



Haalbaarheidsstudie bio- afbreekbare plastic draagtasjes

Technische en economische haalbaarheid en implicaties

Martien van den Oever, Christiaan Bolck, Harriëtte Bos, Karin Molenveld, Maarten van der Zee,
Gerald Schennink

Rapport nr. 1465



Haalbaarheidsstudie bio-afbreekbare plastic tasjes

Technische en economische haalbaarheid en implicaties

Martien van den Oever, Christiaan Bolck, Harriëtte Bos, Karin Molenveld, Maarten van der Zee, Gerald Schennink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Food & Biobased Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken in het kader van "Additioneel project haalbaarheidsstudie bio-afbreekbare plastic draagtassen". BO-20-12-014.

Wageningen UR Food & Biobased Research
Wageningen, april 2014

FBR Report 1465



FOOD & BIOBASED RESEARCH
WAGENINGEN UR

Trefwoorden: biologisch afbreekbaar, plastic, draagtas, haalbaarheid, technisch, economisch, beleidsondersteuning, Europese regelgeving

© 2014 Wageningen UR Food & Biobased Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 17, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 00 84,
E info.fbr@wur.nl, www.wageningenUR.nl/fbr. Wageningen UR Food & Biobased Research.



Wageningen UR Food & Biobased Research hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

Wageningen UR Food & Biobased Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

FBR Report 1465 | ISBN/EAN 978-94-6173-987-2

Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Kader	7
1.2 Onderzoeksvragen	7
1.3 Aanpak	8
2 Technische vragen	9
2.1 Bioplastics	9
2.2 Alternatieven voor bestaande plastic tassen	10
2.2.1 Zakjes voor groenten en fruit	12
2.3 Productieketen van plastic draagtassen	13
2.4 Materiaal opties voor biobased/bioafbreekbare plastic draagtassen	14
2.5 Technische eigenschappen van biobased/bioafbreekbare plastic materialen	15
2.6 Biologische afbreekbaarheid in het milieu	17
2.6.1 Biobased versus Bioafbreekbaar	17
2.6.2 Biologische afbraak en het milieu	17
2.6.3 Actieve biologische verwerking (composteren en vergisten) en zwerfvuil	18
2.6.4 Oxo-degradeerbaar plastics	20
2.7 Nieuwe biobased materialen in ontwikkeling	20
3 Economische vragen	22
3.1 Locatie van economische activiteiten	22
3.2 Positie van Europese en Nederlandse bedrijven bij productie van bioplastic draagtasjes	22
3.3 Verwachte markt volumes van bioplastic draagtassen	23
3.4 Werkgelegenheid	25
3.5 Economische impact van verbod op plastic draagtassen in andere landen	26
4 Conclusies en aanbevelingen	28
4.1 Conclusies technische haalbaarheid en implicaties	28
4.2 Conclusies economische haalbaarheid en implicaties	31
4.3 Mogelijkheden en beperkingen van de materiaal opties	33
4.4 Aanbevelingen	34
5 Woordenlijst	35
Literatuur	36

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van een haalbaarheidsstudie naar de technische en economische haalbaarheid en implicaties van een verbod op dunne plastic draagtasjes in Nederland, met een eventuele uitzondering voor bioplastic draagtassen. In deze korte studie staan bioplastic draagtassen centraal. Het gaat hierbij om alle bioplastics, dus om zowel de biologisch afbreekbare plastics als om niet-biologisch afbreekbaar bioplastic zoals biobased polyetheen (bio-PE).

Het is technisch haalbaar om conventioneel fossiele PE plastic draagtassen te vervangen door bioplastic draagtassen. Bio-PE heeft dezelfde eigenschappen als fossiel PE en kan derhalve 1 op 1 als vervanging dienen. Biologisch afbreekbare plastic draagtassen voldoen eveneens; ze zijn vooralsnog dikker en zwaarder dan PE draagtassen om aan de gebruikerseisen te voldoen.

Een specifieke antwoord op de economische en technische effecten is niet te geven omdat de exacte beleidsmaatregel en met name daaraan ten grondslag liggende beoogde effecten nog niet duidelijk is. In dit rapport worden daarom verschillende elementen besproken die onderdeel kunnen worden van een eventuele beleidsmaatregel.

1 Inleiding

1.1 Kader

Begin november 2013 heeft de Europese Commissie (Janez Potočnik) een voorstel geformuleerd voor aanpassing van de European Packaging and Packaging Waste Directive [PPDW Directive, 2013]. Dit voorstel vraagt van de lidstaten om verdergaande maatregelen om het gebruik van lichtgewicht plastic draagtassen (verder) in te perken. Specifieke definitie voor lichtgewicht die in de PPDW gehanteerd wordt is een dikte van 50 micron. Lidstaten kunnen zelf bepalen welke maatregelen ze het meest geschikt achten voor hun land: het opleggen van heffingen, nationale reductiedoelstellingen of een verbod. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu zal in de eerste helft van 2014 met een beleidsaanpak komen voor Nederland.

Tijdens het Algemeen Overleg Bedrijfslevenbeleid in november 2013 heeft Minister Kamp van Economische Zaken de Tweede Kamer toegezegd om een haalbaarheidsstudie te laten uitvoeren naar de mogelijkheden van verplichtstelling van bio-afbreekbare plastics als materiaal voor plastic tasjes.

1.2 Onderzoeksvragen

Aan WUR-FBR is door de directie Biobased Economy van het Ministerie van Economische Zaken verzocht de haalbaarheidsstudie uit te voeren naar de technische en economische haalbaarheid en implicaties van een verbod op dunne plastic draagtassen, met een eventuele uitzondering voor bioplastic draagtassen. Voor deze korte studie is WUR-FBR gevraagd de bioplastic draagtas centraal te stellen. Het gaat hierbij om alle bioplastics dus ook de niet-biologisch afbreekbare bioplastics.

Parallel aan deze haalbaarheidsstudie loopt een onderzoek van TNO, in opdracht van het Kennis Instituut Duurzame Verpakkingen (KIDV), naar de milieutechnische aspecten (levenscyclus analyse) van alle type materialen (inclusief bioplastics) die kunnen worden gebruikt voor draagtassen. In deze studie zal de gehele keten van productie tot en met gebruik door de consument worden meegenomen. Hiertoe is de lijst met bioplastic grondstoffen die geschikt zijn voor het maken van plastic draagtassen (Tabel 2.2) naar TNO en KIDV gestuurd.

De belangrijkste onderzoeksvragen van de voorliggende studie zijn:

Technische vragen:

- Wat zijn de bioplastic alternatieven voor de bestaande plastic tasjes dunner dan 50 micrometer?
- Hoe ziet de productieketen er uit?
- Welke materialen kunnen gebruikt worden?
- Wat zijn de technische eigenschappen van deze materialen?
- Hoe goed is de biologische afbreekbaarheid als de tasjes in het milieu terecht komen?
- Welke nieuwe materialen met eventuele betere eigenschappen worden ontwikkeld?

De technische vragen worden beantwoord in hoofdstuk 2.

Economische vragen:

- Waar vinden de economische activiteiten plaats voor de productie van conventionele plastic tassen?
- Wat is de positie van de Europese en Nederlandse bedrijven voor de productie van bioplastische tassen?
- Wat zijn de verwachte marktvolumes (in ton en euro's)?
- Hoeveel werkgelegenheid zou dit kunnen opleveren in Nederland?
- Wat is de economische impact geweest in Italië en in bepaalde Amerikaanse steden toen plastic tassen werden verboden?

De economische vragen worden beantwoord in hoofdstuk 3.

In hoofdstuk 4 worden conclusies en aanbevelingen gegeven.

1.3 Aanpak

Antwoorden op de technische en economische vragen zijn in eerste instantie verzameld op basis van achtergrondkennis aanwezig bij experts binnen WUR-FBR.

Met experts van verschillende stakeholder-groepen zijn gesprekken gevoerd om specifieke detailinformatie te verkrijgen en om reeds verkregen onderzoeksuitkomsten te spiegelen. Er is gesproken met: Joan Hanegraaf (directeur Oerlemans Packaging, producent van draagtassen, zowel op basis van conventioneel PE als op basis van bioplastics; voorzitter van de Federatie Nederlandse Rubber- en Kunststofindustrie, NRK), Jan Wessemius (product manager Oerlemans Packaging), Patrick Verschaeren (R&D manager Oerlemans Packaging), Peter Heunders (commercieel medewerker draagtassen RVC Industriële Verpakkingen, producent van draagtassen, zowel op basis van conventioneel PE als op basis van bioplastics), Henk Vooijs (area manager VK & Benelux Novamont, Italiaanse producent van bioplastics, interessant i.v.m. Italiaanse wetgeving; voorzitter van Belangenvereniging Composteerbare Producten Nederland, BCPN; tot 1 januari 2014 co-voorzitter van NRK biobased, Convenor van WG5 van de Europese normcommissie voor biobased producten (TC 411), Ulphard Thoden van Velzen (senior onderzoeker verpakkingstechnologie en verpakkingafvalanalyse bij Wageningen UR – Food & Biobased Research).

Aanvullend is er literatuuronderzoek gedaan om inzicht te krijgen in de situatie en ervaringen in andere landen.

2 Technische vragen

In dit hoofdstuk worden de technische vragen zoals genoemd in paragraaf 1.2 afzonderlijk per paragraaf beantwoord. De informatie geeft een weergave van de huidige stand van zaken; in de toekomst mogen verdere ontwikkelingen verwacht worden (paragraaf 2.7). De technische haalbaarheid en implicaties van een verbod op plastic draagtassen met een uitzondering voor bioplastic draagtassen worden in paragraaf 4.1 besproken.

Allereerst wordt een korte toelichting op de 2-voudige betekenis van bioplastics gegeven.

2.1 Bioplastics

De term 'bioplastic' heeft niet een eenduidige betekenis. Het wordt gebruikt voor zowel biogebaseerde plastics als voor bioafbreekbare plastics. Deze groepen overlappen niet volledig. Een plastic kan zijn: biobased en niet bioafbreekbaar (bio-PE), biobased en bioafbreekbaar (PLA, PHA, zetmeel) en fossiel en bioafbreekbaar (PCL, PBAT, PBS, PBSA). Biobased of biogebaseerd zegt iets over de grondstoffen die zijn gebruikt voor de productie van in dit geval een plastic. Bioafbreekbaar is een eigenschap met betrekking tot de afvalfase van een plastic. Zie kader voor een nadere toelichting op biobased en bioafbreekbaar.

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 polyhydroxyalkanoaten.

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). Als een materiaal biologisch afbreekbaar (biodegradeerbaar, 'biodegradable') is, wil dat nog niet zeggen dat het altijd overal zal afbreken, want de activiteit van micro-organismen wordt in belangrijke mate beïnvloed door de omgevingsomstandigheden zoals temperatuur (denk aan de diepvries of opslag in de zomer), vochtgehalte (winkelschap, zomer en winter, woestijn), beschikbaarheid van zuurstof, etc. Bovendien zegt de term biodegradeerbaar niets over de snelheid en of de mate waarin het materiaal wordt afgebroken en kan een product dat slechts deels wordt afgebroken ook biologisch afbreekbaar genoemd worden. Zonder verwijzing naar de testmethode is 'biologisch afbreekbaar' dus een loos begrip. Voor specifieke situaties zijn particuliere certificaten en logo's op de markt gebracht (bijv. 'composteerbaar', 'oxo-degradable', 'biodegradable in soil') waarmee producenten kunnen communiceren dat het product voldoet aan specifieke afbreekbaarheidseisen vastgelegd in internationale normen of certificatieschema's. Zie ook paragraaf 2.6.

2.2 Alternatieven voor bestaande plastic tassen

De vraag is welke bioplastic alternatieven er zijn voor bestaande plastic draagtassen dunner dan 50 micrometer.

Deze grenswaarde van 50 micron komt overeen met de maximale dikte die de EC hanteert voor plastic draagtassen voor eenmalig gebruik (hierna te noemen 'single use draagtassen'), en die gebaseerd is op ervaring van experts vanuit verschillende Europese brancheorganisaties waaronder European Plastics Converters, European Plastic Films, Plastics Europe, European Bioplastics en European Plastic Recyclers [PPDW Directive, 2013, p.65]. De bestaande draagtassen in de categorie tot 50 micron dikte zijn met name de zogenoemde hemdtassen of marktassen en de DKT draagtassen, maar ook enkele zogenoemde lusdraagtassen, die in principe bedoeld zijn voor meermalig gebruik, vallen in de categorie dunner dan 50 micron (Figuur 2.1, Tabel 2.1).



Figuur 2.1 Plastic draagtassen voor eenmalig gebruik: hemdtas, ook marktass genoemd (links); DKT draagtas met gestanst handvat (midden); lusdraagtas (rechts).

Opvallend in de tabel is dat veel draagtassen met lus rond de 50 micron zijn. Deze zijn geschikt voor meermalig gebruik. Oerlemans Packaging [2014] geeft aan dat in het kader van de afgesloten convenanten ten aanzien van plastic afval gewerkt is aan materiaal besparing via het dunner maken van folies. Met behoud van eigenschappen zijn draagtassen in Nederland in de afgelopen jaren steeds dunner geworden en de grens van 50 micron is daardoor minder scherp geworden en in feite naar beneden gegaan. Op basis van Tabel 2.1 zou een grenswaarde van 35 micron een beter onderscheid geven tussen draagtassen voor eenmalig gebruik en voor meermalig gebruik. Een verbod op conventionele draagtassen dunner dan 35 of 50 micron met uitzondering van bioplastic draagtassen kan echter een financiële prikkel geven om tassen dikker te maken (zie paragraaf 4.2).

Tabel 2.1

Kenmerken van conventionele plastic draagtassen.

Winkel	Materiaal	Dikte (micron)	Gewicht (g)	Gewicht/'Oppervlak' (g/m ²)
Tassen voor groenten en fruit				
AH	PE	9	2.80	15.73
Jumbo	Bio-PE (90% biobased)	7.5	2.31	13.87
Hemdtas (meestal HDPE)				
Action	HDPE	14	6.96	26.80
Bakker Bart		17	5.28	32.20
Bakkerij Stroop		17	8.57	32.02
Hans de Klein	HDPE	16	5.70	39.00
HEMA	HDPE	13	5.51	27.09
Kruidvat	Bio-PE (85% biobased)	18	4.08	38.71
Landwinkel		16	4.87	33.32
Trepleister		16	4.06	30.62
DKT draagtas (meestal LDPE)				
Boekhandel Kniphorst		78	22.04	133.98
Bristol		30	12.97	62.04
Bruna		35	11.10	85.38
C&A	LDPE	32	14.70	59.29
Intertoys	LDPE	32	14.81	62.62
Kruidvat	Bio-PE (85% biobased)	32	13.25	73.86
Kwantum	LDPE	31	13.30	71.89
Kys Froen		48	20.51	95.27
Schoenenreus		26	10.85	50.78
Zeeman	LDPE	22	7.91	45.30
Draagtas met lus (meestal LDPE)				
AH	LDPE	57	33.25	136.87
C1000	LDPE	50	30.31	109.34
HEMA		37	15.06	92.96
Jumbo		52	24.80	90.35
Marskramer	LDPE	39	28.72	87.67
M&S		69	54.56	143.15
Promiss		61	31.92	119.92

Oppervlak = breedte x hoogte van de tas, waarbij het oppervlak van bodemdeel en handvatten zo veel mogelijk in dit oppervlak is verdisconteerd.

Mogelijke biobased/bioafbreekbare alternatieven voor bestaande plastic draagtassen dunner dan 50 micron zijn:

- Draagtas op basis van biobased niet-bioafbreekbaar PE plastic
- Draagtas op basis van blends van bioafbreekbare biobased plastics zoals PLA, PHA, en zetmeel en van bioafbreekbare fossiele of deels biobased plastics zoals PCL, PBAT, PBS en PBSA
- Draagtas op basis van papier
- Meervoudig bruikbare draagtas van biovezel zoals jute of (organisch) katoen.

Deze laatste 2 categorieën draagtassen zijn hier voor de volledigheid genoemd, maar worden niet in dit onderzoek meegenomen.



Figuur 2.2 Draagtassen op basis van alternatieve materialen: biobased niet-bioafbreekbaar PE (links); bioafbreekbaar, meestal deels biobased, plastic (midden); papier (rechts). De linker 2 foto's tonen hemdtassen; DKT en lustassen kunnen eveneens op basis van bioplastics gemaakt worden.



Figuur 2.3 Draagtassen voor meermalig gebruik op basis van organisch katoen (links) en jute (rechts).

Conclusies bioplastic alternatieven

Alternatieve bioplastic draagtassen kunnen gebaseerd zijn op biobased niet-biologisch afbreekbare plastics zoals bio-PE en op biologisch afbreekbare plastics zoals PLA-, PHA- en zetmeelblends.

2.2.1 Zakjes voor groenten en fruit

Naast de draagtassen die veel winkels in enige vorm aanbieden om consumenten hun producten veilig naar huis te kunnen transporten, bieden veel supermarkten plastic zakjes aan voor het verpakken van individueel afgemeten hoeveelheden groenten en fruit (G&F) door de consument zelf. Ook voor deze G&F-zakjes zijn er biobased/bioafbreekbare alternatieven mogelijk:

- Zakjes op basis van biobased niet-bioafbreekbaar PE plastic
- Zakjes op basis van blends van bioafbreekbare biobased plastics zoals PLA, PHA, en zetmeel en van bioafbreekbare fossiele of deels biobased plastics zoals PCL, PBAT, PBS en PBSA
- Zakjes op basis van papier



Figuur 2.4 G&F-zakjes op basis van alternatieve materialen: biobased niet-bioafbreekbaar PE (links); bioafbreekbaar, meestal deels biobased, plastic (midden); papier (rechts).

De variatie in de hoeveelheid plastic verpakkingsmateriaal van G&F in verschillende winkels is behoorlijk groot. Sommige winkels bieden G&F-zakjes van circa 2.5 gram aan die geschikt zijn voor het verpakken van circa 1.5 kg groenten of fruit, maar die, doordat er slechts 1 soort tas voorhanden is, ook gebruikt worden om bijvoorbeeld 500 gram G&F te verpakken. Andere winkels bieden geen G&F-zakjes aan, maar leveren de meeste groenten en fruit in vaste hoeveelheden voorverpakt (appels, sinaasappels, peren, druiven, broccoli, boontjes, etc.); andere groenten (bloemkool, prei, courgette) moet de consument onverpakt meenemen. Zo worden 1.5 kg van verschillende soorten appels aangeboden in plastic zakken met een gewicht tussen 3.8 - 8.3 gram. Soms zit 1 kg fruit verpakt in een plastic bak met seal-folie met een gezamenlijk gewicht van 18 gram. De enorme variatie in het verpakkingsgewicht van dit voorverpakt fruit doet vermoeden dat er wat betreft materiaalbesparing nog makkelijke verbeteringen haalbaar zijn.

Conclusies groenten- en fruitzakjes

Een maatregel voor plastic draagtassen kan ook toegepast worden voor G&F-zakjes. Een korte analyse suggereert overigens dat wat betreft materiaalgebruik, het bij G&F beter is dunne G&F-zakjes te gebruiken dan G&F vooraf te verpakken in plastic.

2.3 Productieketen van plastic draagtassen

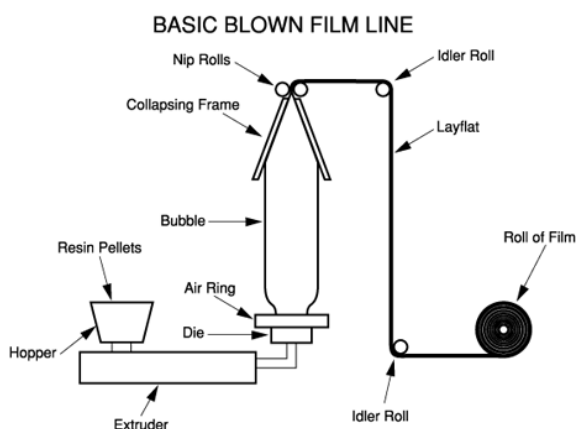
De technologische stappen voor het maken van plastic draagtassen zijn achtereenvolgens:

- Blenden (mengen) van plastic grondstof(fen) en additieven tot korrels van gewenste samenstelling
- Productie van folie uit de plastic korrels
- Desgewenst bedrukken van de folie met reclame uitingen
- Productie van draagtassen

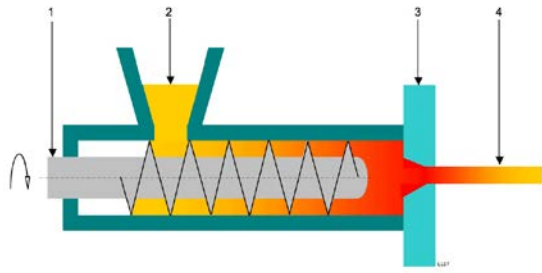
Deze stappen zijn identiek voor alle plastics, dus voor plastics gebaseerd op fossiele grondstoffen en voor bioplastics, zowel biogebaseerde als bioafbreekbare plastics.

Meer in detail zijn de stappen voor het maken van plastic draagtassen:

- Plastic grondstoffen worden met de nodige additieven voor stabiliteit, processing en (basis)kleur gemengd in een extruder en tot korrels met een diameter van ca. 3 mm gemaakt.
- De plastic korrels worden in een extruder opgesmolten en tot een continue folie gemaakt. Er kunnen 2 technologieën gebruikt worden.
 - Met behulp van filmblaas-technologie wordt het gesmolten plastic tot een ronde bel (buisvorm) geblazen met de gewenste dikte en diameter. Deze bel wordt vervolgens afgekoeld aan de lucht. De afgekoelde buis kan opengesneden worden of platgedrukt, waarna de folie op rol wordt gewikkeld (Figuur 2.5).
 - Met behulp van filmcasten wordt het gesmolten plastic tot een vlakke folie gevormd (Figuur 2.6) die op koelrollen wordt afgekoeld.
 - In het algemeen is filmcasten goedkoper dan filmblazen; nadeel is de lagere draagsterkte en 'puncture' weerstand.
- De plastic folie wordt desgewenst bedrukt met reclame-uiting.
- De folie wordt in de gewenste vorm gevouwen, gestanst en geseald.
 - Buisvormige folie wordt gestanst in de gewenste vorm (afmetingen en handvatten) en geseald aan de onderzijde. Bij hemddraagtassen wordt ook de bovenzijde van de handvatten geseald.
 - Vlakke folie wordt gevouwen en gestanst in de gewenste vorm (afmetingen en handvat) en geseald aan de onderzijde en zijkanten. Voor lustassen worden nog de lussen aan de tas geseald; de dikte van deze lussen is meestal dikker dan de dikte van de tas.
- De tassen worden gestapeld, verpakt en verzonden.



Figuur 2.5 Proces van folieblazen [Plasticstech, 2014].



Figuur 2.6 Continu extrusieproces: 1 = Extruder, 2 = Thermoplastisch granulaat, 3 = Extrusiematrijs, 4 = Extrusieprofiel, in dit geval een vlakke folie [Extruderen, 2014].

Conclusies productieketen

De technologische stappen voor het maken van plastic draagtassen uit fossiele- en bioplastic grondstoffen zijn identiek.

2.4 Materiaal opties voor biobased/bioafbreekbare plastic draagtassen

Biobased en bioafbreekbaar hebben nadrukkelijk niet dezelfde betekenis; een toelichting wordt gegeven in het kader in paragraaf 2.1.

In Tabel 2.2 zijn de momenteel in Europa leverbare materiaalopties voor biobased en/of bioafbreekbare plastics voor draagtassen op een rij gezet. Daarnaast is er nog een aantal met name Chinese leveranciers van zetmeelgebaseerde bioafbreekbare materialen, die evenwel nog niet actief zijn op de Europese markt. Voor de volledigheid: De bioafbreekbare plastics zijn blends van bioafbreekbare biobased plastics zoals PLA, PHA, en zetmeel en van bioafbreekbare fossiel of deels biobased plastics zoals PBAT, PCL, PBS en PBSA. Tevens bevatten de materialen in Tabel 2.2, naast de plastic grondstoffen, meestal additieven ter kleuring en voor stabiliteit tijdens verwerking en tijdens gebruik. Deze additieven zijn vaak niet biobased. Als gevolg daarvan zijn materialen waarin alle polymere plastics 100% biobased zijn, vooralsnog niet 100% biobased.

Het is niet gezegd dat al deze materialen door draagtassenproducenten geschikt worden bevonden voor de productie van standaard kwaliteit draagtassen.

Opvallend in de tabel is dat de Bio-PE materialen een hoog gehalte biobased hebben en de composteerbare tassen doorgaans een biobased gehalte lager dan 50% hebben. De belangrijkste reden hiervoor is gebruik van olie-gebaseerde biologisch afbreekbare polyesters zoals Ecoflex (PBAT). Dit materiaal wordt veelvuldig toegevoegd om de flexibiliteit van folies te verhogen en de scheursterkte te verbeteren. Daarnaast zijn mengsels op basis van met name Ecoflex zeer goed te verwerken tot folies op bestaande installaties.

Tabel 2.2

Huidige materiaal opties voor biobased/bioafbreekbare plastic draagtassen.

Materiaalgrade	Leverancier	Gecertificeerd volgens EN 13432	% Biobased	Samenstelling van Plastic
Bio-Flex F1138	FKuR (DE)	Ja	Onbekend	PLA-blend
Bio-Flex F1130	FKuR (DE)	Ja	Onbekend	PLA-blend
Biolice	Limagrain (FR)	Ja	Onbekend	Zetmeel-blend
BioPlast GF 106/02	BioTec (DE)	Ja	30	Zetmeel-blend
BioPlast 200	BioTec (DE)	Ja	42	Zetmeel-blend
BioPlast 500	BioTec (DE)	Ja, en thuis-composteerbaar	58	Zetmeel-blend
BioPlast 505	BioTec (DE)	Ja, en thuis-composteerbaar	57	Zetmeel-blend
Cardia Compostable B-F	Cardia (AU)	Ja	Onbekend	Zetmeel-blend
Compostable 3002	Cereplast (VS)	Ja	34% biobased koolstof	PLA-Zetmeel-blend
Compostable 3020	Cereplast (VS)	Ja	Onbekend	PLA-Zetmeel-blend
Ecopond Flex-162	Kingfa (CN)	Ja	Onbekend	Zetmeel-blend
Ecopond Flex-262	Kingfa (CN)	Ja	Onbekend	PLA-blend
Ecopond Flex-64D	Kingfa (CN)	Ja	Onbekend	PLA-blend
Ecovio F Blend C2224	BASF (DE)	Ja, en food contact approved	45	PLA-PBAT-blend
Green PE SGM9450F	Braskem (BR)	Nee	96	Biobased HDPE
Mater-Bi	Novamont (IT)	Ja	30-50	Zetmeel-blend
M-vera B5008	Metabolix (VS)	Ja	30% biobased koolstof	PHA-blend
M-vera B5010	Metabolix (VS)	Ja	Onbekend	PHA-blend
M-vera B5011	Metabolix (VS)	Ja	Onbekend	PHA-blend
Solanyl C8103	Rodenburg (NL)	Ja	>40	Zetmeel-blend
Solanyl C8101	Rodenburg (NL)	Ja	>40	Zetmeel-blend
Solanyl C8001	Rodenburg (NL)	Ja	>50	Zetmeel-blend

- Gecertificeerd volgens EN13432 betekent dat het materiaal afbreekbaar is onder composteringsomstandigheden. Tassenfabrikanten gebruiken deze methode om biologische afbreekbaarheid aan te tonen. Dit wil niet zeggen dat het materiaal in ieder milieu (zee, grond, ...) biologisch afgebroken wordt binnen afzienbare tijd.

Conclusies bioplastic materiaal opties

Op de Europese markt zijn bio-afbreekbare plastic grondstoffen beschikbaar die geproduceerd worden in onder andere Duitsland, Italië, Nederland, Frankrijk, de VS en China. Vanuit Brazilië is biobased polyethen (PE) beschikbaar.

2.5 Technische eigenschappen van biobased/bioafbreekbare plastic materialen

De vereiste technische eigenschappen van plastic draagtassen zijn in de jaren 1970 door de leveranciers vastgelegd op basis van de prestatie van de toenmalig geproduceerde (fossiel) plastic draagtassen. Sindsdien zijn deze eisen niet meer aangepast [Oerlemans Packaging, 2014]. De belangrijke technische eisen aan draagtassen zijn:

- Draagkracht. Deze is afhankelijk van de treksterkte van de folie en van de sealsterkte. De treksterkte kan verschillend zijn in de 2 hoofdrichtingen als gevolg van oriëntatie tijdens het productieproces.
- Weerstand tegen scheuren (doorprikweerstand)

Wat betreft processing zijn belangrijk:

- Verkrijgen van een vlakke folie met weinig variatie in de dikte.
- Sealbaarheid. Een goede seal is vereist voor de draagkracht van de tas.
- Bedrukbaarheid

Bioplastic draagtassen kunnen ook aan deze eisen voldoen. Een goede indicatie van de treksterkte en scheursterkte van een plastic folie kan verkregen worden uit specificaties zoals materiaalleveranciers die beschikbaar stellen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de daadwerkelijke sterkte van een folie

afhangt van de feitelijke verwerking: een materiaal zal sterkere draagtassen opleveren naarmate het zich stabiel laat verwerken tot homogener folies. Ook zijn blaasfolies sterker dan cast folies (zie paragraaf 2.3). De specificaties van de materiaalleverancier geven daarom slechts een indicatie van de sterkte-eigenschappen van een folie, en de daadwerkelijke eigenschappen dienen na productie vastgesteld te worden. De uiteindelijke prestatie van een tas moet bepaald worden aan die tas. Voor bioafbreekbare draagtassen wordt de 'jogging test' als belangrijkste indicator voor voldoende draagkracht gehanteerd. In de jogging test wordt een tas gevuld met een aantal kg materiaal en gedurende een aantal minuten geschud bij een bepaalde frequentie. De exacte waarden voor gewicht, tijd en frequentie hangen af van het type tas, met name van het volume.

Biobased alternatieven: Bio-PE heeft dezelfde eigenschappen als conventioneel PE; er is geen verschil tussen bio-PE en fossiel PE, zowel wat betreft technische eigenschappen als wat betreft processing.

Bioafbreekbare alternatieven: De grote hoeveelheid bioafbreekbare draagtassen in Italië geeft aan dat bioafbreekbare plastics inderdaad kunnen voldoen aan de eisen van de wet en de markt.

Om deze eisen te halen blijken de bioafbreekbare draagtassen vooralsnog iets dikker te moeten zijn dan PE draagtassen. Een producent van bioafbreekbare plastics voor draagtassen geeft aan dat de dikte van hemdtassen momenteel circa 18-24 micron is [Vooijs, 2014], terwijl uit een korte rondgang in deze studie blijkt dat de dikte van PE hemddraagtassen in de range 13-18 micron ligt, met een gemiddelde van 15.9 micron (Tabel 2.1). Aangezien de bioafbreekbare plastics een hogere dichtheid hebben dan PE, zijn de bioafbreekbare draagtassen zwaarder dan de PE draagtassen. De dichtheid van bioafbreekbare plastics voor draagtassen (Tabel 2.2) en de geanalyseerde G&F-zakjes en hemd- en DKT-tassen genoemd in Tabel 2.1 zijn respectievelijk 1.28 en 1.01 g/cm³. Deze laatste waarde is bepaald op basis van de tasdiktes en de waarden voor gewicht/'oppervlak'. Op basis van deze getallen kan berekend worden dat bioafbreekbare draagtassen momenteel 67% zwaarder zijn dan PE draagtassen.

Berekening gewicht huidige bio-afbreekbare draagtas t.o.v. conventionele PE draagtas

De dikte van de huidige bio-afbreekbare en de conventionele plastic hemddraagtassen is respectievelijk 21 en 15.9 micron. Het verschil in dichtheid is respectievelijk 1.28 en 1.01 g/cm³. Een bio-afbreekbare tas is hiermee momenteel $(21 \cdot 1.28) / (15.9 \cdot 1.01) = 1.67$ keer zwaarder dan een conventionele PE tas, ofwel 67% zwaarder.

Data uit deze studie en de literatuur

Waarnemingen in deze studie en data uit de literatuur laten een vergelijkbaar verschil in gewicht zien. In deze studie zijn de oppervlaktegewichten van 2 bioafbreekbare hemdtassen en 3 DKT-draagtassen geanalyseerd en deze blijken 52.5 en 148.7 g/m² versus 31.9 en 74.0 g/m² voor PE (Tabel 2.1), een verschil van respectievelijk 65% en 101%. In een analyse van Environment Agency [2011, p.13] wordt een verschil van 93% - 168% genoemd. Hoewel al deze data slechts gebaseerd zijn op een beperkt aantal tassen, is de trend vergelijkbaar: bioafbreekbare draagtassen zijn vooralsnog dikker en zwaarder dan PE draagtassen.

Wat betreft de processing noemt een verwerker als nadeel van sommige bioafbreekbare plastics tot dusverre dat de sealbaarheid kritischer is: de temperatuurrange waarin sommige bioafbreekbare plastics geseald kunnen worden is smaller dan voor PE, 20 vs. 50 °C; een andere verwerker geeft aan geen problemen met de sealbaarheid te hebben voor door hun geteste bioafbreekbare plastics. De sealtijd, en daarmee de productiesnelheid, is geen issue voor bioplastics. De bedrukbaarheid van bioplastic draagtassen blijkt prima.

Bioafbreekbare draagtassen kunnen een beperkte houdbaarheid hebben onder extreme omstandigheden. Met name zetmeel-gebaseerde draagtassen kunnen uitdrogen en bros worden na verloop van tijd, of juist vocht opnemen waardoor ze gevoelig worden voor degradatie. Beperkte houdbaarheid kan invloed hebben op de transportmogelijkheden (zie ook paragraaf 3.2).

Kleine winkels delen soms zo weinig draagtassen uit dat ze aan 1 bestelling voldoende hebben voor 3 jaar. Een dergelijke lange opslagperiode kan mogelijk houdbaarheidsproblemen geven (paragraaf 3.2).

Conclusies technische eigenschappen van bioplastic materialen

Bioplastic draagtassen kunnen aan dezelfde technische eisen voldoen als conventionele PE draagtassen. Bio-PE is chemisch identiek aan conventioneel fossiel PE, waardoor alle eigenschappen hetzelfde zijn. Biologisch afbreekbare draagtassen zijn vooralsnog iets dikker dan PE draagtassen om de functionele eisen te halen. Ze zijn ook iets zwaarder door een hogere dichtheid. Bij bewaring kunnen biologisch afbreekbare draagtassen een beperkte houdbaarheid hebben onder extreme omstandigheden wat betreft temperatuur en vochtigheid.

2.6 Biologische afbreekbaarheid in het milieu

Over de biologische afbreekbaarheid van bioplastic draagtassen kunnen geen generieke uitspraken gedaan worden. De volgende zaken spelen daarbij een rol.

2.6.1 Biobased versus Bioafbreekbaar

Zoals reeds in paragraaf 2.2 geschetst: **de term 'bioplastic' heeft geen eenduidige betekenis en 'bio' kan zowel betrekking hebben op de oorsprong van de grondstoffen (biobased) als op de mogelijkheid tot een biologische 'end-of-life-optie'**. Het spreekt voor zich dat een draagtas van biobased, niet-afbreekbaar plastic (bijv. bio-PE) net zo min in het milieu zal afbreken als een draagtas van hetzelfde materiaal gemaakt van fossiele grondstoffen.

2.6.2 Biologische afbraak en het milieu

Biologische afbreekbaarheid is niet alleen een intrinsieke materiaaleigenschap, het is ook sterk afhankelijk van de aanwezigheid en de activiteit van micro-organismen. En dat wordt in belangrijke mate ingegeven door het milieu. In bosgrond komen andere micro-organismen voor dan bijv. in de zee, en ook de temperatuur, het vochtgehalte, de beschikbaarheid van zuurstof, etc. hebben effect op de soorten aanwezige micro-organismen en hun activiteit. Zonder verwijzing naar de omstandigheden is de term 'biologisch afbreekbaar' een loos begrip. Er zijn daarom tientallen verschillende (internationale, standaard) testmethoden beschikbaar om de bioafbreekbaarheid in uiteenlopende milieus te bepalen [KBBPPS, 2013].

De bioafbreekbare plastics genoemd in Tabel 2.2 zijn gecertificeerd volgens EN13432 en dus bioafbreekbaar onder composteringsomstandigheden (55-60°C). Dit wil niet zeggen dat de materialen op de grond of in oppervlaktewater biologisch afgebroken worden binnen afzienbare tijd. De afbraaksnelheid in het milieu bij lagere temperatuur (20-30°C) is zeer verschillend voor de biobased plastics. In pure vorm breken PHA en zetmeel betrekkelijk snel af in de grond en in water, PLA daarentegen breekt zeer langzaam af onder deze condities. Maar aangezien zetmeel en PHA voor toepassing in draagtassen gemengd worden met bioafbreekbare polyesters om de vereiste eigenschappen te verkrijgen, neemt de biodegradatiesnelheid af t.o.v. de pure zetmeel en PHA polymeren, en de verblijftijd in het milieu neemt dus toe. Ter referentie: BASF vermarkt het materiaal Ecovio® F Mulch C2311 voor landbouwfolie (mulch film) en refereert aan bioafbreekbaarheid in de grond, maar geeft nadrukkelijk geen indicatie van de tijdspanne waarin het materiaal in de grond afbreekt [BASF, 2013]. Wel is het materiaal gecertificeerd volgens EN13432. In het algemeen mag verwacht worden dat de biodegradatiesnelheid op de grond langzamer is dan in de grond omdat in de grond de vochtigheid gemiddeld hoger is en er meer micro-organismen aanwezig zijn. Onderzoek van Rudnik en Briassoulis [2010] laat zien dat een PHA gebaseerde film (Mirel™) na 3 maanden in de grond reeds tot kleine fragmenten is afgebroken, en na 3 maanden op dezelfde grond nog feitelijk intact is, hoewel de film wel breekbaarder (brosser) is geworden. In dezelfde studie blijkt een PLA gebaseerde film na 4 maanden in de grond nog grotendeels intact.

Conclusies biologische afbraak in het milieu

Biologische afbreekbaarheid is een intrinsieke materiaaleigenschap, maar tevens sterk afhankelijk van de aanwezigheid van micro-organismen. Zonder verwijzing naar de omstandigheden heeft de term 'biologisch afbreekbaar' geen betekenis. De biologisch afbreekbare plastics genoemd in Tabel 2.2 zijn gecertificeerd volgens EN13432 en dus bioafbreekbaar onder composteringomstandigheden (55-60°C). Dit wil niet automatisch zeggen dat de materialen op de grond of in oppervlaktewater biologisch afgebroken worden binnen afzienbare tijd.

2.6.3 Actieve biologische verwerking (composteren en vergisten) en zwerfvuil

De normering van biologische afbreekbaarheid is ontstaan in het kader van de Europese richtlijn voor verpakkingen en verpakkingsafval (Directive 94/62/EC). Volgens deze richtlijn moeten verpakkingen met het oog op de milieu-impact voldoen aan een reeks eisen aangaande hergebruik. Naast reductie van materiaalgebruik (dunnere tassen), is sterk ingezet op product- en materiaal-hergebruik (recycling). Het composteren of vergisten van biologisch afbreekbare verpakkingen ('organic recovery through biodegradation and composting') tezamen met de organische fractie van huishoudelijk afval (het zgn. GFT-afval) wordt voor sommige toepassingen als een goedkope en milieuvriendelijke vorm van hergebruik gezien. Uiteraard gaat dit alleen op als de bioafbreekbaarheid van de verpakking of draagtas snel en volledig genoeg is zodat het reguliere composteerproces en de compost-kwaliteit niet nadelig beïnvloed worden. Om dit te faciliteren is een Europese norm opgesteld met eisen waar 'composteerbare' verpakkingen aan moeten voldoen en hoe dat te meten (EN 13432). Daar zijn ondertussen ook Amerikaanse (ASTM) en mondiale (ISO) varianten van. Producenten van composteerbare verpakkingen kunnen hun producten laten certificeren als zij voldoen aan de norm EN 13432 (bijv. European Bioplastics met het kiemplant logo, DIN Certco met het DIN-geprüft compostierbaar logo, Vinçotte met het OK-Compost logo, BPI met het compostable logo, etc. (zie schema in Tabel 2.3).












Plastic draagtassen die volgens één van bovengenoemde methoden zijn gecertificeerd, zijn dus zodanig bioafbreekbaar dat zij met het GFT-afval in korte tijd kunnen worden omgezet tot compost (of anaeroob worden vergist). Zij kunnen dus na gebruik als draagtas in tweede instantie (her)gebruikt worden als GFT-afvalzak. Als van een materiaal is aangetoond dat het snel afbreekt onder composteringomstandigheden wil dat echter niet zeggen dat het ook als zwerfvuil snel afbreekt langs de kant van de weg of in zee (zie ook 2.6.2). Van het composteerbare PLA is bijvoorbeeld bekend dat de hoge temperatuur van tenminste 55°C, zoals die bij een composteerproces voorkomt, essentieel is voor het initiëren van de biodegradatie. Veel PLA grades zullen bij 20°C niet, of slechts heel langzaam afbreken (ordegrootte van jaren). Voor het vaststellen van de 'afbreekbaarheid in de berm' is geen standaard testmethode of certificaat voorhanden.

Conclusies hergebruik

Plastic draagtassen die gecertificeerd zijn voor compostering (EN 13432 of vergelijkbare norm) kunnen na gebruik als draagtas in tweede instantie (her)gebruikt worden als GFT-afvalzak.

Tabel 2.3

Overzicht van certificeringslogo's en labels voor bioafbreekbare materialen [KBBPPS, 2013].

Logo	Organization	Norm	Symbol
Seedling logo	European Bioplastics	EN 13432, ASTM D 6400, EN 14995 and ISO 17088	
OK compost logo	Vinçotte	EN 13432	
DIN-Geprüft Compostable logo	DIN CERTCO	EN 13432, ASTM D 6400, EN 14995, ISO 17088 and AS 4736	
Compostable logo	Biodegradable Products Institute (BPI)	ASTM D 6400 and ASTM D 6868	
Cedar Grove Composting logo	Cedar Grove	based on ASTM D6400 and ASTM D6868 with additionally mandatory full-scale test	
GreenPla logo	Japan Bioplastics Association (JBPA)	Green PLA certification scheme	
Australian seedling logo	Australasian Bioplastics Association (ABA)	AS 4736	
National logo in Italy	Consorzio Italiano Compostatori (CIC)	based on EN 13432 with additionally mandatory full-scale test	
National logo in Finland	Jätelaitosyhdistys	EN 13432	
National logo in Sweden	SP Technical Research Institute of Sweden	SPCR 141	
National logo in Spain (Catalonia)	Departament de Medi Ambient i Habitatge	EN 13432 and EN 14995	

2.6.4 Oxo-degradeerbaar plastics

De termen 'afbreekbaar', 'bioafbreekbaar', 'oxo-degradeerbaar' en 'oxo-biodegradeerbaar' worden ook gebruikt om een groep producten (waaronder plastic draagtassen) te vermarkten die gemaakt zijn van traditionele plastics voorzien van specifieke additieven. Deze additieven zijn gebaseerd op chemische katalysatoren (met transitie-elementen zoals kobalt, mangaan, ijzer etc.) die fragmentatie van het plastic veroorzaken als resultaat van chemische oxidatie van de plastic polymeerketens, geïnitieerd door UV-straling en/of warmte. Van de aldus ontstane fragmenten wordt beweerd dat deze vervolgens in een tweede fase verder biologisch afbreken. De technologie is omstreden omdat het tot dusverre niet onomstotelijk is aangetoond dat de volledige afbraak tot CO₂ en water daadwerkelijk plaatsvindt. Daarom is men bang dat de brokstukken in het milieu achterblijven (accumulatie). Hoewel deze producten worden gepromoot als oplossing voor het zwerfafvalprobleem, zien anderen daar juist een gevaar in dit type materialen: de zichtbare vervuiling (het plastic zwerfvuil) wordt omgezet in onzichtbare vervuiling (de fragmenten) met wellicht meer impact op het milieu. Bovendien bestaat de angst dat deze producten het ongewenste gedrag (plastic in het milieu weggooien) juist in de hand werken. Daarnaast voeren de recyclers aan dat de oxo-degradable plastics de recyclestream vervuilen omdat de katalysatoren actief blijven en de kwaliteit van recyclestromen achteruit gaat. Zie ook Loughborough University [2010] en het Groenboek over een Europese strategie voor kunststofafval in het milieu [EC, 2013a].

Conclusies oxo-degradeerbaar plastic

Het is tot dusverre niet onomstotelijk aangetoond dat volledige afbraak van oxo-degradeerbaar plastic tot CO₂ en water daadwerkelijk plaatsvindt. Het gevaar van dit type materialen is dat zichtbare vervuiling (het plastic zwerfvuil) wordt omgezet in onzichtbare vervuiling (fragmenten). Oxo-degradeerbare plastics kunnen de recyclestream vervuilen omdat de katalysatoren actief blijven, waardoor de kwaliteit van recyclestromen achteruit gaat.

2.7 Nieuwe biobased materialen in ontwikkeling

De ontwikkelingen van bioafbreekbare plastic materialen voor draagtassen spitsen zich toe op:

- Sterkere materialen, waardoor dunnere tassen mogelijk zijn en minder materiaal nodig is.
- Hoger aandeel biobased
- Goedkopere grondstoffen

De afgelopen jaren zijn bioafbreekbare plastic materialen significant sterker geworden en is de dikte van hemddraagtassen in Italië afgenomen van circa 22-26 micron naar 20-22 micron [Vooijs, 2014]. De positie op de leercurve laat vermoeden dat er nog enige verbetering qua sterkte mogelijk is. Deze ontwikkeling kan mogelijk de kostprijs van draagtassen verlagen.

Producenten van bioafbreekbare plastics voor draagtassen zijn op 2 manieren bezig om het gehalte biobased in de materialen omhoog te brengen. Ten eerste door methodes te ontwikkelen waardoor het gehalte van de bestaande biobased plastic componenten, zoals zetmeel, PLA en PHA, in de bioplastics hoger kan worden. Ten tweede door bioafbreekbare polyesters, die in veel materialen voor plastic draagtassen zitten en die tot dusverre gemaakt wordt op basis van fossiele olie, te ontwikkelen die deels of geheel op basis van biobased grondstoffen gemaakt worden. Een enkel bioafbreekbaar polyester kan inmiddels deels biobased gemaakt worden, maar vooralsnog tegen een hogere prijs. De eigenschappen van de (deels) biobased polyesters zijn hetzelfde als voor de fossiele indien de bouwstenen 1 op 1 vervangen worden. Indien de bouwstenen anders zijn, kunnen andere eigenschappen verwacht worden. Ter illustratie een tweetal bedrijven dat momenteel dergelijke biobased varianten van bioafbreekbare polyesters ontwikkelt:

- Novamont ontwikkelt bioafbreekbare polyesters op basis van biobased butandioliol (BDO), waarmee beoogd wordt het biobased gehalte in de Mater-Bi[®] te verhogen van maximaal 50% nu naar 65-70%. Tevens is Novamont bezig met de ontwikkeling van azelainezuur voor de productie van bioafbreekbare polyesters.

-
- De Ecoflex® co-polyester in Ecovio® van BASF kan deels op basis van biobased grondstoffen gemaakt worden. De Ecovio F Blend C2224 zou naar verwachting een biobased gehalte van 65-70% kunnen krijgen.

De productie van biobased bouwstenen heeft baat bij economies-of-scale, waardoor voor bioplastics als PLA, PBAT en PBS een verlaging van de kostprijs verkregen kan worden. Een kostprijsverlaging kan ook bereikt worden door grondstoffen te ontwikkelen die voor meerdere toepassingen geschikt zijn waaronder bioplastics; een voorbeeld is kardoen (een distel) waarmee grondstoffen voor o.a. polymeerbouwstenen, lubricants, rubber-additieven en cosmetica gemaakt kunnen worden [Vooijs, 2014]. Daarnaast zijn alle bioplastic productieprocessen nog relatief nieuw en doorontwikkeling van de technologieën kan leiden tot kostprijsverlaging. Een verdere verlaging zou bereikt kunnen worden door goedkopere grondstoffen; een voorbeeld van goedkopere grondstoffen is PHA te produceren in afvalwaterzuiveringsinstallaties [Vooijs, 2014].

Conclusies materialen in ontwikkeling

Verwacht wordt dat de komende jaren biologisch afbreekbare plastic folies sterker gemaakt zullen worden. Tevens proberen producenten van biologisch afbreekbare plastics het gehalte biobased in de materialen omhoog te brengen. Een verlaging van de kostprijs van bioplastics kan verwacht van economies-of-scale en doorontwikkeling van de relatief nieuwe productieprocessen.

3 Economische vragen

In dit hoofdstuk worden de economische vragen zoals genoemd in paragraaf 1.2 afzonderlijk per paragraaf beantwoord. De economische haalbaarheid en implicaties van een verbod op plastic draagtassen met een uitzondering voor bioplastische draagtassen worden in paragraaf 4.2 besproken.

3.1 Locatie van economische activiteiten

Het overgrote deel van de in Nederland geconsumeerde hemdtassen op basis van fossiele PE komt uit Azië, in Nederland worden geen hemdtassen geproduceerd [Oerlemans Packaging, 2014]. Van de geconsumeerde **lus- en DKT-draagtassen worden enkele procenten in Nederland geproduceerd** [Oerlemans Packaging, 2014]. Hier zij opgemerkt dat niet alle Nederlandse bedrijven die draagtassen op hun website aanbieden, deze tassen ook daadwerkelijk zelf produceren. Een groot deel van de lus- en DKT-draagtassen komt uit Duitsland. In Europa wordt fossiel PE voornamelijk geproduceerd door bedrijven die voor het merendeel eigendom zijn van Arabische bedrijven.

3.2 Positie van Europese en Nederlandse bedrijven bij productie van bioplastische draagtassen

Bio-PE

Een aantal Nederlandse ketens waaronder Kruidvat en Jumbo gebruiken draagtassen en G&F-zakjes op basis van bio-PE. Bio-PE draagtassen en zakjes kunnen in Nederland en de EU gemaakt worden. Echter, het alleenrecht¹ om draagtassen op basis van bio-PE te maken ligt bij het Duitse Papier-Mettler, Europees marktleider in de productie van plastic draagtassen [Oerlemans Packaging, 2014]. Oerlemans verwacht dat het alleenrecht op de productie van (Braskem's) bio-PE draagtassen nog enige tijd bij Mettler zal blijven. Bio-PE wordt tot dusverre alleen geproduceerd door Braskem in Brazilië.

Bioafbreekbare plastics

Bioafbreekbare plastics worden in Europa geproduceerd in Italië, Duitsland, Nederland en Frankrijk. Hoewel er slechts beperkt info is over de geproduceerde hoeveelheden, kan aangenomen worden dat Duitsland (BASF, FKUR, BioTec) en Italië (Novamont) de belangrijkste producenten zijn.

Sommige bioafbreekbare draagtassen hebben een beperkte houdbaarheid. Dit geldt met name voor zetmeel-gebaseerde plastics bij hogere opslagtemperaturen in de zomer, en onder invloed van vocht. Productie dichtbij huis zoals in Nederland, België of Duitsland zal naar verwachting voorkomen dat houdbaarheidsproblemen optreden tijdens het betrekkelijk korte transport [Oerlemans Packaging, 2014]. In Duitsland bevinden zich, naast de grootste draagtassenproducent van Europa, eveneens 3 belangrijke leveranciers van bioplastics voor draagtassen. Daarmee zou Duitsland eenvoudig de Nederlandse behoefte aan bioplastische draagtassen kunnen opvullen.

Rodenburg Biopolymers in Oosterhout biedt enkele bioplastische grades aan die geschikt zijn voor de productie van draagtassen. Producenten van draagtassen zijn nog niet onverdeeld positief over dit materiaal.

¹ Door haar patentpositie kan Braskem exclusieve licenties verstrekken aan in dit geval Mettler voor de productie van bio-PE draagtassen voor de Europese markt.

Transport naar Nederland van in Azië geproduceerde bioafbreekbare draagtassen zal naar verwachting initieel problemen geven met garantie op de houdbaarheid. Echter, wellicht zijn goede verpakkingsmogelijkheden te ontwikkelen waardoor bioafbreekbare draagtassen alsnog met behoud van voldoende kwaliteit van Azië naar Nederland getransporteerd kunnen worden. Hierbij zij opgemerkt dat een aantal grondstoffen voor bioplastics nu reeds in China gemaakt worden, en in de nabije toekomst zullen daar nog fabrieken bijkomen in Azië. Oerlemans verwacht daarom dat na verloop van enkele jaren de productie van bioplastic draagtassen van Europa weer zal verplaatsen naar Azië (overeenkomstig aan de productie van conventionele draagtassen). Een investering in extra productie apparatuur specifiek voor bioplastic draagtassen is daarom risicovol.

Voor zover bij de auteurs bekend, zijn er in Nederland momenteel slechts 2 producenten van plastic draagtassen die beide tevens ook bioplastic draagtassen kunnen maken. Eén producent maakt draagtassen vanuit granulaat, de ander start met de vlakfolie. Hun gezamenlijke aandeel op de Nederlandse lus- en DKT-draagtassenmarkt is enkele procenten. Voor langjarige productie van een significant marktaandeel draagtassen door Nederlandse bedrijven is vereist dat de bioplastic grondstof in Nederland geproduceerd wordt.

Een commerciële fabriek voor bioplastics zou jaarlijks minimaal 20 kton moeten afzetten [Vooijs, 2014]. Met een verbod op fossiel plastic draagtassen met uitzondering voor bioplastic draagtassen zou in Nederland behoefte kunnen ontstaan aan circa 23-42 kton/jaar aan bioplastic voor draagtassen en G&F-zakjes (Zie paragraaf 3.3 voor de onderbouwing van deze hoeveelheid). Dit volume aan bioplastic kan een boost zijn voor Nederlandse bioplastic fabrikanten, die het momenteel moeilijk hebben vanwege een geringe markt voor hun producten.

Indien hemdtassen verboden worden, en consumenten aangewezen zijn op lusdraagtassen voor meermalig gebruik, zullen economische activiteiten verschuiven van Azië naar Europa. In dit geval zullen de kansen voor Nederlandse bedrijven toenemen.

Conclusies positie Nederlandse en Europese bedrijven

Braskem (Brazilië) is momenteel de enige producent van bio-PE. Het alleenrecht om draagtassen op basis van bio-PE te maken ligt bij het Duitse Papier-Mettler, en zal naar verwachting nog enige tijd bij Mettler blijven. Biologisch afbreekbare plastics worden in Europa geproduceerd in Italië, Duitsland, Nederland en Frankrijk. In Nederland zijn er momenteel 2 producenten van plastic draagtassen die beide tevens ook biologisch afbreekbare plastic draagtassen kunnen maken.

Een verbod op hemdtassen waardoor consumenten aangewezen zijn op o.a. lusdraagtassen voor meermalig gebruik, zal economische activiteiten verschuiven van Azië naar Europa, waardoor de kansen voor Nederlandse bedrijven toenemen.

3.3 Verwachte marktvolumes van bioplastic draagtassen

Uit een analyse van uiteenlopende afvalstromen door Wageningen UR-FBR werd geschat dat in 2011 in Nederland circa 29.000 ton aan plastic draagtassen werden afgedankt [NRC Next, 2012; Thoden van Velzen, 2014]. Dit betreft draagtassen die reclame bevatten, en is dus exclusief de onbedrukte zakjes die supermarkten aanbieden om groenten en fruit in te 'verpakken'. Ter referentie, de EU markt voor plastic draagtassen is circa 800.000 ton [EuBP, 2014].

Een verbod op plastic draagtassen met uitzondering van bioplastic draagtassen zal er niet automatisch toe leiden dat het volume aan conventionele draagtassen 1:1 wordt vervangen door bioplastic draagtassen. In de literatuur is te zien dat maatregelen in andere landen het gebruik van draagtassen flink heeft doen afnemen. De effecten van maatregelen in een aantal landen en in steden in de VS zijn samengevat in Tabel 3.1 en laten een afname in het gebruik van plastic draagtassen zien van 58% tot boven de 90%. De meeste maatregelen betreffen heffingen op de uitgifte van plastic draagtassen. Na een eerste scherpe afname van het gebruik als gevolg van de maatregelen, blijkt dat het gebruik weer

iets toeneemt zodra consumenten gewend raken aan de extra kosten; deze toename is echter slechts enkele % van het oorspronkelijke gebruik.

Een indicatie van de boven en ondergrens van het verwachte volume van bioplastic draagtassen bij een verbod op conventionele plastic draagtassen in Nederland, met uitzondering van bioplastic draagtassen, kan als volgt worden ingeschat.

- 1) Winkels verstrekken bioplastic draagtassen zoals tot dusverre PE draagtassen: gratis in sommige gevallen of tegen dezelfde prijs in ander gevallen

In dit geval zal de hoeveelheid draagtassen wellicht constant blijven op het huidige niveau. Aangezien bio-PE dezelfde eigenschappen heeft als fossiel PE, zal bij vervanging van de fossiele PE tassen door bio-PE tassen het volume 29.000 ton/jaar blijven. Voor bioafbreekbare plastics geldt dat ze een hogere dichtheid hebben dan PE en dat nog een grotere foliedikte nodig is om dezelfde sterkte eisen te halen. Aangezien de leercurve van het sterker maken van bioafbreekbare plastic nog niet ten einde is (paragraaf 2.7), en om het marktvolume niet te overschatten, gaan we uit van eenzelfde dikte voor bioafbreekbare en PE draagtassen. Uit paragraaf 2.5 blijkt dat de dichtheid van bioafbreekbare plastics gemiddeld 28% hoger is dan van de huidige PE grades voor draagtassen. Het verwachte marktvolume voor bioafbreekbare plastic draagtassen is in dit geval $29.000 \times 1.28 = 37.100$ ton/jaar zijn. Dit volume is groter dan in Italië; dit komt doordat in Italië door een definitie-kwestie ook oxo-degradeerbare PE plastics als bioafbreekbaar zijn toegestaan en een aanzienlijke hoeveelheid oxo-degradeerbaar PE draagtassen vermarkt worden [Plastic Consult, 2013, p.22].

- 2) Winkels vragen een (hogere) prijs voor bioplastic draagtassen

De (hogere) prijs kan gevolg zijn van het doorberekenen van de hogere kostprijs van bioplastic draagtassen aan de consument, of van een wettelijke maatregel. Maatregelen in een aantal landen en steden in de VS hebben laten zien dat drempels voor het gebruik van plastic draagtassen (in de vorm van een prijs die de consument moet betalen) een grote afname in het gebruik van dunne plastic draagtassen tot gevolg had (Tabel 3.1). De afname in Italië in de periode tot 2011 is het gevolg van een voorgenomen maatregel. Hierbij dient opgemerkt te worden dat ca. 60% van de 80 kton PE draagtassen bestaat uit oxo-degradeerbaar PE [Plastic Consult, 2013, p.22]. Uit een korte proef in Nederland blijkt dat winkels 48-77% minder draagtassen uitgeven indien de consument ernaar moet vragen [KIDV, 2014]. De gemiddelde afname in gebruik van plastic draagtassen na de maatregelen samengevat in Tabel 3.1 is 73%. Aangezien supermarkten in Nederland inmiddels geen gratis draagtassen aan de kassa meer verstrekken, zal de afname in gebruik naar verwachting minder zijn dan in de landen zoals genoemd in Tabel 3.1. Indien de afname van het gebruik van bioplastic draagtassen als gevolg van de maatregel in Nederland wordt geschat op 50%, dan zal $29.000 \times 50\% = 14.500$ ton/jaar bio-PE nodig zijn, of $37.100 \times 50\% = 18.550$ ton/jaar aan bioafbreekbaar plastic.

Tabel 3.1

Effect van maatregelen tegen plastic draagtassen in verschillende landen.

Land	Maatregel	Afname	Periode	Referentie
Ierland	15 cent/tas in 2002	328 naar 21 tassen/capita (93%)	2002	Environ, 2007
Wales	5 ct/tas in 2011	116 naar 22 tassen/capita (81%)	2010 naar 2012	WRAP, 2013
Denemarken	3-12 ct/tas in 1994	66%		Egan & Fuchs, 2011
Washington DC	5 ct/tas in 2010	67%		Beacon Hill Institute, 2012
Taiwan	10 ct/tas in 2007	68%		Egan & Fuchs, 2011
Italië	Verbod, m.u.v. bioafbreekbaar	190 naar 80 kton (58%)	2007 naar 2011	Ganapini, 2012, p.41
Nederland	Klant moet ernaar vragen (KIDV pilot)	48-77%	2013	KIDV, 2014

De jaarlijks gebruikte hoeveelheid G&F-zakjes kan als volgt ingeschat worden. Nederland telt circa 7.600.000 huishoudens die naar eigen schatting 5 G&F-zakjes/week consumeren. Bij een gemiddeld gewicht van 2.5 g/tas komt dit overeen met 4.900 ton/jaar. Om consumenten zelf de hoeveelheid te kopen groeten en fruit te laten bepalen, ook i.v.m. het voorkomen van voedsel dat bederft, zal het

lastig zijn op het aantal zakjes te besparen en we nemen aan dat deze hoeveelheid vergelijkbaar blijft met bioplastic zakjes.

Hiermee komt de hoeveelheid bioplastic draagtassen en G&F-zakjes voor de bovenstaande marktvolume opties 2 en 1 op respectievelijk 23.450 en 42.000 ton.

Conclusies verwachte marktvolumes

Bij een maatregel waarbij conventionele PE draagtassen en G&F-zakjes worden vervangen door bioplastic varianten, zal het marktvolume bioplastic draagtassen in de range 23.450 – 42.000 ton liggen.

3.4 Werkgelegenheid

Indien alle bioafbreekbare plastic productie en verwerking tot draagtassen in Nederland zou plaatsvinden, kan een indicatie van de potentiële werkgelegenheid als volgt worden ingeschat:

- De productie van 16.000 ton zetmeel, 40% zetmeel in 40.000 ton bioafbreekbaar plastic levert ca. 70 werkplaatsen op.
 - Aardappelopbrengst is ca. 45 ton/ha met een zetmeelgehalte van 25% [Avebe, 2012a]. 16.000 Ton zetmeel komt dan overeen met 1422 ha aardappelen.
 - De toeleveranciers van Avebe verbouwen gemiddeld 33 ha aardappelen [Avebe, 2012a]. Stel dit is 33% van het areaal van een boerderij waar 2 fte werken, dan zijn 26 fte nodig voor de verbouw van 1422 ha aardappelen.
 - Avebe verwerkte ca 2.000.000 ton aardappelen tot 500.000 ton zetmeel met 1350 medewerkers in 2011/2012 [Avebe, 2012a; Avebe, 2012b]. 16.000 Ton zetmeel wordt naar rato geproduceerd met 43 medewerkers.
- De productie van 20.000 ton polyester, 50% polyester in 40.000 ton bioafbreekbaar plastic levert ca. 27 werkplaatsen op.
 - Stel dat voor de productie van bioafbeekbaar polyester evenveel werknemers/ton nodig zijn als voor PLA.
 - NatureWorks had ca. 100 medewerkers in 2011 [Minnesota Business, 2011] in dienst en produceerde in dat jaar ca 75.000 ton PLA [Nova Institut, 2013].
- De productie (compounding) van 40.000 ton bioafbreekbaar plastic levert naar schatting 60 werkplaatsen op [Snijder, 2014].
- De productie van 40.000 ton aan bioafbreekbare draagtassen levert naar schatting ca. 500 werkplaatsen op.
 - Met voornamelijk fossiel plastic verwerkte Oerlemans in 2011 18.000 ton plastic producten met 220 fte [Ami Publishing, 2013; WijBrabant, 2013].
 - Stel dat de productie van draagtassen een gemiddelde arbeidsinzet kost, en dat de productie op basis van volume per werknemer hetzelfde is, dan zijn voor de productie van 40.000 ton draagtassen 488 werknemers nodig.

In totaal levert de productie van 40.000 ton draagtassen ca. 644 werkplaatsen op.

In Nederland is dus naar schatting 18.550 – 37.100 ton materiaal nodig voor draagtassen en 4.900 ton voor G&F-zakjes. Indien voor de productie van G&F-zakjes per volume eenzelfde aantal werknemers nodig is als voor draagtassen, dan levert de totale productie naar schatting ca. 378 - 676 werkplaatsen op voor respectievelijk marktvolume opties 2 en 1.

Deze inschatting is conservatief in vergelijking met een indicatie voor de Italiaanse situatie zoals genoemd in publieke informatie. In 2012 telde de bioplastic verwerkende industrie in Italië, exclusief de productie van de bioplastic grondstof, 850 werknemers op een volume van 39.250 ton, waarvan 27.000 ton voor draagtassen [Plastic Consult, 2013]. Indien de werkgelegenheid evenredig over het volume bioplastics is verdeeld, dan is de werkgelegenheid in de Italiaanse bioplastic draagtassensector 585 werknemers.

Indien alle bioafbreekbare plastic productie en verwerking tot draagtassen en G&F-zakjes in Nederland zou plaatsvinden, en aangenomen dat de prijs/gewicht van DKT-draagtassen een goede indicatie is

van de gemiddelde waarde van alle gebruikte hemd-, DKT- en lusdraagtassen en G&F-zakjes, dan kan een indicatie van de potentiële werkgelegenheid als volgt worden ingeschat:

- Een volledig bedrukte bioafbreekbare DKT-draagtas met een gewicht van 25 gram kost 0.239 €/stuk bij grote afname.
- De omzet van 23.450 – 42.000 ton tassen en zakjes is dan € 224 – 402 miljoen.

Tabel 3.2

Effect van maatregelen indien de gehele productie voor biologisch afbreekbare plastic draagtassen in Nederland plaats vindt.

	Marktvolume (ton)	Werkgelegenheid (fte)	Omzet (Mio €)
Optie 1	42.000	676	402
Optie 2	23.450	378	224

Bovenstaand scenario ligt echter niet voor de hand omdat Nederland op het gebied van de productie van de bioplastic grondstof geen koploper is en vermoedelijk zullen Italiaanse en Duitse producenten profiteren.

Conclusies werkgelegenheid

Indien bij een omschakeling van fossiele naar biologisch afbreekbare plastic draagtassen en G&F-zakjes alle economische activiteiten in Nederland plaats vinden (wat niet waarschijnlijk is), zullen naar schatting 378 – 676 werkplaatsen gecreëerd worden bij een omzet van € 224 – 402 miljoen.

3.5 Economische impact van verbod op plastic draagtassen in andere landen

Italië

Maatregel in Italië

Per Januari 2011 is in Italië regelgeving in werking getreden die beoogt conventionele PE draagtassen te vervangen door biodegradeerbare en composteerbare draagtassen (EN 13432) en draagtassen voor meervoudig gebruik [OECD, 2013, p.44]. Voor levensmiddelen zijn conventionele lus- en DKT-draagtassen dunner dan respectievelijk 200 en 100 micron verboden; voor niet-levensmiddelen zijn lus- en DKT-draagtassen dunner dan 100 en 60 micron verboden [Ganapini, 2012, p.42]. In Italië hebben producenten en gebruikers van plastic draagtassen vroegtijdig geanticipeerd op deze regelgeving.

Een rapport van Ganapini spreekt over een omzet van € 305 miljoen op 115 kton draagtassen in 2011 [Ganapini, 2012, p89]. Een studie van Plastic Consult noemt een productie van 32 en 27 kton bioafbreekbare draagtassen in 2011 en 2012 [Plastic Consult, 2013, p.20], en een omzet van € 140 miljoen voor de overall productie van 39 kton bioafbreekbare plastics in 2012 [p.18]. Met de hieruit af te leiden gemiddelde prijs voor de bioplastics van 3.56 €/kg kan de omzet voor bioplastic voor de productie van draagtassen worden bepaald op € 96 miljoen in 2012.

Er zijn geen gegevens gevonden van de toegevoegde waarde van de draagtasproductie. Op basis van grove schattingen kan een indicatie van de omzet van bioplastic draagtassen in Italië worden verkregen:

- Zetmeel 40% 600 €/ton, copolyester 50% 3500 €/ton, overige additieven 10% 1000 €/ton, geeft voor compouderen en marge $3560 - 0.4 \cdot 600 - 0.5 \cdot 3500 - 0.1 \cdot 1000 = 3560 - 240 - 1750 - 100 = 1470$ €/ton
- Folieblazen of -casten is een vergelijkbare technologie als compouderen, dus zijn de kosten ingeschat als vergelijkbaar, 1470 €/ton. Voor het bedrukken, sealen en stansen worden nogmaals vergelijkbare kosten gerekend, 1470 €/ton. Dus wordt de omzet van bioplastic draagtassen ingeschat op € 96 miljoen + 2940 €/ton * 27.000 ton = € 175 miljoen.

Merk op dat in Italië in 2011, naast de 32.000 ton bioafbreekbare draagtassen, eveneens 33.000 ton conventionele PE draagtassen en 50.000 ton oxo-degradable PE draagtassen vermarkt zijn [Plastic Consult, 2013].

Steden in de VS

Er zijn weinig studies (gevonden) die kwantitatief rapporteren over de economische effecten van het verbod op plastic draagtassen en eventuele verplichte opslagen in de VS. Een studie naar het effect van het verbod in delen van Los Angeles in 2011 rapporteert een 5.7% afname in omzet en een afname van werkgelegenheid bij alle onderzochte supermarkten met gemiddeld 10% [Villarreal & Feigenbaum, 2012]. Overige studies, die uitgevoerd zijn vóór invoering van maatregelen om het gebruik van plastic draagtassen in te dammen, schatten in dat de verborgen kosten voor de single use hemdtassen 2.90 – 3.25 \$/capita per jaar zijn en ná invoering 5.7 – 7.3 \$/capita per jaar zullen zijn [Aecom, 2010; San Francisco, 2011; Equinox, 2013]. De extra kosten komen voort uit de aanschaf van andere draagtassen en zakken: 1) de vervangende papieren tassen zijn betrekkelijk duur, en 2) consumenten hebben extra vuilnisemmerzakjes nodig in plaats van de single use plastic tassen die ze veel in hun kleine vuilnisemmer gebruiken. De schatting is dat 40% van de draagtassen als vuilnisemmerzak werd gebruikt [Environment Agency, 2011, p.21 en 30]. Er is geen analyse van het effect van de maatregelen op de productieketen gevonden.

Sommige rapporten vermelden dat het gebruik van belasting of opslagen administratie vergt, en dus kosten met zich brengt [Aecom, 2010, p.16; Burchill, 2011, p.4]. Sommige rapporten verwachten een kleine vermindering van de kosten die nodig zijn voor afvoer van afval en om openbaar zwerfvuil op te ruimen [San Francisco, 2011].

Conclusies economische impact in andere landen

De bovengenoemde inschatting van de economische impact (werkgelegenheid en omzet) van een volledig Nederlandse productieketen bij een omschakeling van fossiel PE draagtassen naar biologisch afbreekbare plastic draagtassen is goed vergelijkbaar met de Italiaanse case.

4 Conclusies en aanbevelingen

Een specifiek antwoord op de economische en technische effecten is niet te geven omdat de exacte beleidsmaatregel en met name daaraan ten grondslag liggende beoogde effecten nog niet duidelijk is. Daarom worden in onderstaande paragrafen 10 elementen besproken die onderdeel kunnen worden van een eventuele beleidsmaatregel en per element worden eventuele effecten besproken. De elementen zijn:

- Biobased niet-biologisch afbreekbare tassen
- Biobased biologisch afbreekbare tassen
- Fossiel biologisch afbreekbare tassen (exclusief oxo-degradeerbare tassen)
- Hybriden van biobased plastic en fossiel PE
- Oxo-degradeerbare tassen
- End of life
- Biologische afbreekbaarheid in het milieu
- Groenten & fruit-zakjes
- Effect van een dikte-grens
- Prijs van tassen voor de consument

4.1 Conclusies technische haalbaarheid en implicaties

Het is technisch haalbaar om conventioneel fossiele PE plastic draagtassen te vervangen door bioplastic draagtassen. Bio-PE heeft dezelfde eigenschappen als fossiel PE en kan derhalve 1 op 1 als vervanging dienen. Bioafbreekbare plastic draagtassen voldoen eveneens, gelet op de grote hoeveelheid die hiervan sinds enkele jaren in Italië gebruikt wordt.

De implicaties van een verbod op conventionele plastic draagtassen met uitzondering van bioplastic draagtassen zijn echter divers. Onderstaand worden de implicaties van het gebruik van de verschillende groepen bioplastic draagtassen nader toegelicht.

Biobased niet-biologisch afbreekbare tassen

Het belangrijkste voorbeeld van biobased niet-bioafbreekbaar plastic is bio-PE, dat chemisch identiek is aan fossiel PE. De wereldwijde bio-PE productie is momenteel circa 200.000 ton/jaar, 0.22% van de ca. 90.000.000 ton/jaar geproduceerde fossiel PE. Indien conventionele plastic draagtassen in Nederland verboden worden, en voor de helft vervangen worden door bio-PE draagtassen, ofwel 14.500 ton/jaar (paragraaf 3.3), dan is daarvoor 7.3% van de wereldwijde bio-PE productie nodig.

- Bio-PE is goed te recyclen en is compatibel met de momenteel grootste recyclestroom, fossiel PE. Recycling is in het algemeen gebaat bij een monomaterialenstroom. Echter, plastic tasjes worden via Plastic Heroes in een gemengde stroom ingezameld en daarna met de foliestroom afgescheiden. De kwaliteit van de recycle stroom PE uit Plastic Heroes is niet geschikt voor het maken van nieuwe plastic tasjes, maar alleen voor laagwaardiger producten omdat deze niet zuiver genoeg is.
- Als zwerfafval gedragen bio-PE draagtassen zich identiek aan fossiel PE draagtassen.
- Uit onderzoek naar suikergebaseerde ketens blijkt dat bij de productie van bio-PE minder broeikasgassen worden uitgestoten en minder fossiele energie wordt verbruikt dan bij de productie van fossiel PE [Bos et al., 2011; Bos et al., 2012; Ziem et al., 2013].

Biobased biologisch afbreekbare tassen

Aangezien veel commerciële biobased bioafbreekbare plastics relatief bros zijn, is een flexibele component nodig om draagtassen te kunnen maken. Alle bioafbreekbare materialen genoemd in Tabel 2.2 bevatten daarom een biobased plastic component en een flexibele (tot dusverre) fossiele bioafbreekbare plastic component. Vanwege de implicaties splitsen we de discussie op in het biobased deel (deze paragraaf) en het fossiel deel (volgende paragraaf).

- Om aan de eisen van draagkracht te voldoen zijn bioafbreekbare draagtassen voorsnog iets dikker dan conventionele PE draagtassen, en iets zwaarder vanwege de hogere dichtheid. Enige verbetering qua sterkte wordt nog verwacht door verdere ontwikkeling.
- De biobased bioafbreekbare plastics in Tabel 2.2 zijn allemaal composteerbaar (bij 55-60°C) volgens EN 13432. Het is echter moeilijk te bepalen welk deel van de bioplastics in de uiteindelijke compost terecht komt. Dit hangt niet alleen van het materiaal af, maar ook van het compostingsproces waarin het verwerkt wordt én van hoe de consument omgaat met de tassen. Indien de tassen voldoen aan compostingseisen, dan zijn gebruikte draagtassen goed te hergebruiken om GFT in te verzamelen en kan zo een betere afvalscheiding bereikt worden, d.w.z. een hoger percentage GFT-inzameling [BASF Biotonne, 2013]. Voor een effectieve introductie en sluitende aanpak van het gebruik van composteerbare draagtassen voor afvalscheiding en GFT-inzameling is afstemming met de VNG en gerichte voorlichting aan de consument vereist.
- In Nederland wordt inmiddels een significant deel van het GFT vergist i.p.v. gecomposteerd. Via deze vergisting wordt biogas gemaakt. Bioafbreekbare draagtassen kunnen zo ook omgezet worden in biogas.
- Over de biologische afbreekbaarheid van bioplastic draagtassen in het milieu kan geen generieke uitspraak gedaan worden. Biologisch afbreekbare tassen zijn geen oplossing voor het zwerfafvalprobleem omdat de afbraak op de grond lang kan duren, in de orde van grootte van maanden tot jaren. Evenmin zijn deze materialen een oplossing voor de plastic soep op zee. Vanwege de hogere dichtheid dan water zullen bioafbreekbare draagtassen niet op zee blijven drijven, maar zinken. Onder water zullen ze echter veel minder snel afbreken, en dus een tijdlang beschikbaar blijven voor inname door zeedieren. Ondanks dat slechts een klein deel van het zwerfafval in Nederland bestaat uit plastic draagtassen², wensen leveranciers geen risico te lopen met zwerfafval geassocieerd te worden. Leveranciers leggen de nadruk op composting (in combinatie met een 2^e leven als GFT-afvalzak).
- Recycling is in het algemeen gebaat bij zo weinig mogelijk materiaalstromen. Momenteel bestaat het overgrote deel van de plastic folies uit PE en worden folies niet gescheiden voor recycling. Bij het produceren van plastic producten is de zuiverheid van de grondstoffen van groot belang voor de eigenschappen. Gewoon huishoudelijk kunststoffolieafval (DKR 310) heeft meestal een samenstelling van ca. 90% PE, en de overige 10% bestaat uit PP en nog een beetje PET, PS, PVC etc. De zuiverheid van deze conventionele folie recyclestream is voldoende voor een aantal toepassingen waaronder plastic pallets, bloempotten, tuinmeubelen, rioolbuizen en wateropslagtanks. Dunne PE draagtassen maken momenteel gemiddeld ca. 17% van de gerecyclede plastic folies uit. Indien dunne PE draagtassen worden verboden met uitzondering van bioafbreekbare plastic draagtassen, wordt de recyclestream aan folies heterogener: het percentage PE in de folie-stroom zal afnemen en, afhankelijk van de keuzes van de consument, ingenomen worden door een of enkele soorten bioafbreekbaar plastic. Hierdoor zal wellicht scheiding van de materialen nodig zijn om materiaalhergebruik mogelijk te maken. Een methode om plastics, zowel de conventionele als bioafbreekbare, te scheiden met behulp van infrarood-technologie (NIR) bestaat en kan resulteren in 99% zuiverheid. Pellenc ST (Pertuis, Frankrijk) heeft een speciale NIR sorteermachine ontwikkeld om kunststoffolie met NIR herkenning te sorteren. NIR-sortering wordt nog niet breed door folie-afval-opwerkers toegepast.

² Ter referentie wordt verwezen naar een kwantitatieve studie in een aantal grote Europese steden: Heeb, 2004, p.34

- De meningen zijn verdeeld over wat er gebeurt in een overgangssituatie, waarbij geen NIR-scheiding wordt toegepast, maar waarbij wel reeds significante hoeveelheden bioafbreekbare plastics in de recyclestream terecht komen:
 - De plastic recyclers stellen dat contaminatie van de conventionele PE plastic foliestroom met 2% bioafbreekbaar plastic reeds kwaliteitsproblemen geeft [Plastic Recyclers Europe, 2014].
 - De producenten van bioplastics tonen onderzoek dat aangeeft dat contaminatie van PE met tot 10% PLA/PBAT, puur PBAT of een zetmeelblend geen of een verwaarloosbaar nadelige invloed heeft op de verwerking en eigenschappen van gerecyclede grondstoffen [Conai, 2012; EuBP, 2013].
- Biobased biologisch afbreekbare plastics leveren bij verbranden hernieuwbare energie op.
- Uit onderzoek naar suikergebaseerde ketens blijkt dat bij de productie van PLA minder broeikasgassen worden uitgestoten en minder fossiele energie wordt verbruikt dan bij de productie van fossiel PET [Bos et al., 2011; Bos et al., 2012].

Fossiel biologisch afbreekbare tassen (exclusief oxo-degradeerbare tassen)

Vanwege de (mechanische) eigenschappen worden biobased plastics gemengd met fossiele bioafbreekbare polyesters voor de productie van draagtassen. De bioafbraaksnelheid van deze plastics ligt in tussen PHA en zetmeel aan de ene kant, en PLA aan de andere kant. Deze polyesters zijn goed composteerbaar, maar breken in het algemeen niet snel af in het milieu.

Met behulp van NIR is scheiding van dit soort materialen mogelijk; NIR wordt voor het scheiden van folies echter nog niet veel toegepast.

Hybriden van biobased plastic en fossiel PE

Indien het doel is om het aandeel biobased grondstof in plastic draagtassen te verhogen, zijn hybride materialen zoals zetmeel-PE een optie. Deze materialen zijn niet composteerbaar of bioafbreekbaar, maar wel herkenbaar met NIR en geschikt voor energierterugwinning bij verbranden waarbij het aandeel zetmeel hernieuwbare energie levert.

Oxo-degradeerbare tassen

Oxo-degradeerbare draagtassen bestaan meestal uit conventioneel PE met een additief dat fragmentatie in het milieu veroorzaakt. Hoewel niet onomstotelijk is aangetoond dat volledige afbraak tot CO₂ en water daadwerkelijk plaatsvindt (paragraaf 2.6.4), kunnen producenten vooralsnog het kenmerk 'bioafbreekbaar' gebruiken omdat 'bioafbreekbaar' geen wettelijk beschermd begrip is. Dit heeft er ook toe geleid dat als gevolg van de wetgeving in Italië, waarbij door een definitiekeuze oxo-degradeerbare materialen als bioafbreekbare materialen werden aangemerkt, in 2011 50.000 ton oxo-degradeerbare draagtassen zijn vermarkt, tegen 32.000 ton bioafbreekbare draagtassen [Plastic Consult, 2013, p.22].

Vanuit verschillende invalshoeken kleven er nadelen aan het gebruik van oxo-degradeerbare draagtassen (zie ook paragraaf 2.6.4):

- Vanuit het oogpunt van bioafbreekbaarheid wordt vastgesteld dat oxo-degradeerbaar PE draagtassen (en overige producten) weliswaar in betrekkelijk korte tijd onder invloed van zuurstof, UV-straling en/of warmte afbreken tot kleine fragmenten die moeilijk waarneembaar zijn, maar volledige afbraak tot CO₂ en water dient door micro-organismen plaats te vinden, en dat proces duurt zeer lang voor PE. Fragmenten plastic blijven daardoor alsnog vele 10-tallen jaren in het milieu achter (accumulatie)³. De Oxo-Biodegradable Plastics Association bestrijdt deze visie [Oxo, 2012; OPA, 2013], en lijkt daarin alleen te staan [EC, 2013b].
- Voor plastic verwerkers en recyclers zorgt contaminatie van standaard (PE) plastic folie recyclestromen met oxo-degradeerbare (PE) plastic folie voor problemen met de productgarantie [TCKT, 2012]. In tegenstelling tot bijvoorbeeld bioafbreekbare plastics kunnen oxo-degradeerbare plastics niet met NIR worden onderscheiden. Oxo-degradeerbare plastics zijn namelijk conventionele (PE) plastics met een kleine hoeveelheid additief dat voor de oxo-degradatie zorgt.

³ Schadelijke gevolgen kunnen zijn: inname door dieren en verminderde vochtvasthoudend vermogen van land.

End of life

Over het nut en de effecten van bioplastic draagtassen zijn de meningen verdeeld. Iedereen lijkt het erover eens dat, welke keuze m.b.t. (plastic) draagtassen ook gemaakt wordt, de End-of-life duidelijk en goed geregeld moet zijn.

Alle partijen willen voorkomen dat plastic draagtassen in het milieu terecht komen. Alle partijen willen voorkomen dat zelfs maar gesuggereerd wordt dat bioplastic draagtassen in het milieu (als zwerfafval) afbreken. De end-of-life opties zijn compostering, recycling en verbranden:

- Composteerbare draagtassen zijn goed te gebruiken om GFT in te verzamelen. Indien consumenten hiervan goed op de hoogte zijn, kan een betere afvalscheiding bereikt worden en een hogere compost inzameling [BASF Biotonne, 2013]. Voor een effectieve introductie en sluitende aanpak van het gebruik van composteerbare draagtassen voor afvalscheiding en GFT-inzameling is afstemming met de VNG en gerichte voorlichting aan de consument vereist. Zolang goede scheiding van foliestromen niet in de praktijk is geïmplementeerd, kan een goede inzameling via GFT voorkomen dat de plastic folie recyclestromen "vervuild" raken met bioplastics.
- De technologie voor een goede scheiding van folie-recyclestromen is in principe beschikbaar. In hoeverre dit economisch haalbaar is, en in hoeverre de technologie nader afgestemd moet worden op de bioafbreekbare plastics, zal bepaald moeten worden. Momenteel is het sorteerrendement voor materiaalhergebruik uit de brongescheiden inzameling van huishoudelijk kunststofverpakkingsafval ca 76% [Nedvang, 2013, p.28-30]. Een klein deel van de verpakkingen kan niet worden uitgesorteerd vanwege de kleur (zwart) of de staat (te klein, te verfrommeld) of is ongewenst (PVC). Dit deel komt in de sorteerrest terecht, te samen met het ingezamelde restafval. Deze sorteerrest (24%) wordt momenteel verbrand met energierecuperatie. Overall wordt ca. 50% van het kunststofverpakkingsafval hergebruikt [Nedvang, 2013, p.30]; dit percentage is lager dan het sorteerrendement o.a. door onvolledige inzameling.
- Verbranden van bioplastics is goed mogelijk, en levert hernieuwbare energie in geval van biobased plastics.

Biologische afbreekbaarheid in het milieu

Als het om eender welke reden een vereiste is dat draagtassen als zwerfvuil in het milieu (op de grond bij 20-30°C) afbreken, dan is het een optie om te bezien in hoeverre bioplastics, bijvoorbeeld die welke geschikt zijn voor mulch films voor 1 seizoen gebruik (OK Soil), doorontwikkeld kunnen worden tot een kwaliteit die geschikt is voor draagtassen met behoud van de bioafbreekbaarheid bij milieuecondities. Belangrijk detail is dat alle testen in de grond worden gedaan, en verwacht wordt dat de biodegradatiesnelheid op de grond en in water langzamer is dan in de grond.

Groenten & fruit-zakjes

Dunne G&F-zakjes blijken gemiddeld gunstiger wat betreft materiaalgebruik dan voorverpakt fruit. Verder doet de enorme variatie in het verpakkingsgewicht van dit voorverpakt fruit vermoeden dat er wat betreft materiaalbesparing nog makkelijke verbeteringen haalbaar zijn.

4.2 Conclusies economische haalbaarheid en implicaties

Effect dikte-grens

De dikte van 50 micron ligt in een grensgebied. Bij een verbod op draagtassen dunner dan 50 micron, kan het economisch aantrekkelijker zijn om DKT- en lusdraagtassen 20-60% dikker te maken; de kosten van extra materiaalgebruik zullen opwegen tegen de kosten van bioafbreekbare tassen die 2.5-5 keer duurder zijn. Dit effect is omgekeerd aan wat de Convenanten voor draagtassen de afgelopen jaren hebben beoogd. Het is vooralsnog onduidelijk of deze dikkere tassen leiden tot meer hergebruik.

Voor een duidelijk effect van een verbod op dunne plastic draagtassen op het terugdringen van het aantal en volume van draagtassen is derhalve een hogere dikte-grens vereist. Ter referentie: In Italië

ligt de grens op 200 en 100 micron voor lus- en DKT-draagtassen voor levensmiddelen, en op 100 en 60 micron voor lus- en DKT-draagtassen voor niet-levensmiddelen [Ganapini, 2012, p.42].

Biobased niet-bioafbreekbare tassen

Bio-PE wordt momenteel alleen in Brazilië op commerciële schaal geproduceerd. Gelet op grondstofprijzen is niet te verwachten dat in Europa binnen afzienbare tijd bio-PE geproduceerd zal worden. Daarnaast bestaan er vooralsnog monopolyposities voor bio-PE verwerking, waardoor productie van bio-PE draagtassen in Nederland voorlopig onwaarschijnlijk is.

Bioafbreekbare tassen

Aangezien bioafbreekbare plastics vooralsnog meer lokaal dan globaal worden geproduceerd en verwerkt, is de kans groter dat economische activiteiten voor de productie van bioafbreekbare tassen in Nederland, en Europa, plaats vinden dan voor bio-PE. Met name ook op het gebied van bioplastic R&D hebben Nederland en Europa een sterke positie.

Een verbod op conventionele plastic draagtassen met uitzondering van bioplastic draagtassen vraagt een grote hoeveelheid bioplastics ten opzichte van de huidige bioplastic volumes. Indien deze hoeveelheid bioplastic van grondstof tot en met draagtas volledig in Nederland geproduceerd zou worden, schept dat een werkgelegenheid van naar schatting ca. 378 - 676 fte en een omzet van ca. € 224 - 402 miljoen (paragraaf 3.4). Dit scenario ligt echter niet voor de hand omdat Nederland op het gebied van de productie van de bioplastic grondstof geen koploper is en vermoedelijk zullen Italiaanse en Duitse producenten profiteren.

Een verbod op conventionele plastic draagtassen met uitzondering van bioplastic draagtassen zal de bestaande plastic folie recyclestream heterogener maken. Met behulp van NIR technologie kan deze recyclestream met daarin conventionele- en bioafbreekbare plastics gescheiden worden. De economische haalbaarheid van de scheiding neemt af met toenemende heterogeniteit van de recyclestromen en de haalbaarheid neemt toe als de te scheiden stromen groter worden.

Producenten van plastic draagtassen geven aan dat de prijs van bioplastic draagtassen 2.5-5 keer hoger is dan van conventionele PE draagtassen.

Hybriden van biobased plastic en fossiel PE

Deze materialen zijn goedkoper dan bioafbreekbare materialen. Bij een beleid gericht op toepassing van biobased grondstoffen zullen de hybride materialen een prijsvoordeel hebben ten opzichte van de bioafbreekbare materialen.

Oxo-degradeerbare tassen

Doordat het kenmerk 'bioafbreekbaar' niet een wettelijk beschermd begrip is, kan deze term verwarring veroorzaken bij consumenten en professionals die onvolledig op de hoogte zijn van de kenmerken van oxo-degradeerbaar plastic. De lagere prijs van oxo-degradeerbare draagtassen t.o.v. biologisch afbreekbare draagtassen bij dezelfde kwalificatie 'bioafbreekbaar' zal bedrijven en consumenten sturen richting de oxo-degradeerbare producten. Ter illustratie: Als gevolg van de wetgeving in Italië, waarbij door een definitiekeuze oxo-degradeerbare materialen als bioafbreekbare materialen werden aangemerkt, zijn in 2011 50.000 ton oxo-degradeerbare PE draagtassen vermarkt tegen 32.000 ton biologisch afbreekbare draagtassen [Plastic Consult, 2013, p.22].

Prijs tassen voor de consument

Door de hogere kosten van bioplastic draagtassen (deels) door te berekenen aan de consument, zal het gebruik van draagtassen naar verwachting afnemen (paragraaf 3.3). Indien de hoeveelheid (bio)plastic draagtassen met de helft wordt teruggebracht, mag verwacht worden dat de hoeveelheid zwerfafval ook wordt teruggedrongen.

4.3 Mogelijkheden en beperkingen van de materiaal opties

In Tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de typen grondstoffen die in aanmerking komen bij een bepaald type maatregel.

Tabel 4.1

Materiaal opties bij verschillende typen maatregelen.

Maatregel	Materiaal opties
Stimulering biologische afbreekbaarheid	Biologisch afbreekbare plastics, Oxo-degradeerbare plastics (tenzij geweerd)
Stimulering biobased	Hybriden, Bio-PE, Biologisch afbreekbare plastics
Stimulering recycling	Fossiel PE, Bio-PE
Vermindering zichtbaar zwerfafval	Oxo-degradeerbare plastics (tenzij geweerd), Geschikte biologisch afbreekbare plastics kunnen wellicht ontwikkeld worden
Dikte grenzen	Fossiel PE (bij te lage dikte grenzen), Oxo-degradeerbare plastics, Biologisch afbreekbare plastics

In Tabel 4.2 worden de voor- en nadelen en de risico's gegeven van de verschillende typen plastic voor dunne draagtassen. Het betreft hier de huidige stand van zaken; ontwikkelingen kunnen deels verandering brengen in de kenmerken.

Tabel 4.2

Voor- en nadelen en risico's van de verschillende typen plastics (huidige situatie, ontwikkelingen zijn mogelijk).

Type plastic	Voordelen	Nadelen	Risico's
Bio-PE	<ul style="list-style-type: none"> - Biobased - heeft dezelfde eigenschappen (technisch, verwerking, recycling) als fossiel PE 	<ul style="list-style-type: none"> - Productie grondstof alleen nog in Brazilië - Alleenrecht voor productie van draagtassen bij Duits bedrijf 	<ul style="list-style-type: none"> - Verwarring bij gebruikers over 'biobased' en 'biologisch afbreekbaar' kan zwerfafval doen toenemen
Biologisch afbreekbaar plastic	<ul style="list-style-type: none"> - Deels biobased - Biologisch afbreekbaar - Composteerbaar - Hergebruik als GFT-zak - Positief effect op GFT inzameling 	<ul style="list-style-type: none"> - Tijdspanne waarin huidige biologisch afbreekbare plastics in het milieu afbreken is maanden tot jaren - Kostprijs hoger dan voor bio-PE 	<ul style="list-style-type: none"> - Zakken komen i.p.v. in GFT in andere recycle stroom: Indien folie recycling plaatsvindt zonder NIR-technologie voor scheiding, kan de zuiverheid van de recyclestroom omlaag gaan, hetgeen een negatieve invloed heeft op productkwaliteit of het % recycling
Hybriden van biobased plastic en fossiel PE	<ul style="list-style-type: none"> - Deels biobased - Verbranding levert hernieuwbare energie 	<ul style="list-style-type: none"> - Niet composteerbaar - Niet biologisch afbreekbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Indien folie recycling plaatsvindt zonder NIR-technologie voor scheiding, kan de zuiverheid van de recyclestroom omlaag gaan, hetgeen een negatieve invloed heeft op productkwaliteit
Oxo-degradeerbaar plastic	<ul style="list-style-type: none"> - Minder zichtbaar zwerfafval - Goedkoper dan biologisch afbreekbare plastics 	<ul style="list-style-type: none"> - Vervuult de PE-recyclestroom waardoor kwaliteitsverlies optreedt 	<ul style="list-style-type: none"> - Onzichtbare fragmenten in het milieu

4.4 Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen dat:

- Nader onderzoek wordt gedaan naar de exacte technische en economische implicaties van een eventuele beleidsmaatregel, op het moment dat de overheid een keuze heeft gemaakt voor een specifieke maatregel ten aanzien van bioplastic draagtassen.
- Normen worden opgesteld voor biologische afbraak van plastic producten in het milieu als de overheid bepaalde producten zoals dunne plastic draagtassen wil verbieden omdat er een grote kans is dat ze als zwerfafval in het milieu terecht komen en dat ze een uitzondering wil maken voor bioplastics.
- Nader onderzoek wordt gedaan naar hoe bioafbreekbaar plastic daadwerkelijk in de GFT-stroom komt.
- Scheidingstechnologie (NIR) met marktconforme snelheid nader wordt afgestemd op de nieuwe typen bioplastic of verder wordt doorontwikkeld.
- Nader onderzoek wordt gedaan op het gebied van oxo-degradeerbare plastics. Het gaat hier met name om (1) het mogelijk negatieve effect die oxo-degradeerbare plastics kunnen hebben op de recyclestream en (2) hoe oxo-degradeerbare plastics afbreekbaar zijn in een composteerinstallatie en/of het milieu.

5 Woordenlijst

ASTM	American Society for Testing and Materials
BDO	Butaandiol
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europese Norm
GFT	Groenten, fruit en tuin (-afval)
G&F	Groenten en fruit
ISO	International Organization for Standardization
NIR	Near infrared
PBAT	Poly(butyleen adipaat-co-tereftalaat)
PBS	Polybutyleen succinaat
PBSA	Polybutyleen succinaat-co-adipaat
PCL	Polycaprolacton
PE	Polyetheen
PET	Polyethyleentereftalaat
PHA	Polyhydroxyalkanoaat
PLA	Polymelkzuur (polylactic acid)
PP	Polypropeen
PS	Polystyreen
PVC	Polyvinylchloride

Literatuur

- Aecom, 2010. Economic Impact Analysis – Proposed Ban on Plastic Carryout Bags in Los Angeles County (Project No. 18373),
http://ladpw.org/epd/aboutthebag/PDF/SocioEconomicImpactStudy_final.pdf
- Ami Publishing, 2013. http://www.amiplastics.com/media/83635/ami_publishing_catalogue_2013.pdf
- Avebe, 2012a. <http://www.avebe.com/agro/AVEBEAgro/Teeltgebied.aspx>
- Avebe, 2012b. http://www.avebe.nl/Portals/2/120175-01%20Avebe%20Jv_Nederlands.pdf
- BASF, 2013. Ecovio F Mulch C2311,
http://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~de_DE/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable_plastics/Ecovio_F_Mulch_C2311.pdf?doc_lang=en_GB
- BASF Biotonne,
2013, http://worldaccount.basf.com/wa/plasticsEU~de_DE/portal/show/content/products/biodegradable_plastics/biodegradable_polymers_biotonne2015
- Beacon Hill Institute, 2012. Two Years of the Washington, D.C. Bag Tax: An Analysis, http://s3.amazonaws.com/atrfiles/files/files/BHI_Report.pdf
- Bos et al., 2011. Bos HL, Meesters KPH, Conijn SG, Corré WJ and Patel MK, Duurzaamheid van biobased producten, energiegebruik en broeikasgasemissie van producten met suikers als grondstof. <http://www.groenegrondstoffen.nl/downloads/Boekjes/11Duurzaamheidvan%20biobased%20producten.pdf>
- Bos et al., 2012. Bos HL, Meesters KPH, Conijn SG, Corré WJ and Patel MK, Accounting for the constrained availability of land: a comparison of bio-based ethanol, polyethylene, and PLA with regard to non-renewable energy use and land use. *BioFPR* 6: 146-158.
- Burchill, 2011. Kiyomi Burchill, Paper or Plastic? San Francisco's plastic bag ordinance and the problem of substitutes, http://priceschool.usc.edu/files/documents/masters/research/MPA_10.pdf
- Conai, 2012. Biodegradable packaging recovery project, www.conai.org/hpmdoc.asp?IdDoc=2146
- EC, 2013a. Europese Commissie, Groenboek over een Europese strategie voor kunststofafval in het milieu, http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/green_paper/green_paper_nl.pdf
- EC, 2013b. European Commission, Analysis of the public consultation on the Green Paper "European Strategy on Plastic Waste in the Environment", http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/green_paper_plastic.pdf
- Egan & Fuchs, 2011. http://plasticbaglaws.org/wordpress/wp-content/uploads/2010/05/leg_SF_economic-report-PowerPoint.pdf
- Environ, 2007. <http://www.environ.ie/en/Environment/Waste/PlasticBags/>
- Environment Agency, 2011. Chris Edwards, Jonna Meyhoff Fry, Life Cycle Assessment of Supermarket Carrier Bags (Report: SC030148),
http://www.biodeg.org/files/uploaded/Carrier_Bags_Report_EA.pdf
- Equinox Center, 2013. Plastic Bag Bans: Analysis of Economic and Environmental Impacts,
<http://www.equinoxcenter.org/assets/files/Plastic%20Bag%20Ban%20Web%20Version%2010-22-13%20CK.pdf>
- EuBP, 2013. The behaviour of bioplastic films in mechanical recycling streams (meta study). http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2014/publications/Bioplastic_films_in_mechanical_recycling_streams.pdf
- EuBP, 2014. Fact Sheet 'Bioplastic carrier bags – a step forward', http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2013/11/EuBP_FS_shopping_bags_2013.pdf
- Eunomia, 2012. Chris Sherrington, Dominic Hogg, Peter Jones, Brad Doswell, Chris Cullen, George Cole, Assistance to the Commission to Complement an Assessment of the Socio-economic Costs and Benefits of Options to Reduce the Use of Single-use Plastic Carrier Bags in the EU – Final report for the European Commission DG Environment under Framework Contract No ENV.C.2/FRA/2011/0020,
http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/pdf/study_options.pdf
- Extruderen, 2014. www.nl.wikipedia.org/wiki/Extruderen
- Ganapini, 2012. Bioplastics: A case study of bioeconomy in Italy. Edizioni Ambiente, Milano.

-
- Heeb, 2004. J. Heeb, M. Ableidinger, T. Berger, W. Hoffelner, Littering – ein Schweizer Problem? – Eine Vergleichsstudie Schweiz - Europa, http://www.reinwerfen.at/fileadmin/redakteur/Downloads/PDFs/Littering_-_ein_Schweizer_Problem.pdf
- KBBPPS, 2013. B. De Wilde, N. Mortier & S. Verstichel, D. Briassoulis, M. Babou, A. Mistriotis & M. Hiskakis, Report on current relevant biodegradation and ecotoxicity standards (Deliverable 6.1 of KBBPPS-project), http://www.biobasedeconomy.eu/media/downloads/2013/01/130226%20KBBPPS%20Deliverable%206_1.pdf
- KIDV, 2014. Minder plastic tasjes door beprijzing en bewustwording, <http://www.kidv.nl/actueel/3170/minder-plastic-tasjes-door-beprijzing-en-bewustwording.html>
- Loughborough University, 2010. Assessing the Environmental Impacts of Oxo-degradable Plastics Across Their Life Cycle (EV0422). January 2010, http://en.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2011/03/publications/EV0422_8858_FRP.pdf
- Minnesota Business, 2011. <http://minnesotabusiness.com/article/natureworks-aims-create-world-beyond-plastic-and-its-building-manufacturing-power-meet-goal>
- Nedvang, 2013. Monitor Verpakkingen Resultaten 2012, <http://www.kidv.nl/3244/monitor-verpakkingen-resultaten.pdf>
- Nova Institut, 2013. Adriana Sanz Mirabal, Lena Scholz, Michael Carus, Market study on Bio-based Polymers in the World – Capacities, production and applications: Status quo and trends towards 2020.
- NRC Next, 2012. Thalia Verkade, Weghalen plastic zakjes scheelt 600 kilo per dag, NRC Next 17 februari 2012, <http://www.nrcnext.nl/blog/2012/02/17/next-checkt-weghalen-pastic-zakjes-scheelt-600-kilo-per-dag/>, 17 februari.
- OECD, 2013. Policies for bioplastics in the context of a bioeconomy, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 10, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/5k3xpf9rrw6d-en>
- Oerlemans Packaging, 2014. Persoonlijke communicatie van Joan Hanegraaf, Jan Wessemius en Patrick Verschaeren.
- OPA, 2013. Oxo-biodegradable Plastics Association, OPA response to the EU Commission's Green Paper on Plastic Waste in the Environment, <http://www.biodeg.org/files/uploaded/biodeg/EU%20Green%20Paper%20OPA%20response.pdf>
- Oxo, 2012. Industry response to the DEFRA project EVO422, http://www.biodeg.org/files/uploaded/biodeg/BPF_RESPONSE_TO_LOUGHBOROUGH_REPORT.pdf
- Plastic Consult, 2013. The Italian market of compostable biodegradable bioplastics, <http://www.assobioplastiche.org/wp-content/uploads/2013/10/The-Italian-Market-of-Compostable-Bioplastics.pdf>
- Plastic Recyclers Europe, 2014. Persbericht, http://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/Press%20Release_Biodegradable%20plastic%20bags%20are%20a%20myth_%20Plastics%20Recyclers%20Europe_0.pdf
- Plastictech, 2014. www.plastictech.info/processes/extrusion/blown-film-extrusion, www.pitfallsinmolding.com/extrusion1.html
- PPDW Directive, 2013. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT - Impact Assessment for a Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste to reduce the consumption of lightweight plastic carrier bags, <http://www.ipex.eu/IPEXL-WEB/dossier/files/download/082dbcc5420d8fab014228a1953d06e6.do>
- Rudnik & Briassoulis, 2010. E. Rudnik, D. Briassoulis, Comparative Biodegradation in Soil Behaviour of two Biodegradable Polymers Based on Renewable Resources, *J Polym Environ* 19: 18-39.
- San Francisco 2011. City and County of San Francisco – Office of Economic Affairs, Checkout Bag Charge: Economic Impact Report, <http://www.portlandmaine.gov/greenpackaging/1-13-2014/legsfeconomicreport.pdf>
- Snijder, 2014. Persoonlijk communicatie van Martin Snijder.
- TCKT, 2012. Impact of degradable and oxo-fragmentable plastic carrier bags on mechanical recycling, <http://www.plasticsconverters.eu/uploads/FINAL%20Impact%20of%20Degradable%20Plastic%20Carrier%20Bags%20on%20mechanical%20recycling.pdf>

-
- Thoden van Velzen, 2014. Persoonlijke communicatie van Ulphard Thoden van Velzen.
- Plastic Consult, 2013. The Italian market of compostable biodegradable bioplastics, <http://www.assobioplastiche.org/wp-content/uploads/2013/10/The-Italian-Market-of-Compostable-Bioplastics.pdf>
- Villarreal & Feigenbaum, 2012. Pamela Villarreal, Baruch Feigenbaum, A Survey on the Economic Effects of Los Angeles County's Plastic Bag Ban, Policy Report No. 340, <http://www.ncpa.org/pdfs/st340.pdf>
- Vooijs, 2014. Persoonlijke communicatie van Henk Vooijs.
- WijBrabant, 2013. Nieuwsbericht, <http://www.wijbrabant.nl/nieuws-overzicht/oerlemans-plastics-meer-omzet-winst-en-personeelsleden/>
- WRAP, 2013. WRAP publishes new figures on carrier bag use, <http://www.wrap.org.uk/content/wrap-publishes-new-figures-carrier-bag-use>
- Ziem et al., 2013. Environmental assessment of Braskem's biobased PE resin – Summary of the life cycle assessment, land-use change and water footprint reports

Wageningen UR Food & Biobased Research
Postbus 17
6700 AA Wageningen
T 0317 48 00 84
www.wageningenUR.nl/fbr

FBR Report 1465



Wageningen UR Food & Biobased Research is een R&D-organisatie voor duurzame innovatie op het gebied van gezond voedsel, duurzame versketens en biobased producten. Food & Biobased Research ontwikkelt in nauwe samenwerking met haar opdrachtgevers creatieve oplossingen voor versnelling van duurzame en winstgevende groei.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
