	99
12	Toepassers en mogelijke leveranciers	101

13	Adressen	127
13.1	R&D en kennisinstituten.....	127
13.2	Belangenbehartigers, platforms en netwerkorganisaties.....	127
13.3	Consumenten informatie.....	128
13.4	Advies.....	128
13.5	Overige.....	128
14	Referenties	129
15	Pictogrammen	133
	Colofon	136

1 Inleiding

1.1 Duurzaam verpakken

Zowel vanuit de overheid als vanuit de industrie en de consument bestaat er grote belangstelling voor duurzaam verpakken. Duurzaam verpakken kan echter veel betekenissen hebben. Gedacht kan worden aan het verminderen van verpakkingsmaterialen, het toepassen van gerecycleerde verpakkingen en materialen, maar ook aan het toepassen van minder milieubelastende materialen. Belangrijke nieuwe duurzame materiaalgroepen zijn biobased materialen en composteerbare materialen. Toepassing van biobased materialen kan een milieuwinst geven via een lagere uitputting van fossiele grondstoffen en een lagere CO₂ uitstoot. Composteerbare materialen kunnen een voordeel hebben bij de end of life. Deze catalogus richt zich specifiek op biobased verpakkingen, soms in combinatie met composteerbaarheid.

1.2 Functie van verpakkingen

Verpakkingen kunnen worden omschreven als tijdelijke omhullingen van producten. Over het algemeen worden verpakkingen na gebruik weggegooid als afval. Er kunnen 3 hoofdcategorieën verpakkingen onderscheiden worden:

- Primaire verpakking of verkoopverpakkingen: de verpakkingen die in de winkel staan en voor de consument bedoeld zijn. Primaire verpakkingen zitten direct om een product en kunnen niet verwijderd worden zonder het product te veranderen. Voorbeelden van primaire verpakkingen zijn tubes voor tandpasta, doosjes voor rijst, flessen voor shampoo of frisdrank en zakken voor aardappelen, brood of verse (gesneden) groenten.
- Secundaire verpakking of verzamelverpakkingen: verpakkingen die een aantal verpakte producten bevatten en gebruikt worden voor distributie en display in winkels. Een secundaire verpakking kan worden verwijderd zonder het product te beschadigen. Voorbeelden zijn multi-packs frisdrank en doosjes waarin snackrepen worden verkocht.
- Transportverpakking of verzendverpakkingen: verpakkingen voor grotere hoeveelheden producten specifiek voor vervoer zoals pallets, kartonnen en plastic omhullingen en containers die transport en handeling eenvoudiger maken.

De functie van een verpakking bepaalt de vorm van de verpakking en welk materiaal wordt toegepast. Vaak worden verschillende functies gecombineerd in één verpakking.

Deze functies zijn bijvoorbeeld:

- bescherming van producten
- voorkomen van verlies
- bijeenhouden van producten
- delen van productinformatie
- dragen van (reclame-)uitingen

Bij beschermende functie kan gedacht worden aan het beschermen tegen stof, bacteriën of vuil, maar ook vocht, zuurstof, kooldioxide en UV. Een heel ander type bescherming is de bescherming tegen beschadiging tijdens transport of door vallen. Het type bescherming dat nodig is voor een product bepaalt in hoge mate de materiaalkeuze en ook de keuze voor een bepaald type verpakking.

Een heel belangrijk doel van een verpakking is het voorkomen van verlies. Afhankelijk van het verpakte product (vloeibaar, vast, grof, fijn) moet de verpakking goed gesloten zijn om verlies te voorkomen.

Veel producten worden niet afzonderlijk verkocht, maar als een eenheid met een bepaald gewicht. Voorbeelden hiervan zijn aardappelen, snoepjes maar ook



Figuur 1. Karton is het meest gebruikte materiaal voor secundaire- en transportverpakkingen.

boterhamzakjes. In dat geval is het bijhouden van producten een functie van de verpakking. Daar waar zwaardere producten worden verpakt (zoals bij aardappelen) is de sterkte van een materiaal en een verpakking een belangrijke eigenschap voor selectie.

Meer en meer wordt productinformatie gedeeld op een verpakking. Voorbeelden zijn gebruiksaanwijzingen, houdbaarheidsdata en ingrediëntendeclaraties. Deze informatie wordt ofwel via een etiket, ofwel direct op de verpakking aangebracht. Bedrukbaarheid van materialen is daarom een essentiële producteigenschap voor veel verpakkingen.

Reclame-uitingen, maar ook het optimaal laten zien van het product, zijn eveneens belangrijke functies van een verpakking. Naast bedrukbaarheid, vorm en eventueel transparantie is ook de uitstraling van een verpakking van belang.

Keuze voor de juiste verpakking levert de volgende voordelen op:

- verlengde houdbaarheid van het product
- minimalisatie van verlies tijdens transport en distributie
- aantrekkelijk om te kopen voor de consument

Bij een juiste keuze draagt de verpakking minimaal bij aan de milieubelasting van een product. Aangezien de verpakking productuitval kan voorkomen, kan de verpakking juist in hoge mate bijdragen aan het verduurzamen van producten.

1.3 Huidig materiaalgebruik

De Stichting Nedvang (Nederland Van Afval Naar Grondstof) verzamelt in opdracht van bedrijven gegevens van materiaalgebruik, hergebruik en recycling specifiek voor verpakkingen (Nedvang, 2013a). Het totaalgewicht van de in Nederland op de markt gebrachte verpakkingen is ca. 2750 kton. Daarvan is op basis van deze gegevens nu reeds 56% biobased in de vorm van hout, papier en karton (Figuur 2). In 2012 was slechts 1 kton (dus 0.036%) van de op de markt gebrachte verpakkingen van bio-kunststof (biobased of biologisch afbreekbaar/composteerbaar).

Ook de EuPC (vertegenwoordiger van plasticverwerkers binnen Europa) publiceert data over het materiaalgebruik (EuPC, 2009). Volgens de gegevens van de EuPC wordt ongeveer een derde van alle goederen verpakt in plastics, waarmee het gebruik van plastic voor verpakkingen nog net iets kleiner is dan het gebruik van papier en karton. Omdat kunststoffen en kunststofverpakkingen veel lichter zijn dan glas, metaal en

papier en karton, is er een groot verschil tussen het gewichtsaandeel van plastic verpakkingen en het aandeel in plastic verpakte producten, respectievelijk 17% en 31%.



Figuur 2. Materiaalgebruik in verpakkingen op basis van gewicht in Nederland (links, Nedvang, 2013a) en op basis van hoeveelheid verpakte producten in Europa (rechts, EuPC, 2009).

De diverse categorieën huidige verpakkingsmaterialen worden hieronder kort toegelicht. In hoofdstuk 3 volgt een uitgebreide beschrijving van de biobased materialen.

Papier en karton worden van oudsher veel gebruikt in verpakkingen en disposables. Belangrijke voorbeelden zijn papieren bordjes en bekertjes en daarnaast fruittrays, alle van moulded fibre zoals eierdozen. Hard karton (ook wel bekend als massief karton) wordt veel gebruikt voor de verpakking van diepgevroren levensmiddelen, al dan niet in combinatie met een plastic coating of plastic binnenzak. Golfkarton wordt veel toegepast in dozen als verzamelverpakking of transportverpakking. Papier en karton kunnen, tenzij ze gecoat zijn, goed gerecycled worden.

Hout wordt met name toegepast als transportverpakking zoals pallets en kratten. Hout geeft een goede bescherming tegen beschadiging, goede (impact) sterkte en stijfheid en is goed stapelbaar. Houten kratten worden steeds meer vervangen door goedkopere plastic containers. Voor producten als wijn en sterke drank hebben houten rijpingsvaten een additionele functie doordat ze smaakstoffen afgeven die de kwaliteit van het product verbeteren. Houten verpakkingen worden tevens gebruikt om producten een kwaliteitsimago (display functie) te geven.

Glas is een traditioneel en populair verpakkingsmateriaal omdat het geschikt is voor sterilisatie en pasteurisatie, stijf is, niet reageert met voedsel, en de inhoud goed beschermt tegen invloeden van buiten omdat het ondoordringbaar is voor vocht, gas, geurtjes en micro-organismen. Daarnaast is glas geschikt voor hergebruik, (opnieuw) sealen en recycling. Glas is transparant maar kan ook gekleurd worden voor bescherming tegen licht. Met name vanwege de uitstekende barrière-eigenschappen (CO₂, zuurstof, water) is glas in sommige toepassingen moeilijk te vervangen (zoals bierflesjes). Belangrijke nadelen van glas zijn het hoge gewicht dat resulteert in hogere transportkosten. Daarnaast kan glas snel breken en glassplinters kunnen een gevaar opleveren in voedsel.

De meest gebruikte **metalen** zijn aluminium en staal, met name voor blikverpakkingen. De belangrijkste voordelen van blik zijn de volledige bescherming van de inhoud tegen invloeden van buiten, sabotagebestendigheid en geschiktheid voor presentatie (bedrukking en vorm). Belangrijkste nadelen zijn het gewicht (behalve ten opzichte van glas) en de daarmee gepaard gaande hogere transportkosten, en het hoge energieverbruik tijdens productie, met name voor aluminium. Aluminium wordt ook gebruikt als dunne laag op folies en in laminaten (in combinatie met plastic) wanneer hoge barrière-eigenschappen vereist zijn.

Plastic verpakkingen zijn van recentere oorsprong en laten ook de hoogste groei in toepassing zien. Voorbeelden van plastic verpakkingen zijn flexibele films (met 55% de grootste groep), plastic trays en plastic flessen (EuPC, 2009). Ook geschuimde verpakkingen vallen onder de categorie plastics. De voornaamste voordelen van plastic verpakkingen zijn de lage prijs, het lage gewicht, en de vele mogelijkheden voor vorm en uiterlijk. Ook geven plastics een goede bescherming van het product via barrière-eigenschappen, heat sealing, ongevoeligheid voor vocht etc. Daarbij zijn plastic verpakkingen praktisch onbreekbaar. Plastic flessen zijn, evenals glas, heel geschikt voor hergebruik (UU, 1999). Een studie in opdracht van Plastics Europe geeft interessante conclusies ten aanzien van milieueffecten van plastic verpakkingen (Denkstatt, 2012):

- Bij gebruik van plastics bedraagt de milieubelasting van de verpakking vaak maar 1% van de totale milieubelasting van het verpakte product versus meer dan 30% bij een glazen verpakking.
- Plastic verpakkingen zorgen ervoor dat jaarlijks 220 miljoen ton CO₂ wordt bespaard, hoofdzakelijk dankzij plastic flessen (97 miljoen ton CO₂ t.o.v. glazen flessen) en plastic folies (67 miljoen ton CO₂ t.o.v. alternatieven zoals blik en karton).

Van alle type verpakkingsmaterialen blijkt recycling van plastics het moeilijkst, deels omdat het economisch lastig is om het brede scala aan soorten plastic te scheiden, maar ook omdat plastics vaak in combinatie met andere materialen gebruikt worden zoals in laminaten. De meest gebruikte plastics in verpakkingen zijn PolyEthyleen (LDPE en HDPE), PolyPropyleen (PP), PolyEthyleen Tereftalaat (PET) PolyStyreen (PS) en PolyVinyl Chloride (PVC). In *Tabel 1* wordt een overzicht gegeven van de meest gebruikte kunststoffen op basis van de gegevens van de Association of Plastics Manufacturers Europe (APME).

Tabel 1. Meest gebruikte plastics en hun toepassingen in verpakkingen in West Europa (APME, 2001).

Type plastic	Aandeel [%]	Toepassing	Verwerkingsmethode
LDPE/LLDPE	34	Folies, zakjes, tasjes	Folieblazen en -extrusie
HDPE	22	Flesjes, containers	Blow moulding
PP	19	Folies, Potjes, kratten	Folieblazen, Spuitgieten
PET	11	Flessen	Blow moulding
PS + EPS	8+2	Trays	Thermovormen/schuimen
PVC	5	Folies	Folieblazen

Opvallend in deze tabel is het hoge aandeel PE (LDPE + HDPE). Hoewel geen recentere gegevens van het materiaalgebruik gevonden zijn dan uit 2001, is het beeld van materiaalgebruik nog representatief voor 2014 en is voornamelijk het gebruik van PET toegenomen.

1.4 Regelgeving en richtlijnen m.b.t. verpakkingen

1.4.1 *Introductie*

Er zijn diverse regels en richtlijnen waaraan verpakkingen moeten voldoen zoals de Europese Richtlijn voor Verpakkingen en Verpakkingsafval (EU Verpakkingen, 1994) en de Regeling Verpakkingen en Gebruiksartikelen (Warenwet, 2014). Deze richten zich onder meer op het voorkomen van afval, en het voorkomen van gezondheidsschade. Via normen kan vastgesteld worden of verpakkingen voldoen aan de gestelde eisen. Onderstaande paragrafen geven de hoofdlijnen van deze regelingen en richtlijnen weer maar richten zich hoofdzakelijk op biobased verpakkingen en hoe deze passen binnen de huidige richtlijnen en regelgeving. Daarnaast worden de belangrijkste labels voor (bio)verpakkingen behandeld alsmede het overheidsbeleid.

1.4.2 Regeling verpakkingen en gebruiksartikelen

Plastics die in contact komen met levensmiddelen moeten aan strenge regels voldoen. Stoffen (zoals additieven) die worden toegevoegd aan plastics kunnen hieruit migreren en in het voedsel terecht komen. Dit kan gezondheidsschade opleveren, de samenstelling van het voedsel veranderen of de geur en/of smaak van het voedsel veranderen. In Europa schetst de Kaderverordening 1935/2004 de kaders voor materialen die in contact komen met levensmiddelen. Voor kunststoffen wordt dit verder uitgewerkt (richtlijnen en verordeningen) in de Kunststofverordening 10/2011/EC. Daarnaast zijn er aanvullende richtlijnen voor specifieke stoffen en groepen van stoffen.



Figuur 3. Veel kunststoffen zijn geschikt voor voedselcontact.

In de praktijk betekenen deze verordeningen dat moet worden aangetoond dat er geen (schadelijke) stoffen uit de verpakkingen in het voedsel kunnen migreren. Zelfs voor onschadelijke stoffen mag de migratie naar voedsel niet boven een bepaalde limiet uitkomen. De leverancier van de verpakkingen moet laten zien dat deze voldoet aan de eisen door een Declaration of Compliance mee te leveren met haar verpakkingen. Via o.a. de website van de VMK (Vereniging Kunststofverpakkingen Nederland) is meer informatie te vinden over de richtlijnen waaraan verpakkingen moeten voldoen (VMK, 2012) en hoe in de praktijk met deze richtlijnen omgegaan moet worden.

Op de Europese markt is een Declaration of Compliance verplicht voor verpakkingen die in contact komen met voedsel. Een (Amerikaans) FDA approval volstaat in Europa niet. De onderliggende systematieken van de Europese en Amerikaanse richtlijnen verschillen. De FDA gaat uit van 'no objection' terwijl in Europa via o.a. migratietesten de veiligheid van een product moet worden aangetoond.

Biobased

Diverse biobased materialen zoals polymelkzuur (PLA), bio-PE, cellofaan en sommige polyhydroxyalkanoaten (PHA) zijn goedgekeurd voor voedselverpakkingen en worden ook frequent gebruikt in deze toepassing. Net als voor conventionele kunststoffen zijn recyclaten niet toegestaan. Ook papier en karton zijn geschikt te maken voor voedselverpakkingen. In dit geval moet ook virgin papierpulp als grondstof worden gebruikt. Voor zetmeelblends is het moeilijker om aan de migratie-eisen te voldoen omdat hieraan vaak weekmakers zoals glycerol en sorbitol worden toegevoegd. Toch voldoen enkele zetmeelgebaseerde materialen zoals diverse Mater-bi grades (van Novamont) en Bioplast grades (van Biotec) aan de eisen voor voedselcontacttoepassingen.

1.4.3 Verpakkingsrichtlijnen en normeringen

Om de regels rond verpakkingen en verpakkingsafval binnen de Europese Unie gelijk te trekken is er een Europese Richtlijn voor Verpakkingen en Verpakkingsafval 94/62/EG van toepassing voor alle lidstaten van de EU (EU Verpakkingen, 1994). Deze richtlijn wordt uitgewerkt in de paraplustandaard EN13427. Binnen deze paraplustandaard wordt verwezen naar verschillende normen voor productie, samenstelling, hergebruik en teruggewinning van verpakkingen en verpakkingsafval (Figuur 4). Begin 2013 zijn ook de ISO-normen voor verpakkingen en milieu gepubliceerd. Deze zijn grotendeels gebaseerd op de EN-normen.

Europese norm (EN)

Een Europese EN-norm is geldig voor alle Europese lidstaten. Normalisatie-instituten zijn verplicht de Europese normen nationaal over te nemen (implementatieplicht). Voor de Nederlandse markt dragen Europese normen dan bijvoorbeeld de codering NEN-EN. In Duitsland is dat DIN-EN.

Internationale norm (ISO of IEC)

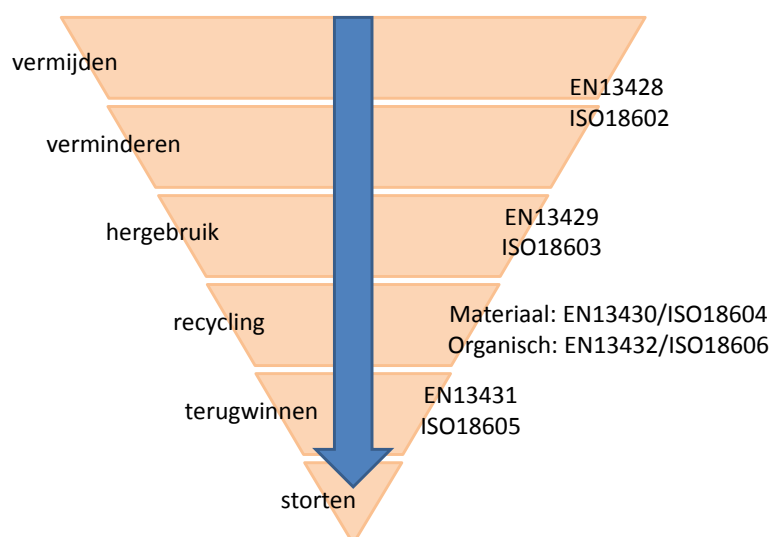
Een internationale norm is ontwikkeld in internationaal verband bij ISO of IEC. Voor deze mondiale normen geldt geen implementatieplicht. De documenten die wel door Nederland zijn geaccepteerd, krijgen de codering NEN-ISO of NEN-IEC. (NEN, 2014).

Binnen de normen wordt aangegeven dat het voorkomen (vermijden) en verminderen van verpakkingsafval de grootste voorkeur heeft (EN13428 en ISO18602). Als dit niet mogelijk is, is hergebruik een goed alternatief (EN13429 en ISO18603). Verpakkingen die niet hergebruikt kunnen worden, kunnen worden gerecycled (EN13430 en

ISO18604), gecomposteerd (EN13432 en ISO18606) of worden verbrand met terugwinning van energie (EN13431 en ISO18605). Storten van afval is een optie die zoveel mogelijk vermeden moet worden.

De EU-richtlijn heeft niet het beoogde doel van het harmoniseren van afvalsystematieken bereikt maar heeft binnen EU-landen tot zeer verschillende afvalsystemen geleid.

Eisen aan verpakkingen; Paraplu-standaarden EN13427/ ISO18601



Figuur 4. Grafische weergave van de geldende normen rond verpakkingen en verpakkingsafval.

1.4.4 Vermijden en verminderen

De belangrijkste milieuwinst is te behalen door het vermijden of het verminderen van het gebruik van verpakkingsmaterialen. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de milieuwinst alleen bereikt wordt wanneer het weglaten of verminderen van verpakkingsmaterialen niet resulteert in een toename van het verlies van producten. Een stimulans voor het vermijden en verminderen van verpakkingsmaterialen is dat het vrijwel in alle gevallen een kostenbesparing oplevert. Toepassing van plastics als vervanging voor glas, blik en papier en karton resulteert meestal ook in het verminderen van het gebruik van verpakkingsmaterialen omdat plasticverpakkingen dunner en lichter zijn. Verbeteringen in kunststofkwaliteiten en productietechnieken

maken dat verpakkingen (waaronder PET-flessen en kunststof draagtasjes) steeds dunner worden met behoud van functionaliteit. Zo is het gewicht van een PET-fles in de afgelopen 30 jaar met 35% afgenomen (PET-fles, 2006). Met betrekking tot kunststof draagtasjes is de EU met een richtlijn gekomen die de lidstaten verplicht acties te ondernemen die het gebruik van dunne draagtasjes moeten beperken (PPDW Directive, 2013).

1.4.5 Hergebruik en recycling

In Nederland bestaat reeds jaren veel aandacht voor hergebruik en recycling van (verpakkings)materialen. Nedvang monitort de resultaten van de verpakkingsrecycling in Nederland voor alle producenten en importeurs van verpakte producten. In *Tabel 2* zijn de recente percentages van materiaal-hergebruik per categorie verpakkingsmaterialen samengevat (Nedvang, 2013a). Hergebruik betekent dat het verpakkingsproduct nogmaals wordt gebruikt, zoals bijvoorbeeld statiegeldflessen. Recycling betekent dat het verpakkingsmateriaal opnieuw voor enige toepassing gebruikt wordt. 'Nuttige toepassing' betekent met name dat het voor (bio)energie wordt ingezet (Nedvang, 2013b). Kleine verschillen in percentage recycling over de jaren kunnen veroorzaakt worden door beperkingen in de monitoring (Nedvang, 2013a).

Tabel 2. Gewichten en percentages van gerecyclede of nuttig toegepaste verpakkingen in Nederland in 2012 (Nedvang, 2013a).

Materiaal	2012			2011	2010
	Op de markt (kton)	Recycling (kton)	Recycling (%)	Recycling (%)	Recycling (%)
Glas	536	382	71	83	91
Metaal	193	175	91	91	88
Papier en karton	1129	1004	89	89	90
Hout	423	124	29	30	32
Hout, nuttige toepassing		147	35	44	50
Kunststof	459	219	48	51	48
Kunststof, nuttige toepassing		24	5	5	

Glas

De recyclingpercentages voor glas, metaal, papier en karton liggen traditioneel hoog. Glazen (statiegeld) flessen kunnen een aantal keren hervuld worden. De flessen die

hervuld worden, zijn niet in bovenstaande tabel meegenomen. Het grootste deel van het eenmalige glas is import, vooral waters die in de horeca worden gebruikt (Nedvang, 2014). Glazen verpakkingsafval kan worden herverwerkt tot nieuwe glazen producten met behoud van kwaliteit (recycling zoals bedoeld in de tabel). Glasinzameling vindt plaats door bronscheiding: de consument (en bedrijven) leveren glas in bij speciale inleverpunten. Glas dat in het milieu terecht komt is voor zover bekend niet toxisch. De flinke afname in hergebruik van glas tussen 2010 en 2012 wordt deels veroorzaakt door een aanpassing van de meetmethode in 2011.

Metalen

Metalen verpakkingen (zowel blik als aluminium) worden vooral veel toegepast voor voedsel. Deze verpakkingen kunnen vrijwel niet hergebruikt worden als verpakking, maar het metaal is feitelijk oneindig te recyclen met behoud van kwaliteit. Metalen verpakkingen (blik) worden in sommige gemeenten via bronscheiding ingezameld, maar kunnen ook via nascheiding uit restafval verzameld worden met behulp van magneten en wervelstromen (Blik, 2014; Nedvang, 2014). Ook door opwerking van bodemassen van afvalverbrandings-installaties kunnen metalen teruggewonnen worden.

Papier en karton

Inzameling van papier en karton vindt plaats door bronscheiding. Papier en karton kunnen circa 7 keer gerecycled worden voordat de vezels zo klein zijn geworden dat ze uit de papiercyclus verdwijnen en in het proceswater terecht komen. Om de juiste kwaliteit te verkrijgen, worden mengsels van gerecyclede en *virgin* (nieuwe) grondstoffen gebruikt.

Hout

Houtverpakkingen bestaan voornamelijk uit pallets. Deze kunnen meerdere malen worden gebruikt en zelfs gerepareerd. Hergebruik en afdanken gebeurt voornamelijk door bedrijven. Houtverpakkingen die via huishoudens bij het afval terecht komen bij de gemeentelijke milieuparken worden apart ingezameld. Onder overige nuttige toepassingen van hout valt ook het stoken in biomassa-centrales, dat met name in 2009 een duidelijke groei heeft laten zien die in 2010 en 2011 is vastgehouden (Nedvang, 2012). Subsidies die de opwekking van bio-energie stimuleren, vormen een belemmering voor materiaalhergebruik (Nedvang, 2012). De dalende trend voor het percentage hergebruik en overige nuttige toepassingen van houtverpakkingen kan worden veroorzaakt door het oplopen van voorraden, door het blijven gebruiken van

pallets zonder dat bedrijven dat aanmerken als hergebruik, of door het verstoken in kachels van particulieren (Nedvang, 2013b).

Kunststoffen

Plastic kratten en PET-flessen worden sinds jaar en dag middels statiegeld systematisch ingezameld en hergebruikt of gerecycled. Er wordt in Nederland gesproken over het afschaffen van het statiegeldsysteem op PET-flessen (met een volume groter dan 0.5 liter). Een besluit hierover is uitgesteld tot April 2015. In de agrarische sector worden plastic potten en trays die zijn gemaakt van PP en PS ingezameld en gerecycled. Daarnaast worden kunststofreststromen uit de kunststofverwerkende industrie en uit de distributie ingezameld en gerecycled. Het overall percentage hergebruik en recycling van kunststoffen was traditioneel laag doordat consumentenverpakkingen nauwelijks werden gerecycled. De laatste jaren is door de campagnes voor bronscheiding van kunststof consumentenverpakkingen (Plastic Heroes) het percentage recycling van kunststofverpakkingen gestegen tot ca. 50% (Nedvang, 2013a; Plastic Heroes, 2014).

Inzameling van kunststofverpakkingsafval afkomstig van huishoudens vindt voor circa 90% plaats via bronscheiding en voor circa 10% door nascheiding (Nedvang, 2013a). Bedrijven scheiden kunststofverpakkingsafval voornamelijk aan de bron. De kwaliteit van dit industriële verpakkingsafval (en distributie-afval) is veel hoger dan nagescheiden en brongescheiden verpakkingsafval.

Ingezameld plastic kan worden gescheiden in zuivere kunststofstromen met behulp van een nabij-infrarood (NIR) scanner. Een NIR-scanner kan alle kunststoffen identificeren en heeft een groot positief effect op de recycling van plastics en de kwaliteit (zuiverheid) van plastic recyclaten. Een uitzondering is zwart en donkergekleurd plastic dat door de scanner niet te zien is en daarom bij het restafval terecht komt. Een andere beperking van NIR is dat samengestelde plastic producten niet goed gescheiden kunnen worden. Op dit moment worden de meest voorkomende kunststofsoorten via NIR gescheiden, te weten: PE, PP, PET. Nedvang rapporteert over 2012 een sorteerrendement van 76% voor materiaalhergebruik uit brongescheiden ingezameld huishoudelijk kunststofverpakkingsafval (Nedvang, 2013a). De rest van het plastic kan worden verbrand waarbij energie wordt teruggewonnen (nuttige toepassing). Het is mogelijk om ook andere kunststoffen te scheiden mits er voldoende aanbod is om dit economisch rendabel te maken. Hoewel polystyreen (PS) goed gescheiden kan worden met behulp van NIR en kan worden gerecycled, wordt het niet apart gescheiden maar beland het bij het restafval. Hierdoor ontstaat onduidelijke berichtgeving. Plastic Heroes zegt dat EPS-verpakkingen (bijvoorbeeld piepschuim)

niet in de zak mogen (Plastic Heroes, 2014). Stybenex, de overkoepelende organisatie van EPS producenten in Nederland, maakt duidelijk dat hard PS wel in de zak mag (Stybenex, 2013). Ook is er verwarrende berichtgeving over toepassingen van composteerbare plastics die de recycling van plastic negatief zouden beïnvloeden. Ook deze plastics kunnen echter via NIR worden onderscheiden van de andere kunststoffen. Op dit moment wordt de NIR-technologie met name gebruikt voor 'harde' verpakkingen uit de 'Plastic Heroes' stromen (HDPE, PP, PET). Folies worden vooraf afgescheiden (afgeblazen) en als één foliefractie gerecycled. Een nieuwe NIR-technologie uit Frankrijk maakt het mogelijk om ook de folies te scheiden in zuivere stromen.

Eind 2012 werd een nieuwe 'Raamovereenkomst Verpakkingen' gesloten door het verpakkende bedrijfsleven, de overheid en de gemeenten. In deze overeenkomst staan afspraken voor inzameling, hergebruik en recycling van verpakkingen voor de periode tot en met 2022. Zo is afgesproken dat in 2020 52 procent van al het kunststof wordt hergebruikt. In 2012 was dit ruim 42%. Ter vergelijking: Europa schreef lidstaten voor om in 2012 in totaal 22,5% van het plastic afval gescheiden in te zamelen. Nederland doet het dus aanmerkelijk beter dan de meeste andere landen in Europa. Andere belangrijke afspraken uit het akkoord ten aanzien van recycling en hergebruik zijn:

- Groei recycling huishoudelijk kunststofafval naar 90 kton (82 kton in 2012)
- Plaatsing van een inzamelingsbak bij alle supermarkten
- Gebruik van minimaal 25% recycalaat in nieuwe PET-frisdrankflessen
- Opzetten, uitvoeren en afronden pilot rond inzameling drankenkartons

Drankenkartons

Drankenkartons worden steeds meer gebruikt voor vruchtenlimonades en koolzuurvrije waters (FWS, 2014). Ze bestaan voor circa 75% uit karton, 21% LDPE (waterdicht



Figuur 5. Drinkenkartons worden veelvuldig toegepast voor zuivel en vruchtensappen.

maken) en 4% aluminium (bescherming tegen licht en zuurstof). In de meeste Europese landen is gescheiden inzameling en recycling landelijk geregeld. In Duitsland en België wordt hierdoor inmiddels respectievelijk 71% en 81% van de op de markt gebrachte drankenkartons gerecycled (Hedra, 2013). In Nederland loopt in 36 gemeenten een proef die onderzoekt op welke manier drankenkartons in Nederland het best kunnen worden ingezameld (KIDV, 2013). Na scheiding kunnen de kartonvezels gebruikt worden voor uiteenlopende papiertoepassingen. Het LDPE en aluminium kan worden gebruikt voor de productie van o.a. consumentenproducten (FWS, 2014).

1.4.6 Compostering

Compostering wordt binnen de EU-richtlijn gezien als een methode van recycling: organische recycling. Biologisch afbreekbare of biodegradeerbare materialen zijn materialen die door micro-organismen (bacteriën of schimmels) afgebroken kunnen worden tot water en natuurlijk voorkomende gassen zoals kooldioxide (CO₂) en methaan (CH₄). Composteerbare verpakkingsmaterialen zijn materialen die voldoen aan EN13432. Deze norm definieert hoe snel en in welke mate een biologisch afbreekbaar plastic moet degraderen onder industriële composteringscondities. Volgens de EN13432 norm kan een plastic verpakking alleen composteerbaar genoemd worden indien wordt aangetoond dat:

- Het verpakkingsmateriaal en zijn relevante organische bestanddelen van nature biologisch afbreekbaar zijn
- Desintegratie van het verpakkingsmateriaal plaatsvindt in een composteringsproces voor biologisch afval
- Het verpakkingsmateriaal geen negatieve invloed heeft op het composteringsproces
- De kwaliteit van de compost niet negatief wordt beïnvloed door het verpakkingsmateriaal

Wanneer verpakkingen gecertificeerd zijn volgens EN13432 mogen ze een kiemplantlogo dragen. Daarbij is iedere gecertificeerde verpakking herkenbaar via een eigen P-



Figuur 6. Logo's om aan te duiden dat producten composteerbaar zijn volgens EN13432: Vinçotte (links), Kiemplantlogo (rechts).

nummer. Naast het kiemplantlogo bestaan er ook andere certificeringsprogramma's zoals via Vinçotte: OK compost. In Nederland, Duitsland en Engeland wordt het kiemplantlogo het meest gebruikt en in België, Frankrijk en Italië is het OK compost-logo meer algemeen. Het is belangrijk om te weten dat de achterliggende testen en eisen om een product als composteerbaar gecertificeerd te krijgen gelijk zijn.

Terwijl compostering goed gereguleerd wordt, geldt dat niet voor alle biodegradatie routes. Zo is de term 'biologisch afbreekbaar' in Nederland niet beschermd en wordt deze ook gebruikt voor degradatieroutes die niet biologisch van oorsprong zijn (UV, oxo-degradables, desintegratie). Omdat voor verpakkingen compostering goed gereguleerd is spreken we in deze catalogus alleen over composteerbare producten die voldoen aan EN13432 en vermijden we de term biologisch afbreekbaar.

Er zijn nog geen Europese normen voor 'home compostable' en 'soil degradable' verpakkingen. Binnen de EU wordt door de Europese Commissie voor Standaardisatie (CEN, waarin ook Nederland wordt vertegenwoordigd) gewerkt aan Europese normen voor deze 'end of life' routes. Onderzoek hiervoor wordt uitgevoerd in het EU KP7-project Open-Bio. Vooruitlopend op Europese regelgeving verleent het van oorsprong Belgische certificeringsbedrijf Vinçotte in Europa certificaten voor 'home compostable' en 'soil degradable' producten en materialen. In de certificeringsprocedure wordt de methodiek van de composteringsnorm gebruikt bij aangepaste omstandigheden (o.a. lagere temperatuur).

1.4.7 Plaats van Biobased binnen Richtlijn voor Verpakkingen

Biobased materialen passen binnen de EU-richtlijn onder het kopje productie en samenstelling en meer specifiek onder EN13428 (vermijden, verminderen). Voor het maken van biobased materialen wordt minder energie (in de vorm van aardolie) gebruikt en de CO₂-uitstoot bij de productie van deze materialen is in het algemeen lager.

Vaak wordt gesproken over de biobased content. Dit is het percentage van het gewicht van een product dat is gebaseerd op hernieuwbare grondstoffen. De Amerikanen hanteren in hun 'BioPreferred Program' ASTM D6866 die is gebaseerd op de hoeveelheid recent opgeslagen koolstof in een product: deze wordt getest met de



Figuur 7. Logo van Vinçotte, Din Certco en de USDA om aan te duiden dat een materiaal biobased content bevat.

zogenaamde C14-methode. Binnen de EU wordt door CEN (waarin ook Nederland wordt vertegenwoordigd) gewerkt aan een Europese norm waarbij gekeken wordt of de ASTM-norm kan worden gevolgd of dat de norm moet worden verbeterd, bijvoorbeeld door ook naar andere componenten zoals zuurstof, stikstof en mineralen te kijken. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de EU KP7-projecten KBBPPS en Open-Bio waaraan de Nederlandse onderzoeksinstituten ECN en Wageningen UR Food & Biobased Research deelnemen. Vooruitlopend op Europese regelgeving verleent het van oorsprong Belgische certificeringsbedrijf Vinçotte in Europa certificaten ten aanzien van biobased content van materialen. Materialen met 1 ster hebben een biobased content van meer dan 20%, 2 sterren meer dan 40%, 3 sterren meer dan 60% en 4 sterren meer dan 80%. Het Duitse certificeringsbedrijf DIN CERTO vermeldt de biobased content in het logo. Beide bedrijven baseren hun testen op ASTM D6866.

1.4.8 Beleid

Conform de Europese richtlijn voor verpakkingen is het beleid in Nederland gericht op het verminderen en hergebruik van verpakkingen. In de periode 1991 – 2005 werd het verpakkingenbeleid geregeld via drie opeenvolgende convenanten (overeenkomsten tussen overheid en bedrijfsleven). Op 1 januari 2006 heeft de overheid de convenanten over verpakkingen vervangen door een wet: het Verpakkingenbesluit. De inhoud van de convenanten en het Verpakkingenbesluit bestaat uit afspraken en targets die gericht zijn op bijvoorbeeld het verminderen van de hoeveelheid verpakkingsafval, hergebruik, recycling en voorkoming van zwerfafval. Als onderdeel van het Belastingplan 2008 is op 1 januari 2008 de verpakkingsbelasting ingevoerd. De heffingen die ondernemers al betaalden voor afval werden hierin samengebracht, en daarbij werd het totale bedrag verhoogd. De verpakkingsbelasting kende diverse tarieven afhankelijk van het materiaaltype. Voor biobased materialen zoals hout en papier gold een veel lager tarief dan voor aluminium en petrochemische kunststoffen. Biokunststoffen (zowel biobased als biodegradeerbaar) werden hierdoor bevoordeeld t.o.v. de traditionele petrochemische kunststoffen. De verpakkingsbelasting is per 1 januari 2013 afgeschaft en vervangen door een raamovereenkomst tussen de overheid en importeurs en verkopers van verpakte producten. In deze overeenkomst is afgesproken dat deze importeurs en verkopers de komende 10 jaar de kosten voor inzameling en hergebruik van kunststof verpakkingsmateriaal betalen. Ook beloven de bedrijven dat ze de komende jaren meer verpakkingsmateriaal gaan hergebruiken, en de hele verpakkingsketen verder zullen verduurzamen. Het Kennis Instituut Duurzaam Verpakken (KIDV, 2014) is opgericht om structurele verduurzaming in de gehele verpakkingsketen te bevorderen.

Naast doelen ten aanzien van verduurzaming zijn er geen specifieke afspraken ten aanzien van het gebruik van biobased materialen en kunststoffen. Ook het overheidsbeleid ten aanzien van duurzaam inkopen lijkt nog geen effect te hebben op de toepassing van biobased materialen. Deze catalogus is een stap in het toegankelijk maken van kennis over de mogelijkheden van biobased materialen.

1.4.9 Labels

Het doel van een label is het eenduidig en in één oogopslag verstrekken van informatie over een verpakking. Labels ten aanzien van composteerbaarheid en biobased gehalte zijn al geïntroduceerd (paragraaf 1.4.6 en 1.4.7). Daarnaast zijn op verpakkingen labels te vinden ten aanzien van:

- Inzameling: Plastic Heroes, statiegeld flessen, recycling (Figuur 8)
- Materiaal type (soort plastic)
- Het voldoen aan keurmerken (zoals FSC, Figuur 9)
- De inhoud: glutenvrij, lactose vrij, biologisch, fair trade.



Figuur 8. Diverse labels ten aanzien van de afvalfase, van links naar rechts: plastic hero, glas bak, restafval en papierbak.



Figuur 9. Diverse keurmerken, van links naar rechts: FSC logo, milieukeurmerk, cradle to cradle, CE markering.

De veelheid aan labels maakt het voor de consument niet eenvoudig om alle informatie goed te overzien, waarmee de labels hun doel voorbij kunnen schieten.

1.5 Waarom biobased verpakkingen

Verpakkingen hebben een korte levensduur, waardoor betrekkelijk veel afval ontstaat. Het gebruik van grondstoffen en de 'end of life' van verpakkingen zijn daarom belangrijk. Biobased en composteerbare materialen kunnen daarin een belangrijke rol spelen.

In paragraaf 1.3 is al aangegeven dat 56% (op basis van materiaal gewicht) van de verpakkingen van biobased origine zijn in de vorm van hout, papier en karton. In toenemende mate worden deze materialen vervangen door kunststoffen en zeker wanneer gekeken wordt naar het aantal verpakte producten is het aandeel plastics groot (Figuur 2).

Plastics worden op dit moment hoofdzakelijk gemaakt uit petrochemische grondstoffen. Olie en gas zijn echter schaarse grondstoffen die naar verwachting in de komende periode steeds duurder zullen worden. Het is voor de industrie belangrijk om vroeg ervaring op te doen met biobased kunststoffen en nieuwe technologieën te ontwikkelen om zo de transitie naar een biobased economie goed te laten verlopen. Met een aandeel van 40% vormen verpakkingen de belangrijkste toepassing (markt) voor plastics en daarom is het voor de plasticsindustrie heel belangrijk om te kijken naar biobased plastic verpakkingen. Naast minder uitputting van fossiele grondstoffen is een verminderde uitstoot van CO₂ een belangrijk milieuvoordeel van biobased plastics.

Het tijdelijk gebruik van plastic verpakkingen wordt vaak geassocieerd met afvalproblematiek zoals zwerfvuil, het storten van afval en de plastic soep. In de '80-er jaren van de vorige eeuw werden biologisch afbreekbare en composteerbare materialen gezien als een oplossing van de afvalproblematiek. Tegenwoordig wordt hierover veel genuanceerder gedacht en worden composteerbare materialen gezien als één van de oplossingen van de afvalproblematiek. Met name voor verpakkingen die moeilijk te recyclen zijn (folielaminaten) en/of sterk vervuild zijn (met groenafval of zand) kunnen composteerbare materialen een oplossing bieden. Een groot aantal (maar zeker niet alle!) biobased materialen is composteerbaar. Het is daarom belangrijk het verschil tussen biologisch afbreekbaar/composteerbaar en biobased goed te maken. Composteerbaarheid is een eigenschap en heeft betrekking op de afvalfase. Biobased zegt iets over de herkomst van de grondstoffen. In paragraaf 1.6 wordt dit onderscheid nader toegelicht.

Naast composteerbaarheid zijn er andere functionaliteiten van biobased plastics die zeer interessant zijn en milieuvordelen bieden. Voorbeelden zijn:

- Het ademend vermogen van diverse biobased plastic verpakkingen waardoor verse producten zoals sla langer houdbaar zijn of brood langer vers blijft.
- Het inherent antistatisch zijn van diverse biobased plastics waardoor minder additieven hoeven worden toegevoegd aan kunststoffen.
- De afwezigheid van eventueel toxische stoffen in sommige biobased plastics is in sommige gevallen een voordeel.

Vanwege de eventuele migratie van (ftalaat)weekmakers worden flexibele PVC-verpakkingen vrijwel niet meer toegepast. Ook diverse andere kunststoffen worden in verband gebracht met de aanwezigheid van potentieel toxische stoffen. Voorbeelden zijn:

- De bisfenol-A discussie met betrekking tot PolyCarbonaat (PC) flesjes voor babyvoeding
- De resten van de antimoon-katalysator in PET (dit geldt ook voor bio-PET)
- Kleine hoeveelheden van het monomeer styreen in PS

Hoewel het effect van deze stoffen op de gezondheid onder invloed van blootstelling door migratie uit verpakkingsmaterialen niet onomstotelijk is vastgesteld, zijn de discussies van invloed op beslissingen van consumenten, en daarmee ook producenten, ten aanzien van materiaalkeuze.

Juist omdat verpakkingen worden gebruikt voor communicatie met de consument zijn grote producenten zoals Heinz, Danone, Procter & Gamble en Coca-Cola zeer geïnteresseerd in biobased kunststoffen (en andere biobased verpakkingsmaterialen zoals papier en karton) omdat deze helpen bij het uitdragen van een positief imago. Een voorbeeld is de introductie door Coca-Cola van de 'plant bottle', een PET-fles waarin deels biobased PET wordt verwerkt.



Figuur 10. Coca-Cola maakt veel reclame met haar 'PlantBottle™'.

1.6 Biobased versus Biologisch afbreekbaar

Biobased plastics zijn niet allemaal biologisch afbreekbaar en composteerbaar. En petrochemische plastics kunnen biologisch afbreekbaar en composteerbaar zijn. Dus biobased \neq biologisch afbreekbaar. De term bioplastic kan daarom veel verwarring oproepen en het is beter om te spreken over biobased plastics en biologisch afbreekbare (of in het geval van verpakkingen composteerbare) plastics zodat duidelijk is waar de toevoeging 'bio' zich op richt. De trend in het gebruik van biopolymeren in verpakkingen is heel sterk gericht op biobased kunststoffen (zoals bio-PE en bio-PET). Composteerbaarheid wordt gezien als een additionele eigenschap en kan in enkele toepassingen, zoals verpakkingen van groenten en fruit, een voordeel zijn in de 'end of life'.

Wat is biobased?

Biobased materialen zijn materialen waarvan de grondstoffen direct of indirect van natuurlijke oorsprong zijn. Voorbeelden zijn papier en hout maar ook plastics zoals PLA waarvan de bouwstenen worden gemaakt uit suikers. Biobased materialen kunnen ingedeeld worden in 3 categorieën

1. Materialen die direct afkomstig zijn uit biomassa, zoals hout, papierpulp, cellulose, zetmeel en eiwitten.
2. Materialen die kunnen worden gemaakt uit bouwstenen die (bijvoorbeeld via fermentatie) afkomstig zijn uit biomassa zoals polymelkzuur.
3. Materialen die worden geproduceerd door micro-organismen zoals PHA.

Wat is biologisch afbreekbaar?

Biologisch afbreekbare of biodegradeerbare materialen zijn materialen die door micro-organismen (bacteriën of schimmels) afgebroken kunnen worden tot water en kooldioxide (CO₂). Biologische afbraak is sterk afhankelijk van de omgeving: temperatuur, aanwezigheid van micro-organismen, aanwezigheid van zuurstof en water. Voor verpakkingen is composteerbaarheid van belang. Composteerbare materialen zijn materialen die voldoen aan EN13432, een internationale norm voor composteerbare plastics. Verpakkingen die voldoen aan EN13432 mogen het kiemplantlogo dragen en mogen bij het groenafval.

Wat is petrochemisch of fossiel?

Onder petrochemische of fossiele kunststoffen verstaan we kunststoffen die gemaakt worden uit aardolie. Op dit moment wordt circa 6% van de aardolie gebruikt voor de productie van kunststoffen.

	Petrochemisch	Gedeeltelijk biobased	Biobased
Niet biologisch afbreekbaar	PE, PP, PET, PS, PVC	Bio-PET	Bio-PE
Biologisch afbreekbaar	PBAT, PBS(A)	Zetmeelblends	PLA, PHA, cellofaan

Figuur 11. Diagram met positionering van biobased versus petrochemische plastics en biologisch afbreekbare versus niet biologisch afbreekbare plastics.

In toenemende mate komen producten op de markt op basis van conventionele petrochemisch kunststoffen (zoals polyethyleen) waaraan additieven zijn toegevoegd om deze materialen te laten afbreken. Deze materialen worden oxo-degradables genoemd en worden verkocht als zijnde biodegradeerbaar, maar voldoen niet aan standaardnormen voor biodegradeerbare producten zoals de EN13432 voor industriële compostering. De materialen fragmenteren onder invloed van UV en/of warmte, maar het is niet aangetoond dat de fragmenten volledig afbreken tot CO₂ en water zoals vereist in EN13432. Voorbeeldproducten zijn folies voor de verpakking van tijdschriften en miniatuur zeep- en shampooflesjes in diverse hotels. Het gebruik van oxo-degradables is controversieel en in Nederland wordt gewerkt aan regelgeving omtrent deze materialen in navolging van België waar oxo-degradables verboden zijn.

Meer informatie over biobased plastics vindt u in de uitgave Biobased Plastics 2012 van Wageningen UR Food & Biobased Research (Bolck, 2011).

2 Duurzaamheidsaspecten van biobased verpakkingen

2.1 Introductie

Biobased verpakkingen kunnen worden gezien als een duurzaam alternatief voor petrochemische kunststoffen omdat ze zorgen voor vermindering van het gebruik van schaarse fossiele grondstoffen en een verminderde CO₂ uitstoot. Er zijn echter veel aspecten die de duurzaamheid van een materiaal en/of verpakkingen bepalen en meegenomen (moeten) worden in de afwegingen. Naast het gebruik van biobased verpakkingen zijn er ook andere mogelijkheden voor de verduurzaming van verpakkingen. Belangrijke zijn het reduceren van materiaalgebruik (dunner maken van folies en flessen), hergebruik van verpakkingen, recycling van verpakkingen of zelfs het vermijden van verpakkingen (zie paragraaf 1.4).

2.2 Verminderen

Het verminderen van (verpakkings)materiaalgebruik is al een punt van aandacht sinds de '70 jaren (zie ook paragraaf 1.4.3). De trend is dan ook dat verpakkingsmaterialen steeds dunner worden (Haffmans, 2013). In de praktijk vertaalt deze trend zich in een toenemend gebruik van plastics. Plastic flessen hebben het voordeel dat ze veel dunner kunnen zijn dan glazen flessen, met behoud van voldoende stevigheid. Als gevolg van de dunnere flesdikte en de tevens lagere dichtheid t.o.v. glas zijn plastic flessen veel minder zwaar waardoor tijdens transport minder brandstof nodig is. Een andere tendens die kan leiden tot een toenemend gebruik van plastic verpakkingen is dat voedselporties kleiner verpakt worden om bederf en weggooien tegen te gaan. Ook in dit geval wordt een duurzaamheidsvoordeel bereikt omdat kleinere porties leiden tot minder voedselverspilling en de milieu-impact van de verpakkingsmaterialen ten opzichte van de inhoud zeer gering is.

Het effect van het inzetten van biobased verpakkingen op het verminderen van materiaal en energiegebruik kan heel verschillend uitpakken, afhankelijk van de functionaliteit van het gekozen biobased materiaal. Zo is bij de vervanging van plastic door papier of karton dit laatste type verpakking vaak zwaarder. Ook diverse biobased kunststoffen zoals zetmeelblends en PLA hebben een hoger soortelijk gewicht dan bijvoorbeeld PE en PP. Dit kan ook leiden tot een toename van het aantal kg verpakkingsmaterialen, bijvoorbeeld bij een gelijkblijvende dikte van een folie. Alleen met behulp van een LCA (LevensCyclus Analyse) kan de daadwerkelijke besparing uitgerekend worden per type verpakking.

2.3 Functionaliteit

Bij het overstappen op biobased verpakkingen is het belangrijk om de functionaliteit van de verpakkingen centraal te houden. Overstappen op een niet-functionele biobased verpakking kan het duurzaamheidsvoordeel van het gebruik van biobased materialen volledig teniet doen. Bijvoorbeeld omdat meer materiaal gebruikt moet worden of omdat samengestelde materialen moeten worden gebruikt in plaats van goed te recyclen monomaterialen. Aan de andere kant bieden diverse biobased kunststoffen ook functionele voordelen. Een voorbeeld is een PLA slaverpakking waarin de sla door het ademend vermogen van PLA langer houdbaar is. Een ander functioneel voordeel is het gebruik van composteerbare (en biobased) verpakkingen in toepassingen waar recycling moeilijk of te kostbaar is bijvoorbeeld doordat de verpakkingen te sterk vervuild zijn met organische resten. Composteerbare zakken hebben een functioneel voordeel bij de inzameling van groen afval. Diverse studies laten zien dat door het gebruik van deze zakken groenafval beter wordt gescheiden én dat groenbakken minder vaak hoeven worden schoongemaakt. Resultaat van beter scheiden is dat de verwerking van groenafval energetisch gunstiger is via compostering dan via verbranding.

2.4 Zwerfafval, plastic soep en gedrag

Door sommige bedrijven en organisaties worden biologisch afbreekbare/composteerbare plastics gezien als een oplossing voor het voorkomen van zwerfafval door plastic verpakkingsmaterialen. Echter, biologische afbraak is sterk afhankelijk van het milieu (de omgeving) waarin een plastic verpakking terecht komt. De temperatuur en de aanwezigheid van vocht, zuurstof en bacteriën en schimmels bepalen de snelheid waarmee afbraak plaatsvindt. Afbraak in de grond is bijvoorbeeld veel trager dan afbraak in een industriële composteerinstallatie waardoor een verpakking al snel langer dan een jaar in de grond terug gevonden kan worden. Afbraak op de grond duurt nog weer veel langer dan in de grond (Rudnik, 2010). Daarbij is 'biologisch afbreekbaar' geen beschermde term en wordt er ook regelmatig misbruik van gemaakt (misleidende en valse claims). Biologisch afbreekbare materialen zijn geen oplossing voor zwerfafval omdat ze niet snel genoeg afbreken. Soms worden biologisch afbreekbare/composteerbare materialen zelfs gezien als risico voor toename van de problematiek omdat de angst bestaat dat consumenten te snel geneigd kunnen zijn deze materialen in de berm of het bos weg te gooien omdat ze toch wel afbreken. Voorkomen dat plastic afval in het milieu terecht komt door duidelijke en correcte communicatie op een verpakking en de inrichting van een goede en éénduidige afvalsystematiek in combinatie met voorlichting levert naar verwachting een beter resultaat. Op de verpakking moet worden uitgelegd dat verpakkingen ofwel bij Plastic Heroes (zie onder kopje kunststoffen in paragraaf 1.4.5) ingeleverd kunnen

worden ofwel in de groenbak (verpakkingen voorzien van een kiemplantlogo) kunnen worden gegooid. In beide gevallen wordt na de levensduur nuttig gebruik gemaakt van de verpakking via recycling, terugwinning van energie of via het maken van compost. Een andere mogelijkheid om zwerfafval te verminderen is het voorkomen dat delen van een verpakking snel loslaten en in het milieu terecht komen (zoals de aluminium sluiting van blikjes) en het niet uitgeven van plastic verpakkingen op plaatsen waar zwerfafval makkelijk kan optreden (zoals strand, festivals, evenementen en scholen). Daarbij moet opgemerkt worden dat op festivals en evenementen veelvuldig composteerbare bekertjes worden gebruikt.

Biologisch afbreekbare materialen kunnen wel de beste oplossing zijn in de landbouw waar producten als bodembedekking, clips en potten met de beste wil niet altijd teruggevonden kunnen worden, en na gebruik kunnen vergaan. Er wordt echter nog gewerkt aan normeringen voor in de grond afbreekbare producten.



Figuur 12. Vanuit maïs worden veel industriële producten gemaakt waaronder bioplastics zoals PLA.

2.5 Regionaal

Bij een transitie van een fossiele aardolie gebaseerde economie naar een circulaire biobased economie, zullen petrochemische plastics vervangen worden door biobased plastics. Hoewel de grondstoffen voor biobased materialen in de ene regio beter zullen groeien dan in een andere, en bepaalde regio's derhalve een economisch voordeel hebben bij de productie van biobased grondstoffen, kunnen de meest uiteenlopende

biobased grondstoffen wereldwijd verbouwd worden. Een voorbeeld is de productie van PLA waarvoor diverse gewassen wereldwijd kunnen worden ingezet:

- Mais in Noord Amerika
- Suikerbieten en mais in Europa
- Suikerriet in Zuid-Amerika
- Suikerriet en cassave in Azië en Afrika

Voordeel is dat meer economieën regionaal grondstoffen kunnen betrekken. Een voorwaarde is dat de landbouw duurzaam wordt ingericht.

2.6 Food versus packaging

Van het wereldwijd beschikbare volume biomassa van ca 13 miljard ton wordt slechts 15% voor directe voedselconsumptie gebruikt (Raschka & Carus, 2012). De grootste hoeveelheid biomassa is voor feed, 58%. Het overgrote deel van het non-food biomassaverbruik (ca 27% van het totaal) is hout bestemd voor energie, papier, meubels en bouw. Hoewel voor de productie van chemicaliën en plastics slechts een klein deel van de beschikbare biomassa wordt gebruikt, neemt met het toenemende gebruik van biomassa voor het maken van biobrandstoffen, biobased kunststoffen en chemicaliën de druk op het efficiënt produceren (hoge opbrengst per hectare) en optimaal benutten van biomassa toe. Optimale benutting houdt in dat alle componenten van de biomassa gebruikt worden. De houtachtige delen van een plant die niet geschikt zijn voor voedselconsumptie kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor non-food toepassingen zoals tweede generatie biobrandstoffen en –kunststoffen en papier. De kennis van het optimaal gebruiken van planten (biocascadering) en de technologie om de verschillende componenten uit planten te isoleren (bioraffinage) zullen de komende tijd verder ontwikkeld moeten worden. Door prijsstijgingen zullen producten als tweede generatie biobrandstoffen en –kunststoffen steeds beter kunnen concurreren met fossiele grondstoffen en eerste generatie biobrandstoffen en biokunststoffen. Daarnaast behouden biobased materialen hun energie-inhoud, waardoor ze na einde levensduur alsnog als bio-energie kunnen worden toegepast.

2.7 GMO biomassa

Met behulp van genetisch modificatie kan de samenstelling en grootte van een plant worden aangepast, de vruchtopbrengst worden verhoogd, of een betere weerstand tegen bijvoorbeeld pesticiden worden bereikt. Genetische modificatie is de afgelopen jaren echter vaak op de agenda gezet door milieuorganisaties. Deze organisaties maken zich met name zorgen over mogelijke gezondheidsrisico's bij het consumeren van genetisch gemodificeerd plantaardig materiaal en over het zich op onbedoelde wijze verspreiden genetisch gemodificeerde organismen (GMO). Er is onduidelijkheid in

hoeverre de natuurlijke balans van ecosystemen kan worden verstoord in de nabije of verre toekomst.

Genetisch gemodificeerde micro-organismen zoals bacteriën, gisten en schimmels kunnen monomeren of polymeren produceren (via fermentatie in afgesloten systemen). Voor de productie van veel biobased plastics is echter geen GMO nodig, voor de productie van sommige chemicaliën en 2^e generatie polymeren wel. PHA's kunnen zowel met als zonder GMO geproduceerd worden. NatureWorks produceert PLA uitgaande van zowel GMO-mais als niet-GMO-mais.

2.8 Green washing

'Green washing' is een vorm van propaganda waarbij een product of materiaal 'groener' of duurzamer wordt voorgesteld dan het is. Verschijningsvormen zijn: de presentatie van te rooskleurige LCA data, het geven van slechts een deel van de product- of materiaalkenmerken, het gebruik van logo's en tekst met vormen en kleuren die aan natuur doen denken. Dit gebeurt op allerlei niveaus, van eigenaren van A-merken tot verkopers van eenvoudig water in PET-flesjes. Naast misleiding van



Figuur 13. Veel voorkomende claims op verpakkingen.

de klant, kan greenwashing het positieve imago van duurzaamheid beschadigen en zelfs leiden tot een negatieve perceptie van duurzaamheid. Een voorbeeld van greenwashing zijn oxo-degradables. Deze materialen worden verkocht als zijnde biologisch afbreekbaar, maar er is niet aangetoond dat deze materialen geen bio-accumulatie veroorzaken en daadwerkelijk volledig afbreken tot water en natuurlijk voorkomende gassen. European Bioplastics heeft richtlijnen opgesteld ten aanzien van

de communicatie over bioplastics met als doel greenwashing tegen te gaan. Algemene richtlijnen zijn:

- Zorg ervoor dat milieuclaims specifiek, nauwkeurig, relevant en waarheidsgetrouw zijn.
- Vermijd vage, algemene claims die niet voldoen aan deze criteria, zoals 'groen', 'duurzaam', 'milieuvriendelijk' en 'klimaatvriendelijk'.
- Onderbouw claims met methoden en gegevens overeenkomstig de geldende internationale normen en geverifieerd door onafhankelijke partijen.
- Maak de gegevens beschikbaar voor alle betrokken partijen.

3 Biobased materialen

3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de meest gebruikte biobased materialen en hun mogelijkheden voor verpakkingen geïntroduceerd. Dit zijn relatief oude materialen zoals papier, karton en hout en ook de veel nieuwere biobased kunststoffen.

3.2 Papier en karton

Papier en karton gebaseerde verpakkingen zijn, zeker bij consumenten, zeer populaire verpakkingsmaterialen. Dit is een van de redenen dat papier en karton wereldwijd, maar ook in Europa en Nederland, de meest gebruikte verpakkingsmaterialen vormen. Papier en karton zijn biobased (in Europa uit goed beheerde bossen), recyclebaar, biologisch afbreekbaar én geschikt voor thermische recycling (verbranding). In Nederland, en in Europa in het algemeen, wordt papier en karton gemaakt uit mengsels van gerecycled papier en *virgin* (nieuwe) vezels. Bijna alle papieren en kartonnen verpakkingen mogen bij het oud papier en in Europa wordt circa 72% van al het papier en karton gerecycled (European Recovered Paper Council, 2014).

Niet alle papieren verpakkingen zijn geschikt voor papierrecycling. Wanneer het verpakkingsmateriaal voedsel- of andere organische resten bevat, kan het bijvoorbeeld wel gecomposteerd worden. Ook allerlei behandelingen tijdens het maken van papier of bij het vervaardigen van verpakkingen kunnen papier ongeschikt maken voor recycling. Voorbeelden zijn het toevoegen van barrièrelagen uit plastic en aluminium. Ook voor dit type materialen worden opties voor hergebruik onderzocht zoals bijvoorbeeld in de pilots voor recycling van drankenkartons (paragraaf 1.4.5).

Papier heeft een goed imago wat betreft duurzaamheid. Wat betreft recycling is dit imago terecht. Over het algemeen wordt bij de productie van karton- en papierverpakkingen relatief veel grondstoffen, water en energie gebruikt t.o.v. bijvoorbeeld plastic. Echter, door recycling is minder *virgin* grondstof nodig. De papieren verpakkingen die niet geschikt zijn voor recycling (papier/plastic combinaties) zijn minder duurzaam. Ook zijn kartonnen en papieren verpakkingen vergeleken met plastic verpakkingen zwaarder, waardoor het vervoer meer brandstof kost (Papier en karton, 2014).

Ook op basis van reststromen uit de agrofood- en tuinbouw-sectoren kan een op papier of karton lijkend materiaal gemaakt worden. Voorbeelden zijn bekertjes en trays op basis van vezelafval van suikerrietplantages. Een voorbeeld zijn de Roots producten van Moonen. De producten hebben de uitstraling van papier/karton en zijn ook

recyclebaar als oud papier. Een ander voorbeeld is tomatentrays die worden gemaakt uit de resten van tomatenplanten. Bij de teelt van tomaten blijven grote hoeveelheden blad en stengels over die nu nog op de composthoop gaan. Op zoek naar zinvoller hergebruik van dit natuurlijke materiaal vonden onderzoekers van Wageningen UR dat vezelpulp van tomaat geschikt is voor de productie van verpakkingen (Groen Kennisnet, 2013). De hoeveelheid blad en stengels die een teler produceert is meer dan voldoende om de eigen tomaten te verpakken. Ook op basis van gras worden inmiddels trays gemaakt. Het gebruik van diverse alternatieve vezelgrondstoffen voor papier en kartontoepassingen is in ontwikkeling.



Figuur 14. Een tomatenbakje gemaakt uit een reststroom van de tomatenplant.

3.3 Hout

Hout wordt, naast toepassing in papier en karton, met name voor transport gebruikt in de vorm van pallets en kratten. In Nederland werden in 2012 in totaal 423 kton houten verpakkingen op de markt gebracht (Nedvang, 2013a). Groot voordeel van houten pallets is dat ze eenvoudig gerepareerd kunnen worden en lang mee gaan. Het percentage hout dat duurzaam geproduceerd wordt is hoog en te herkennen aan het FSC keurmerk. Hout wordt steeds meer vervangen door goedkopere plastic containers. In dit geval wordt een biobased materiaal in toenemende mate vervangen door niet biobased materialen.

3.4 Biobased plastic materialen

Momenteel is ca. 99% van alle plastic verpakkingen van petrochemische oorsprong. Het kleine aandeel bioplastic verpakkingen is heel divers van aard. *Tabel 3* laat zien welke biobased plastics (blends) alternatieven kunnen zijn voor de diverse petrochemische kunststoffen. Dit overzicht is niet compleet maar geeft een indicatie.

Tabel 3. Overzicht van verpakkingstoepassingen van fossiele plastics en de biobased alternatieven.

Petrochemische kunststof	Toepassing	Biobased alternatieven
PE (polyethyleen)	Folies en flacons	Bio-PE Zetmeel blends Zetmeel hybrides PLA blends PHA en PHA blends
PP (polypropyleen)	Folies, flacons en gethermovormde producten	Bio-PBS PHA (blends) PLA blends Bio-PP (in ontwikkeling)
PS (polystyreen)	Harde kunststof verpakkingen (gethermovormd) en schuim	PLA (schuim, folies en harde verpakkingen) Cellulose (pulptrays) Zetmeel blends
PET (polyethyleen tereftalaat)	Met name flessen (en trays en blisters)	Bio-PET PLA PEF (in ontwikkeling)

3.4.1 Conventionele plastics uit hernieuwbare grondstoffen

Het is mogelijk om uitgaande van hernieuwbare grondstoffen biobased plastics te maken die identiek zijn aan petrochemische plastics. Bekende voorbeelden zijn bio-PE en bio-PET. Dit type biobased plastics wordt ook wel 'drop in' plastics genoemd. Voordeel van zowel bio-PE als bio-PET is dat deze materialen via de gebruikelijke recycling routes verwerkt kunnen worden. De grote groei van biobased verpakkingen kan voor een groot deel worden toegeschreven aan bio-PE en bio-PET. De toepassing van biobased nylon in verpakkingen is van zeer recente datum.

3.4.1.1 Bio-PET

Bio-PET is een zogenaamd 'drop in' bioplastic dat momenteel een biobased gehalte heeft van maximaal ca. 30% en met name wordt gebruikt in 'PlantBottle™' flessen voor frisdrank (Coca-Cola) en ketchup (Heinz). Bio-PET is ca. 30% biobased omdat slechts één van de bouwstenen van bio-PET, ethyleenglycol, van hernieuwbare herkomst is. De biobased grondstof voor ethyleenglycol is suiker (uit suikerriet) dat via bio-ethanol omgezet wordt naar bio-ethyleenglycol. De grootste bio-PET leverancier is Indorama en de bio-PET productie vindt plaats in Indonesië en de VS. De productieomvang van bio-PET in 2012 was ca. 450 kton en deze groeit zeer sterk (European Bioplastics, 2014). Er wordt gewerkt aan 100% biobased PET (zie ook Hoofdstuk 10.1), maar de verwachting is dat dit materiaal niet voor 2020 commercieel beschikbaar zal zijn (Plastics Engineering, 2012). Een onderbouwing van de milieuwinst van bio-PET ten opzichte van traditioneel PET via een peer reviewed LCA is niet publiek beschikbaar. Een niet-peer reviewed studie door Imperial College geeft een vermindering van de CO₂ emissie van 25% en een vermindering van het gebruik van fossiele grondstoffen van 10% (Robertson, 2012). Een positief aspect van het gebruik van bio-PET is dat het op geen enkele manier het recyclingproces van PET beïnvloed.

3.4.1.2 Bio-PE

Ook bio-PE is een 'drop in' bioplastic, maar met een biobased gehalte van 100%. Bio-PE wordt op dit moment onder meer toegepast als verpakkingsfolie, zuivel verpakkingen (Actimel flesjes) en verpakkingen van cosmetica en zeep (Ecover, Pantène). In Brazilië staat een productiefaciliteit voor bio-PE van het bedrijf Braskem met een capaciteit van 200 kton per jaar. Uitgaande van bio-ethanol wordt via enkele



Figuur 15. Suikerriet wordt veel gebruikt voor de productie van biobased bouwstenen voor plastics in landen zoals Brazilië en Thailand.

chemische conversies bio-PE geproduceerd. Braskem maakt gebruik van de bestaande infrastructuur voor de productie van bio-ethanol vanuit suikerriet. LCA-gegevens van Braskem laten zien dat er netto CO₂ wordt vastgelegd in plaats van uitgestoten (Braskem, 2014).

3.4.2 *Nieuwe biobased plastics*

Met name in de '70 en '80 jaren van de vorige eeuw zijn er veel nieuwe composteerbare materialen ontwikkeld op basis van hernieuwbare grondstoffen. Voorbeelden zijn PLA, zetmeelblends en PHA's. Redenering hierachter was dat natuurlijke grondstoffen eenvoudiger biologisch afbreekbaar gemaakt konden worden. Daarnaast zijn veel van deze materialen (bio)polyesters die van nature goed afbreekbaar zijn.

Diverse multinationals hebben in deze periode ook 100% petrochemische plastics ontwikkeld die biologisch afbreekbaar zijn. Slecht een deel van deze nieuwe petrochemische plastics wordt op dit moment (nu de aandacht veel meer gericht is op hernieuwbare plastics) nog commercieel geproduceerd.

3.4.2.1 PLA

PLA is een 100% biobased kunststof die tevens voldoet aan EN13432 voor composteerbare producten. PLA is transparant en goedgekeurd voor voedselcontact toepassingen, en daarmee zeer geschikt voor verpakkingen. PLA wordt toegepast in (transparante) gethermovormde schaaltes en folies, met name voor verse biologische producten zoals paprika's en aardbeien. PLA is vanwege het ademende karakter zeer geschikt voor de verpakking van gesneden sla (folie) en ook brood (vensters in broodzakken). Omdat PLA een relatief hoge waterdoorlaatbaarheid heeft, wordt het beperkt toegepast in flessen. PLA-vezels worden toegepast in non-wovens voor bijvoorbeeld theezakjes. Ook wordt PLA regelmatig gecombineerd met papier, zoals coating voor composteerbare papieren bekertjes en bordjes. Een nieuwe ontwikkeling is een plastic koffiebekertje voor koffieautomaten op basis van hittestabiel PLA. BiofoamTM is een nieuw PLA-gebaseerd schuimmateriaal en is geschikt als vervanging van EPS (piepschuim) verpakkingen (zie ook paragraaf 3.4.4.2). De grootste PLA-producent is het Amerikaanse bedrijf NatureWorks LCC (IngeoTM). De productiecapaciteit van NatureWorks in Amerika is 140 kton per jaar (NatureWorks, 2014). Daarnaast werkt NatureWorks aan een vergelijkbare fabriek in Thailand. In Nederland heeft NatureWorks een verkoopkantoor en tevens wordt NatureWorks vertegenwoordigd door het bedrijf Resinex. Bedrijven die zich op kleinere schaal bezighouden met de productie van PLA zijn Corbion (focus op hoogwaardige toepassingen), Futerra (Joint Venture van Total en Galactica) en diverse Chinese bedrijven. Het milieuvoordeel van PLA is uitgebreid bestudeerd en gepubliceerd in

zogenaamde peer reviewed vakbladen. Uit deze gegevens blijkt dat tijdens de productie van PLA (fabriek van NatureWorks in Nebraska, VS) 60% minder CO₂ wordt uitgestoten en 50% minder fossiele grondstoffen worden gebruikt dan tijdens de productie van conventionele plastics zoals PET en PS (NatureWorks LCA, 2014). Om een definitieve uitspraak te doen over de milieuwinst moeten LCA's op productniveau worden uitgevoerd (dus op een complete verpakking). Ook moeten andere milieucategorieën worden meegenomen.



Figuur 16. PLA is transparant, sterk en toegestaan voor voedselcontacttoepassingen.

3.4.2.2 PHA

PHA's zijn 100% biobased en uitstekend biodegradeerbaar in diverse milieus waaronder koude grond en zeewater. De productievolumes zijn op dit moment nog beperkt en sterk verspreid over diverse productielocaties. Wel zijn er diverse typen PHA's op de markt met een scala aan eigenschappen. Zo is PHBV met een hoog gehalte valeraat (één van de bouwstenen van PHBV) flexibel en geschikt voor folietoepassingen. PHB en PHBV met een laag valeraatgehalte zijn stijf en meer geschikt voor spuitgiettoepassingen. PHA's worden op dit moment met name toegepast in folies voor draagtassen en in toepassingen waar biodegradatie erg belangrijk is (zoals mulch films). Omdat PHA's relatief duur zijn en de verwerking van pure PHA's nog technische beperkingen kent, worden ze gecombineerd met bijvoorbeeld Ecoflex en PLA. In verpakkingstoepassingen is een nadeel van PHA's dat ze niet transparant zijn. Producenten van PHA's zijn o.a. Metabolix (MirelTM) Tianan (ENMATTM), TGBM (SogreenTM), Kaneka (AolinexTM), Ecomann (Ecomann[®]), en Biomer

(Biomer[®]). Het Amerikaanse bedrijf Meredian bouwt een PHA-fabriek met een capaciteit van 30 kton per jaar en wil de capaciteit verder uitbreiden naar 90 en tenslotte 285 kton per jaar (Nova, 2013).

Er zijn geen eenduidige getallen van de milieu-impact van de productie van PHA's. Voor een belangrijk deel wordt dit veroorzaakt door het feit dat er nog geen grootschalige commerciële productie van PHA's plaats vindt.

3.4.2.3 Zetmeel(blends)

Zetmeelgebaseerde materialen zijn complexe blends van zetmeel met onder andere composteerbare polyesters zoals PLA, Ecoflex, PBS en PHA's. Zetmeelblends worden veel gebruikt in 'loose fill' materialen (schuimen), folies, en geschuimde trays. Heel bekend zijn de composteerbare afvalzakken gemaakt van zetmeelblends. Niet alle zetmeelblends zijn geschikt voor voedselcontacttoepassingen. Zetmeelplastics zijn meestal blends en bevatten vaak additieven zoals compatibilisatoren en weekmakers. Deze componenten migreren mogelijk uit de zetmeelblend en dit is slechts zeer beperkt toegestaan in voedselcontactapplicaties. Producenten van zetmeelblends zijn o.a. Novamont (Mater-bi[®]), Plantic, Biotec (Bioplast) en Rodenburg (Solanyl[®]). In een review-artikel geeft Dr Martin Patel aan dat de energiebehoefte voor de productie van zetmeelplastic granulaat over het algemeen 25 tot 75% lager is dan van PE en dat de uitstoot van broeikasgassen 20 tot 80% lager is (Patel, 2002).

3.4.2.4 Zetmeel derivaten

Het bedrijf Plantic heeft een alternatieve aanpak gekozen voor het maken van zetmeelplastics. Zij modificeren zetmeel met een hoog amylose gehalte (uit maïs) via een eigen gepatenteerd proces. Dit gemodificeerde (hydroxypropyl zetmeel) zetmeelplastic kan verwerkt worden tot bakjes, schaalpjes en trays via standaard thermoformprocessen.

Gaialene[®] van de firma Roquette is een voorbeeld van een zetmeelhybride. Dit materiaal is gebaseerd op zetmeel en PE die via een chemische reactie zijn verbonden. Hierdoor is Gaialene niet composteerbaar. Het biobased gehalte (via het zetmeel) van Gaialene is ongeveer 50%. Gaialene is geschikt voor spuitgietproducten (potjes, dekseltjes en doppen) en voor folies (plastic tasjes, afvalzakken). Volgens producent Roquette is de 'carbon footprint' van Gaialene 65% lager dan van de minst milieubelastende petrochemische plastics.

3.4.3 Overige voorbeelden van biobased plastics

Onder deze categorie vallen bijvoorbeeld cellulose (in de vorm van cellofaan) dat al heel lang wordt gebruikt als verpakkingsmateriaal maar recentelijk weer nieuwe aandacht heeft gekregen vanwege het biobased karakter van cellulose. Daarnaast

ontstaat door de ontwikkeling van biobased bouwstenen een steeds breder scala aan kunststoffen die geheel of gedeeltelijk biobased zijn. Voorbeelden zijn PBS (o.a. Mitsubishi) en PEF (o.a. Avantium).

3.4.3.1 Cellulose

Cellulose is niet alleen een hoofbestanddeel van papier, maar wordt ook gebruikt voor het maken van afgeleide producten zoals cellofaan (folie), viscose (vezels) en cellulose-derivaten zoals cellulose-acetaat. In verpakkingsmateriaal wordt cellofaan veel toegepast. Het is bijvoorbeeld bekend van snoeppapier en van bloemenfolies. Cellofaan is transparant en heeft, in tegenstelling tot veel andere folies, een 'dead fold', dus als het gevouwen wordt, vouwt het niet terug. Cellofaan is niet thermoplastisch (via smelten) verwerkbaar en om het materiaal sealbaar te maken wordt een aparte seallaag opgebracht. Cellofaan is zeer goed biologisch afbreekbaar in diverse milieus en door een goede keuze in additionele seallagen en barrièrelagen is er een scala aan cellulose gebaseerde folies op de markt voor een breed toepassingsgebied. Zo wordt cellofaan veelvuldig gecombineerd met zetmeelgebaseerde seallagen (zoals Mater-bi®) maar ook met een seallaag van amorf PLA voor het maken van hoogtransparante sealbare folies. Dit type folie blijft uitstekend composteerbaar wanneer als barrièremateriaal een dunne laag aluminiumoxide wordt gebruikt. Cellofaan wordt geproduceerd door Innovia.



Figuur 17. Cellofaan is een veelgebruikte transparante verpakkingsfolie.

Een ander cellulosegebaseerd materiaal is cellulose-acetaat. Vanwege de uitstekende eigenschappen bij hoge temperaturen is cellulose-acetaat geschikt voor disposables zoals bekertjes voor hete dranken en bestek. Cellulose-acetaat (Biograde®) voor disposables is o.a. verkrijgbaar via FKUR.

Er zijn geen openbare LCA gegevens beschikbaar voor cellofaan en cellulose-acetaat. Wel geven producenten (Innovia) aan dat de milieubelasting die optreedt tijdens de productie van cellofaan sterk is verminderd in de afgelopen jaren. LCA-experts (o.a. Dr Martin Patel) verwachten dat de milieu-impact van deze materialen hoger zal blijven dan van veel conventionele plastics.

3.4.3.2 PBS(A)

PolyButyleen Succinaat (PBS) is een polyester dat van oorsprong petrochemisch is. Door de ontwikkeling van biobased barnsteenzuur (succinic acid) is PBS op dit moment ook beschikbaar als 50% biobased materiaal. Wanneer ook biobased 1,4-butaandiol (1,4-BDO) wordt gebruikt, kan PBS zelfs 100% biobased gemaakt worden. PBS(A) wordt in combinatie met andere biopolymeren zoals zetmeelblends toegepast in draagtasjes. Met behulp van PBS kan de hittebestendigheid van PLA worden verbeterd. Daarnaast is PBS interessant omdat het wat betreft verwerking en eigenschappen sterk lijkt op PP. De belangrijkste producenten van PBS zijn Mitsubishi Chemicals (GSPla[®]) en Showa Denko (Bionolle[™]). Deze eerste producent heeft PBS op basis van biobased barnsteenzuur op de markt. Daarnaast zijn er zeer veel initiatieven op het gebied van de productie van biobased barnsteenzuur, ook in Europa (DSM, Reverdia, Corbion, BASF) Er zijn geen openbare LCA-gegevens beschikbaar van biobased PBS(A).

3.4.3.3 PEF

Een interessant alternatief voor 100% bio-PET (op basis van biotereftaalzuur) is PEF op basis van 2,5-furaandicarbonzuur (FDCA). FDCA kan worden geproduceerd uit suikers via routes die op dit moment goedkoper zijn dan de productie van biotereftaalzuur. Omdat FDCA een andere moleculaire structuur heeft dan tereftaalzuur, heeft PEF andere eigenschappen dan PET. Zo zijn de barrière-eigenschappen van PEF (voor CO₂, water en zuurstof) beter dan die van PET. Dit is interessant voor toepassing in flessen. PEF wordt nog niet commercieel geproduceerd.

3.4.3.4 Arnitel Eco

Arnitel[®] Eco is een hoogwaardige copolyester op basis van raapzaadolie die op de markt wordt gebracht door DSM. Arnitel wordt toegepast in uiteenlopende sectoren. Nieuw is Arnitel-eco met een biobased gehalte van 50%. Dit product is ook geschikt voor verpakkingstoepassingen zoals de 'freezer to oven bag' (zie paragraaf 5.4).

3.4.3.5 PA

Polyamides, ofwel nylons, worden in verpakkingen toegepast als barrière-materiaal. Specifieke nylon-types worden toegepast voor de productie van barrière-flessen. Diverse producenten hebben inmiddels biobased nylons op de markt, vaak op basis van castorolie, en met een variërend gehalte biobased. Commercieel richten zij zich in eerste instantie op de automobiellindustrie. Voorbeelden zijn PA-4.10 en PA-6.10; en PA-11 dat volledig biobased is. PA-4.10 (EcoPaXX[®]) van DSM wordt toegepast als barrièrefolie.

3.4.4 *Geschuimde producten*

3.4.4.1 Zetmeel/cellulose vezel blend (Paperfoam)

Paperfoam is geschuimd verpakkingsmateriaal op basis van zetmeel en natuurlijke vezels (Paperfoam, 2014a). Paperfoamverpakkingen worden gebruikt voor elektronica maar bijvoorbeeld ook voor eieren. Paperfoam weegt ca. 180g per liter en is daarmee veel lichter dan karton en plastic. Hoofdbestanddeel is zetmeel (ca. 70%) en daarnaast bevat het materiaal ca. 15% natuurlijk vezels en een premix o.a. voor het opschuimen en om het materiaal de gewenste eigenschappen te geven. Het materiaal is gecertificeerd biobased volgens Vinçotte (4 sterren). Bijzonder is dat het materiaal zowel met papier gerecycled kan worden als met organische resten (gecertificeerd composteerbaar via Vinçotte). Volgens de producent is het één van de minst milieubelastende verpakkingen. Uit onderzoek van het Copernicus Instituut blijkt dat de CO₂-emissies van Paperfoam 85% lager zijn dan van vergelijkbare plastic verpakkingen (Paperfoam, 2014b).



Figuur 18. Biofoam[®] lijkt op traditioneel 'piepschuim', maar is gemaakt van PLA.

3.4.4.2 Geschuimd PLA (Biofoam)

Biofoam[®] is 'piepschuim' gemaakt op basis van PLA in plaats van PS (Biofoam, 2014). Biofoam[®] kan gebruikt worden in toepassingen waar ook EPS gebruikt wordt en is biobased en composteerbaar (vanwege het gebruik van PLA). De 'carbon footprint' is gemiddeld 60-70% lager dan die van conventionele kunststofschuimen.

Naast Biofoam zijn er ook geschuimde PLA schaaltes op de markt. Dit type schaaltes worden via een andere techniek geproduceerd (extrusieschuimen) In Nederland zijn deze schaaltes verkrijgbaar via Depron. Daarnaast is in Europa de firma Coopbox (Italië) een grote speler op het gebied van geschuimd PLA.

3.4.4.3 Zetmeelschuimen

Zetmeelschuimen behoren tot de eerste commerciële verpakkingstoepassingen van zetmeel. Zetmeel kan eenvoudig met behulp van water worden opgeschuimd. Belangrijkste nadeel van het materiaal is de watergevoeligheid. Geschuimd zetmeel wordt als 'loose fill' ingezet als (val)bescherming tijdens transport.

In twee andere boekjes uit de Groene Grondstoffen-serie worden biobased plastics in meer detail besproken. In het boekje 'Bioplastics 2012' kan informatie gevonden worden over de materiaal eigenschappen van biobased plastics (Bolck, 2011). Het boekje 'Groene bouwstenen voor biobased plastics' richt zich op de mogelijkheden om gangbare plastics uit biomassa te maken (Harmsen, 2012).

3.5 Samengestelde materialen

In verpakkingen wordt (zowel voor biobased als voor petrochemische materialen) veelvuldig gebruik gemaakt van samengestelde materialen, zoals folielaminaten en gecoat karton. Samengestelde materialen worden toegepast wanneer een monomateriaal niet alle benodigde eigenschappen voor een toepassing bezit. Hierbij gaat het vaak over barrière-eigenschappen (barrière voor zuurstof, water en koolstofdioxide) maar bijvoorbeeld ook over hittebestendigheid en sealbaarheid (belangrijk voor het sluiten van verpakkingen). Voorbeelden van (deels) biobased samengestelde materialen zijn:

- Tetrapaks: Karton voorzien van PE om het materiaal waterdicht te maken en van aluminium om de barrière-eigenschappen te verbeteren
- Kartonnen drinkbekers voorzien van PE- of PLA-coating om de bekens waterbestendig te maken
- Barrièreflessen (zoals voor ketchup): Meerlaags flessen van PET met een tussenlaag van nylon en/of PET voorzien van zuurstof-scavengers (toevoegingen die zuurstof wegvangen)

- Folielaminaten: Diverse cellofaan materialen voorzien van seallagen (zoals Mater-bi of amorf PLA) en barrièrelagen zoals aluminiumoxide of PVdC.

Ook het gebruik van verschillende materialen voor sluitingen en het toevoegen van etiketten of vensters maakt dat veel verpakkingen samengesteld zijn uit diverse materialen. Samengestelde materialen kunnen moeilijk worden gerecycled maar kunnen wel worden gecomposteerd. Het is dan wel belangrijk om alle bestanddelen van de verpakking zo te kiezen dat de totale verpakking voldoet aan de EN13432 norm voor composteerbare verpakkingen. De regel daarbij is dat alle bestanddelen die meer dan 1% van de totale productmassa uitmaken, biologisch afbreekbaar moeten zijn. Dit kan implicaties hebben voor het gebruik van inkten en lijmen.

3.6 Inkten en lijmen

Voor het toevoegen van informatie en reclame worden veel inkten toegepast. Lijmen zijn met name van belang voor het sluiten van verpakkingen. Biobased materialen zijn vaak polyesters en deze materialen kunnen over het algemeen goed bedrukt en gelijmd worden. Inkten bevatten zelden biobased componenten, maar er is wel een scala aan biobased lijmen. Met name zetmeel (en eiwitten) kunnen goed worden toegepast in lijmen. Voorbeelden zijn etiketterlijmen maar ook diverse hotmelts. Zoals aangegeven bij de samengestelde materialen is met name de keuze van lijmen en inkten van belang wanneer voldaan moet worden aan de EN13432 voor composteerbare verpakkingen. Omdat inkten en lijmen meestal minder dan 1% van het totale productgewicht uitmaken hoeven deze niet getest te worden op biologische afbreekbaarheid. Echter, in inkten worden vaak zware metalen gebruikt en de EN-norm geeft een duidelijk beperking voor het percentage zware metalen dat een composteerbare verpakking mag bevatten. Diverse fabrikanten hebben inkten en lijmen beschikbaar die voldoen aan EN13432. In folielaminaten wordt dikwijls de 1% grens overschreden bij het gebruik van lijmen. Inmiddels worden door diverse fabrikanten lijmen aangeboden die toegepast kunnen worden in laminaten die voldoen aan EN13432 (Epotal van BASF, Adhesive S9500 van Avery Denison, ST6093G van Sci-Tech).

Op het gebied van biobased lijmen biedt Yparex (Enschede) een extrudeerbaar hechtmiddel voor meerlaagsfolies aan op basis van PE met 95% biobased content (Yparex, 2012). Dit hechtmiddel is geschikt voor folieblazen en het foliecasten van meerlaagssystemen op basis van PE waarin PA of EVOH wordt gebruikt.

4 Belangrijke eigenschappen van (biobased) verpakkingen

4.1 Voedselcontact

Verpakkingen van voedsel vormen een belangrijke toepassing van biobased kunststoffen. Diverse biobased materialen zoals PLA, bio-PE, cellofaan en sommige PHA's zijn goedgekeurd voor voedselverpakkingen. Voor zetmeelblends is het moeilijker om aan de migratie eisen te voldoen omdat hieraan vaak weekmakers zoals glycerol en sorbitol worden toegevoegd. Toch voldoen enkele zetmeelgebaseerde materialen zoals diverse Mater-bi[®] grades (van Novamont) en Bioplast grades (van Biotec) aan de eisen voor voedselcontacttoepassingen.

PLA wordt veelvuldig verwerkt in blends. Ecovio[®] is een blend van PLA met Ecoflex[®], een voorbeeld van een materiaal dat geschikt is voor voedselverpakkingen. Diverse alternatieve materialen voor blends zoals PBS zijn echter niet goedgekeurd voor voedselcontacttoepassingen.

4.2 Barrière-eigenschappen

PE en PP zijn de meest gebruikte kunststof verpakkingsmaterialen. Een belangrijk kenmerk van deze kunststoffen is hun uitstekende waterdampbarrière. Bij veel levensmiddelen kan een verpakking van PE of PP uitdroging tegengaan. Met uitzondering van bio-PE hebben biobased kunststoffen geen goede waterdampbarrière en bij vervanging van PE of PP door bijvoorbeeld PLA moet altijd nagegaan worden of de waterdampbarrière van het PLA voldoende is. PLA wordt op kleine schaal toegepast in waterflessen. Dit betreft met name kleine flesjes. Omdat PLA langzaam water doorlaat, neemt tijdens bewaring of opslag het volume water in de flesjes langzaam af. Dit is met name een nadeel voor producten waarop een lange houdbaarheidsdatum zit en waar de termijn tussen productiedatum en verkoopdatum lang is.



Figuur 19. Voor veel voedselverpakkingen zijn barrière-eigenschappen belangrijk.

Een interessant nieuw materiaal met goede barrière-eigenschappen is PolyEthyleenFuranoaat (PEF). PEF wordt gezien als een 100% biobased alternatief voor PET en heeft betere barrière-eigenschappen dan PET, zowel ten aanzien van water, als ook zuurstof en CO₂ (zie ook paragrafen 3.4.3.3 en 10.2).

Naast een waterdampbarrière is voor diverse verpakkingen een goede gasbarrière (zuurstof en of CO₂) ook van belang. Naast glas en aluminium hebben slechts enkele kunststoffen een goede gasbarrière. Voorbeelden zijn EVOH, PVdC, PGA (polyglycolic acid) en MXD6 (nylon). Voor het maken van barrièrefilms of -flessen worden meerlaagsstructuren (laminaten) gebruikt. De gasbarrière van EVOH is alleen goed als het gebruikt wordt in combinatie met een materiaal dat een goede waterdampbarrière heeft zoals PE. Wanneer het vochtgehalte van EVOH te hoog wordt neemt de zuurstofbarrière van het materiaal enorm af. Daarom kan EVOH niet gebruikt worden in combinatie met de meeste biobased kunststoffen. Ook MXD6 is alleen bekend van gebruik in combinatie met traditionele kunststoffen. Een van de redenen is de hoge temperatuur waarbij MXD6 verwerkt moet worden.

PVdC wordt gebruikt om de barrière-eigenschappen van cellofaan te verbeteren. Wanneer PVdC in een zeer dunne laag (coating) wordt toegepast, voldoet deze nog steeds aan EN13432 (minder dan 1% niet afbreekbare componenten).

PGA is getest in combinatie met PLA (barrière flessen) maar is een duur materiaal dat beperkt commercieel beschikbaar is. Voordeel van PGA als barrièremateriaal is dat het eenvoudig voorafgaande aan recycling afgebroken (gehydrolyseerd) kan worden en dat vervolgens de (PLA) fles als monomateriaal gerecycled kan worden. Op dit moment zijn geen commerciële producten met PGA als barrièremateriaal op de markt. Zetmeel heeft een slechte waterdampbarrière maar in principe een goede barrière voor zuurstof. Omdat zetmeel wordt toegepast in blends is de morfologie (structuur) van de blend belangrijk voor de uiteindelijke gasbarrière van deze blend. In de patentliteratuur worden diverse gasbarrièrematerialen op basis van zetmeel/PE beschreven. Deze materialen worden gezien als (deels) biobased alternatief voor EVOH.

Een alternatieve methode voor het verbeteren van de barrière-eigenschappen van kunststoffen is het aanbrengen van een dunne laag SiO_x (glas) of Al₂O₃ (aluminiumoxide). Diverse fabrikanten hebben barrièrefilms van PLA/SiO_x op de markt waaronder Amcor (voorheen Alcan) en Extendo. Barrière flessen op basis van dit system zijn technisch haalbaar maar niet commercieel beschikbaar. Al₂O₃ wordt frequent door Innovia toegepast als barrièrelaag voor cellofaan.

Al₂O₃- en SiO_x-coatings zijn geschikt voor toepassing in composteerbare verpakkingen. Omdat de materialen in een zeer dunne laag worden aangebracht zal de

1% grens niet overschreden worden. Daarnaast zien composteerders aluminium als een sporenelement dat positief bijdraagt aan de kwaliteit van compost.

4.3 Recycling

Niet de aard van het materiaal (biobased of petrochemisch) maar de zuiverheid van recycklaatstromen is belangrijk om recycling mogelijk te maken. Dit wordt door Coca-Cola gedemonstreerd met de PlantBottle™ op basis van bio-PET en in combinatie met PET-recyclaten. Helaas is het volume nieuwe biobased materialen vaak te klein om aparte inzameling en recycling economisch haalbaar te maken. Één van de uitzonderingen is de inzameling van PLA (bekers) op festivals. Naast dat deze bekers gecomposteerd kunnen worden, zijn er ook mogelijkheden om de bekers chemisch te recyclen bijvoorbeeld via het Loopla proces (Loopla, 2014). Industrieel, met name in fabrieken zoals bij bijvoorbeeld Huhtamaki en Desch, wordt PLA al gerecycled en ook is er op beperkte schaal PLA-recycklaat op de markt dat bijvoorbeeld wordt gebruikt voor de productie van PLA-bloempotjes.

5 Vers voedsel

5.1 Introductie

Onder vers voedsel verstaan we pure en meest onbewerkte producten met een beperkte houdbaarheid zoals veel groenten en fruit, zuivel, eieren en vlees. Voor veel typen vers voedsel zijn verpakkingen van groot belang. Verpakkingen kunnen de houdbaarheid van vers voedsel verlengen en bederf remmen (Thoden van Velzen, 2008).

Australische onderzoekers van de RMIT Universiteit (Melbourne) hebben aangetoond dat verpakkingen de verspilling van vers voedsel helpen te verminderen. Dit is van groot belang omdat het tegengaan van voedsel verspilling in Nederland en Europa een zeer hoge prioriteit heeft (AFN, 2013). Daarbij helpen verpakkingen de voedselveiligheid te garanderen.

Één van de belangrijkste toepassingen van biobased materialen is verpakkingen van vers voedsel. De redenen hiervoor zijn enerzijds de natuurlijke uitstraling van biobased materialen zoals papier en vormkarton, alsmede de technische eigenschappen zoals het kunnen ademen (vochtdoorlaten) van diverse biobased kunststoffen.



Figuur 20. Het positieve imago van biobased verpakking is belangrijk.

De composteerbaarheid van diverse biobased materialen kan voordelen geven in de afvalfase (bijvoorbeeld in de retail) omdat de afvalresten van verse producten die over hun houdbaarheidsdatum zijn, samen met de verpakking in de groenbak kunnen worden afgevoerd. Dit bespaart kosten op afval en arbeid doordat de verpakking niet van het product gescheiden hoeft te worden. De concurrentiepositie van biobased plastics is de laatste jaren ook geholpen door negatieve berichtgevingen over migratie van mogelijk schadelijke stoffen uit kunststoffen zoals PC en PS. Door verbetering van de technische eigenschappen en kostenbesparing op afvalverwijdering, kunnen

biobased materialen goed kunnen concurreren met petrochemische materialen in deze toepassingen.

De diverse biobased verpakkingen worden in dit hoofdstuk per productcategorie besproken. Hierbij wordt een vaste opbouw aangehouden:

- Welke materialen en verpakkingstypen worden traditioneel gebruikt
- Aan welke eisen moet worden voldaan
- Welke biobased voorbeelden zijn bekend
- Wat zijn de voor- en nadelen van deze biobased verpakkingen
- Wat zijn additionele mogelijkheden voor biobased verpakkingen
- Welke ontwikkelingen zijn er gaande

Per categorie wordt een aantal belangrijke kenmerken van de verpakkingen met behulp van pictogrammen samengevat om het (terug)vinden van informatie te faciliteren. Een korte toelichting op de pictogrammen staat in de bijlage 'Pictogrammen'.

5.2 Vloeibaar

Vloeibare verse producten zijn met name vruchtensappen, melk en zuivelproducten zoals (drink) yoghurt, kwark en vla.

Gangbare verpakkingen voor vloeibaar voedsel zijn drankenkartons, flessen, pouches, bekertjes en in de catering zogenaamde 'bag in a box' verpakkingen.

- De drankenkartons worden meestal gemaakt van een combinatie van karton, gecoat met PE en eventueel voorzien van PE sluitingen (doppen etc.). Kostenoverwegingen maken deze drinkkartons de meest gebruikte verpakkingen voor dit type producten.
- Flessen worden met name gemaakt van PE (zoals 1.5 liter melkflessen), glas (vruchtensappen) en een klein deel PET (transparante kunststof flessen voor sap).
- Pouches worden hoofdzakelijk gemaakt van folielaminaten op basis van PE en PET en eventueel voorzien van een Aluminium barrièrelaag.
- Bekertjes (niet transparant) voor bijvoorbeeld kwark, yoghurt en slagroom worden traditioneel gemaakt van PS.
- Bag in a Box verpakkingen zijn kartonnen dozen waarin een plastic zak zit met een kraantje. De plastic zak wordt gemaakt van een barrière film laminaat op basis van PE met een EVOH-barrièremateriaal, voorzien van een PE kraantje.

Kenmerk van vloeibare verse producten is dat deze slechts enkele dagen houdbaar zijn en gekoeld bewaard worden. Het is daarom vaak niet nodig verpakkingen met goede

barrière-eigenschappen toe te passen. Dit maakt de drempel voor het toepassen van nieuwe biobased materialen relatief laag mits deze in contact met voedsel gebruikt mogen worden.

5.2.1 Melk en andere zuivelproducten

De meeste zuivel wordt verpakt in drankkartons. Het biobased gehalte van deze drankkartons is al ca. 75% door het gebruik van karton. Daarnaast wordt PE gebruikt om het karton te coaten (waterdicht te maken) en vaak ook voor sluitingen en doppen. Vervanging van de PE dop door bio-PE verhoogt het biobased gehalte met een extra 4%. Bio-PE doppen worden al toegepast door Tetrapak (Tetrapak, 2013). Het percentage biobased kan verder omhoog door ook de PE coating te produceren op basis van bio-PE, dit wordt echter nog niet volledig toegepast.

Met name voor grote (>1 liter) en kleine verpakkingen worden HDPE melk- en zuivelflessen toegepast. Deze kunnen vervangen worden door Bio-PE flessen. Een voorbeeld zijn kleine bio-PE Actimel-flesjes van Danone. Voordeel is dat dit bio-PE kan worden gerecycled in de petrochemische PE stroom (Danone, 2014).








Ook PLA is geschikt voor het verpakken van zuivel. In Amerika zijn in 2007 PLA melkflessen op de markt geïntroduceerd (NatureWorks, 2007). De PLA melkflessen zijn zowel geschikt voor recycling als voor compostering.



Figuur 21. Activia verpakkingen uit PLA.

Ook voor vervanging van PS bekertjes is PLA zeer geschikt. Samen met PLA-fabrikant NatureWorks en het Wereld Natuurfonds heeft Danone een gethermovormde PLA beker ontwikkeld voor Activia yoghurt (NatureWorks, 2011). Door het verlagen van de wanddikte van de verpakking kon het materiaalgebruik worden teruggedrongen. Met deze verpakking zijn tevens afspraken gemaakt over recycling, duurzame grondstofwinning en het niet gebruiken van genetisch gemodificeerde gewassen. Hoewel PLA composteerbaar is, legt Danone de nadruk op het gebruik van biobased













grondstoffen, het verlagen van de milieu-impact en ook op recycling. Negatieve publiciteit via een rechtzaak over een te vage duurzaamheidsclaim, aangespannen door een Duitse milieuorganisatie, heeft er toe geleid dat Danone nog steeds PLA yoghurt verpakkingen op de markt zet maar hierover niet meer communiceert naar de consument.

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Drankkarton		Karton	 	 
Doppen		Bio-PE		
Flessen		PLA		 
Flessen		Bio-PE		
Bekers		PLA		

Behalve het gebruik van karton worden in Bag-in-a-box verpakkingen nog geen biobased materialen toegepast. Overschakeling naar biobased pouches is moeilijker omdat in dit geval voldaan moet worden aan strikte eisen t.a.v. barrière-eigenschappen maar ook (seal)sterkte.

5.2.2 Vruchtensappen

Vers vruchtensap (niet gepasteuriseerd) kan slechts enkele dagen (3 à 4) gekoeld bewaard worden. In de praktijk worden hiervoor met name glazen flessen toegepast. Heel vaak worden vruchtensappen bewerkt om ze iets langer houdbaar te maken, waarbij gestreefd wordt om de kwaliteit van verse sappen te benaderen. Dit type sap moet wel gekoeld bewaard worden. Net als voor melk en zuivel kunnen drankkartons worden ingezet. Al dan niet voorzien van een bio-PE dop. Vervanging van HDPE flessen door bio-HDPE voor vruchtensappen wordt toegepast door het bedrijf Odwalla in de VS. Transparante PET-flessen kunnen vervangen worden door PLA flessen. Het Amerikaanse bedrijf Noble heeft dit laten zien via transparante PLA flessen voorzien van een PLA gebaseerd label. Dit maakt de totale verpakking bijna 100% biobased. In Europa verpakt het Italiaanse bedrijf Polenghi haar (biologische) citroensap in PLA knijpflesjes.

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Drankkarton		Karton		
Doppen		Bio-PE		
Flessen		PLA		
Flessen		Bio-PE		

Vruchtensappen die langer bewaard kunnen worden en niet gekoeld behoeven te worden, worden overwegend verpakt in tetrapaks of blik. In dit geval worden er wel hoge eisen gesteld aan de zuurstofdoorlaatbaarheid van de verpakking. Behalve Tetrapaks zijn er geen biobased alternatieven beschikbaar voor deze toepassing. Wel

voldoen flessen op basis van bio-PET gecoat met SiO_x of zelfs PLA gecoat met SiO_x aan de gestelde eisen voor zuurstof doorlaatbaarheid. Echter, SiO_x wordt op dit moment beperkt toegepast vanwege de hoge kosten voor investeringen in SiO_x -technologie.

5.3 Vast

Vast vers voedsel is een heel brede categorie van groenten en fruit, dierlijke producten zoals kaas, eieren en vlees en verwerkte plantaardige producten zoals brood. Het zijn producten die na aankoop binnen enkele dagen tot weken geconsumeerd moeten worden. Hoewel vers vast voedsel zoals groenten en fruit ook onverpakt worden verkocht, blijven ook voor vers vast voedsel verpakkingen van groot belang om bederf en voedselverspilling tegen te gaan. De eisen die aan verpakkingen worden gesteld lopen ver uiteen en zijn afhankelijk van het te verpakken product.

5.3.1 Groenten & Fruit

Vanuit de consument bestaat veel weerstand tegen verpakkingen van groente en fruit. Toch hebben verpakkingen een belangrijke functie als bescherming tegen beschadiging maar ook als bescherming tegen bederf. Daarbij maken verpakkingen het mogelijk om kleinere porties aan te bieden en dit is één van de mogelijkheden om voedselverspilling tegen te gaan. Omdat veel verpakkingen verzamel- en display-verpakkingen zijn, worden geen hoge eisen gesteld aan de verpakkingen. De meest gebruikte verpakkingstypen in dit segment zijn flexibele folies, trays en schaaltes. Materialen die gebruikt worden variëren van PE (folies), PS en PET (trays en schaaltes) tot papier en karton (trays). Een natuurlijk imago en transparantie hebben een toegevoegde waarde.



Figuur 22. Tuinkers in karton.

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Transparante folie		PLA Cellofaan		
Translucente folie		Zetmeelblends Ecovio		
Transparante afdekfolie		PLA		
Schaaltjes		PLA Pulp (karton) Paperfoam		
Bakjes		PLA Karton		

Groenten en fruit worden veelvuldig verpakt in biobased materialen. In supermarkten worden met name biologische groenten en fruit aangeboden in bio-verpakkingen. Hierbij ligt een accent op composteerbare materialen omdat deze materialen voordelen bieden in de afvalfase. De composteerbare verpakking kan met de groentenresten in de groenbak. De Greenery is in deze sector één van de koplopers die in 2005 is gestart met toepassing van composteerbare materialen. Tegenwoordig ligt bij de Greenery het accent meer op de hernieuwbaarheid van de verpakkingen. Biobased materialen en verpakkingen die veelvuldig worden toegepast zijn:

- Transparante folies voor het verpakken van bijvoorbeeld tomaten en paprika's (vaak PLA en eventueel cellofaan).
- Translucente folies van bijvoorbeeld zetmeelblends (zoals Mater-bi), voor het verpakken van aardappelen en winterpeen.

- Geschuimde PLA trays voorzien van een PLA topfolie of flowpack.
- Pulp trays voorzien van een PLA topfolie of flowpack. O.a. gebaseerd op suikerriet (Moonen) en tomatenstengels (ontwikkeld door Wageningen UR).
- Transparante PLA zakken voor voorgesneden sla.
- Kunststof trays en schaaltes op basis van PLA (transparant of ingekleurd) voor gesneden fruit, salade, aardbeien en champignons.
- Fruitnetjes op basis van Bioflex (FKuR).



Figuur 23. Aardappelen in een translucente composteerbare verpakking.

Belangrijk is ook om de additionele voordelen van alternatieve biobased verpakkingen te benadrukken. Zo is gesneden sla die verpakt wordt in PLA folie enkele dagen langer houdbaar en bestaat er ook een verpakking voor aardappelen die deze aanzienlijk langer houdbaar maakt (Tukker Tuffels, 2011).

Additioneel is het mogelijk om PE te vervangen door bio-PE. Echter bio-PE biedt geen voordelen in de afvalfase omdat het niet met groentenresten gecomposteerd kan worden. Wel kan bio-PE folie worden gerecycled via Plastic Heroes.

5.3.2 Vlees en vleeswaren

Vlees en vleesproducten worden in toenemende mate voorverpakt verkocht, met name in supermarkten. De huidige verpakkingen bestaan uit geschuimde of hardplastic trays (PS of PET) voorzien van een top folie (folielaminaat). Aan een vleesverpakking worden hoge eisen gesteld, met name ten aanzien van de gasbarrières. Onder invloed van CO₂ wordt vlees bruin. Vaak wordt vlees daarom verpakt onder MAP (modified atmosphere packaging) waarbij specifieke gasconcentraties er voor zorgen dat het

vlees langer houdbaar blijft en niet verkleurt. Een verpakking moet daarom goed gesloten zijn en ook de topfolie moet goede barrière-eigenschappen hebben.










Vlees en vleesproducten worden nog niet frequent verpakt in biokunststoffen, maar er zijn verschillende mogelijkheden. Hardplastic trays (PS of PET) kunnen worden gemaakt van PLA en ook geschuimde (PS) trays kunnen worden vervangen door geschuimd PLA.

Het aantal commercieel beschikbare topfolies die geschikt zijn voor vleesverpakkingen (dus goede zuurstof barrière) is nog veel breder. Voorbeelden zijn:

- PLA gebaseerde films met een SiO_x barrière laag (Ampcor, Extendo)
- PLA/cellofaan films (Bio4Pack)
- Cellofaan barrièrefilm Natureflex N913 (Innovia)
- Hoog amylose barrière zetmeel (Plantic)

Een voorbeeld van een op de markt beschikbare vleesverpakking (sinds 2005) is de NaturalBox van Coopbox. Deze NaturalBox bestaat uit een geschuimde PLA tray die voorzien kan worden van een stretch film of een PLA gebaseerde film (voor een 100% biobased oplossing). Deze verpakking is –naast biobased– composteerbaar en geschikt voor MAP verpakkingen van vers voedsel met een shelf life tot 15 dagen.

De vlees verpakkingen kunnen voorzien worden van een composteerbare absorberende pad, bijvoorbeeld van Elliot Absorbent Products (Elliot, 2014).





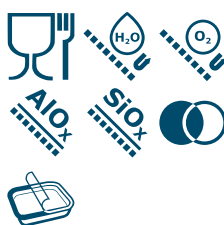




Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Schaaltjes 	PLA Pulp (karton)		
Afdekfolies met barrièrefunctie 	PLA Cellofaan Zetmeel (Plantic)		
Verpakkingsfolie 	PLA Cellofaan		

Ter Beke gebruikt een vleesverpakking die voor meer dan 80% bestaat uit biobased grondstoffen en een 4 sterren certificering volgens Vinçotte heeft. Tevens heeft dit bedrijf composteerbare verpakkingen beschikbaar die voldoen aan EN13432. De verpakkingen die Ter Beke toepast zijn gemaakt van een combinatie van (gecoat) papier en folie en hebben daarmee een natuurlijke uitstraling (Ter Beke, 2014).

5.3.3 Vis

Voor vis gelden vergelijkbare verpakkingseisen als voor vlees. Wel zijn de condities waaronder vis verpakt wordt anders (MAP gas concentraties). Vette vis moet bijvoorbeeld zuurstof arm (of vrij) verpakt worden. Voor verpakkingen kan gebruik gemaakt worden van biobased materialen die ook voor vlees geschikt zijn. Ook in deze markt zijn voorbeelden van bedrijven voorhanden die hun producten verpakken in biobased materialen. In 2013 heeft het bedrijf Profish uit Twello een verpakking geïntroduceerd op basis van Plantic eco Plastic™ die 60-80% biobased (Vinçotte 3 sterren keurmerk) is en volledig composteerbaar (Profish, 2013). Ook de NaturalBox van Coopbox is geschikt voor visverpakkingen (Naturalbox, 2014).










Voor transport wordt vis verpakt in ijs in piepschuim bakken. In principe kan hiervoor Synbra's Biofoam™ op basis van PLA toegepast worden.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Schaaltjes 	PLA Pulp (karton)		
Topfolies met barrièrefunctie 	PLA Cellofaan Zetmeel (Plantic)		
Barrièrefolies 	PLA Cellofaan		

5.3.4 Kaas







Kaas wordt op zeer diverse manieren verpakt. Voorbeelden zijn harde en flexibele trays, soms voorzien van een top folie, en vacuümverpakkingen in flexibele folie. Om de houdbaarheid van kaas te verlengen moet kaas gekoeld en zuurstofvrij verpakt worden. Kaasverpakkingen moeten daarom voldoen aan eisen m.b.t. zuurstof-doorlaatbaarheid. Ook wordt kaas steeds meer verpakt via MAP. Clear Lam packaging verpakt kaas in een folielaminaat op basis van PLA en petrochemische plastic. Deze folie is 50% biobased (Clear Lam, 2012). In Nederland biedt Bio4Pack biobased kaasverpakkingen aan.

Ook verpakkingen die geschikt zijn voor vlees en vis kunnen toegepast worden voor kaas mits deze een goede zuurstofbarrière hebben. Voorbeelden zijn het gebruik van Plantic materialen en Mater-bi (beide zetmeelgebaseerd), Innovia materialen (cellulose gebaseerd) en de Naturalbox van Coopbox. Daarnaast kan zachte kaas verpakt worden in PLA/papier combinaties en cellofaangebaseerde folies. Innovia geeft op haar website informatie over de mogelijkheden van cellulosegebaseerde folies voor het verpakken van harde kaas (Innovia Kaas, 2014).

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Schaaltjes 	PLA Pulp (karton) Mater-bi		
Topfolie met barriërefunctie 	PLA Cellofaan Zetmeel (Plantic)		
Barriërefolie 	PLA Cellofaan		

5.3.5 Boter



Boter wordt verpakt in barrièrepapier (vaak een combinatie van papier en aluminium), PE flessen (vloeibare boter) of kuipjes (PP, polypropyleen) die vaak voorzien zijn van een aluminium afdekfolie. Recycling van boterverpakkingen is lastig omdat de verpakkingen zijn besmeurd met vet (OIVO, 2008). Onder invloed van zuurstof wordt boter sterk, en na opening van de verpakking is boter beperkt houdbaar in de koelkast.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen 	Bio-PE		
Verpakkingsfolies 	Cellulose/papier PLA/papier		

Mogelijkheden voor het toepassen van biobased materialen zijn het vervangen van de huidige PE flessen door bio-PE flessen. Daarnaast heeft fabrikant Innovia papier/cellofaan gebaseerde folies die geschikt zijn voor het verpakken van boter. Bio-PP is nog niet commercieel op de markt, maar kan in de toekomst gebruikt worden als vervanging voor PP.

5.3.6 Brood

Brood wordt traditioneel verpakt in dunne PE folie om uitdrogen tegen te gaan. Vooral wanneer brood nog wordt ingevroren is een kunststof met een goede waterbarrière belangrijk. Daarnaast worden papieren zakken, vaak voorzien van een venster toegepast voor de luxere broden en ovenvers brood (dat nog moet ademen). Voor ovenverse broodjes worden vaak gemicroperforeerde folies gebruikt.



Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Verpakkingsfolies 	Papier Bio-PE Papier/PLA Papier/cellofaan		

PE folie kan eenvoudig vervangen worden door bio-PE (I'm green™) folie. Deze folie wordt onder andere geproduceerd door het bedrijf Oerlemans.

Als alternatief voor de papieren zakken met venster zijn papier/PLA combinaties of papier/cellofaan zeer geschikt. Dit type materialen wordt geproduceerd door Sidaplast en Innovia.

5.3.7 Eieren

Eieren worden van oudsher verpakt in papierpulp trays. De belangrijkste functie van deze tray is het voorkomen dat de eieren breken. Er zijn diverse alternatieve biobased materialen op de markt waaronder gethermovormde PLA trays, trays op basis van Paperfoam en pulp trays op basis van gras.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Trays 	Pulp PLA Paperfoam		





















Figuur 24. Paperfoam eierdoosje.

5.4 Diepvries

In de diepvriesafdelingen van supermarkten vinden we verse producten hoofdzakelijk in kartonnen dozen (eventueel voorzien van een binnenzak) en in zakken. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om groenten, vlees, vis en complete maaltijden. Daarnaast wordt ijs (schepijs) frequent verpakt in gethermovormde plastic verpakkingen. Diepvriesdozen

waarin direct een product zit verpakt, zijn gemaakt van vocht- en meestal ook vetwerend vouwkarton. Vouwkarton is biobased, recyclebaar (oud papier), biodegradeerbaar en composteerbaar (PRN, 2014). Regelmatig wordt vouwkarton gebruikt voorzien van een dunne PE coating die zorgt voor de vereiste vocht- en vetwering. Stichting Papier Recycling Nederland (PRN) adviseert om gecoate kartonnen diepvriesverpakkingen niet bij het oud papier te doen. Als alternatief heeft BASF een biodegradeerbare extrusie-coating ontwikkeld met meer dan 50% biobased content, Ecovio® PS, die goed hecht op papier en karton, en o.a. geschikt is voor diepvriesdozen (BASF, 2014). Het materiaal is geschikt voor voedselcontact, geeft een goede barrière tegen vloeistoffen, vet en geur, en heeft een temperatuurstabiliteit tot 100°C. Na gebruik kan het materiaal gecomposteerd worden, maar BASF claimt dat papierrecycling ook mogelijk blijft.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Verpakkingsfolie 	Bioflex	   -18°C	
Barrièrefolie 	Arnitel Eco	   -18°C 	
Schaaltjes 	PLA (Biofoam) PHA	  -18°C	
Diepvriesdozen 	Gecoat karton	  -18°C	

Diverse diepgevroren producten kunnen uitdrogen (water verliezen) tijdens de periode dat zij zijn ingevroren. In conventionele verpakkingen voldoet een verpakking van PE om uitdroging tegen te gaan. Het is mogelijk biobased PE toe te passen als vervanging van traditioneel PE. Daarnaast heeft FKUR al geruime tijd een verpakking op de markt op basis van PLA (BioFlex®) die geschikt is voor diepvriestoepassingen (FKUR, 2014).

Deze verpakking wordt onder anderen toegepast door McCain en naast dat deze verpakking een hoog biobased gehalte heeft is de verpakking ook composteerbaar.

Nieuw zijn:

- Een ijsverpakking op basis van Biofoam (PLA) geïntroduceerd door Sandro Zandonela (Sandros Bio, 2014).
- Een kartonnen verpakking voor ingevroren fruit van Coop. Door het karton te coaten met een biodegradeerbare coating (Invercote Bio) is de verpakking composteerbaar. Het gebruik van karton maakt dat de verpakking grotendeels biobased is (Invercote Bio, 2014).
- De 'freezer to oven bag' van DSM op basis van Arnitel® Eco, een 50% biobased thermoplastisch copolyester op basis van raapzaadolie dat goed bestand is tegen zowel lage als hoge temperaturen. Het ingevroren verpakte voedselproduct kan vanuit de vriezer direct in de oven zonder 'herverpakking' (DSM, 2014).
- Een PHA grade van Metabolix (Mirel™ F1006) die een goede taaiheid heeft, goedgekeurd is voor voedselverpakkingen en geschikt is voor in de diepvries, de magnetron en in kokend water (Metabolix, 2014).

6 Houdbaar voedsel

6.1 Introductie




Omdat verpakkingen van houdbaar voedsel deze producten gedurende lange tijd moeten beschermen, worden frequent goede barrière-eigenschappen gevraagd. Voorbeelden zijn bescherming tegen zuurstof (wijn, bier), bescherming tegen uitdroging (koekjes) en bescherming tegen (UV)licht. Afhankelijk van het type product is een breed scala aan biobased verpakkingen beschikbaar.

6.2 Vloeibaar







De belangrijkste categorieën houdbaar vloeibaar voedsel zijn frisdrank & water, bier en wijn, sauzen en soepen. Deze voedingsmiddelen worden verpakt in flessen, pouches, glazen potten en blik.

6.2.1 Frisdrank (koolzuurhoudend)

Frisdrank wordt traditioneel verpakt in PET-flessen (grote volumes) en daarnaast in glas en blik. Een belangrijke eigenschap is een voldoende barrière voor CO₂. Heel bekend is inmiddels de PlantBottle die door Coca Cola is geïntroduceerd. Deze Plantbottle is gemaakt van (maximaal 30% biobased) bio-PET. Daarnaast bevat het materiaal gerecycled PET. Belangrijk voordeel van bio-PET is dat het volledig compatibel is met de bestaande recycling systemen van PET omdat bio-PET chemisch identiek is aan traditioneel PET. Binnen de recyclingindustrie bestaat een grote weerstand tegen het gebruik van alternatieve materialen (zoals PLA) ter vervanging van PET. Omdat PET-flessen nu een monomateriaalstroom vormen, worden deze alternatieven gezien als een bedreiging van het bestaande recyclingsysteem. Met de toetreding van extra materialen, zal recycling extra inspanning vergen. In de toekomst kunnen PEF-flessen een 100% biobased alternatief voor PET zijn. Dit materiaal wordt echter nog niet commercieel geproduceerd. Een ander technologisch alternatief is een SiO_x gecoate PLA fles. Echter deze oplossing is betrekkelijk duur.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen 	Bio-PET		







6.2.2 Water

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen 	Bio-PET		
Flessen 	PLA		

Niet koolzuurhoudend water stelt minder hoge eisen aan de barrière-eigenschappen. Dit maakt dat PLA flessen toegepast kunnen worden. Omdat PLA een minder goede waterbarrière heeft dan PET is het in de praktijk alleen een alternatief voor waterverpakkingen met een korte 'shelf life' (korter dan 1 jaar omdat er anders veel water verdampt waardoor er te weinig in de verpakking blijft). Het bedrijf Sant'Anna verpakt al jaren haar water in een PLA fles (Sant'Anna, 2014).

6.2.3 Bier & Wijn

Bier en wijn worden traditioneel verpakt in glas. Glas voldoet aan alle vereiste barrière-eigenschappen. Zo moeten bier en wijn beschermd worden tegen zuurstof, maar moet bier daarnaast beschermd worden tegen UV en is het belangrijk dat het CO₂ in het bier blijft. Op kleine schaal worden kunststofflessen toegepast met als







Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
	Bio-PET		
	PLA		

belangrijkste redenen gewichtsbesparing en het minder gevoelig zijn voor breuk. PET voorzien van een SiO_x coating voldoet aan de strenge barrière-eisen. In België staan bij enkele bierbrouwers SiO_x lijnen maar de technologie is kostbaar en er worden op dit moment nog geen bio-PET bierflesjes gemaakt, hoewel dit technisch mogelijk is. Een andere technische biobased oplossing is een multilaagsfles op basis van PLA met een middenlaag die bestaat uit PGA (poly glycolic acid). Ook dit is een kostbare optie die niet commercieel wordt toegepast. In de toekomst kan ook PEF worden toegepast, maar hoewel PEF betere barrière-eigenschappen heeft dan PET zijn deze nog niet voldoende voor het verpakken van bier en zal een barrièrecoating gebruikt moeten worden (zoals SiO_x).

6.2.4 Sauzen

Het type verpakkingen dat wordt toegepast voor sauzen is heel divers en varieert van HDPE en PET knijpflessen, tot glazen flessen en potten, blik en kunststof pouches (uit folielaminaten). De houdbaarheid van sauzen in een ongeopende verpakking is doorgaans minimaal 12 maanden en dit maakt dat de verpakking moet voldoen aan strikte eisen ten aanzien van de barrière-eigenschappen (met name zuurstof, maar ook water). Omdat de barrière-eigenschappen van PET niet voldoende zijn wordt een multilaagsfles toegepast waarin een barrièremateriaal is verwerkt. Een bekend voorbeeld van een biobased saus verpakking is de bio-PET ketchupfles van Heinz. Daarnaast zijn er biobased (en composteerbare) pouches op de markt, bijvoorbeeld van het bedrijf Ampac. Ook wordt bio-PE verwerkt in pouches zoals in CheerNext van Gualapack.

Toekomstige biobased alternatieven zijn PEF-gebaseerde barrière flessen of bijvoorbeeld PLA/ SiO_x barrière flessen.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen 	Bio-PET		
barrièrefolies 	Bio-PE laminaat		

6.2.5 Soepen

Soep werd traditioneel in blik verpakt maar in een toenemende mate worden pouches toegepast. De verpakkingen hebben dezelfde kenmerken als sausverpakkingen maar hebben doorgaans een groter volume. In principe kunnen dezelfde pouches toegepast worden als beschreven bij de sausen maar commerciële voorbeelden zijn er niet. Innovia werkt met Corbion samen aan een nieuw hittestabiel folielaminaat op basis van cellofaan en hittestabiel PLA. Dit laminaat zou bij uitstek geschikt zijn voor soeppouches.

6.3 Vast










Verschillen tussen verpakkingen van vast houdbaar voedsel en vloeibaar houdbaar voedsel zijn:

- de verpakkingsvormen die traditioneel worden toegepast
- de sluiting van verpakkingen (hoeft niet altijd waterdicht)
- het minder grote belang van een waterbarrière

Daarnaast zijn er natuurlijk product specifieke kenmerken. Zo is koffie gevoelig voor zuurstof en kunnen koekjes uitdrogen. Dit hoofdstuk is ingedeeld op basis van producttype. Daarnaast worden in de indeling specifieke producteisen meegenomen.

6.3.1 Koekjes en bakkerijproducten







Koekjes en andere bakkerijproducten worden verpakt in karton (doosjes), papier (rollen) of plastic trays voorzien van een folie wrap. Afhankelijk van het type koekje of

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Folies 	PLA		
Barrièrefolies 	Cellulose		
Bakjes 	PLA		













bakkerijproduct moet uitdroging, dan wel sif worden voorkomen worden. Een materiaal met een goede waterbarrière kan deze problemen voorkomen. Het eenvoudigste voorbeeld van zo'n materiaal is PE folie. Een voor de hand liggend alternatief is toepassing van bio-PE. Veel biobased materialen zoals cellofaan en PLA hebben een slechte waterbarrière en zijn daarom niet zondermeer geschikt voor het verpakken van koekjes. Innovia heeft diverse barrièrefolies op basis van cellofaan die wel geschikt zijn voor verpakkingen van koekjes. De kunststof trays kunnen gemaakt worden van PLA en combinaties van Innovia folie met PLA trays maken een koekjesverpakking volledig composteerbaar. Het bedrijf Le Clerc past commercieel bioplastics toe in haar verpakkingen van Vital Oats & dark chocolate cookies. Combinaties van karton en bioplastic geven de verpakkingen een natuurlijke uitstraling.

6.3.2 Chips

Chips word verpakt in gemetalseerde PP folie. Dit is een PP folie met een dunne opgedampte laag aluminiumoxide. Het gebruik van deze folie heeft direct te maken met de eisen die aan de verpakking gesteld worden. Chips moet zuurstofvrij en vochtvrij verpakt worden omdat het vet anders ranzig wordt en de chips zacht wordt door vocht. Omdat chips veel zout bevat, trekt het snel vocht aan. Gemetalseerde bioverpakkingen voldoen ook voor het verpakken van chips. Een voorbeeld is de composteerbare chipsverpakking van SunChips. Deze verpakking is 90% biobased (gebruik van PLA) en composteerbaar (dunne AlO_x -lagen voldoen aan EN13432). Een alternatief is een gemetalseerde cellulose folie van Innovia die bijvoorbeeld wordt toegepast door Boulder Canyon Natural foods.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Barrièrefolies 	PLA		
Barrièrefolies 	Cellulose		

6.3.3 Snoep & chocolade

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Transparante folie		Cellulose PLA		
Barrièrefolies		Cellulose		
Bakjes (Transparant)		PLA		
Bakjes		Gemodificeerd zetmeel		

Er is een grote variëteit aan snoep en snoepverpakkingen. De eisen zijn afhankelijk van het type snoep maar een barrière tegen vocht (voorkomen van het plakkerig worden van snoep) en behoud van aroma is vaak van belang. Veel gebruikt zijn folies en PET/PE-laminaat pouches, en voor luxere snoepsoorten doosjes (karton en papier)



Figuur 25. Cellofaanfolies voor snoep en chocolade (Innovia).

en trays. Cellofaan (cellulose folie) wordt traditioneel toegepast voor de 'twistwraps' van snoepjes, dus niet alleen omdat het biobased is. Cellofaan heeft een zogenaamde 'deadfold' dus als het gevouwen of om een snoepje gedraaid wordt, vouwt het materiaal zich niet terug. Innovia heeft diverse typen cellofaanfolies beschikbaar voor het verpakken van snoep, zowel twistwraps als folies die gebruikt worden om doosjes. Voor het verpakken van chocolade kan gemetaliseerd cellofaan worden toegepast (Alce Nero, fair trade chocolade). Deze folies zijn biobased en ook composteerbaar. Een ander materiaal dat actief wordt gepromoot voor snoepverpakkingen zijn wateroplosbare trays van Plantic bijvoorbeeld voor Zwitserse chocolade. Grondstof van het Plantic materiaal is gemodificeerd zetmeel.

6.3.4 Koffie

Aan de verpakkingen van koffie worden hoge eisen gesteld ten aanzien van zuurstofdoorlaatbaarheid en lichtdoorlaatbaarheid (UV). Koffie wordt vaak verpakt in pouches op basis van PET/PE-barrièrelaminaat (bonen en gemalen koffie) en in vacuümverpakkingen uit kunststof/aluminium en papier. Opvallend aan pouches voor gemalen koffie is het gebruik van een ventiel. Dit wordt toegepast om de gassen (zoals CO₂) die door gemalen koffie geproduceerd worden uit de gasdichte verpakking te laten ontsnappen. Traditioneel worden koffiepouches gemaakt uit folielaminaten met aluminium barrièrelagen.









Figuur 26. Koffieverpakking op basis van Innovia materiaal.

Vanuit de koffie industrie is er een grote belangstelling voor duurzame verpakkingen. Nieuwere laminaten zonder aluminium worden gezien als een duurzamer alternatief. Hierbij is er veel belangstelling voor zowel composteerbare verpakkingen als aan

biobased verpakkingen. Juist omdat laminaten toegepast worden is recycling moeilijk en bieden composteerbare verpakkingen voordeel. Innovia heeft biobased folielaminaten op de markt die geschikt zijn voor het verpakken van koffie. Deze laminaten bestaan uit cellofaan, een cellofaan barrière laag voorzien van AlO_x en een biopolymeer seallaag. Met name in Amerika en Australië/Nieuw Zeeland wordt het koffielaminaat van Innovia toegepast.






Biobased alternatieven op basis van papier-laminaat worden o.a. geproduceerd door Amcor. Het papier wordt gelamineerd met traditionele petrochemische materialen (PE).

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Barrièrefolies		Cellulose Papier PLA		
Cup		PLA blend Hittestabiel PLA		

Naast bonenkoffie en gemalen koffie wordt steeds meer koffie verkocht in de vorm van pads (Senseo) en cups (Nespresso). Composteerbare koffiepads en cups kunnen na gebruik met koffierestant en al bij het groenafval.

Swiss Coffee Company AG heeft samen met BASF voor hun FairTrade koffie een cup ontwikkeld op basis van Ecovio, een blend van PLA en fossiele olie gebaseerd Ecoflex, die 100% composteerbaar is. De cups zitten verpakt in een 3-laags composteerbaar laminaat met een buitenkant van papier, een composteerbare barrière film en een Ecovio seallaag. Als hechtmateriaal (tussen de 3 lagen) wordt Epotal lijm gebruikt (composteerbare lijm van BASF). Reeds eerder zijn door de Ethical company koffie capsules op de markt gebracht die voldoen aan EN13432, en dus composteerbaar zijn. Op de website wordt geclaimd dat de capsules zijn gemaakt uit plantenvezels en zetmeel maar vermoedelijk zijn de capsules gemaakt van PLA. Een nieuwe ontwikkeling vormen capsules op basis van hittestabiel PLA. Demo capsules werden door Corbion getoond op de Interpack van 2014.

6.3.5 Thee

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Folies		Cellulose PLA vezels voor thee-zakjes		
Dozen		Karton		

Thee kan het best droog, luchtdicht en donker verpakt worden. Thee wordt los verkocht maar hoofdzakelijk in theezakjes. De theezakjes worden in karton verpakt met daaromheen een folie. Met name in het geval van 1 kops theezakjes worden de theezakjes apart in papier verpakt en vervolgens in een doosje. Hoewel theeverpakkingen door het gebruik van filterpapier voor het theezakje (abaca vezels), en papier en karton voor de zakjes en doosjes al een hoog biobased gehalte hebben zijn er toch diverse ontwikkelingen op het gebied van biobased materialen. In sealbare theezakjes worden traditioneel PP vezels (20-30%) verwerkt om het sealen mogelijk te maken. Ahlstrom produceert sealbare theezakjes op basis van 100% PLA vezels en deze worden op de markt gebracht onder de naam Bioweb™. Innovia biedt een serie folies aan voor het verpakken van thee en theezakjes inclusief folies die om doosjes gebruikt kunnen en gemetalliseerde folies die geschikt zijn voor het verpakken van losse thee.



Figuur 27. Theeverpakkingen voorzien van Innovia folies.

6.3.6 Diverse droge producten

Andere droge levensmiddelen die verpakt worden in 'nieuwe' biobased verpakkingsconcepten zijn o.a. ontbijtgranen, noten, kruiden, pasta en rijst. Één van de oudste voorbeelden is de verpakking voor ontbijtgranen van Jordans. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een barrièrefolie op basis van biobased folies van Innovia (cellofaan) en Novamont (Mater-bi, zetmeelblend). Van meer recente data zijn verpakkingsfolies voor nootjes van de firma Bio4Pack. Deze folie is gemaakt op basis van cellofaan (Innovia) en PLA (Taghleef). Opvallend is het aandeel verpakkingen van Innovia in diverse segmenten, mede vanwege het brede scala barrièrefilms.





7 Non-food

7.1 Vloeibaar

Voorbeelden van vloeibare non-food producten zijn schoonmaakmiddelen en zepen, persoonlijke verzorgingsproducten zoals shampoo en tandpasta en cosmetica. Een deel van deze producten is beperkt houdbaar en gevoelig voor bijvoorbeeld zuurstof (cosmetica). Over het algemeen speelt houdbaarheid echter veel minder een rol dan in voedselverpakkingen. Sluitingen en doppen zijn wel belangrijk, voor het doseren van inhoud en voor kindveilige sluitingen van schoonmaakmiddelen. Biologische afbraak van verpakkingen is meestal geen issue, maar recycling is wel belangrijk. Een deel van de vloeibare non-food producten bevat componenten die invloed kunnen hebben op plasticverpakkingen zoals vetten en oliën in persoonlijke verzorgingsproducten en zuren en basische componenten in schoonmaakmiddelen. Niet alle plastics zijn geschikt voor het verpakken van deze producten. Veel voorkomende verpakkingstypen zijn flessen en flacons maar ook tubes en potjes.





7.2 Schoonmaakmiddelen

Het overgrote deel van de schoonmaakmiddelen (allesreiniger, wc reiniger etc.) en zeep wordt verpakt in HDPE flessen en flacons. HDPE is ongevoelig voor de ingrediënten die in schoonmaakmiddelen worden gebruikt. De HDPE flessen en flacons kunnen 1 op 1 vervangen worden door bio-PE. Het Belgische bedrijf Ecover, producent van ecologische schoonmaakmiddelen, verpakt haar producten sinds 2011 in bio-PE en was de launching customer voor bio-PE in Europa. Om (vaat)wasmiddelen (liquidabs of pods) worden wateroplosbare PVA folies gebruikt. PVA is niet biobased, maar is langzaam biologisch afbreekbaar in aanwezigheid van bepaalde micro-organismen.

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen		Bio-PE		
Doppen		Bio-PE		

7.3 Persoonlijke verzorgingsproducten

Ook voor de verpakking van persoonlijke verzorgingsproducten wordt veel HDPE gebruikt, bijvoorbeeld in flessen en flacons en tubes. Daarnaast worden producten zoals gel, en een deel van de luxere producten verkocht in potten, die gemaakt worden van PP. Meer dan bij schoonmaakmiddelen is een duurzaam imago belangrijk voor de producenten van verzorgingsproducten.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen en doppen 	Bio-PE		
	PHA		






In de jaren '80 en '90 werd in Japan shampoo verpakt in PHA, een biologisch afbreekbare en 100% biobased kunststof. Het was één van de eerste commerciële toepassingen van PHA. Op dit moment wordt PHA niet meer toegepast in dit type verpakkingen, met name vanwege de hoge kostprijs. Tegenwoordig verpakt Procter & Gamble een deel van haar shampoos en conditioners (Pantène) in bio-PE flacons. Naast flacons kunnen ook tubes en (zeep)dispensers gemaakt worden van bio-PE. FKUR in Duitsland is distributeur van bio-PE (en bio-PE compounds met merknaam Terralene™) in Europa en toont op haar website diverse voorbeelden van verpakkingsvormen waaronder tubes. Een aantal jaren geleden zijn in Zweden biologisch afbreekbare tubes (Tectubes) voor tandpasta op de markt gebracht op basis van materialen van FKUR (PLA blends). Dit laat zien dat er zeker mogelijkheden zijn voor biobased verpakkingen voor persoonlijke verzorgingsproducten.



Figuur 28. Diverse cosmetica verpakkingen van FKUR.

7.4 Cosmetica

Sterker nog dan bij persoonlijk verzorgingsproducten is imago en uitstraling voor verpakkingen van cosmetica heel erg belangrijk. Dit uit zich in luxere verpakkingen, zwaardere verpakkingen (hoger materiaalgebruik) en naast kunststoffen wordt regelmatig glas toegepast.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Flessen en doppen 	Bio-PE		
Transparante flessen en doppen 	PLA Cellulose Acetaat		

Biopolymeren zoals PLA en cellulose-acetaat hebben een heel fraaie glos en voelen erg prettig aan en zijn daarmee heel geschikt voor cosmetica verpakkingen. Daarbij zijn deze materialen transparant, stijf en geschikt voor het spuitgieten van bijvoorbeeld potjes, dekseltjes of omhullingen voor lipsticks. Voorbeelden zijn te zien op de websites van FKUR (Biograde®) en NatureWorks (Ingeo™).

















Figuur 29. Cosmetica verpakkingen op basis van Ingeo™ PLA (NatureWorks).

7.5 Elektronica en elektrische apparaten

Elektronica en elektrische apparaten moeten droog verpakt worden en moeten worden beschermd tegen schade door vallen. Verpakkingstypen die veelvuldig voorkomen zijn 'piepschuim' (EPS), gethermoformeerde trays, en gevormde trays van moulded fibre (karton). Daarnaast worden dozen gebruikt (karton) en flexibele folies voor bescherming tegen vocht maar ook om te kunnen laten zien dat de verpakking niet geopend is geweest. De kwaliteit van een verpakking ten aanzien van productbescherming is van groot belang omdat productverlies in deze sector kostbaar is. Naast het karton dat nu al veel wordt toegepast zijn er diverse mogelijkheden voor biobased verpakkingen. Paperfoam[®] is een alternatief voor moulded fibre of gethermovormde producten en laat zien dat biobased materialen kunnen voldoen aan de strenge eisen die gesteld worden aan elektronica verpakkingen. Paperfoam wordt o.a toegepast door Philips voor het verpakken van scheerapparaten. Andere voorbeelden van verpakkingen zijn doosjes voor hoortoestellen, tandenborstels en harde schijven van computers. EPS schuim kan vervangen worden door EPLA schuim dat door Synbra Technology op de markt gebracht wordt onder de naam Biofoam[™]. Gethermovormde trays (PS of PET) kunnen vervangen worden door PLA trays en daarnaast is er een scala aan flexibele folies beschikbaar dat kan worden toegepast variërend van bio-PE tot Ecovio[®].



Figuur 30. Scheerapparaat in een Paperfoam verpakking.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Schuim 	EPLA		
Trays 	Moulded fibre Paperfoam		
Trays 	PLA		
Verpakkingsfolie 	Bio-PE		
Verpakkingsfolie 	Ecovio		
Dozen 	Karton		

7.6 Sierbloemen, planten en bomen

De tuinbouw is een drijvende kracht voor de ontwikkelingen van biologische afbreekbare materialen en producten. Composteerbaarheid is in deze sector een pre, maar er wordt veelal gestreefd naar afbreekbaarheid in de grond. Net als in traditionele verpakkingsmaterialen kennen veel tuinbouwartikelen een tijdelijk gebruik en bieden composteerbare materialen in de afvalfase een voordeel. Plantenpotten vormen een voorbeeld van een verpakking waarvoor veel aandacht is.



Figuur 31. D-grade bloempotjes van Desch Plantpack.

Een succesvolle productlijn vormt de D-grade plantenpotten van Desch Plantpack die toegepast worden voor de verpakking van biologische kruiden en in veel Nederlandse supermarkten verkrijgbaar zijn. Deze potten zijn gemaakt van (deels gerecycled) PLA en zijn composteerbaar (gecertificeerd volgens EN13432). In de grond afbreekbare potten zijn vooralsnog een minder groot succes omdat de meeste biopolymeren die in de grond afbreken zo snel afbreken dat ze de groei van planten negatief beïnvloeden. Metabolix levert PHA typen die geschikt zijn voor o.a. bloempotten en in de grond afbreekbaar zijn. Er is slechts één type potten op de markt dat een OK Soil certificaat heeft voor grondafbreekbaarheid (NaturePots van Biofibre). Onbekend is of dit materiaal voldoet aan alle eisen die gesteld worden door kwekers en telers. Voor het opkweken van plantjes worden kleinere potjes en stekbakjes gebruikt. Biobased varianten zijn Biofoam™ (EPLA schuim) en Jiffy (vezelmateriaal).

Een ander veelgebruikt artikel in de tuinbouw is flexibele folie voor het afdekken en verpakken van diverse producten. Door de tuinbouw wordt een scala aan biobased materialen toegepast. Voorbeelden zijn een composteerbare verpakking voor bloembollen van Hapece bestaande uit een 95% biobased laminaatfolie op basis van
















NatureFlex™ (cellofaan), papier en PLA en een bloembolverpakking uit PHA. Voor het inpakken van snijbloemen zijn PLA gebaseerde folies op de markt.

Naast potjes en folies zijn er ontwikkelingen op het gebied van netjes en touwen. Traditioneel wordt (gerecycled) PP gebruikt. Alternatieven zijn natuurlijke vezels zoals jute en hennep, maar ook PLA (eventueel in een blend) kan worden gebruikt voor het maken van netten (verpakking van kluiten) en touw (samenbinden van producten). Een voorbeeld is Bio Twine® van Lankhorst.

8 Verpakkingen van verpakkingen

8.1 Krimpfolie

Krimpfolies worden gebruikt om producten bij elkaar te houden, zoals drankflessen, dozen en pallets, maar ook om producten te beschermen zoals komkommers. De meest gebruikte materialen voor conventionele krimpfolies zijn PE en PP. Het krimpgedrag kan worden bereikt door 'relaxatie' van spanningen die tijdens het productieproces in de folie zijn 'ingevroren'.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Krimpfolie 	Ecovio	 -18°C 	 
Krimpfolie (etiketten) 	PLA		  
Krimpfolie 	Bio-PE	 -18°C 	 












Inmiddels zijn er een aantal (deels) biobased krimpfolies op de markt. BASF heeft een composteerbare krimpfolie ontwikkeld op basis van Ecovio® FS. Ecovio® FS is een blend van PLA en Ecoflex en is 66% biobased (BASF, 2009; BASF Ecovio, 2013). Naast dat deze krimpfolie een hoog biobased gehalte heeft, claimt BASF dat de krimpfolie die nodig is voor een sixpack 0.5 l drankflesjes 50% dunner kan zijn en bovendien dat het krimpproces plaats kan vinden bij een temperatuur die 30°C lager is dan voor conventionele PE krimpfolie (BASF Ecovio Shrink film, 2013).

Ook PLA is zeer geschikt voor het maken van krimpfolies en wordt met name toegepast voor krimp-etiketten. In Europa worden deze o.a. geproduceerd door Clondalkin en Penn Packaging.

Naast deze composteerbare krimpfolies kan ook bio-PE worden verwerkt tot krimpfolie. Distributeur van (Wenterra[®]) biobased krimpfolies in Nederland is Van der Windt verpakkingen.

8.2 Rekfolie

Terwijl krimpfolies worden gemaakt van LDPE en er warmte wordt toegepast om de films strak om een pallet of product te laten krimpen, worden rekfolies gemaakt van LLDPE (zijn dus flexibeler) en worden deze machinaal of handmatig strakgetrokken. Refolies worden in de industrie veel gebruikt omdat ze goedkoper zijn dan krimpfolies. Biobased rekfolies kunnen gemaakt worden uit bio-PE.

Verpakkingen	Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Rekfolie 	Bio-PE	 -18°C 	  
Krimpfolie 	Biopolyester	 -18°C 	 

EcoLake (UK) verkoopt bioafbreekbare en composteerbare rekfolies van Cortec (EcoCortec, Kroatië) maar het is niet duidelijk of deze ook biobased zijn. Omdat rekfolies heel flexibel moeten zijn is PLA (een heel stijf materiaal) minder geschikt in deze toepassing. Het is meer waarschijnlijk dat Ecoflex wordt toegepast maar hoewel Ecoflex composteerbaar is, is het voorsnog niet biobased.

8.3 Dozen

Dozen voor het verpakken/bundelen van verpakte producten zijn meestal van golfkarton. Golfkarton is biobased, recyclebaar (oud papier), biodegradeerbaar en composteerbaar.

Voor display-toepassingen bestaan er doosverpakkingen met een transparant PLA venster om de producten zichtbaar te maken.

Voor karton dat gecoat moet worden heeft BASF een biodegradeerbare extrusiecoating ontwikkeld met meer dan 50% biobased content, Ecovio[®] PS, die goed hecht op papier en karton. Het materiaal is geschikt voor voedselcontact, geeft een goede

barrière tegen vloeistoffen, vet en geur, en heeft een temperatuurstabiliteit tot 100°C. Het materiaal wordt met name aanbevolen voor papier- en karton-gebaseerde (voedsel)verpakkingen, waaronder voor bevroren producten. Na gebruik kan het materiaal gecomposteerd worden, maar BASF claimt dat papierrecycling ook mogelijk blijft.



Figuur 32. Slimme biobased verpakkingssystemen.

8.4 Kratten

Conventionele kratten voor drankflessen zijn gemaakt van HDPE. Ze moeten voldoende sterk en vormvast zijn om een stabiele stapeling onder een behoorlijk gewicht mogelijk te maken. En ze moeten voldoende impact-sterkte hebben zodat ze niet scheuren of breken wanneer kratten verplaatst of gestapeld worden. De firma Schoeller Allibert gebruikt biobased Terralene[®] (bio-PE) van FKUR voor de productie van haar drankkratten.



Figuur 33. Bierkrat van Schoeller Allibert op basis van Terralene[®] van FKUR. © FKUR Kunststoff GmbH.

8.5 Pallets

Pallets moeten voldoende sterk en vormvast zijn om een stabiele stapeling onder een behoorlijk gewicht mogelijk te maken. Daarnaast moeten ze brandveilig zijn en eenvoudig schoon te maken. Pallets worden hoofdzakelijk gemaakt uit hout. Houten pallets zijn geschikt voor hergebruik en kunnen gerepareerd worden. Kunststof pallets worden gemaakt via spuitgieten uit gerecyclede kunststoffen zoals PE (gerecycled HDPE) en PO (gerecycled PE/PP mix). Voor biobased kunststoffen is het moeilijk te concurreren tegen goedkope gerecyclede kunststoffen.

Axios (Ontario, Canada) produceert pallets op basis van biobased grondstoffen. Het materiaal is volgens claims inherent brandvertragend waardoor geen chemische brandvertragers moeten worden toegevoegd. Axios pallets zijn FDA goedgekeurd, waardoor ze geschikt zijn voor de farmaceutische-, voedsel- en drankenindustrie. Bij einde levensduur kan het materiaal geregranuleerd worden en (tot 15%) hergebruikt in nieuwe pallets. Het is onduidelijk welke biobased grondstoffen Axios toepast.

Yellow Pallet uit Haarlem ontwikkelt pallets op basis van bananenplanten (Yellow Pallet, 2012). In Australië heeft CSIRO pallets op basis van composteerbaar zetmeelgebonden cellulosevezel composiet (Biofiba[®]) ontwikkeld (CSIRO, 2014). CSIRO claimt dat deze Biopallets[®] geen hittebehandeling behoeven om ze steriel te maken. Inka Pallets (VK) maakt gevormde pallets van geperst hout (Presswood[®]) waardoor geen hittebehandeling nodig is. Inka maakt tevens houtvezelcomposiet palletblokken.

9 Disposables

9.1 Draagtassen en Vuilniszakken

Conventionele draagtassen en vuilniszakken zijn veelal gemaakt op basis van (gerecycleerd) PE. De belangrijkste eis aan een draagtas is voldoende sterkte om producten te dragen bij een zo laag mogelijke dikte. Vuilniszakken moeten de vuilnisemmer schoon houden totdat deze geleegd wordt. Composteerbare vuilniszakken zijn zeer geschikt voor het verzamelen van groenafval. Veel van deze composteerbare vuilniszakken zijn deels biobased en worden gemaakt op basis van Ecovio (PLA/Ecoflex) en zetmeelblends. Metabolix heeft een alternatief ontwikkeld op basis van PHA/Ecoflex. Composteerbare draagtassen worden veelal van dezelfde typen folie gemaakt, maar zijn doorgaans dikker om de tas voldoende sterkte te geven. Door producenten van deze draagtassen wordt geadviseerd om de composteerbare draagtas te hergebruiken als vuilniszak. Voorbeelden van materialen en producten zijn:

- Ecovio (PLA/Ecoflex blend)
- Mater-bi (Zetmeel/polyester blend)
- Bunzl draagtassen en vuilniszakken
- Moonen draagtassen, groente- en fruitzakken, vuilniszakken
- Van der Windt draagtassen.



Figuur 34. Composteerbare vuilniszakken voor organisch afval en draagtassen.

Een 100% biobased alternatief zijn papieren draagtassen en zakken. Daarnaast gebruiken verschillende winkelketens inmiddels draagtassen op basis van bio-PE (Kruidvat, Jumbo). Deze tassen zijn wel recyclebaar (Plastic Heroes), maar niet bioafbreekbaar of composteerbaar. Alle bio-PE tassen die op de Europese markt worden gebracht, worden geproduceerd door het Duitse bedrijf Papier-Mettler.

Draagtassen voor meermalig gebruik worden vaak gemaakt op basis van natuurlijke vezels als jute, katoen of bananenvezels.














9.2 Catering

Het meest gebruikte materiaal voor conventionele 'wegwerp' catering items is PS. Belangrijkste eisen aan catering disposables zijn: goedgekeurd voor voedselcontact, voldoende sterkte en stijfheid om veilig ervan te kunnen eten, voldoende temperatuurstabiliteit voor warme etenswaren en dranken, en een zo laag mogelijke dikte om materiaalgebruik te minimaliseren. Inmiddels zijn er verschillende aanbieders van biobased catering verpakingsproducten (Hoofdstuk 12). Belangrijk verkoopargument is de bioafbreekbaarheid, danwel de composteerbaarheid van deze producten.



Figuur 35. Koffiebeker op basis van hittestabiel PLA.

9.2.1 Bekers voor warme dranken







Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Gecoat karton		Karton op basis van hout of reststromen. Coating van PLA of Ecovio	 	   
Hittestabiel PLA		PLA	 	  

Voor warme dranken moet een beker bestand te zijn tegen temperaturen hoger dan 90°C. Momenteel worden met name papieren bekere aangeboden met een PE, Ecovio (Ecovio® PS), zetmeelgebaseerde (BiomeEasyFlow) of PLA binnencoating voor de vochtbarrière. Producten voorzien van een PLA coating zijn in principe 100% biobased en volledig biodegradeerbaar en composteerbaar. Dergelijke PLA gecoat papieren bekere worden o.a. gebruikt door KLM (KLM, 2009). Bekere voorzien van een Ecovio coating hebben een hoog biobased gehalte en zijn tevens composteerbaar. In plaats van traditioneel karton kan ook suikerrietkarton worden toegepast (Moonen Natural). In Mei 2014 zijn door Huhtamaki en Corbion op de Interpack in Düsseldorf koffiebekere gepresenteerd op basis van hittestabiel PLA.

9.2.2 Bekerdeksels

Bekerdeksels zorgen ervoor dat de drank langer warm blijft en dat de drank minder makkelijk knoeit tijdens het meenemen. Doordat de deksel eventueel slechts in aanraking met verdampend water komt, zijn de thermische eisen aan een deksel minder dan voor een beker voor warme dranken. Composteerbare deksels voor bekere die geschikt zijn voor warme en koude dranken worden veelal gemaakt van PLA.

9.2.3 Bekere voor koude dranken

Verpakkingen		Materiaal	Eigenschappen	Recycling
Gecoat karton		Karton op basis van hout of reststromen. Coating van PLA of Ecovio		
PLA		PLA		

Voor koude dranken is stabiliteit bij hoge temperatuur geen vereiste, en daarvoor worden dan ook puur PLA bekere gebruikt. Deze producten zijn in principe 100% biobased en composteerbaar. Onder anderen gebruikt de Colombiaanse luchtvaartmaatschappij Avianca PLA bekere voor het serveren van koude dranken (Avianca, 2010). In Nederland wordt dit type beker veel gebruikt op festivals zoals Lowlands. Na gebruik worden de bekere verzameld en gecomposteerd óf in België opnieuw verwerkt

tot PLA (Loopla, 2014). CocaCola heeft in samenwerking met International Paper (Tennessee, VS) en NatureWorks een composteerbare PLA gecoate papieren Ecotainer[®] beker voor frisdranken ontwikkeld (NatureWorks, 2009).

9.2.4 Bestek

Bestek, ook voor eenmalig gebruik, vereist een balans tussen stijfheid (het mes en de vork moeten niet teveel doorbuigen bij gebruik) en sterkte (het bestek moet niet makkelijk breken bij gebruik). Biobased bestek wordt gemaakt op basis van (gecoat) hout (Aspenware, Bioware), of op basis van spuitgietgrade biodegradeerbaar polyester (Ecovio[®] IS, BioFlex[®]), cellulose acetate (Biograde[®]) PHA grade (Mirel[™]) of PLA (Ingeo[™], Synterra[®]). Deze producten zijn allemaal composteerbaar. Er is ook zetmeel-PP gebaseerd bestek verkrijgbaar, dat weliswaar een lagere carbon footprint heeft, maar niet composteerbaar is.

9.2.5 Borden en schalen

Borden dienen allereerst stevig te zijn. Karton is zeer geschikt voor het maken van wegwerp borden en schalen, maar het is belangrijk dat het bord niet verweekt door indringing van bijvoorbeeld vocht of vet. Er is een breed scala aan (biobased en composteerbare) producten op de markt op basis van papiervezel, palmladeren of suikerrietvezel. Van de producten op basis van suikerrietvezel wordt geclaimd dat deze o.a. geschikt zijn als soepbord en een brede temperatuurstabiliteit hebben: bestendig tegen olie tot 150°C, water tot 100°C, oven tot 220°C, diepvries tot -20°C en magnetronbestendig (Moonen Roots, 2014). De palmladeren schaaltes worden verkregen door heet persen zonder gebruikmaking van lijm, en zijn geschikt voor in de magnetron en vriezer (SD Trading, 2013).



Figuur 36. Disposables met een natuurlijke uitstraling op basis van diverse biobased materialen.

Naast kartonachtige producten is er een scala aan biobased en composteerbare kunststof borden en schalen op de markt. Grondstoffen die veel gebruikt worden zijn PLA, PLA blends (Ecovio[®], BioFlex[®]) en zetmeelblends (Mater-bi[®]). Een goed overzicht van dit type producten kan worden verkregen via productcatalogi van bedrijven zoals Huhtamaki (BioWare), Moonen (o.a. Roots), Bunzl en Van der Windt.

9.3 Medisch/Lab

PET en PETG zijn veelgebruikte materialen voor medische verpakkingen (Asit Ray, 2013). Belangrijke eisen aan de verpakkingen zijn: het steriel houden van de verpakte producten, het behouden van de kwaliteit van de verpakte geneesmiddelen en het mogelijk maken van optimaal gebruik van de geneesmiddelen of medische producten. Voor sommige producten kan het nodig zijn om een product of materiaal te kunnen identificeren tijdens de cyclus van productie tot eindgebruik.

Een aantal bedrijven bieden materialen aan die geschikt zijn voor medische verpakkingen.

Metabolix heeft een PHA grade (Mirel[™] F1006) die door de FDA is goedgekeurd voor medische verpakkingen. Het materiaal is te verwerken door middel van spuitgieten en geschikt voor opslag in de diepvries en opwarming in de magnetron en in kokend water.

Biome Bioplastics heeft een cellulose-gebaseerd composteerbaar materiaal ontwikkeld (BiomeHT90) met een biobased koolstofgehalte van boven de 50%. Het materiaal is te verwerken door middel van spuitgieten, sheetextrusie en thermovormen, en is geschikt voor medische instrumenten die gesteriliseerd moeten kunnen worden.

Arkema (Frankrijk) biedt Rilsan[®] Clear G830 Rnew aan, een transparant polyamide (PA) met 54% biobased content. Dit materiaal wordt o.a. door TricorBraun gebruikt voor de productie van medische flesjes met lage permeabiliteit en hoge scheursterkte (Omnexus, 2009). Tevens kan dit materiaal voorzien worden van een micro tracer voor het identificeren van het product tijdens de cyclus van producent tot eindgebruiker.

Cereplast (Italië), sinds juli 2014 onderdeel van Trellis Earth (VS), biedt biobased plastic compounds aan voor medische verpakkingen. De materialen zijn gemaakt op basis van PLA, PHA, PBS, PBAT, PP en/of thermoplastisch elastomeer (TPE) en geschikt voor spuitgieten, extrusie blow moulding, sheetextrusie en thermovormen. Deze materialen kunnen tot meer dan 95% biobased zijn (Sustainable Plastics, 2014).

Clear Lam (Illinois, VS) biedt een folie voor medische verpakkingen aan op basis van Ingeo PLA met minimaal 40% biobased content. De folie is geschikt voor hoge sealsnelheden.

9.4 Overige

Er zijn diverse biobased materialen op de markt die in combinatie met andere biobased materialen worden gebruikt. Voorbeelden zijn etiketten en labels, maar ook 'loose fill' materialen. Biobased en composteerbare etiketten (op basis van PLA) die geschikt zijn voor voedselcontact en resistent zijn tegen olie, vet alcohol en water, zijn o.a. ontwikkeld door het bedrijf Berkshire Labels en worden geleverd door Moonen Natural en Bunzl.

'Loose fill' materialen op basis van zetmeel zijn al heel lang op de markt en o.a. verkrijgbaar via Moonen en Bunzl. Daarnaast is het mogelijk bubbelfolie en luchtkussenfolie te maken op basis van PLA blends zoals BioFlex®.

10 Ontwikkelingen

Onderstaande lijst is niet compleet, maar geeft een aantal belangrijke of bijzondere ontwikkelingen weer.

10.1 Bio-PET

De bio-PET (PlantBottle™) die momenteel beschikbaar is, wordt gemaakt op basis van bio-ethyleenglycol. De tereftaalzuur-component is nog fossiel, waardoor het materiaal 30% biobased is. Een aantal bedrijven is bezig om biobased paraxylene te ontwikkelen als grondstof voor tereftaalzuur (Packaging Gateway, 2013). Naar verwachting komt dit materiaal niet voor 2020 commercieel beschikbaar.

10.2 PEF

Een alternatief voor bio-PET is PEF. In dit geval wordt tereftaalzuur vervangen door furaandicarbonzuur. Dit furaandicarbonzuur kan eenvoudiger en efficiënter uit biomassa geproduceerd worden (Harmsen, 2012). Meest actief op het gebied van de ontwikkeling van PEF is Avantium. Avantium werkt samen met o.a. Coca-Cola en Danone aan bijvoorbeeld PEF flessen en andere verpakkingstypen.

10.3 Transportbeschermingsmaterialen

In het EU project ReBioFoam heeft een consortium met o.a. Recticel en Novamont 3D-schuim op basis van zetmeel ontwikkeld voor transportbeschermingstoepassingen (ReBioFoam, 2013).

In de Verenigde Staten heeft Ecovative Design LLC een materiaal ontwikkeld onder de merknaam EcoCradle™ dat kan dienen als beschermende verpakking tijdens transport van producten als witgoed en kantoorinventaris (Ecovative, 2014). Het materiaal bestaat voornamelijk uit agrarische restproducten zoals stro en zaadhullen die gebonden worden door er mycelium op te laten groeien (Mushroom materials, 2014). Mycelium is de vegetatieve toestand van schimmels die resulteert in een soort netwerk van draden. De schimmelgroei wordt zodanig begrensd dat geen sporen ontstaan. Het materiaal zou composteerbaar zijn in 30-45 dagen. Steelcase Inc., een wereldwijde speler op het gebied van kantoormeubilair heeft als eerste dit materiaal gebruikt (Steelcase, 2014). In Nederland heeft EcoConsult (Tiel) onderzoek gedaan naar dergelijke materialen (EcoConsult, 2013).

Ingenia, GKID en Wolters Europe hebben een 100% biobased verpakkingsmateriaal, Haynest®, ontwikkeld op basis van natuurlijke vezels en binders (Rijksoverheid, 2013). Als verpakkingsmateriaal is het geschikt voor de bescherming van huishoudelijke

apparaten, meubels en voedingsproducten. Haynest is composteerbaar conform EN13432.

De vezels vormen het hoofdbestanddeel en kunnen bestaan uit onder andere: gras, stro, vlas en riet (Ingenia, 2014). De bindmiddelen zijn gebaseerd op bijproducten uit bijvoorbeeld de voedsel-verwerkende industrie en gebaseerd op suiker, zetmeel of cellulose. Haynest claimt dat de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt bij de productie en gebruik van Haynest 4–5 keer lager is dan bij vergelijkbare producten uit EPS en pulppapier (Rijksoverheid, 2013).

10.4 Eetbare verpakking

De Braziliaanse fastfoodketen Bob's heeft een eetbare verpakking op basis van rijstpapier gelanceerd (Packonline, 2013). Deze verpakking kan samen met de hamburgers opgegeten worden, de klant hoeft de burger niet meer uit te pakken, maar kan meteen in het verpakte product bijten. Bob's verwacht op deze manier een uitkomst te bieden voor het zwerfafval, dat sinds jaren een groot probleem vormt voor bedrijven in de fastservice sector. Dit suggereert dat het concept een oplossing zou kunnen aandragen voor het afvalprobleem.

10.5 Alternatieve biobased grondstoffen

Wageningen UR Food & Biobased Research, Biobased groep Westland en de kenniscentra Plantenstoffen en Papier en Karton hebben een methode ontwikkeld om goede papierpulp te maken uit tomatenbladeren en -stengels. Deze pulp kan gebruikt worden om vormkartonnen trays te maken waarin bijvoorbeeld tomaten verpakt kunnen worden. Geproduceerde prototype bakjes hebben een fris tomatenluchtje en zijn groen door het verwerkte blad, maar kunnen ook andere kleuren en een opdruk krijgen. Ook gras wordt inmiddels toegepast in papierpulp trays.

11 Glossary

AlO _x	Aluminiumoxide (coating op folie ter bescherming tegen licht en zuurstof)
Al ₂ O ₃	Aluminiumoxide (coating op folie om de barrière-eigenschappen te verbeteren)
ASTM	American Standard for Testing and Materials
BDO	1,4-butaandiol
Bio-PE	Polyethyleen op basis van biobased grondstoffen
Bio-PET	Polyethyleentereftalaat op basis van biobased grondstoffen
CaCO ₃	Calciumcarbonaat (krijt of kalksteen)
CH ₄	Methaan
CO ₂	Koolstofdioxide
EN	Europese standaard (norm)
EPS	Geëxpanded polystyreen (piepschuim)
EVOH	Ethyleenvinylalcohol
FDA	Food and Drug Administration
HDPE	Hoge dichtheid polyethyleen
ISO	Internationale Organisatie voor Standardisatie
LDPE	Lage dichtheid polyethyleen
LLDPE	Lineair lage dichtheid polyethyleen
NEN	Nederlandse Norm
PA	Polyamide
PBAT	Polybutyleen adipaat-co-tereftalaat
PBS	Polybutyleensuccinaat
PE	Polyethyleen
PEF	Polyethyleenfuranoaat
PET	Polyethyleentereftalaat
PETG	Glycol gemodificeerd Polyethyleentereftalaat
PGA	Polyglycolic acid
PHA	Polyhydroxyalkanoaat
PHB	Polyhydroxybutyraat
PHBV	Polyhydroxybutyraat-co-valeraat
PLA	Polylactic acid (polymelkzuur)
PP	Polypropyleen
PS	Polystyreen
PVA	Polyvinylacetaat
PVC	Polyvinylchloride
PVdC	Polyvinylideenchloride
SiO _x	Siliciumoxide (coating op folie om de barrière-eigenschappen te verbeteren)

12 Toepassers en mogelijke leveranciers

Leverancier	Product	URL
Biobased materialen		
BASF (D)	PLA/Ecoflex blend (Ecovio [®]), Ecoflex [®]	www.basf.com/group/corporate/en_GB/brand/ECOVIO
Biomer (D)	PHB (Biomer [®])	www.biomer.de
Biotec (D)	Zetmeel blends (BIOPLAST)	www.biotec.de/bioplast
Braskem (Brazilië)	Bio-PE (I'm green TM)	www.braskem.com.br/site.aspx/I'm-greenTM-Polyethylene
Corbion, Gorinchem	Hitte-stabiel PLA	www.purac.com/EN/Bioplastics/PLA-applications.aspx
DSM, Geleen	Polyamide-4.10 (EcoPaXX [®]), Copolyester (Arnitel [®] Eco)	www.dsm.com/products/ecopaxx/en_US/home.html ; www.dsm.com/products/arnitel/en_US/home.html
Ecomann (China)	PHA (Ecomann [®])	www.ecomann.com
FKuR, Willich (D)	PLA blends (BioFlex [®]), Cellulose-acetaat (Biograde [®]), Bio-PE (Terralene [®] = I'm green van Braskem), Vezelgevulde PLA materialen (Fibrolon [®])	www.fkur.com
Innovia (VK)	Cellofaan folies	www.innoviafilms.com/NatureFlex.aspx
Metabolix, Keulen (D)	PHA (Mirel TM)	www.metabolix.com/products/biopolymers
Mitsubishi Chemical Europe (D)	Biobased PBS (GS Pla [®])	www.mitsubishi-chemical.de/no_cache/products/bio-polymers/index.html
NatureWorks, Naarden	PLA (Ingeo TM)	www.natureworkslc.com
Novamont (Italië)	Zetmeel blends (Mater-bi [®])	www.novamont.com ; www.novamont.com/default.asp?id=2503

Plantic, Jena (D)	Hydroxypropyl-zetmeel (Plantic eco Plastic™)	www.plantic.com.au
Rodenburg, Oosterhout	Zetmeel blends (Solanyl®)	www.biopolymers.nl
TGBM (China)	PHA (Sogreen™)	www.tjgreenbio.com/en
Tianan (China)	PHBV (ENMAT™)	www.tianan-enmat.com
Melk en zuivel producten		
Nestlé in Brazilië	Gebruikt bio-PE (I'm green™) dop op melkkarton	www.nestle.com
Danone in Duitsland	Gebruikt PLA (Ingeo™) beker voor Activia yoghurt	www.danone.com ; www.greenerpackage.com/bioplastics/danone_first_switch_pla_yogurt_cup_germany
Danone in VK	Gebruikt bio-HDPE (I'm green) fles voor Actimel drinkyoghurt	www.danone.com ; www.foodmanufacture.co.uk/Manufacturing/Actimel-boost-for-UK-green-plastics
NatureWorks in VS	Leverde melkfles op basis van PLA (Ingeo™) voor coöperatie in Iowa (VS)	www.natureworkslc.com/Ingeo-Earth-Month/Earth-Month-2007/Participating-Partners/EM-Partners-NA/Naturally-Iowa-LLC
Tetra Pak (Zwitserland)	Maakt dop van drankkarton op basis van bio-HDPE	www.tetrapak.com/about-tetrapak/press-room/news/first-bio-based-cap-for-gable-top-carton-packages
Vruchtensap		
Noble Juice in VS	Gebruikt PLA (Ingeo™) flessen voor vruchtensappen	www.natureworkslc.com/News-and-Events/Press-Releases/2006/9-18-06-Noble-Juice-Goes-Natural
Odwalla in VS	Gebruikt bio-HDPE flessen (PlantBottle™)	www.odwalla.ca/help/PlantBottle.jsp
Polenghi (Italië)	Gebruikt PLA (Ingeo™) fles voor citroensap	www.polenghigroup.it/en/sostenibilita/

Groenten en fruit		
Albert Heijn, Zaandam	Gebruikt PLA folie voor AH puur en eerlijk biologische groenten en fruit, Gebruikt zetmeel (Mater-Bi®) gebaseerde film voor AH puur en eerlijk biologische aardappelen en groenten	Niet op AH website terug te vinden. Kesko (Finland) geeft wel info: www.kesko.fi/en/Responsibility/Topical/Innovation-biodegradable-packaging-material
Bio4Pack, Haaksbergen	Maakt PLA gebaseerde folies en zetmeelgebaseerde netverpakkingen	www.bio4pack.com
Biofutura, Rotterdam	Levert bakjes voor Deli op basis van PLA	www.biofutura.nl
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® A4100 CL / F2201 CL / A4100 CL) grondstof voor meerlaags folie, Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® F1130 / F2110) grondstof voor fruitnetten	www.fkur.com/produkte.html
Huhtamaki, Franeker	Maakt PLA trays en bakjes	www2.huhtamaki.com/documents/10502/6e784cdd-0bac-42dc-83f8-9d0f1934cef4 ; www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/products/product_sector/root/?nodeId=161&rootId=133
Nedupack, Duiven	Maakt PLA trays en bakjes	www.nedupack.com/category/17-PLA-verpakkingen.html
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor groente en fruit	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Fresh-Produce.aspx
Novamont (Italië)	Maakt zetmeel blends (Mater-bi®) voor translucente folies	www.novamont.com
Toyota Tsusho Europe, Düsseldorf	Maakt bio-PET (GLOBIO) met 30% biobased trays	www.globio.jp

VDH Concept, Schoten (B)	Levert tot 85% biobased en composteerbare zakken (JBreeze [®]) voor aardappelen, uien en wortels. Levert papierpulp trays (EcoBox) met transparante PLA deksels en PLA (NatureFlex) flowpackfolie.	www.vdhconcept.com
Willem Dijk A.G.F., Enschede	Verkoopt aardappelen in composteerbare zak op basis van zetmeel	www.willemdijk.nl ; www.agf.nl/artikel/69026/Nieuwe-verpakking-Tukker-Tuffels
Vlees		
Amcor, Culemborg Taghleef, Koblenz (D)	Maakt PLA folies met SiO _x coating (Ceramis [®] -PLA, Extend TM)	www.amcor.com/products_services/Ceramis_Biodegradable_Films.html ; www.tifilms.com/global/en/press-releases/nativia-and-extendo-films-best-protection-against-migration-of-mineral-oils-9024
MS Folien, Kempton (D)	Maakt folie op basis van polyamide-4.10 (EcoPaXX [®]) met 70% biobased en hoge zuurstofbarrière voor voedselverpakking	www.dsm.com/campaigns/k2013/en_us/news/2013-04-02-mf-folien-introduces-first-film-made-from-dsms-ecopaxx.html
Bio4Pack, Haaksbergen	Maakt PLA/cellofaan film	www.bio4pack.com
Depron, Weert	Maakt trays op basis van PLA	www.depron.nl/materialen/pla
Elliot (VK)	Maakt absorberende pads (Dry-Line [®]) geschikt voor vlees	www.elliottabsorbents.co.uk/en/dryline.html
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex TM) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/News/Media-Centre.aspx?id=8 ; www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Meat.aspx
Coopbox (Italië)	Maakt (geschuimde) PLA (Ingeo TM) trays	www.coopbox.it/Naturalbox

Plantic, Jena (D)	Maakt hoog amylose zetmeel-gebaseerde grondstof (Plantic eco Plastic™) voor productie van barrière folie en -bakjes	www.plantic.com.au/technologies/120227%20Extended%20Shelf%20Life%20Case%20Study%20new%20pic%202.pdf ; www.plantic.com.au/technologies/120227%20Outback%20Spirit%20Trays%20Case%20Study.pdf
Ter Beke (B)	Gebruikt gecoat papier	www.terbeke.com
Vis		
Coopbox (Italië)	Maakt (geschuimde) PLA (Ingeo™) trays	www.coopbox.it/Naturalbox
Profish, Twello	Gebruikt zetmeel-gebaseerde (Plantic eco Plastic™) bakjes met 60-80% biobased	www.profish.nl ; www.profish.nl/nieuws/profish-introduceert-nieuwe-verpakking
Synbra, Etten-Leur	Maakt PLA (BioFoam®) geschuimde bakken, geschikt voor transport van vis	www.biofoam.nl ; www.synprodo.nl/en/2/236/what_is_biofoam.aspx
Kaas		
Bio4Pack, Haaksbergen	Maakt PLA gebaseerde folie	www.bio4pack.com
Clear Lam in VS	Gebruikt PLA (50%) gebaseerde folie	www.clearlam.com/news/article.aspx?articleId=23 ; www.foodproductiondaily.com/Packaging/Bio-based-food-packaging-rolled-out-for-cheese-producer
Coopbox (Italië)	Maakt (geschuimde) PLA (Ingeo™) trays	www.coopbox.it/Naturalbox
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Dairy.aspx ; www.innoviafilms.com/NatureFlex/Case-Study.aspx?id=5
Boter		
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Dairy.aspx

Brood		
Amtor Flexibles	Maakt bio-PE broodzak voor Hovis	www.bioplasticsmagazine.com/en/news/meldungen/Amtor-supports-greening-of-bread-packaging-in-UK.php
Biofutura, Rotterdam	Levert papieren broodzak en sandwichdoosjes met PLA-venster. Levert sandwichzakjes op basis van zetmeel (Mater-bi®).	www.biofutura.nl
Hovis (VK)	Gebruikt bio-PE broodzakken voor hoogste segment	www.bioplasticsmagazine.com/en/news/meldungen/Amtor-supports-greening-of-bread-packaging-in-UK.php
Oerlemans, Genderen	Maakt bio-PE (I'm green™) zakken	www.oerlemansplastics.nl/nl/Nieuws/Bioplastics-
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Biscuit-and-Bakery.aspx
Sidaplast (B)	Maakt PLA (Ingeo™) folies	www.earthfirstpla.com
Eieren		
Biopla (China)	Maakt PLA eierdozen	www.2wplastic.com/PLA-Cold-Tray.htm
Huhtamaki, Franeker	Maakt papierpulp gebaseerde eierdozen	www.huhtamaki.com/web/molde-d-fiber/products-solutions/egg-packaging
ISAP (Italië)	Maakt PLA eierdozen	www.innovations.eu.com/FishWrap/Oct-2003/28.htm
Kwettters, Veen	Verpakt biologische eieren in grasulp trays	www.kwettters.com/nl/producten/assortiment.aspx
Paperfoam, Barneveld	Maakt zetmeel-cellulosevezel gebaseerde (Paperfoam®) eierdozen	www.paperfoam.nl

Diepvries		
BASF (D)	Extrusie-coating (Ecovio® PS 1606) voor papier/karton met claim dat papierrecycling mogelijk blijft	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_paper_coating ; www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~de_DE/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable_plastics/ecovio_PS_1606.pdf
Biofutura, Rotterdam	Levert papieren ijsbeker met PLA coating	www.biofutura.nl
Coop in Zweden	Gebruikt composteerbare coating (Mater-bi®) op kartonnen verpakking van ingevroren fruit	www.bio-based.eu/news/environmental-choice-material-coop-updated-packaging ; www.iggesund.com/en/Invercote/Invercote/Bio-coatings
DSM, Geleen	Maakt 50% biobased copolyester (Arnitel® Eco) op basis van raapzaadolie voor 'freezer to oven' folies	www.dsm.com/products/arnitel/en_US/markets/packaging.html
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® F2110 / A4100 CL) grondstof voor zakken	www.fkur.com/produkte.html
Metabolix, Keulen (D)	Maakt PHA gebaseerde (Mirel™ F1006) grondstof geschikt voor diepvries, magnetron en kokend water	www.metabolix.com/Products/Biopolymers/Functional-Biodegradation/P1004-F1006
Sandros (D)	Verpakt ijs in PLA-schuim (BioFoam®) thermobox	www.sandros-bio.de

Frisdrank		
CocaCola	Maakt en gebruikt bio-PET (PlantBottle™) met 22.5% biobased voor flessen	www.coca-colanederland.nl/Recycling.aspx?gclid=CL7o1eKpgLsCFY_MtAod7H8A1Q ; www.coca-colacompany.com/our-company/introducing-plantbottle
Toyota Tsusho Europe, Düsseldorf	Maakt bio-PET met 30% biobased voor flessen	www.globio.jp
Water		
Dasani in VS	Gebruikt bio-PET met 22.5% biobased PlantBottle™	www.dasani.com
Cool Change in Australië	Gebruikt PLA (Ingeo™) fles voor bronwater	greend.com.au/content/green-news-and-events/health-and-lifestyle/bottled-water-leading-sustainable-packaging-revolution
Sant'Anna in Italië	Gebruikt PLA (Ingeo™) fles voor bronwater	www.santanna.it/en/acqua_en/bio_bottle_en.html
Toyota Tsusho Europe, Düsseldorf	Maakt bio-PET met 30% biobased voor flessen	www.globio.jp
Sauzen		
Ampac (D)	Maakt biobased en composteerbare pouches	www.ampaconline.com/innovations/biopouch
Gualapack (Italië)	Maakt bio-PE (CheerNEXT) pouches op basis van LamiNEXT folie van Safta	www.gualapack.com/en/news/newsinten/num/7/cheernext-bio-based-premade-stand-up-spouted-pouch ; www.safta.eu/en/sustainable-packaging-biodegradable-packaging
Heinz	Gebruikt bio-PET (PlantBottle™) met tot 30% biobased voor ketchup flessen	www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2011/04/fs/Packaging_eng.pdf

Toyota Tsusho Europe, Düsseldorf	Maakt bio-PET met 30% biobased voor flessen	www.globio.jp
Koekjes en bakkerij producten		
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor koekjes	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Biscuit-and-Bakery.aspx
Leclerc, Rotterdam	Gebruikt bioplastische verpakking voor koekjes	www.european-bioplastics.org/press/press-pictures/food-packaging
Chips		
Genpak (Canada)	Maakt composteerbare cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie met 90% biobased voor Boulder Canyon chips	www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/Boulder-Canyon-adopts-Metallised-NatureFlex-Film.aspx ; www.genpakca.com ; www.bouldercanyonfoods.com
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Crisps-Chips.aspx
SunChips in VS	Gebruikt 90% biobased (deels PLA) composteerbare zak	www.greenbiz.com/news/2010/03/10/sunchips-stacks-first-compostable-bags-canadian-shelves
Snoep & chocolade		
Alce Nero in Italië	Gebruikt cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor chocolade	www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/Chocolate-Wrapped-in-Compostable-Packaging-Film.aspx
Cadbury in Australië	Gebruikt zetmeel-gebaseerde (Plantic® R1) biodegradeerbare tray voor Cadbury® Eden bonbons	www.plantic.com.au/Case%20Studies/Plantic_Cadbury_CS.pdf
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor snoep en chocolade	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Confectionery-Candy.aspx
Marks and Spencer in VK	Gebruikt zetmeel-gebaseerde (Plantic®) biodegradeerbare tray voor Zwitserse chocolade	www.plantic.com.au/Case%20Studies/Plantic_MS_CS.pdf

Van der Windt, Honselersdijk	Levert biobased (Wenterra®) folie voor snoep	www.vanderwindt.com/site/nl/product/770-natureflexfolie
Koffie		
Amcor, Zutphen en Gent (B)	Maakt deels biobased koffieverpakking die tevens composteerbaar is	www.amcor.com/about_us/medial_centre/news/131878608.html www.benecafe.eu/en/bio-based-packaging
BASF (D)	Maakt PLA gebaseerd (Ecovio® IS1335) composteerbaar plastic voor koffieverpakking	www.basf.com/group/pressreleases/P-13-302
Beanarella (Zwitserland)	Verpakt koffie in composteerbare cups op basis van PLA (Ecovio®)	www.beanarella.ch ; www.bioplastics.basf.com/ecovio.html
Beyers Koffie, Breendonk (B)	Verkocht koffie in een 58% biobased verpakking, o.a. via Makro en Sligro	www.beyers.eu ; www.benecafe.eu
Caffe Prima (Nieuw Zeeland)	Verkoopt koffie in composteerbare verpakking	www.caffeprima.co.nz/bury-me
Corbion, Gorinchem	Toonde demo van hitte-stabiel PLA koffie capsules	www.foodbev.com/news/franais-de-bie-from-corbion-and-the-adva
Ethical Coffee Company (in div Europese landen)	Gebruikt capsules, volgens claim op basis van biovezel en zetmeel	www.ethicalcoffeecompany.com/en/capsule-biodegradable-biodegradabilite
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Coffee.aspx
Swiss Coffee Company (Zwitserland)	Verpakt Beanarella koffie in cups van spuitgietbaar PLA gebaseerd (Ecovio® IS1335) en een omverpakking van papier-Ecovio®-composteerbare barrière-film	www.beanarella.ch ; www.basf.com/group/pressreleases/P-13-302 ; www.bioplastics.basf.com/ecovio.html

Thee		
Ahlstrom (Finland)	Maakt piramide theezakjes (BioWeb [®]) op basis van PLA (Ingeo [™])	www.ahlstrom.com/en/Products/Food-and-Beverage/Tea-bags/BioWeb-Ultrasonic--heatsealable-teabags
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex [™]) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Tea.aspx
Twinings (VK)	Gebruikt composteerbare cellulose gebaseerde (NatureFlex [™]) folie voor om een theezakje	www.sustainableisgood.com/blog/2009/02/twiningstea.html ; www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/Twinings-teabags-wrapped-in-compostable-NatureFlex.aspx
Droog voedsel (granen, pasta, rijst, noten)		
Amtcor, Zutphen	Maakt composteerbaar folie-laminaat op basis van cellulose (NatureFlex [™]) en zetmeel (Mater-Bi [®]) voor Jordans graanproducten in het VK	www.amcor.com ; www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/Jordans-Muesli-Bag-Uses-NatureFlex%E2%84%A2-Film.aspx
Bio4Pack, Haaksbergen	Maakt PLA gebaseerde folie voor nootjes en rijst	www.bio4pack.com
Hain Celestial, Aalter (B)	Gebruikt composteerbare cellulose gebaseerde (NatureFlex [™]) folie met 95% biobased voor rijst	www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/Organic-Rice-In-Compostable-Packaging-Film.aspx ; www.hain-celestial.eu
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex [™]) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Dried-Foods.aspx
Nedupack, Duiven	Maakt PLA trays en bakjes	www.nedupack.com/category/17-PLA-verpakkingen.html
Schoonmaakmiddelen		
Ecover (B)	Gebruikt bio-PE flessen (Plantastic) voor ecologische schoonmaakmiddelen	uk.ecover.com/en/why-ecover/faqs/#Green_PE_Packaging-243

Plantic, Jena (D)	Maakt zetmeel-gebaseerde (Plantic®) grondstof voor biodegradeerbare verpakking voor insecticide tegen Dengue muggen	www.plantic.com.au/Case%20Studies/Plantic_BLO_CaseStudy.pdf
Persoonlijke verzorgingsproducten		
FKuR, Willich (D)	Maakt bio-PE (Terralene®) grondstof voor flessen en flacons	www.fkur.com/produkte.html
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor verzorgingsproducten	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Home-and-Personal-Care.aspx
Novamont (Italië)	Maakt zetmeel blends (Mater-bi®) voor persoonlijke verzorgingsproducten	www.novamont.com/default.asp?id=504
Toyota Tsusho Europe, Düsseldorf (D)	Maakt bio-PET met 30% biobased voor flessen en flacons	www.globio.jp
Cosmetica		
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde grondstoffen: BioFlex® S5640 voor potjes/deksels, BioFlex® F6510 voor flessen	www.fkur.com/produkte.html ; www.fkur.com/anwendungen/kosmetikartikel.html
Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Home-and-Personal-Care.aspx
NatureWorks, Naarden	Maakt PLA (Ingeo™ 3100HP) voor cosmetica	www.natureworkslc.com/Ingeo-Earth-Month/Earth-Month-2007/Participating-Partners/EM-Partners-NA/Cargo
Elektronica		
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde grondstoffen: BioFlex® S5630 voor 'inlays', Biograde® C7500 voor pennen en toetsenborden	www.fkur.com/produkte.html

Paperfoam, Barneveld	Maakt zetmeel-cellulosevezel gebaseerde (Paperfoam®) verpakking voor uiteenlopende elektronica producten	www.paperfoam.nl/portfolio.html
Synbra, Etten-Leur	Maakt geëxpandeerd PLA (BioFoam®) schuim, à la EPS	www.biofoam.nl/index.php?page=physical-and-thermal-properties
Kantoor		
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde grondstoffen: BioFlex® F6510 voor pennen, Biograde® C7500 voor pennen en toetsenborden	www.fkur.com/produkte.html
Henkel (D)	Maakt Pritt correctie stift van 89% PLA (Ingeo™)	www.natureworksllc.com/News-and-Events/Press-Releases/2010/09-08-10-Henkel-Launch
Kaneka, Geel (B)	Maakt PHA (Aonilex™) grondstof, o.a. geschikt voor insteekmappen	www.kaneka.be/new-business/kaneka-biopolymer-aonilex
Paper Mate (Australië)	Maakt PHA (Mirel™) pennen	www.papermategreen.net/au/products.html
Rodenburg, Oosterhout	Maakt zetmeel (Solanyl® , FlourPlast®) gebaseerde grondstof voor uiteenlopende producten	www.biopolymers.nl
Tuinbouw		
Biofibre (D)	Maakt plantpotten (NaturePots) met 70% biovezel die biologisch afbreekbaar is in de grond	www.biofibre.de/index.php/naturepot/articles/biofibre-naturepot-125.html
Desch Plantpak, Waalwijk	Maakt PHA (D-Grade®) bloempotten en –trays	www.desch-plantpak.com/en/D-grade.aspx
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde grondstoffen: BioFlex® F1130 en F2110 voor netjes	www.fkur.com/produkte.html

Hapece, Assen	Maakt laminaat op basis van cellulose gebaseerd NatureFlex™ NVS, papier en PLA voor bloembollen	www.innoviafilms.com/News---Events/Media-Centre/NATUREFLEX%E2%84%A2-FILM-BLOSSOMS-INTO-FLOWER-BULB-PACKAGI.aspx
Jiffy Products, Moerdijk	Levert biovezel bloempotten (Jiffypots®) en stekbakjes (Jiffystrips®)	www.jiffypot.com
Lankhorst, Sneek	Maakt bindtouw op basis van PLA (Bio Twine®), viscose-jute (Vertomil®), viscose-katoen (Ecolin®) en jute (Prima® en Vertoma®)	www.elite-horti.com/bio-twine.php
Metabolix, Keulen (D)	Maakt PHA (Mirel™ P4001) voor het bloempotten, clips en snijbloemenfolie	www.metabolix.com/Products/Biopolymers/Functional-Biodegradation ; www.metabolix.com/sites/default/files/MirelP4001Datasheet.pdf
Novamont (Italië)	Maakt zetmeel blends (Mater-bi®) voor tuinbouw	www.novamont.com/default.asp?id=504
Plantic, Jena (D)	Maakt zetmeel-gebaseerde (Plantic eco Plastic™) grondstof voor biodegradeerbare bloempot	www.plantic.com.au/Case%20Studies/PLANTIC_PLANTPOTS_CS.pdf
Synbra, Etten-Leur	Maakt geëxpandeerd PLA (BioFoam®) schuim, o.a. voor stekbakjes	www.biofoam.nl/index.php?page=physical-and-thermal-properties
Van der Windt, Honselersdijk	Maakt PLA folies voor snijbloemen	www.vanderwindt.nl/site/en/mainmenu/news/news/tulipsleevemadefromrenewablerawmaterial
Leveranciers van biovezel touw en gaaslappen	Hennep Jute Katoen Manilla hemp	www.elite-horti.com/bio-degradable.php www.jutewereld.nl www.npibv.com www.touwenwinkel.nl www.vannifterik.com www.wildeboer-groep.nl/tuinbouw-producten

Krimpfolie		
BASF (D)	Maakt PLA-deels biobased polyester gebaseerde (Ecovio® FS) krimpfolie	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_shrink_film
Clondalkin, Wieringerwerf	Maakt PLA krimphoezen	www.clondalkingroup.com/global-home-ge/flexible-packaging/europe/creative-solutions/shrink-sleeves
Penn Packaging (VK)	Maakt PLA krimphoezen	www.penn-packaging.co.uk/sleeving
Van der Windt, Honselersdijk	Levert biobased (Wenterra®) krimpfolie	www.vanderwindt.com/site/en/product/996-wenterra-krimpfolie ; www.wentus.de/index.php?id=97
Rekfolie		
EcoCortec (Kroatië)	Maakt composteerbare polyester rekfolie (EcoWrap™), onduidelijk of deze biobased is	www.ecocortec.hr/en/docs/PDS/Eco_Wrap.pdf
EcoLake (UK)	Levert composteerbare polyester rekfolie (EcoWrap™), onduidelijk of deze biobased is	www.ecolake.co.uk/biodegrading_and_composting_plastic_films.html
FKuR, Willich (D)	Maak grondstof voor rekfolie op basis van bio-PE (I'm green™ SLH118)	www.fkur-biobased.com/fileadmin/user_upload/01-fkur-biobased/Produkte/Folienextrusion/SLH118/LLDPE_SLH118.pdf
Polythene (VK)	Maakt bio-PE (Polyair™) rekfolie	www.polytheneuk.co.uk/products/polyair
Dozen		
BASF (D)	Maakt grondstof (Ecovio® PS) voor coating op papier en karton	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_paper_coating

Bunzl, Almere	Levert dozen met PLA-venster	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzl/almere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_0.pdf
Moonen Natural, Weert	Levert dozen met PLA-venster	www.moonennatural.com/disposables-in-een-retailverpakking.html
Kratten		
FKuR, Willich (D)	Maakt bio-PE (Terralene®) gebaseerde grondstof voor krat	www.fkur.com/produkte.html
Schoeller Allibert (D)	Maakt bierkrat op basis van bio-PE (Terralene®)	www.schoellerallibert.com
Pallets		
Axios (Canada)	Maakt pallets op basis van 'bio resin', recyclebaar	www.axiosma.com/environment/index.html
CSIRO (Australië)	Ontwikkelt pallets (Biopallets®) op basis van cellulosevezels, zetmeel en binders	www.csiro.au/~media/CSIROau/Flagships/Future%20Manufacturing/BioFiba%20Fact%20Sheet.pdf
Inka Pallet (VK)	Maakt gevormde pallets op basis van geperst hout en houtvezelcomposiet palletblokken	www.inkapallets.co.uk
Yellow Pallet, Haarlem	Ontwikkelt pallet op basis van bananenplanten	www.yellow-pallet.com
Draagtassen / vuilniszakken		
BASF (D)	Maakt PLA/Ecoflex (Ecovio®) grondstof voor draagtassen en zakken	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio
Biofutura, Rotterdam	Levert biobased en composteerbare hemddraagtas	www.biofutura.nl
Bunzl, Almere	Levert biobased (zetmeel, jute, papier) draagtassen	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzl/almere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_0.pdf
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® F1130 / F2110) grondstof voor draagtassen en vuilniszakken	www.fkur.com/produkte.html

Jumbo	Gebruikt bio-PE (I'm green™) zakjes voor fruit	
Kruidvat	Gebruikt bio-PE (I'm green™) draagtasjes	
Moonen Natural, Weert	Levert zetmeel-gebaseerde draagtassen, groente- en fruitzakken en vuilniszakken en jute shoppers	www.moonennatural.com/draagtassen.html ; www.moonennatural.com/composteerbare-groente-en-fruit-zakken-vuilniszakken.html
Novamont (Italië)	Maakt zetmeel-polyester (Mater-bi®) grondstof voor draagtassen en zakken	www.novamont.com/default.asp?id=1100
Oerlemans, Genderen	Maakt zetmeel- en PLA-gebaseerde folie en draagtassen	www.oerlemansplastics.nl/producten/view_article/109/1770
Papier-Mettler (D)	Maakt bio-PE (I'm green™) draagtassen	www.papier-mettler.com/Ueber-uns_Umwelt-Nachhaltigkeit_Materialien_Im-green.htm
Van der Windt, Honselersdijk	Levert biobased en composteerbare draagtassen en vuilniszakken	www.vanderwindt.com/site/en/product/1004-hemddraagtassen ; www.vanderwindt.com/site/en/product/901-bio-based-afvalzakken
Catering (breed pakket)		
Biofutura, Rotterdam	Levert bekers voor warme en koude dranken, deksels voor bekers, wijnglas, bestek, borden, schalen, bakjes, broodzak, sandwichdoosjes, sandwichzakjes	www.biofutura.nl
BioHart, Uden	Maakt biobased en composteerbare borden, bakjes, bestek en folie	www.biohart.nl/html/biobased-plastic.html

Biopak (Australië, Nieuw Zeeland)	Maakt bekers voor warme dranken op basis van PLA-gecoat papier (BioCup), PLA-deksels en bestek op basis van PLA en zetmeel/PP blend	www.biopak.com.au/products.php?id=23
Bunzl, Almere	Levert bekers voor warme en koude dranken, deksels voor bekers, rietjes, bestek, borden, schalen en bakjes	foodservice.bunzl.nl/assortiment/duurzame-disposables ; foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlalmere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
Moonen Natural, Weert	Levert bekers voor warme en koude dranken, deksels voor bekers, bestek, borden en schalen	www.moonennatural.com/volledig-assortiment-van-composteerbare-verpakkingen-en-composteerbare-disposables-van-hernieuwbare-materialen.html
Huhtamaki, Franeker	Maakt bekers voor warme en koude dranken, deksels voor bekers en bestek (Bioware®)	www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/bioware ; www.pfmonline.com/manufacturers/huhtamaki/documents/huhtamaki_sustainability.pdf
StalkMarket (VK)	Maakt bekers voor koude dranken, bestek en bakjes (Jaya) op basis van PLA (Ingeo™), en borden en schaaltes (StalkMarket) op basis van suikerrietvezel	www.stalkmarketproducts.com/products/category/jaya ; www.stalkmarketproducts.com/products/category/stalkmarket
Van der Windt, Honselersdijk	Levert bekers voor warme en koude dranken, borden en schalen	www.vanderwindt.com
Bekers voor warme dranken (composteerbaar)		
BASF (D)	Maakt PLA-Ecoflex (Ecovio® PS) grondstof geschikt voor extrusie-coating op papier en karton, >50% biobased	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_paper_coating

Biofutura, Rotterdam	Levert papieren beker met PLA coating. Levert herbruikbare afwasbare magnetronbestendige bekers op basis van rijstzulzen en lignine.	www.biofutura.nl
BioLogical Solutions, Rotterdam	Levert koffiebekers (NatureCup) op basis van papier met PLA binnencoating	http://biologicalsolutions.nl/nieuwe-producten
Biome Bioplastics (VK)	Levert cellulose-gebaseerd composteerbaar materiaal (BiomeHT90) voor spuitgieten, sheetextrusie en thermovormen, biobased koolstofgehalte >50%	www.biomebioplastics.com/product-ranges/high-temperature
Biome Bioplastics (VK)	Levert zetmeel-gebaseerde coating voor op papier (BiomeEasyFlow), GMO-vrij, geen plasticisers, goede vetbarrière	www.biomebioplastics.com/product-ranges/coating
Bunzl, Almere	Levert koffiebekers op basis van papier met bioafbreekbaar polyester (Ecoflex®) binnencoating	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlamere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
Corbion, Gorinchem	Hitte-stabiel PLA voor koffiebekers	www.purac.com/EN/Bioplastics/PLA-applications/High-heat-packaging.aspx
Huhtamaki, Franeker	Maakt koffiebekers op basis van papier met PLA binnencoating (Bioware®) en op basis van hittestabiel PLA	www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/products/product_sector/root/category ; www.purac.com/sana_/handlers/getfile.ashx/14d85c7d-3ec5-48b3-a428-e04458a984cb/Corbion+Purac+at+K+2013+14102013.pdf
International Paper (VS)	Maakt koffiebekers op basis van papier met PLA binnencoating (Ecotainer®)	www.internationalpaper.com/US/EN/Products/ecotainer/Aboutecotainer.html

Moonen Natural, Weert	Levert koffiebekers op basis van suikerrietpapier met PLA binnencoating	www.moonennatural.com/composteerbare-koffiebeker.html ; www.moonenpackaging.com/en/node/470
Van der Windt, Honselersdijk	Levert papier beker met PLA coating	www.vanderwindt.com/site/en/product/798-drinkbeker-bio
Bekerdeksels (composteerbaar)		
Biofutura, Rotterdam	Levert transparante PLA deksels	www.biofutura.nl
Bunzl, Almere	Levert transparante deksels op basis van PLA	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlamere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
Moonen Natural, Weert	Levert transparante PLA deksels	www.moonennatural.com/composteerbare-rietje-composteerbaar-deksel-composterbaar-roerstaafje.html
Huhtamaki, Franeker	Maakt PLA deksels (Bioware [®])	www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/products/product_sector/root/category?categoryId=163&rootId=133&nodeId=161
International Paper (VS)	Maakt PLA deksels (Ecotainer [®])	www.internationalpaper.com/documents/EN/Foodservice/ecotainer_Product_Br.pdf
Bekers voor koude dranken (composteerbaar)		
Biofutura, Rotterdam	Levert bekens en wijnglas op basis van PLA	www.biofutura.nl
Biome Bioplastics (VK)	Levert cellulose-gebaseerd composteerbaar materiaal (BiomeHT90), biobased koolstofgehalte >50%	www.biomebioplastics.com/product-ranges/high-temperature
Bunzl, Almere	Levert transparante bekens op basis van PLA	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlamere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
FKuR, Willich (D)	Maakt cellulose gebaseerde (Biograde [®] C6509 CL) grondstof voor bekens	www.fkur.com/produkte.html

Huhtamaki, Franeker	Maakt transparante bekere op basis van puur PLA (Bioware®)	www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/products/product_sector/root/category?categoryId=162&nodeId=161&rootId=133
Moonen Natural, Weert	Levert transparante bekere op basis van puur PLA	www.moonennatural.com/composteerbare-disposables.html
NatureWorks, Naarden	Maakt PLA (Ingeo™) voor (transparante) bekere	www.natureworkslc.com/News-and-Events/Press-Releases/2010/12-07-10-Cold-Cup-LCA
StalkMarket (VK)	Maakt bekere voor koude dranken (Jaya) op basis van PLA (Ingeo™)	www.stalkmarketproducts.com/products/category/jaya
Van der Windt, Honselersdijk	Levert papier beker met PLA coating	www.vanderwindt.com/site/en/product/798-drinkbeker-bio
Bestek (composteerbaar)		
BASF (D)	Maakt biodegradeerbaar polyester (Ecovio® IS) gebaseerde grondstof voor spuitgieten, >50% biobased	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_injection_molding
Biofutura, Rotterdam	Levert bestek op basis van PLA en hout	www.biofutura.nl
Biome Bioplastics (VK)	Levert cellulose (BiomeHT90) gebaseerde grondstof, biobased koolstofgehalte >50%	www.biomebioplastics.com/product-ranges/high-temperature
Bunzl, Almere	Levert houten bestek en bestek op basis van celluloseacetaat gevuld met CaCO ₃	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlalmere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA (BioFlex® S9533) en Cellulose (Biograde® C9550) gebaseerde grondstof	www.fkur.com/produkte.html
Haval, Gemert	Maakt hittestabiel PLA (Synterra®) bestek	www.biotulp.nl ; www.haval.nl/disposables/bio-disposables

Huhtamaki, Franeker	Houten bestek en PLA bestek (Bioware®)	www2.huhtamaki.com/web/foodservice_de/products/product_sector/root/category?categoryId=166&nodeId=161&rootId=133 ; www.pfmonline.com/manufacturers/huhtamaki/documents/huhtamaki_sustainability.pdf
SD Trading, Amsterdam	Levert gecoat houten bestek	www.sdtrading.eu/aspeware#product
StalkMarket (VK)	Levert bestek (Jaya) op basis van PLA (Ingeo™)	www.stalkmarketproducts.com/products/category/jaya
Borden en schalen (composteerbaar)		
BASF (D)	Maakt biodegradeerbaar polyester materiaal (Ecovio® IS), >50% biobased	www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_injection_molding
Berry Plastics (VS)	Maakt borden (Abeo™) op basis van PLA	www.berryplastics.com/catalog/content/corporate/news/news%20articles/berry%20plastics%20announces%20abeo
Biofutura, Rotterdam	Levert borden, schalen en kommen op basis van suikerrietvezel en palmbiad. Levert schalen en kommen op basis van PLA. Levert herbruikbare, afwasbare en magnetronbestendige schalen en kommen op basis van rijststulzen en lignine.	www.biofutura.nl
BioLogical Solutions, Rotterdam	Levert borden en schalen op basis van palmbiad	http://biologicalsolutions.nl/nieuwe-producten
Biome Bioplastics (VK)	Levert cellulose-gebaseerd (BiomeHT90) grondstof, biobased koolstofgehalte >50%	www.biomebioplastics.com/product-ranges/high-temperature

Bunzl, Almere	Levert borden, soepkommen en schaaltes op basis van (suikerriet)papier met PLA coating, en op basis van palmbiad, en bakjes op basis van PLA	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlalmere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
Depron, Weert	Maakt borden, schalen en bakjes op basis van PLA	www.depron.nl/materialen/pla
FKuR, Willich (D)	Maakt cellulose gebaseerde (Biograde® C6509 CL) grondstof	www.fkur.com/produkte.html
Moonen Natural, Weert	Levert borden, soepkommen en schaaltes op basis van suikerrietvezel, recyclebaar als oud papier	www.moonennatural.com/suikerriet.html
Novamont (Italië)	Maakt zetmeel-polyester (Mater-bi®) grondstof	www.novamont.com/default.asp?id=521
SD Trading, Amsterdam	Levert schalen op basis van palmbiaderen (Hampi), suikerrietvezel (Sucadrops) of gewone papiervezel (WASARA)	www.sdtrading.eu/hampi#product ; www.sdtrading.eu/sucadrops#about ; www.sdtrading.eu/wasara#about
StalkMarket (VK)	Maakt borden en schaaltes (StalkMarket) op basis van suikerrietvezel	www.stalkmarketproducts.com/products/category/stalkmarket
Van der Windt, Honselersdijk	Levert PLA-borden en schalen	www.vanderwindt.com/site/en/product/910-pla-schalen
Drinkrietjes (composteerbaar)		
Bunzl, Almere	Levert PLA-drinkrietjes	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlalmere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® F6510) grondstof	www.fkur.com/produkte.html
Moonen Natural, Weert	Levert drinkrietjes op basis van zetmeel	www.moonennatural.com/composteerbare-rietje-composteerbaar-deksel-composteerbaar-roerstaafje.html#composteerbaar%20transparant%20deksel

Medisch/Lab		
Arkema (Frankrijk)	Maakt PA (Rilsan® Clear G830) grondstof, 54% biobased	www.rilsanclear.com/en/rilsan-clear-product-line/rilsan-clear/index.html
Biome Bioplastics (VK)	Levert cellulose (BiomeHT90) gebaseerde grondstof, biobased koolstofgehalte >50%	www.biomebioplastics.com/product-ranges/high-temperature
Cereplast (Italië), nu onderdeel van Trellis Earth (VS)	Maakt compounds voor medische verpakkingen op basis van PLA, PHA, PBS, PBAT	trellisbioplastic.com/wp-content/uploads/2014/08/Hybrid-Injection-Process-Guide.pdf ; www.sustainableplastics.org/companies/cereplast
Clear Lam (VS)	Levert PLA gebaseerde folie	www.clearlam.com/flexiblefilms/products.aspx ; www.plasticstoday.com/articles/clear-lam-introduces-biobased-packaging-material-medical-kit-packaging
Metabolix, Keulen (D)	Maakt PHA (Mirel™ F1006) voor medische verpakkingen	www.metabolix.com/Products/Biopolymers/Functional-Biodegradation/P1004-F1006
TricorBraun (VS)	Levert sterilizeerbare flesjes op basis van PA (Rilsan® Clear G830)	www.omnexus.com/resources/edutorials.aspx?id=23112
Overige		
Berkshire Labels (VK)	Maakt composteerbare labels op basis van papier, cellulose (NatureFlex), en PLA	www.biotak.co.uk
Bunzl, Almere	Levert composteerbare PLA labels, food contact approved. Levert composteerbare zetmeel gebaseerde (Flo-pak) 'loose fill'	foodservice.bunzl.nl/sites/bunzlalmere/files/Bewust%20Bunzl%20catalogus_1.pdf
FKuR, Willich (D)	Maakt PLA gebaseerde (BioFlex® F1130) grondstof voor luchtkussenfolie	www.fkur.com/anwendungen/luftpolster.html

Innovia, Merelbeke (B)	Maakt gelamineerd cellulose gebaseerde (NatureFlex™) folie voor labels en het lamineren van karton	www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Labels.aspx ; www.innoviafilms.com/NatureFlex/Applications/Board-Lamination.aspx
Moonen Natural, Weert	Levert composteerbare PLA labels, food contact approved. Levert composteerbare 'loose fill' Levert PLA luchtkussenfolie	www.moonennatural.com/composteerbare-etiketten.html ; www.moonennatural.com/bio-opvulchips.html ; www.moonennatural.com/composteerbare-luchtkussenfolie.html
Recticel, Buren	Ontwikkeling van zetmeel-gebaseerd 3D schuim	www.recticel.nl ; www.rebiofoam.eu

13 Adressen

13.1 R&D en kennisinstututen

DPI Value Centre	www.dpivaluecentre.nl
Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV)	www.kidv.nl
Kenniscentrum Papier en karton (KCPK)	www.kcpk.nl
Wageningen UR - Food and Biobased Research (FBR)	www.wageningenur.nl/fbr

13.2 Belangenbehartigers, platforms en netwerkorganisaties

Afvalfonds Verpakkingen	www.afvalfondsverpakkingen.nl
Afvalonline	www.afvalonline.nl
Belgian BioPackaging	www.belgianbiopackaging.be
Biobased Delta	www.biobaseddelta.nl
Dutch Waste Management Association (DWMA)	www.wastematters.eu
duurzaamgeproduceerd.nl	www.duurzaamgeproduceerd.nl
European Bioplastics	www.en.european-bioplastics.org
Europese koepel van producenten van drankenkartons (ACE)	www.beveragecarton.eu
Hergebruik Kartonnen Drinkverpakkingen (HEDRA), initiatief van leveranciers van drankenkartons in Nederland	www.hedra.nl
Koninklijke vereniging voor afval- en reinigingsmanagement (NVRD), verenigt Nederlandse gemeenten verantwoordelijk voor het afvalbeheer en hun afval- en reinigingsbedrijven	www.nvrd.nl
Meldpunt Verpakkingen, initiatief van KIDV en Milieu Centraal	www.meldpuntverpakkingen.nl
Nederlands Verpakkingscentrum (NVC)	www.nvc.nl
Nederlandse Vereniging van Frisdranken, Waters, Sappen (FWS)	www.frisdrank.nl
Nedvang, Stichting die namens producenten en importeurs in Nederland de inzameling en het hergebruik van verpakkingen coördineert	www.nedvang.nl
Recycling Netwerk	www.recyclingnetwerk.org
Stichting Retourverpakking Nederland	www.retourverpakking.nl

13.3 Consumenten informatie

Afvalscheidingswijzer	www.afvalscheidingswijzer.nl
Milieu Centraal	www.milieucentraal.nl
Plastic Heroes, initiatief van Nedvang	www.plasticheroes.nl
Stichting Nederland Schoon	www.nederlandschoon.nl

13.4 Advies

Ingenia, Eindhoven	www.ingenia.nl
Milgro, Rotterdam	http://milgro.nl

13.5 Overige

Labelinfo.be	www.labelinfo.be
Vinçotte	www.okcompost.be

14 Referenties

- AFN, 2013. www.ausfoodnews.com.au/2013/07/01/european-manufacturers-to-halve-food-waste-australian-research-quantifies-food-waste.html?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+AustralianFoodNews+%28Australian+Food+News%29
- APME, 2001. Insight into consumption and recovery in Western Europe - A material of choice for the packaging industry, www.plasticseurope.org
- Asit Ray,
2013. www.medicalpackaginginnovation.com/author.asp?section_id=3107
- Avianca, 2010. www.natureworksllc.com/News-and-Events/Press-Releases/2010/12-03-10-COP16
- BASF, 2009. www.basf.com/group/pressrelease/P-09-445
- BASF Ecovio,
2013. www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio
- BASF Ecovio Shrink film,
2013. www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/ecovio_applications_shrink_film
- BASF, 2014. Ecovio®
PS, www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~de_DE/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable_plastics/ecovio_PS_1606.pdf
- Biofoam, 2014. www.biofoam.nl/index.php
- Blik, 2014. www.kringloopblik.nl
- Bolck, C., Ravenstijn, J., Molenveld, M., Paulien Harmsen (editor), 2011. Biobased Plastics 2012, verkrijgbaar via www.dpivaluecentre.nl/media/21109/2012_Bplmrn_protected-3.pdf
- Braskem, 2014. www.braskem.com.br/site.aspx/plastic-green
- CSIRO,
2014. www.csiro.au/~media/CSIROau/Flagships/Future%20Manufacturing/BioFiba%20Fact%20Sheet.pdf
- Clear Lam, 2012. www.foodproductiondaily.com/Packaging/Bio-based-food-packaging-rolled-out-for-cheese-producer
- Danone, 2014. <http://actimel.nl/vragen>
- Denkstatt, 2012. www.plasticseurope.org/Document/denkstatt-plastics-contribution-to-climate-protection-summary.aspx
- DSM, 2014. Arnitel® Eco, www.dsm.com/markets/packaging-graphic-arts/en_US/solutions/food-packaging/functional-food-packaging/freezer-oven-bags.html
- EcoConsult, 2013. edepot.wur.nl/282161
- Ecovative, 2014. www.ecovatedesign.com
- Elliot, 2014. www.elliottabsorbents.co.uk/en/biodegradablepapers.html
- EuPC, 2009. www.plasticsconverters.eu/markets/packaging
- European Bioplastics, 2012. <http://en.european-bioplastics.org/ecg-4>

- European Bioplastics, 2014. <http://en.european-bioplastics.org/market/market-development/production-capacity>
- European Recovered Paper Council, 2014. www.paperforrecycling.eu
- EU Verpakkingen, 1994. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31994L0062:EN>
- FKUR, 2014. Bio-Flex® F 2110, www.fkur.com/produkte/bio-flex/bio-flex-f-2110.html
- FWS, 2014. www.frisdrank.nl/frisdranken/milieu-en-duurzaamheid/verpakkingen
- Groen Kennisnet, 2013. www.groenkennisnet.nl/plant/Pages/NewsLoader.aspx?npid=4376
- Harmsen, P. en Hackmann, M., 2012. Groene bouwstenen voor biobased plastics, www.groenegrondstoffen.nl/downloads/Boekjes/16GroeneBouwstenen.pdf
- Groen Kennisnet, 2013. www.groenkennisnet.nl/plant/Pages/NewsLoader.aspx?npid=4376
- Haffmans, 2013. Duurzaam Verpakken, <http://partnersforinnovation.com/media/DUURZAAM-VERPAKKEN-PFI-NVC1.pdf>
- Hedra, 2013. www.hedra.nl
- Ingenia, 2014. www.ingenia.nl/Flex/Site/Page.aspx?PageID=18368
- Innovia Kaas, 2014. www.innoviafilms.com/NatureFlex/Case-Study.aspx?id=5
- Invercote Bio, 2014. www.bio-based.eu/news/environmental-choice-material-coop-updated-packaging
- Kaderverordening (1935/2004) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R1935:20090807:NL:PDF>
- KIDV 2013. www.kidv.nl/onderzoek/afgeronde-projecten/3693/pilot-inzamelen-en-hergebruik-drankenkartons-mei-november.html
- KIDV, 2014. www.kidv.nl
- KLM, 2009. www.natureworkslc.com/News-and-Events/Press-Releases/2009/06-16-09-KLM-Cup
- Kunststofverordening (10/2011/EC). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:012:0001:0089:NL:PDF>
- Loopla, 2014. www.loopla.org/services/rpla.htm
- Metabolix, 2014. www.metabolix.com/Products/Biopolymers/Functional-Biodegradation/P1004-F1006
- Moonen Roots, 2014. www.moonennatural.com/suikerriet.html
- Mushroom materials, 2014. www.ecovatedesign.com/mushroom-materials
- Naturalbox, 2014. www.naturalbox.eu/Applicazioni/Pesce
- NatureWorks, 2007. www.natureworkslc.com/Ingeo-Earth-Month/Earth-Month-2007/Participating-Partners/EM-Partners-NA/Naturally-Iowa-LLC
- NatureWorks, 2009. www.natureworkslc.com/News-and-Events/IngeoNews/IngeoNews-V6/IngeoNews-V6-Issue4

-
- NatureWorks, 2011. www.dairyreporter.com/Processing-Packaging/Danone-explores-recycling-for-PLA-with-NatureWorks
 - NatureWorks, 2014. www.natureworksilc.com
 - NatureWorks LCA, 2014. www.natureworksilc.com/The-Ingeo-Journey/Eco-Profile-and-LCA/Eco-Profile#ghg
 - Nedvang, 2012. Monitoring Verpakkingen Resultaten 2011, www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/01/24/rapport-nedvang-monitoring-verpakkingen-resultaten-2011.html
 - Nedvang 2013a. Monitoring Verpakkingen Resultaten 2012, www.ilent.nl/Images/monitoring-verpakkingen-resultaten-2012%5B1%5D_tcm334-349679.pdf
 - Nedvang, 2013b. Persoonlijke communicatie.
 - Nedvang, 2014. www.nedvang.nl
 - NEN, 2014. www.nen.nl/Normontwikkeling/Wat-is-normalisatie/Europese-en-internationale-normen.htm
 - Nova, 2013. www.bio-based.eu/market_study
 - OIVO, 2008. www.oivo-crioc.org/files/nl/4264boter.pdf
 - Omnexus, 2009. www.omnexus.com/resources/editorials.aspx?id=23112
 - Packaging Gateway, 2013. www.packaging-gateway.com/projects/-coca-cola-plant-based-bottle
 - Packonline, 2013. www.packonline.nl/index.php/nieuws/eetbare-verpakking-bij-braziliaanse-fastfoodketen
 - Paperfoam, 2014a. www.paperfoam.nl/Material.html
 - Paperfoam, 2014b. www.paperfoam.nl/Sustainability.html
 - Papier en karton, 2014. www.papierenkarton.nl
 - Patel, 2002. Environmental assessment of bio-based polymers and natural fibres. Martin Patel, Catia Bastioli, Luigi Marini Eduard Würdinger. www.basqueecodesigncenter.net/Documentos/Noticias/42855D8E-95F5-454B-9F25-C0D1FBB4FD2A/Biopoly.pdf
 - PET-fles, 2006. www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/PET-fles-225_1.pdf
 - Plastics Engineering, 2012. <http://plasticsengineeringblog.com/2012/08/13/the-race-to-100-bio-pet>
 - Plastic Heroes, 2014. www.plasticheroes.nl
 - Plastics Today, 2011. www.plasticstoday.com/articles/clear-lam-introduces-biobased-packaging-material-medical-kit-packaging
 - PPDW Directive, 2013. www.ipex.eu/IPEXL-WEB/dossier/files/download/082dbcc5420d8fab014228a1953d06e6.do
 - PRN, 2014. www.prn.nl/boekenwurm/scheidingsregels/schone-diepvriesverpakkingen-wel-bij-het-oudpapier
 - Profish, 2013. www.vismagazine.nl/2013/03/verpakking-profisch-grotendeels-plantaardig

- Raschka & Carus, 2012. Industrial material use of biomass Basic data for Germany, Europe and the world. www.nova-institut.de
- ReBioFoam, 2013. EU-project 'Development of a flexible and energy-efficient pressurized microwave heating process to produce 3D-shaped REnewable BIO-polymer FOAMs for a novel generation of transportation packaging', www.rebiofoam.eu/home.php
- Rijksoverheid, 2013. www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/10/04/bioraffinage-en-sbir/bioraffinage-en-sbir.pdf
- Robertson, 2012. Food Packaging: Principles and Practice, Third Edition. Gordon L. Robertson CRC Press, Nov 26, 2012.
- Rudnik, E., Briassoulis, E., 2010. Comparative Biodegradation in Soil Behaviour of two Biodegradable Polymers Based on Renewable Resources, J Polym Environ 19: 18-39.
- Sandros Bio, 2014. www.sandros-bio.de
- Sant'Anna, 2014. www.santanna.it/en/acqua_en/bio_bottle_en.html
- SD Trading, 2013. www.sdtrading.eu/hampi#product
- Shen, L., Haufe, J., Patel, M., 2009. Product overview and market projection of emerging bio-based plastics, PRO-BIP 2009, Utrecht University. www.plastice.org/fileadmin/files/PROBIP2009_Final_June_2009.pdf
- Steelcase, 2014. www.ecovatedesign.com/news/?guid=8F0216CF2A036835311529B730C6AFE01A9E7E895C891E4AE5CCF579F128BF4BA52B458ADBFAA3DB28AC9B8F99E260AF ; www.steelcase.com
- Stybenex, 2013. <http://nrkbiobased.nrk.nl/nieuws/detail/?newsId=c5ceb891-02f3-4095-9148-5bd1694106f0>
- Sustainable Plastics, 2014. www.sustainableplastics.org/companies/cereplast
- Ter Beke, 2014. www.terbeke.be/nl/onze-verantwoordelijkheid/tegen-over-het-milieu
- Tetrapak, 2013. www.tetrapak.com/about-tetra-pak/press-room/news/first-bio-based-cap-for-gable-top-carton-packages
- Thoden van Velzen, U., 2008. Verpakken van verse levensmiddelen. Hoofdstuk IV, paragraaf 8, in Zakboek Verpakkingen, R. ten Klooster, J.M. Dirken, F. Lox, A.A. Schilperoord (Eds), Reed Business, Doetinchem.
- Tukker Tuffels, 2011. www.agf.nl/artikel/69026/Nieuwe-verpakking-Tukker-Tuffels
- UU, 1999. www.fisme.science.uu.nl/materialen/download.php?bes=6_bron_H3.doc
- VMK, 2012. www.vmk.nl/wetgeving/voedselcontact
- Warenwet, 2014. <http://wetten.overheid.nl/BWBR0003276>
- Wiki verpakkingafval, 2012. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Verpakkingafval>
- Yellow Pallet, 2012. www.yellow-pallet.com
- Yparex, 2012. www.yparex.com/FR/nouvelles/3-yparex-bv-first-to-market-with-bio-based-tie-layer-for-greener-multilayer-packaging

15 Pictogrammen

Pictogram	Toelichting	Pictogram	Toelichting
	Afdekfolie. Wordt op een tray geseald of geplakt.		Draagtas. Tas voor 'eenmalig' gebruik.
	Bakje. Voor bijvoorbeeld tomaten en champignons.		Drankkarton. Veelvuldig gebruikt voor zuivel en fruitsappen
	Beker. Gebruikt voor koude en/of warme dranken		Fles. Kunststof of glazen fles voor diverse dranken.
	Bescherming. Product voor bescherming tegen valschade.		Krat. Verzamelverpakking voor flessen.
	Bloempot. Binnenpot voor planten.		Krimpfolie. Gebruikt om producten bijeen te houden.
	Diepvriesdoos. Doos voor het verpakken van diepvriesproducten		Pallet. Gebruikt tijdens transport van producten
	Doos. Doos, met name als verzamelverpakking en transportverpakking.		Tray of schaalpje. Ondiepe verpakking voor bijvoorbeeld fruit.
	Dop. Dop op fles of drankkarton		Verpakkingsfolie. Folie (zak) die direct om een product gebruikt wordt.

Pictogram	Toelichting	Pictogram	Toelichting
	Barrière voor water. Verpakking laat zeer weinig water door.		Koude opslag. Geschikt voor diepvriestoeepassingen
	Barrière voor zuurstof. Verpakking laat zeer weinig zuurstof door.		Sealbaar. Kan voorzien worden van een top folie via sealen
	Food contact. Toegelaten voor direct voedselcontact		Te coaten met aluminium. Kan voorzien worden van een aluminium barrièrelaag
	Geschikt voor magnetron.		Te coaten met glas. Kan voorzien worden van een SiO _x barrièrelaag.
	Hot fill. Kan heet afgevuld worden		Transparant.

Pictogram	Toelichting	Pictogram	Toelichting
	Compostering. Voldoen aan EN13432 voor composteerbare verpakkingen		Recycling. Kan gerecycled worden bijvoorbeeld via Plastic Heroes
	Hergebruik. Geschikt voor hergebruik.		Verbranden. Niet geschikt voor recycling anders dan verbranden

Colofon

Catalogus biobased verpakkingen

Karin Molenveld en Martien van den Oever

2014

© Wageningen UR Food & Biobased Research

ISBN 978-94-6173-704-5

Wageningen UR Food & Biobased Research

Bornse Weilanden 9

Postbus 17

6700 AA Wageningen

Internet: www.fbr.wur.nl

E-mail: info.fbr@wur.nl

Deze publicatie is mogelijk gemaakt door het beleidsondersteunend onderzoeksthema Biobased Economy (BO-20-12), gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken. Het is de achttiende in een reeks publicaties over het gebruik van agrogrondstoffen en nevenstromen in veilige en gezonde producten voor consumenten- en industriële markten (zie ook www.groenegrondstoffen.nl en www.biobasedeconomy.nl).

