

Verpakkingen onder de SUP-richtlijn

Een milieukundige verkenning van het mogelijke effect van maatregelen voor een aantal voorbeeldcases





CE Delft

Committed to the Environment

Verpakkingen onder de SUP-richtlijn

Een milieukundige verkenning van het mogelijke effect van maatregelen voor een aantal voorbeeldcases

Dit rapport is geschreven door:
Meis Uijttewaal en Geert Bergsma

Delft, CE Delft, oktober 2020

Publicatienummer: 20.200174.120

Verpakkingen / Kunstoffen / Monoverpakking / Maatregelen / EU-regelgeving / Richtlijnen / Milieu / Effecten

Opdrachtgever: Ministerie van I&W

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Bergmsa (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	3
	Summary	9
1	Introductie	14
	1.1 Aanleiding	14
	1.2 Doel	14
	1.3 Geselecteerde cases	14
	1.4 Leeswijzer	15
2	Methodologie	16
	2.1 Doel	16
	2.2 Aanpak	16
	2.3 Reikwijdte	16
	2.4 Milieu-impactcategorieën	18
	2.5 Multifunctionaliteit en allocatie	19
	2.6 Datagebruik en datakwaliteit	19
3	Hemdtasjes	20
	3.1 Beschrijving van de cases en alternatieven	20
	3.2 Resultaten	23
4	Hamburgerbakjes	29
	4.1 Beschrijving van de hamburgerbakjes	29
	4.2 Resultaten	31
	4.3 Analyse van de resultaten	34
5	Patatbakjes	35
	5.1 Beschrijving van de patatbakjes	35
	5.2 Resultaten	38
	5.3 Analyse van de resultaten	42
	Bibliografie	43
A	Gebruikte milieugegevens	45
	A.1 Productiefase	45
	A.2 Gebruiksfase	47
	A.3 Einde levensduur	48

Samenvatting

De EU single use plastic (SUP) richtlijn vraagt aan lidstaten om het gebruik van kunststof beker- en voedselverpakkingen aanzienlijk te verminderen in 2026 ten opzichte van 2022. Lidstaten dienen daarom in juli 2021 een maatregelenpakket in te dienen bij de Europese Commissie.

De Nederlandse overheid denkt op dit moment (onder andere) aan het instellen van een eventueel verbod op gratis uitgifte van drinkbekers (bijvoorbeeld bij kiosken en fastfood-restaurants). Naast de bovenstaande (al zeer concrete) maatregel inzake de bekers, is ook het idee om eventueel nog meer plastic verpakkingen via een prijsprikkel te beperken in volume. Dan is echter wel de vraag of alternatieve verpakkingen ,die niet van plastic zijn gemaakt, niet tot een hogere milieubelasting leiden. En ook speelt de vraag of eventueel meer voedselverlies door een andere verpakking kan leiden tot een significant hogere milieu-impact.

In dit rapport zijn voor een viertal cases de te verwachten milieukundige effecten verkend door te analyseren wat de milieudrukverschillen zijn tussen de plastic verpakking en de alternatieven en wat de milieudruk van eventueel extra voedselverlies is.

Concreet is er naar deze cases gekeken :

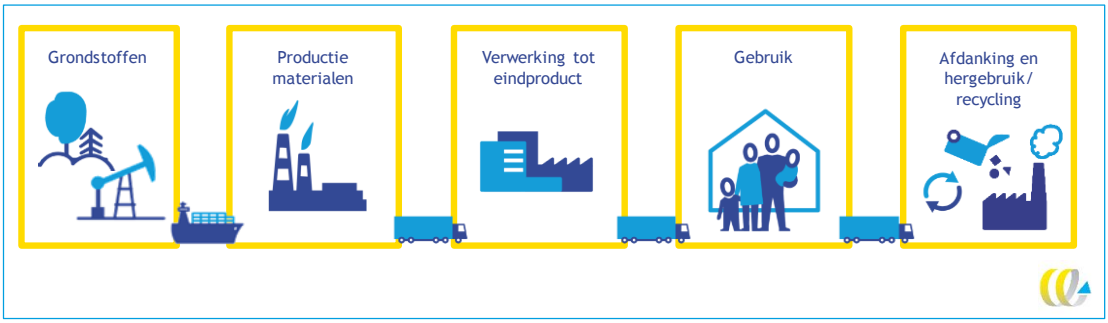
1. Hemdtasjes: Deze verpakking is uitgezonderd van het gratis plastic tassenverbod. Deze verpakking wordt gevonden in het zwerfafval en is door het risico op wegwaaien sterk gevoelig voor het verdwijnen in de natuur vanuit het zwerfafval. Deze verpakking staat model voor andere folieverpakkingen voor producten die buitenshuis worden geconsumeerd. Nadere bestudering leert dat de case hemdtasjes eigenlijk bestaat uit twee heel verschillende toepassingen en subcases:
   a Hemdtasjes voor het verpakken van groenten en fruit die onverpakt in de winkel liggen.
   b Hemdtasjes voor het afgeven, afleveren en vervoeren van takeawaymaaltijden.

2. Hamburgerbakjes van geplastificeerd karton: Wegens zwerfafvalgevoeligheid en het feit dat ze vaak gebruikt worden als voorbeeld in de media. De hamburgerbakjes staan model voor een grote verscheidenheid aan fastfood- en takeawayverpakkingen.

3. Patatbakjes van kunststof: Wegens zwerfafvalgevoeligheid. Ze staan model voor een groot aantal kunststof fastfoodverpakkingen.

Voor de analyse van de cases is de LCA-methodiek gebruikt waarbij alle milieueffecten van de wieg tot het graf van een verpakking in kaart zijn gebracht.

Figuur 1 – Systeemgrenzen LCA-analyse van de verschillende verpakkingen



Voor het bepalen van de milieu-impact kijken we naar zowel de klimaatimpact van de verschillende producten als de single score. De klimaatimpact wordt berekend met de IPCC 2013 GWP 100a-methodologie. In de single score worden verschillende milieueffecten gecombineerd tot een score in Punten. De single score wordt bepaald via de ReCiPe2016 Endpoint-methode met normalisatie-/wegingsmethode (H/A) (RIVM, 2016).

Disclaimer nauwkeurigheid

Deze analyse is uitgevoerd met generieke data uit openbare milieudatabases.
De milieuscore van concrete verpakkingen van concrete fabrikanten kan hiervan afwijken.
Deze analyse is een eerste verkenning om een eerste beeld te geven. Deze analyse is niet geschikt om verpakkingen van individuele fabrikanten precies met elkaar te vergelijken.

Algemene conclusies

Er is een verschil tussen de te verwachten effecten op plastic in zwerfafval/plastic soep en andere milieueffecten als klimaatverandering en verzuring vermesting, etc. De alternatieven voor de plastic verpakkingen zijn uitgezocht op het verminderen van plastic in zwerfafval en scoren daarop dus automatisch goed. De eenmalige alternatieven voor de plastic bakjes scoren gemiddeld genomen ongeveer vergelijkbaar qua klimaatemissies en de ReCiPe single score die alle milieueffecten samenvat. Overschakelen naar verpakkingen die leiden tot minder plastic soep leidt dus in deze cases tot vergelijkbare overige milieueffecten of een beperkte achteruitgang op dit punt.

Een uitzondering op bovenstaande zijn de hemdtasjes. Overgang van plastic tasjes naar alternatieven van papier leidt tot duidelijk hogere milieueffecten, vooral als het gaat om tasjes voor takeawaymaaltijden en als er sprake is van extra voedselverlies omdat papier makkelijker scheurt. Voor tasjes is papier eigenlijk milieukundig een minder geschikt materiaal.

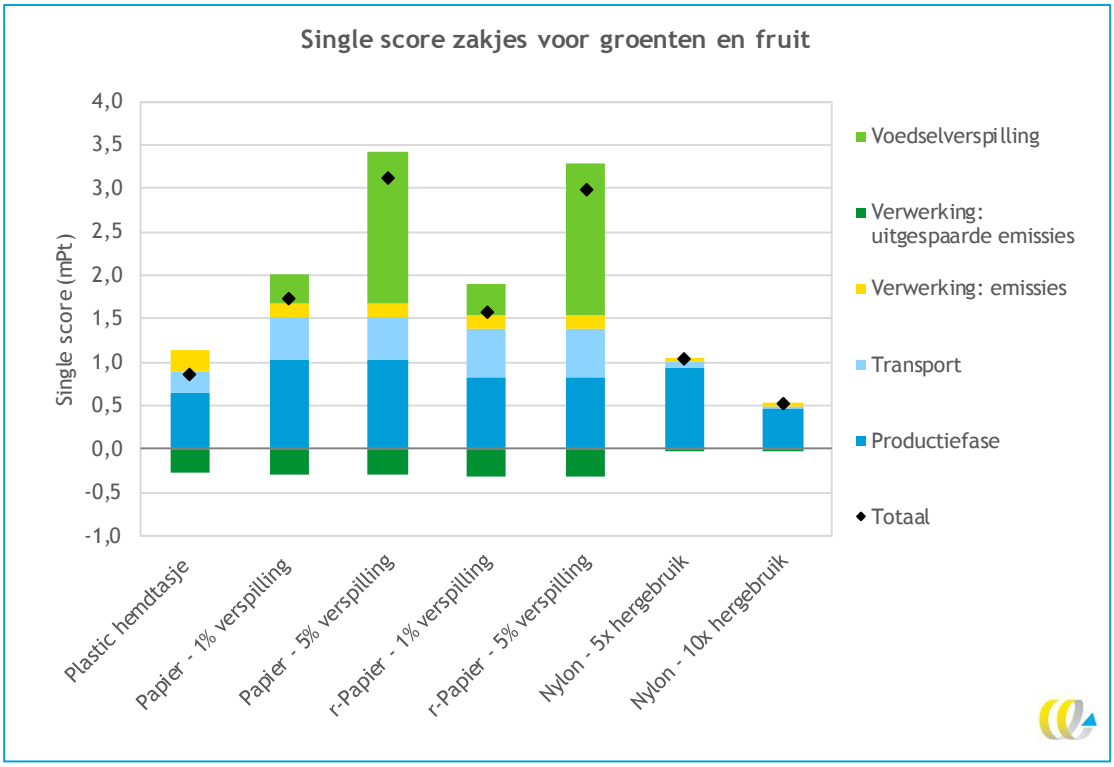
Herbruikbare verpakkingen kunnen, mits in de praktijk vaak genoeg gebruikt, zorgen voor zowel minder plastic soep als minder andere milieueffecten.

Zodra er een substantiële extra voedselverspilling plaats vindt (2% of meer) dan domineert dit de vergelijking en is de alternatieve verpakking milieukundig ongunstig.

Resultaten per case

Hemdtasjes voor groenten en fruit

Figuur 2 - Single scores van zakjes van verschillende materialen voor het verpakken van groenten en fruit



Overschakelen naar papier leidt, als je kijkt naar alle milieueffecten, tot bijna tweemaal hogere milieueffecten (ReCiPe single score). Als papier, dat sneller scheurt dan plastic, leidt tot 5% extra voedselverlies verdubbelt dit milieueffect nog verder.

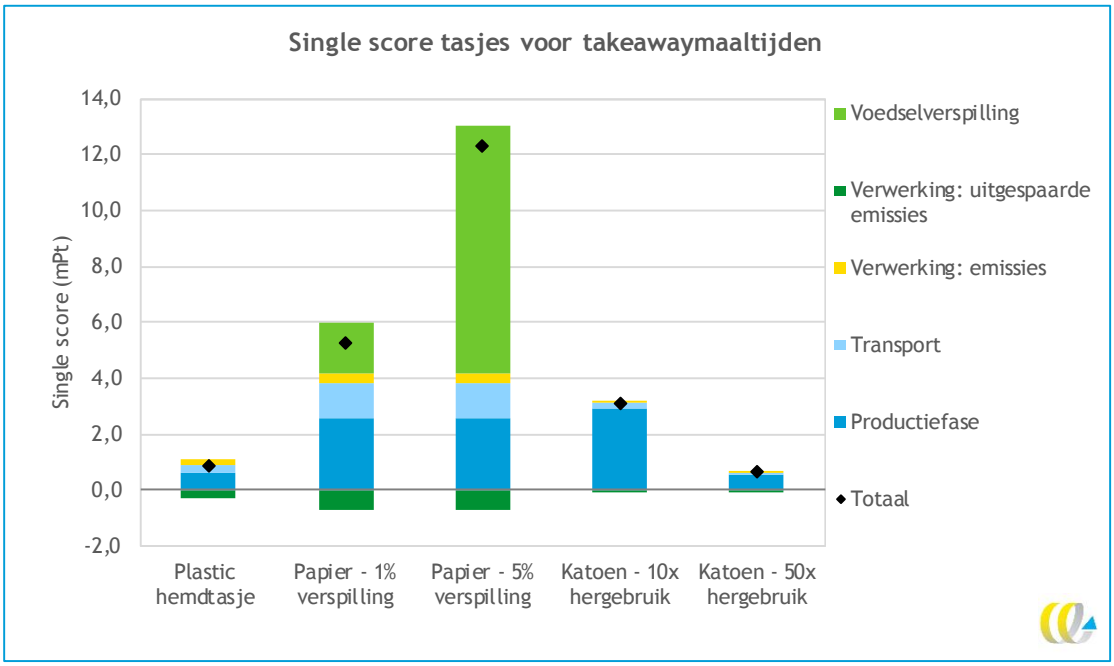
Een herbruikbaar nylon tasje voor groenten en fruit dat meer dan zesmaal gebruikt wordt, scoort wel beter dan het standaard tasje.

Hemdtasjes voor takeawaymaaltijden

De alternatieve papieren tassen voor takeawaymaaltijden om hemdtasjes te vervangen moeten vrij zwaar zijn om voldoende stevig te zijn. Dit maakt dat de milieueffecten bij overgang naar papier ook met 1% extra voedselverlies leiden tot ongeveer zesmaal meer milieueffecten. Bij 5% voedselverlies wordt dit een factor 15.

Een katoenen tas kan beter scoren maar dan moet hij minstens 37 maal gebruikt worden.

Figuur 3 - Single scores van tasjes van verschillende materialen voor het vervoeren van takeawaymaaltijden

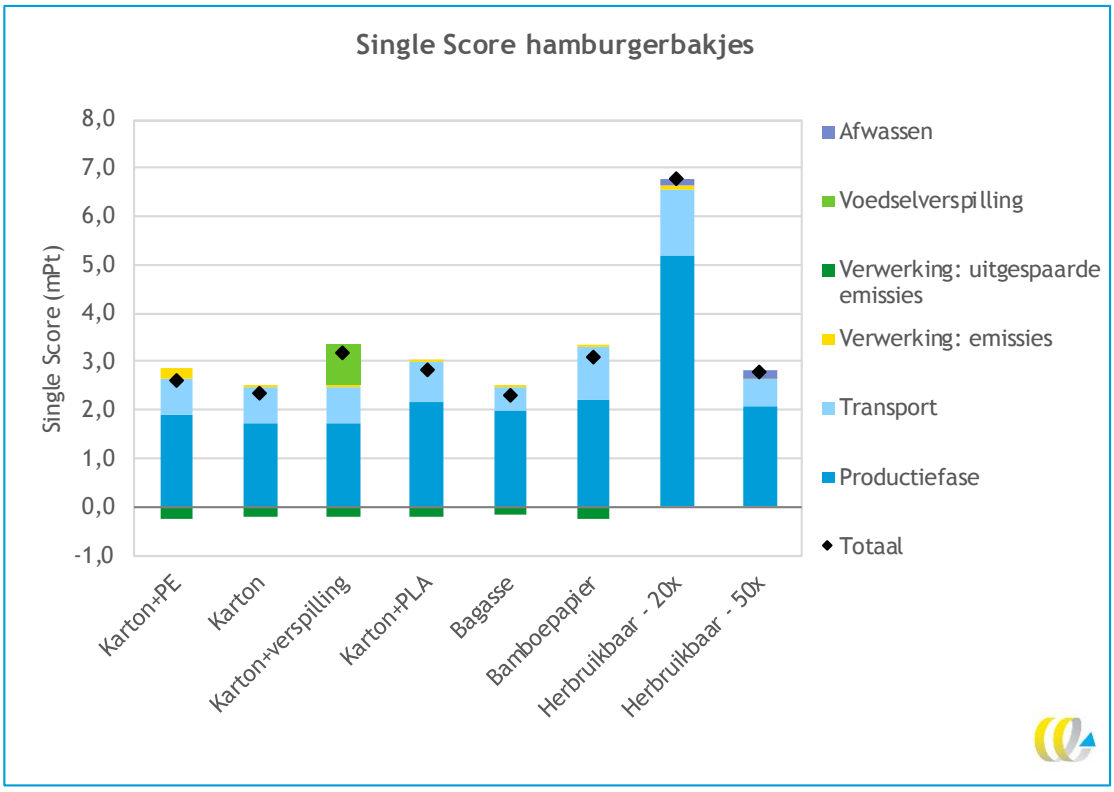


Hamburgerbakjes van geplastificeerd karton

Voor hamburgerbakjes is een overgang naar alternatieven zonder plastic milieukundig niet nadelig. Alternatieven scoren milieukundig ongeveer vergelijkbaar zonder het risico op plastic soep.

Wel is opvallend dat een stenen bord meer dan 54 maal gebruikt moet worden voordat het milieukundig beter is dan het eenmalige hamburgerbakje. Hierbij hebben we nog niet meegenomen dat op een bord ook een combinatie van een hamburger met ook andere gerechten geserveerd kan worden.

Figuur 4 - Single Score van hamburgerbakjes van verschillende materialen



Patatbakjes van kunststof

Ook bij de patatbakjes heeft een verschuiving naar alternatieven zonder plastic geen milieukundige nadelen, zolang er geen aluminiumfolie gebruikt wordt. Alternatieven scoren ongeveer vergelijkbaar. Als voor de zekerheid om een houten patatbakje aluminiumfolie wordt gewikkeld (zoals soms in de praktijk gebeurt) dan neemt de milieudruk met een factor 3 toe.

Een meermalig bord van steen voor patat kan beter scoren maar moet dan wel meer dan 80 maal gebruikt worden. Hierbij hebben we geen rekening gehouden met het tegelijk serveren van patat met een ander gerecht. Dan ligt dit omslagpunt lager.

Minder plastic
VERPAKKING

Zijn de alternatieve verpakkingen wel beter voor het milieu??

De EU vraagt aan lidstaten om de consumptie van kunststof voedsel-verpakkingen aanzienlijk te verminderen in 2026 ten opzichte van 2022.

CASE 1a. *Hemdtasjes voor groenten & fruit*	**CASE 1b.** *Hemdtasjes voor takeawaymaaltijden*	**CASE 2.** *Hamburgersbakjes van geplastificeerd karton*	**CASE 3.** *Patatbakjes van kunststof*
			

Single Score: *Een score, die alle milieueffecten samenvat:* ✓ *beter dan plastic* = *vergelijkbaar met plastic* ✗ *slechter dan plastic*

Alternatieven eenmalig:

Papier *(virgin)* ✗ Papier *(gerecycled)* ✗ *2 keer slechter dan plastic. Met 5% extra voedselverlies: 4 keer slechter dan plastic.*	Papier ✗ *De alternatieve papieren tassen moeten vrij zwaar zijn om voldoende stevig te zijn.*	Karton *zonder coating* = Karton *met PLA-coating* = Bagasse = Bamboe-papier =	Bagasse = Hout = Hout met aluminiumfolie ✗ *Een gewikkelde aluminium-folie verhoogt de milieudruk met een factor 3.*

Alternatieven hergebruik:

Nylon tasje ✓ *Meer dan 6 keer gebruiken*	Katoenen tasje ✓ *Meer dan 37 x gebruiken*	Stenen bord ✓ *Meer dan 54 x gebruiken*	Bakje (PP)* ✓ *Meer dan 8 x gebruiken* Stenen bord ✓ *Meer dan 80 x gebruiken*



Conclusie:

Een verschuiving van hemdtasjes naar papier leidt tot een toename van de milieuimpact.

Overschakelen naar een meermalig zakje dat je vaak gebruikt is wel goed.

Een verschuiving naar alternatieven zonder plastic heeft geen milieukundige nadelen, zolang er geen aluminiumfolie gebruikt wordt.

Een meermalig bord van steen kan beter scoren als het voldoende gebruikt wordt.



Plastic soep: *De alternatieven voor de plastic verpakkingen zijn uitgezocht op het verminderen van plastic in zwerfafval en scoren daarop dus automatisch goed.*

CE Delft

Summary

Under the EU Single Use Plastics (SUP) directive, by 2026 member states are obliged to have substantially reduced the use of plastic cups and food packaging compared with 2022 levels. A list of policy proposals to this end must be submitted to the European Commission by July 2021.

Among the measures currently being considered by the Dutch government is a possible ban on free provision of cups at kiosks, fast-food restaurants and suchlike. Besides this measure (in itself already very concrete), another possible idea is to employ price incentives to reduce the volume of other kinds of plastic packaging. The question then arises, however, whether non-plastic alternatives might in fact have a bigger environmental footprint. As part of this equation, there is also the issue of whether any additional food wastage resulting from alternative packaging may significantly exacerbate the footprint.

This study explores these issues for four illustrative examples, assessing the differences in environmental impact between plastic and alternative packaging options and the footprint of any additional food wastage. The following case studies were explored:

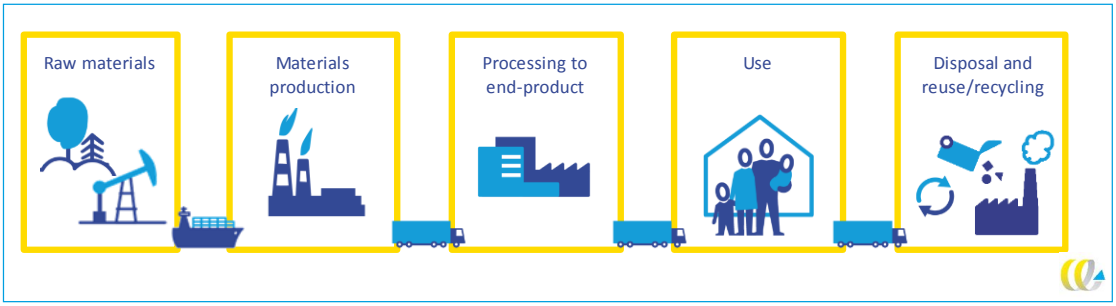
1. T-shirt bags: This type of packaging is currently exempt from the ban on free plastic bags. A common component of street litter that is readily blown around, it often ends up in nature. This packaging is exemplary for other types of thin packaging for products consumed away from home. A closer look shows that there are in fact two very different applications involved, i.e. two 'subcases':
   a T-shirt bags for packaging fruit and vegetables sold loose in shops.
   b T-shirt bags for counter sales, deliveries and transport of take-away meals.

2. Plastic-coated cardboard boxes for hamburgers: these were taken for their propensity to end up as litter and the fact that they are often cited as an example in the media. Hamburger boxes are exemplary for a wide range of fast-food and take-away packaging.

3. Plastic chip trays: again for their propensity to end up as litter and as a stand-in for a wide range of plastic fast-food packaging.

For each of these cases the cradle-to-grave environment footprint was analysed using standard LCA methodology.

Figure 1 - LCA system boundaries for the various types of packaging



In assessing the environmental footprint, both the climate impact and the ReCiPe Single Score were calculated. The climate impact was determined with the IPCC 2013 GWP 100a methodology. The Single Score, combining an array of environmental impacts to yield a single figure (measured in Points) was calculated using the ReCiPe2016 Endpoint method, including normalisation/weighting (H/A method) (RIVM, 2016).

Accuracy disclaimer

The analysis used generic data from open-access environmental databases. The footprint of particular types of packaging from specific producers may therefore differ from the figure reported here. The present analysis is a first-pass exploration to provide an initial impression and is not suitable for comparing packaging across individual producers.

General conclusions

There is a difference between projected impacts on plastic litter/'plastic soup' and other environmental impacts like climate change, acidification, eutrophication an so on.
The alternatives for plastic packaging were selected specifically for their litter reduction potential and thus automatically score well on that count. On average, the single-use alternatives for plastic boxes and trays score about the same on climate impact and on the ReCiPe Single Score for combined environmental impacts. In these cases, then, switching to packaging options making no contribution to the 'plastic soup' leaves other environmental impacts virtually unchanged, of may even worsen the situation slightly.

On this point, T-shirt bags form an exception. Switching from plastic bags to paper alternatives results in a significantly greater environmental footprint, especially for bags for take-away meals and if there is an increased likelihood of food wastage because paper tears more easily. From an environmental angle, paper is in fact less suitable for bags.

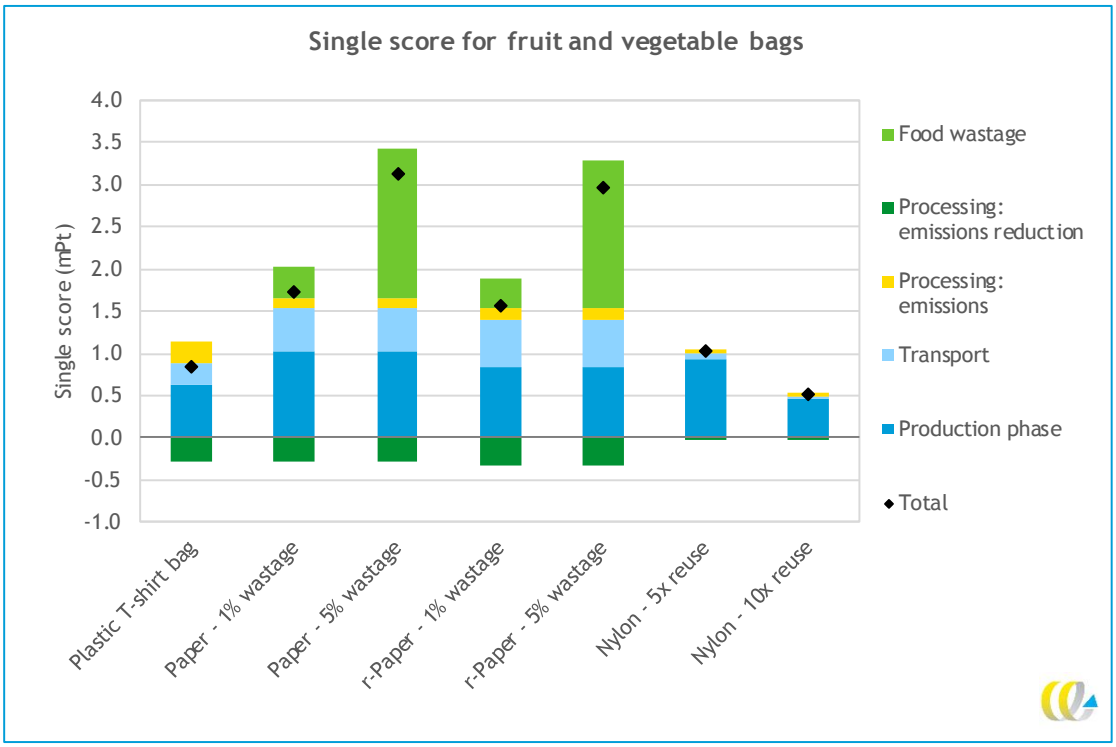
Provided it is indeed used often enough, reusable packaging can lead to an improvement in terms of both 'plastic soup' and other environmental impacts.

Whenever there is substantial additional food wastage (2% or more) this becomes the dominant factor in the comparison and the packaging alternative scores worse environmentally.

Results per case

T-shirt bags for fruit and vegetables

Figure 2 - Single Score of bags of various materials for fruit and vegetable packaging

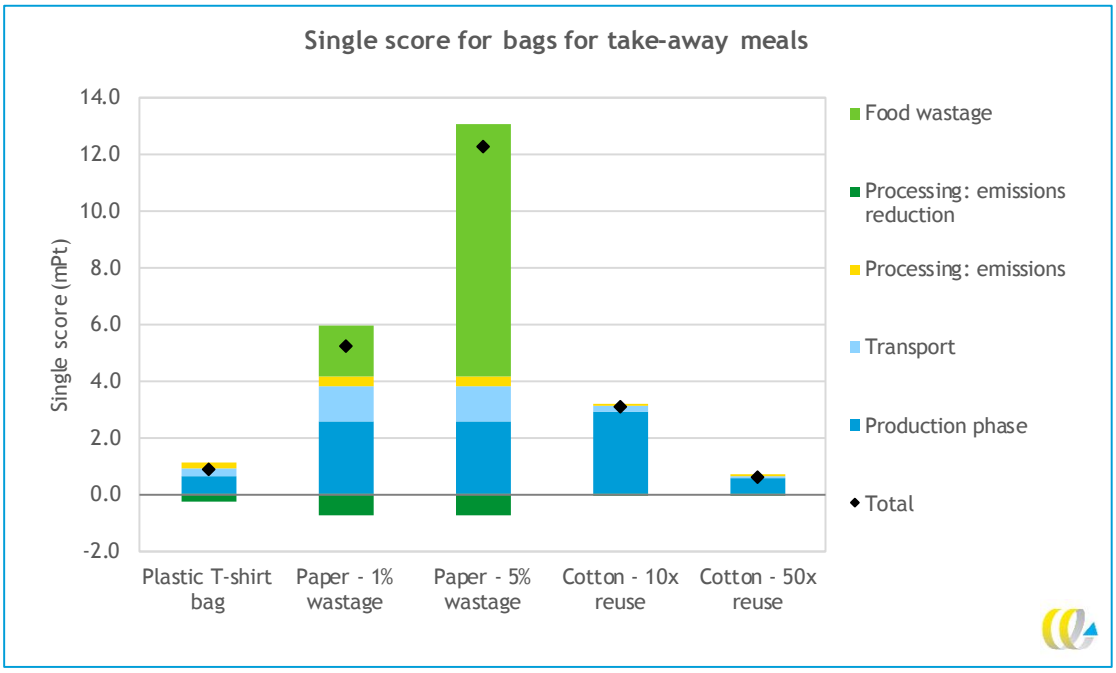


When the full array of environmental impacts is examined, switching to paper almost doubles the ReCiPe Single Score. If paper, which tears more readily than plastic, is taken to lead to 5% additional food wastage, the score goes up even more. A reusable nylon fruit/vegetable bag used more than six times scores better than the standard bag.

T-shirt bags for take-away meals

For sufficient strength, the paper bags for take-away meals used to replace plastic T-shirt bags need to be fairly sturdy, i.e. heavy. Even with just extra 1% food wastage, this means an approximately sixfold increase in the Single Score. With 5% food loss, this rises to 15-fold. A cotton bag may score better, but it needs to be reused at least 37 times.

Figure 3 - Single Score of bags of various materials for take-away meal packaging

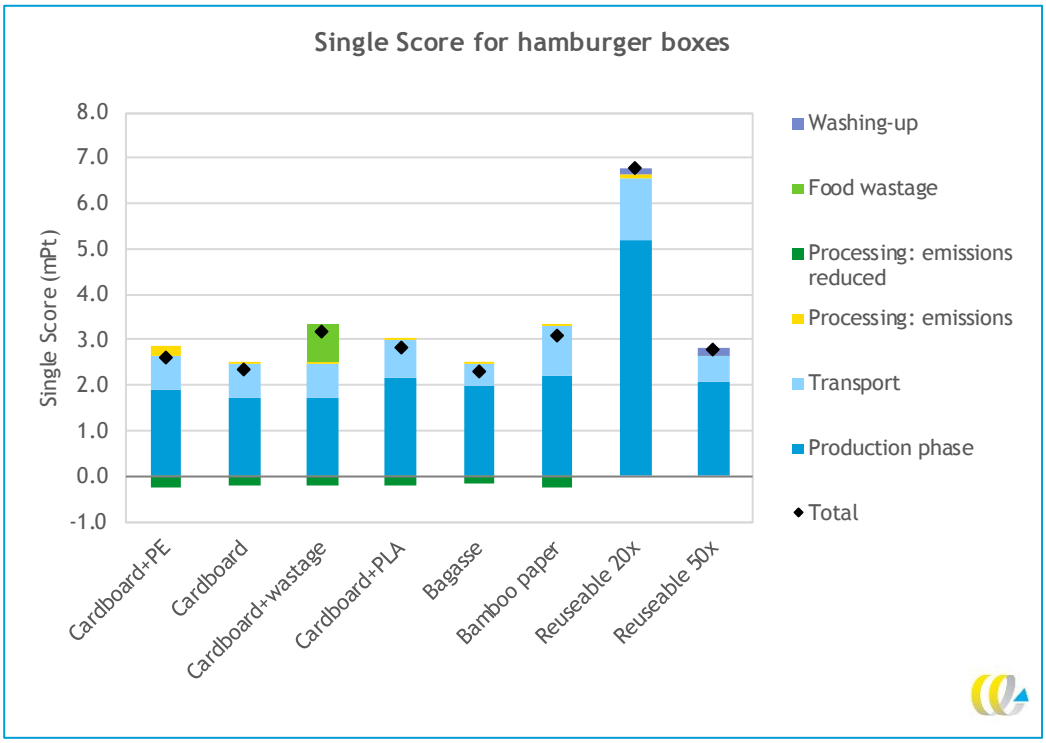


Plastic-coated cardboard hamburger boxes

For hamburger boxes, switching to non-plastic alternatives does not increase the environmental footprint. The alternatives score approximately the same and do not feed into the 'plastic soup'.

It is noteworthy, though, that a china plate needs to be used at least 55 times before it performs better than a single-use hamburger box. This ignores the fact that the burger can then be served with side-dishes, in which case the break-even point will be lower.

Figure 4 - Single Score for hamburger boxes of various materials



Plastic chip trays

With chip trays, too, a shift to non-plastic alternatives does not worsen the environmental footprint, as long as there is no aluminium foil involved, with the alternatives scoring approximately the same. If a wooden paper tray is wrapped in aluminium foil, 'to be on the safe side' (as sometimes happens), the environmental footprint becomes three times worse.

Serving chips on a reusable china plate is better for the environment, but only if it is reused at least 80 times. This ignores the fact that the chips can then be served with a second dish, in which case the break-even point will be lower.

1 Introductie

1.1 Aanleiding

De EU single use plastic (SUP) richtlijn vraagt aan lidstaten om het gebruik van kunststof beker- en voedselverpakkingen aanzienlijk te verminderen in 2026 ten opzichte van 2022. Lidstaten dienen daarom in juli 2021 een maatregelenpakket in te dienen bij de Europese Commissie. De insteek van de Nederlandse overheid vanuit het oogpunt van circulaire economie is om een verschuiving naar meermalig gebruik te stimuleren en potentiële negatieve verschuivingseffecten te mitigeren.

In ons eerdere onderzoek naar mogelijke maatregelen concludeerden wij dat een maatregel die het verbiedt om plastic bekers gratis te verstrekken een potentiële maatregel kan zijn (CE Delft, 2020c). Experimenten in het buitenland tonen aan dat dit deels leidt tot het gebruik van meermalige bekers in plaats van eenmalige. Dit kunnen bekers zijn die consumenten zelf meenemen of statiegeldbekers die ter plekke weer ingeleverd worden. Deze maatregel kan vormgegeven worden vergelijkbaar met het verbod op gratis plastic tasjes in de retail. Deze verkenning van een verbod op gratis bekers wordt in een separaat document besproken.

Naast de potentiële maatregel inzake de bekers, is ook het idee of er meer plastic verpakkingen via een prijsprikkel verminderd kunnen worden. Hierbij speelt echter wel mee dat voedselveiligheid gewaarborgd moet blijven en de maatregel niet moet leiden tot een hogere milieu-impact door meer voedselverlies. In dit rapport zijn voor een viertal cases de te verwachten milieukundige effecten verkend met name door te analyseren wat de milieudrukverschillen zijn tussen de plastic verpakking en de alternatieven en wat de milieudruk van eventueel extra voedselverlies is.

1.2 Doel

Bepalen van de mogelijke effecten op milieu-impact bij verschuivingen in productgebruik als gevolg van beprijzing van SUP-artikelen.

1.3 Geselecteerde cases

Bij het selecteren van de cases heeft CE Delft in overleg met het ministerie van I&W de volgende criteria gebruikt:

1. Gaat het om een verpakking die regelmatig gevonden wordt in zwerfafval (check op basis van de tellingen en metingen RWS)?
2. Gaat het om verpakkingen die duidelijk onder de SUP-richtlijn vallen?
3. Gaat het om verpakkingen waar niet al ander beleid voor wordt ingevoerd (dus niet de PET-flesjes want daar komt al statiegeld voor)?
4. Gaat het om verpakkingen die door hun fysieke vorm (verwaaiing) makkelijk blijvend in de natuur belanden en niet opgeruimd worden?
5. Lijkt het mogelijk om van de te onderzoeken verpakking en haar alternatieven data te verzamelen?
6. Kan de betreffende verpakking model staan voor een of meer verpakkingen?
7. Is er eerder gesproken over het aanpakken van de betreffende verpakking in de politiek?

Toepassing van bovenstaande criteria heeft geleid tot de keuze voor de volgende cases:

1. Hemdtasjes: Deze verpakking is uitgezonderd van het gratis plastic tassenverbod maar hier is wel regelmatig discussie over. Deze verpakking wordt gevonden in het zwerfafval en is door het risico op wegwaaien sterk gevoelig voor het verdwijnen in de natuur vanuit het zwerfafval. Deze verpakking staat model voor andere folieverpakkingen voor producten die buitenshuis worden geconsumeerd. Nadere bestudering leert dat de case hemdtasjes eigenlijk bestaat uit twee heel verschillende toepassingen en subcases:
   a Hemdtasjes voor het verpakken van groenten en fruit die onverpakt in de winkel liggen.
   b Hemdtasjes voor het afgeven, afleveren en vervoeren van takeawaymaaltijden.

2. Hamburgerbakjes van geplastificeerd karton: Dit type verpakking wordt meegenomen wegens de zwerfafvalgevoeligheid en het feit dat ze vaak gebruikt wordt als voorbeeld in de media. De hamburgerbakjes staan model voor een grote verscheidenheid aan fastfood- en takeawayverpakkingen.

3. Patatbakjes van kunststof: Ook dit type verpakking wordt meegenomen in de analyse wegens de zwerfafvalgevoeligheid. De patatbakjes staan model voor een groot aantal kunststof fastfoodverpakkingen.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 beschrijven we de onderzoeksaanpak die we hanteren in deze studie evenals het doel en de reikwijdte van de studie.

In de drie daaropvolgende hoofdstukken (Hoofdstuk 3 t/m 5) bepalen en analyseren we de milieu-impact van producten in drie verschillende productgroepen:

- Hoofdstuk 3: Hemdtasjes en alternatieven daarvoor;
- Hoofdstuk 4: Hamburgerbakjes;
- Hoofdstuk 5: Patatbakjes.

In elk van deze hoofdstukken beschrijven we (i) de onderzochte producten, (ii) geven we een overzicht van de gebruikte milieugegevens en uitgangspunten, (iii) presenteren we de milieu-impact van de onderzochte producten en (iv) analyseren we deze resultaten.

2 Methodologie

2.1 Doel

Het doel van deze studie is het ministerie van I&W inzicht geven in de mogelijke milieu-effecten van een verschuiving in het gebruik van hemdtasjes en takeawayverpakkingen van kunststof verpakkingen naar verpakkingen van andere materialen. Deze verschuiving zou op kunnen treden als gevolg van beleidsmaatregelen, zoals het beprijzen van single-use plastic verpakkingen. Het gaat hierbij om een verkennende studie waarbij regelmatig met aannames gewerkt wordt. Het is het idee om een indruk te krijgen van de mogelijke directe en indirecte effecten van een maatregel.

2.2 Aanpak

In deze studie analyseren we van drie verpakkingen (hemdtasjes, hamburgerbakjes en patatbakjes) de milieueffecten van een verschuiving in het gebruik. Daarvoor selecteren we voor elke verpakking één of twéé varianten die op dit moment de standaard zijn én onder de nieuwe SUP-richtlijn zullen gaan vallen. Ook selecteren we alternatieven van verschillende materialen die de standaard verpakking kunnen vervangen. Van zowel de standaard verpakking als de alternatieve verpakkingen bepalen we de milieu-impact door middel van een levenscyclusanalyse (LCA). Tot slot wordt op basis van de resultaten van deze analyse het effect van een verschuiving bepaald.

2.3 Reikwijdte

2.3.1 Functionele eenheid

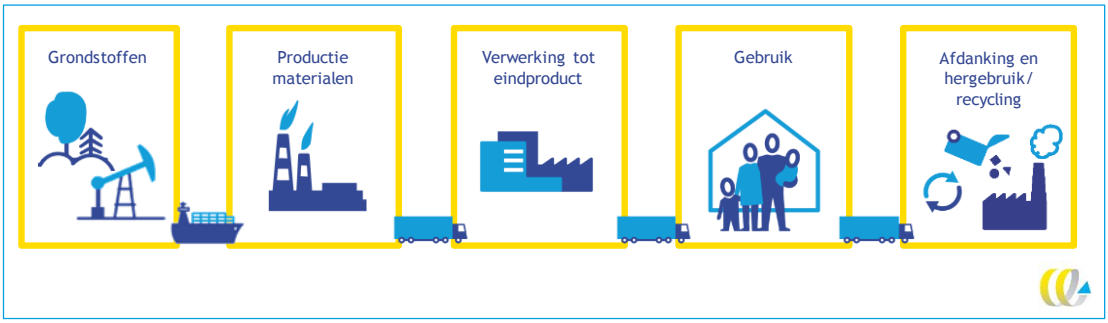
Voor de analyses van de verschillende producten maken we gebruik van verschillende functionele eenheden, het gaat hierbij om:

- tasje voor verpakken voedsel: geschikt voor verpakken van 1 kg;
- tasje voor vervoeren voedsel: tas met hengsel, geschikt voor vervoeren van 1 kg voedsel;
- hamburgerbakje: bakje met deksel met een volume tussen 925 en 1.025 ml;
- patatbakje: maat A9+1, bakje met sausvak met volume van 350+100 ml.

2.3.2 Systeemgrenzen

In deze LCA nemen we alle levensfasen mee van productie van de producten tot de einde levensduur van de producten. De systeemgrenzen zijn weergegeven in Figuur 5. Onder de figuur beschrijven we de verschillende levensfasen kort.

Figuur 5 - Systeemgrenzen



Productiefase

Tijdens de productiefase worden verschillende grondstoffen en hulpstoffen gebruikt en wordt energie gebruikt om een product te produceren. We verstaan onder deze fase dus zowel grondstofextractie als de productie van materialen en alle verwerkingsstappen die nodig zijn om tot een eindproduct te komen. Het transport van grondstoffen en materialen, etc. nemen we ook mee als onderdeel van deze fase.

Aangezien we geen specifieke producten modelleren in dit onderzoek weten we niet waar de grondstoffen vandaan komen en wat de productielocatie van de producten is.
De producten kunnen overal ter wereld in elkaar gezet worden en elk land heeft weer een andere energiemix met bijbehorende milieu-impact. Om een algemene indruk te geven van de impact van de productiefase zijn voor de grondstoffen en productieprocessen milieu-gegevens gebruikt die het wereldwijde gemiddelde representeren.

Transport

Zoals hierboven beschreven kunnen de producten overal ter wereld geproduceerd worden. Om toch een beeld te geven van de impact van het transport van de productielocatie naar Nederland nemen we dit transport wel mee in de analyse. We gaan er daarbij van uit dat alle producten getransporteerd worden van China naar Nederland. Het gaat dan om 20.000 km per vrachtschip en 1.100 km per vrachtwagen (1.000 km in China en 100 km in Nederland).

Gebruiksfase

Bij het bepalen van de impact in de gebruiksfase nemen we twee aspecten mee in de analyse: het reinigen van producten voor meermalig gebruik en de voedselverspilling die kan optreden bij het beschadigen van het product.

Er worden in de drie cases een aantal producten meegenomen die voor meermalig gebruik bestemd zijn; de nylon zakjes, de katoenen tasjes en de herbruikbare patatbakjes. Voor de zakjes en tasjes nemen we de impact van het wassen niet mee in de analyse. Ten eerste zullen deze producten nauwelijks gewassen worden en wanneer ze wel gewassen worden, zullen ze door hun geringe gewicht en omvang met een reguliere was mee gewassen kunnen worden. Voor de herbruikbare patatbakjes wordt de impact van het afwassen wel mee-genomen, ze zullen namelijk na elk gebruik afgewassen worden.

Als een verpakking beschadigd raakt en het voedsel daardoor nat wordt of op de grond valt, zal het voedsel weggegooid worden. Vervolgens zal een nieuw product worden gekocht om het weggegooide product te vervangen. Een verpakking die makkelijk beschadigd raakt, zal tot meer voedselverspilling leiden dan een stevige verpakking. De milieu-impact van de voedselverspilling wordt daarom opgeteld bij de milieu-impact van de verpakking. De milieu-impact van de voedselverspilling is de milieu-impact van het produceren van het weggegooide voedsel. In deze analyse is alleen de milieu-impact van de ingrediënten van het voedsel meegenomen en niet de bereiding ervan.

Einde levensduur

Als het product niet opnieuw gebruikt kan worden omdat het om een eenmalig product gaat of omdat het product niet meer voldoet aan de kwaliteitseisen van de gebruiker, wordt het product afgedankt. Het einde van de levensduur van het product kan daarna betekenen dat het afgedankt wordt via het restafval en wordt verbrand in een AVI of dat het gescheiden wordt ingeleverd via bijvoorbeeld het oud papier.

We nemen zowel het milieunadeel als het milieuvoordeel van de verwerkingsprocessen mee:

- Milieunadeel: Tijdens verbranding en recycling komen emissies vrij en worden hulpstoffen gebruikt. De producten moeten getransporteerd worden naar de afvalverwerking, dit transport levert ook een milieunadeel op.
- Milieuvoordeel: Tijdens verbranding wordt warmte en energie geproduceerd en uit een recycleproces komt recyclaat voort (bijv. gerecycled karton). We gaan ervan uit dat hiermee conventionele productie vermeden wordt.
  Zie voor een toelichting hierop Bijlage A.3.

Effect op zwerfafval en marine litter (plastic soep)

Een belangrijke insteek van de SUP-richtlijn en het beleid hiervoor is het verminderen van de hoeveelheid plastic lekkage naar natuur en milieu. De cases zijn zo ingestoken dat via bijvoorbeeld een prijsprikkel het gebruik van een bepaalde verpakking ontmoedigd wordt. Via een verlaging van het gebruik van de betreffende verpakking is daarmee een vermindering van de hoeveelheid verpakking in het zwerfafval en lekkage naar natuur en milieu te verwachten. Daarbij is een onzekerheid of het gebruik van de verpakking vooral wordt ontmoedigd bij mensen die nonchalant zijn met verpakkingen (de 11% recidivistische zwerafvalveroorzakers zoals die naar voren kwamen uit een onderzoek van (Trendbox, 2001) of dat de maatregelen vooral effect hebben op mensen die hun afval netjes afdanken. Deze onzekerheid is in deze verkenning niet onderzocht.

Wel is er onderzocht welke alternatieve verpakkingen waarschijnlijk gebruikt gaan worden. Kwalitatief geven we aan wat verschuiving naar alternatieven kan betekenen voor zwerfafval en lekkage van plastic naar de natuur.

2.4 Milieu-impactcategorieën

Voor het bepalen van de milieu-impact kijken we naar zowel de klimaatimpact van de verschillende producten als de single score. De klimaatimpact wordt berekend met de IPCC 2013 GWP 100a-methodologie. In de single score worden verschillende milieueffecten gecombineerd tot een score in Punten. De single score wordt bepaald via de ReCiPe2016 Endpoint-methode met normalisatie-/wegingsmethode (H/A) (RIVM, 2016).

Helaas zie je de impact van (plastic) zwerfafval op het milieu nog niet terug in conventionele levenscyclusanalyses. We maken daarom een kwalitatieve inschatting van de zwerfafvalgevoeligheid van de verschillende producten, evenals een inschatting van de impact die een product heeft, als het in het zwerfafval terecht komt in Nederland.

2.5 Multifunctionaliteit en allocatie

Bij verschillende van de producten die we bekijken in deze studie wordt er niet alleen een product geleverd en gebruikt maar komen er ook weer producten van waardevrij aan het einde van de levensduur. Neem bijvoorbeeld gerecycled plastic dat geproduceerd wordt door het recyclen van een plastic hemdtasje. Het milieuvoordeel van recycling kunnen we óf toerekenen aan het product dat we bekijken óf kunnen we toerekenen aan het product dat gemaakt gaat worden van gerecycled plastic. In deze studie rekenen we het voordeel toe aan het product dat we bekijken door uit te gaan van substitutie. Dit houdt in dat er bij de productie van 1 kg gerecycled plastic 1 kg minder nieuw plastic geproduceerd hoeft te worden. Dit levert een milieuvoordeel op.

2.6 Datagebruik en datakwaliteit

We maken voor deze studie gebruik van gegevens uit de Ecoinvent v3.6-database (recycled content cut-off) en van milieu-informatie uit een aantal studies. Door de hele rapportage geven we duidelijk aan welke data we waarvoor gebruiken zodat de analyse controleerbaar is. De datakwaliteit van de gebruikte data is voldoende voor een versimpelde LCA waarbij een ordegrootte-inschatting gemaakt wordt.

3 Hemdtasjes

Sinds 1 januari 2016 is er in Nederland een verbod op gratis plastic tasjes. Er zijn echter een aantal uitzonderingen en een van die uitzonderingen betreft het gebruik van hemdtasjes (dunner dan 0,015 mm) voor het beschermen van etenswaren en het voorkomen van voedselverspilling. Door het geringe gewicht van deze tasjes kunnen ze echter makkelijk wegwaaien en in het milieu terechtkomen en daarmee bijdragen aan het zwerfafvalprobleem.

In 2018 maakten plastic tasjes 1% uit van de totale hoeveelheid zwerfafval, hierbij gaat het om alle soorten plastic tasjes (Eco Consult, 2019). Aangezien hemdtasjes in dat jaar 42% van het totaalaantal verkochte tasjes uitmaakten is het aannemelijk dat een groot deel van de plastic tasjes uit hemdtasjes bestond. Sinds de invoering van het verbod op gratis plastic tasjes is de hoeveelheid plastic tassen in het zwerfafval met 60% afgenomen (evaluatie verbod gratis plastic tassen).

Omdat hemdtasjes makkelijk verwaaien is het te verwachten dat hemdtasjes in het zwerfafval vaker verdwijnen naar natuur en milieu dan zwaardere verpakkingen zoals blikjes of PET-flesjes en niet opgeruimd worden voor afvalverwerking.

Een uitbreiding van het verbod op gratis plastic tassen naar hemdtassen zou de hoeveelheid plastic tassen in het zwerfafval nog verder kunnen doen afnemen. Uit de evaluatie van het verbod op gratis plastic tassen blijkt ook dat 56% van de consumenten een uitbreiding van het verbod op gratis plastic tasjes naar alle plastic tasjes een goed idee vindt (Evaluatie verbod gratis plastic tassen).

3.1 Beschrijving van de cases en alternatieven

Hemdtasjes worden voor twee doeleinden gebruikt. Ten eerste voor het verpakken van voedingsmiddelen die (onverpakt) per stuk verkocht worden, hierbij gaat het met name om groenten en fruit. En ten tweede voor het vervoeren van aankopen, zoals takeawaymaaltijden. Voor deze twee functies zijn verschillende eigenschappen van de tasjes van belang en daarom zijn er ook verschillende alternatieven voor de twee functies.

Voor het verpakken van groenten en fruit is het niet van belang dat de verpakking een hengsel heeft. Als alternatief voor het hemdtasje hebben we daarom papieren zakjes en nylon zakjes (zoals verkocht bij de Albert Heijn) geanalyseerd. Deze alternatieven vallen onder Subcase A.

Voor het vervoeren van takeawaymaaltijden is het wel van belang dat de verpakking een hengsel heeft. Vandaar dat we in dat geval papieren tasjes (met hengsel) en katoenen tassen als alternatief bestuderen. Deze alternatieven vallen onder Subcase B.

3.1.1 Subcase A: Hemdtasje voor groenten en fruit

Standaard: Hemdtasje

Het hemdtasje is het tasje dat nu standaard gebruikt wordt. Het is gemaakt van HDPE-granulaat dat geëxtrudeerd wordt tot folie. Gemiddeld weegt een hemdtasje 6 gram en we gaan ervan uit dat het slechts eenmalig gebruikt wordt voor het wordt afgedankt (TNO, 2015). Aangezien de hemdtasjes vaak mee naar huis genomen worden, zullen ze voor een deel gescheiden worden ingezameld bij het plastic afval. In Nederland wordt 52% van de kunststof verpakkingen gerecycled, we nemen aan dat dit ook voor de plastic hemdtasjes geldt (Afvalfonds Verpakkingen, 2019). Het overige deel van de plastic hemdtasjes dat wordt afgedankt (48%) wordt verbrand in een AVI.

Alternatief 1: Papieren zakje (virgin materiaal)

Als alternatief voor het verpakken van groenten en fruit in een plastic hemdtasje, kan een papieren zakje gebruikt worden. Dit papieren zakje wordt gemaakt van kraft papier dat geproduceerd wordt uit houtvezels. Het papier wordt geknipt, gevouwen en gelijmd tot een zakje. Een zakje weegt 12,3 gram (gemiddelde van drie verschillende zakjes) en wordt eenmalig gebruikt voor het wordt afgedankt. In Nederland wordt 88% van het oud papier ingezameld voor recycling. Echter kunnen de papieren zakjes vochtig worden of vervuild raken. Daarom gaan we er in het basisscenario van uit dat slechts 50% van de zakjes gerecycled wordt en de overige 50% in een AVI verbrand wordt.

Bij gebruik van papieren zakjes bestaat het risico dat de zakjes scheuren door overbelasting of doordat ze nat worden. Dit kan als gevolg hebben dat de inhoud op de grond valt en weggegooid wordt. Deze vorm van voedselverspilling resulteert ook in een milieu-impact. We gaan ervan uit dat de gemiddelde inhoud van een papieren zakje bestaat uit appels, peren, tomaten, sperziebonen, kiwi's, mandarijnen en perziken in gelijke hoeveelheden. We doen de aanname dat 1 tot 5% van de inhoud verspild wordt en de milieu-impact hiervan dus bij de impact van het zakje wordt opgeteld.

Alternatief 2: Papieren zakje (gerecycled materiaal)

Voor het papieren zakje van gerecycled materiaal gelden grotendeels dezelfde aannames en gegevens als voor het papieren zakje van virgin materiaal. Vanzelfsprekend wordt het gerecyclede zakje van een gerecycled materiaal gemaakt (in plaats van kraft papier) en we gaan er ook van uit dat het gerecyclede zakje 10% zwaarder is (13,5 gram) om te compenseren voor de lagere kwaliteit van de papiervezels.

Alternatief 3: Nylon zakje

Een ander alternatief voor het plastic hemdtasje als verpakking van groenten en fruit is een nylon zakje. Eén zakje weegt 7,2 gram (eigen meting) en is gemaakt van nylon 6. Voor de impact van het materiaal en het productieproces zijn de gegevens uit eerder onderzoek gebruikt (CE Delft, 2018). Productie vindt plaats in China en bij afdanking wordt het zakje verbrand in een AVI. Voor hergebruik bekijken we twee scenario's, één waarbij het zakje vijf keer wordt hergebruikt, en één waarbij het zakje tien keer wordt hergebruikt. Hoe vaak deze zakjes echt gebruikt worden is niet bekend. Technisch is meer dan tienmaal zeker mogelijk.

Tabel 1 - Gegevens gebruikt in de modellering van de hemdtasjes en alternatieven

	Hemdtasje	Papieren zakje (virgin)	Papieren zakje (gerecycled)	Nylon zakje
Gewicht (gram)	6	12,3	13,5	7,2
Materiaal	HDPE	Kraft papier	Gerecycled papier	Nylon
Productieproces	Extrusie	Snijden, vouwen, lijmen	Snijden, vouwen, lijmen	Spinnen, weven, verven
Productielocatie	China	China	China	China
Gebruik	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	5 of 10 keer
Voedselverspilling	Niet	1-5%	1-5%	Niet
Einde levensduur	52% recycling 48% AVI	50% recycling 50% AVI	50% recycling 50% AVI	AVI

3.1.2 Subcase B: Hemdtasje voor takeawaymaaltijden

Standaard: Hemdtasje

Het hemdtasje is het tasje dat nu standaard gebruikt wordt. Het is gemaakt van HDPE-granulaat dat geëxtrudeerd wordt tot folie. Gemiddeld weegt een hemdtasje 6 gram en we gaan ervan uit dat het slechts eenmalig gebruikt wordt voor het wordt afgedankt (TNO, 2015). Aangezien de hemdtasjes vaak mee naar huis genomen worden, zullen ze voor een deel gescheiden worden ingezameld bij het plastic afval. In Nederland wordt 52% van de kunststof verpakkingen gerecycled, we nemen aan dat dit ook voor de plastic hemdtasjes geldt (Afvalfonds Verpakkingen, 2019). Het overige deel van de plastic hemdtasjes dat wordt afgedankt (48%) wordt verbrand in een AVI.

Alternatief 1: Papieren tasje

Voor het vervoeren van takeawaymaaltijden is een iets groter papieren tasje met een hengsel een alternatief voor het plastic hemdtasje. Een papieren tasje weegt 31 gram en is gemaakt van kraft papier (TNO, 2015). Het productieproces vindt plaats in China. Het tasje wordt eenmalig gebruikt voor het wordt afgedankt en we gaan ervan uit dat net als bij de papieren zakjes 50% van de tasjes gerecycled wordt met het oud papier en 50% wordt verbrand in een AVI.

Net als bij het papieren zakje bestaat er bij het papieren tasje een risico op voedsel-verspilling. We gaan ervan uit dat één papieren tasje wordt gebruikt voor het vervoeren van een tweepersoonsmaaltijd, bestaande uit 200 gram vlees, 300 gram groenten, 300 gram aardappelen/pasta/rijst en 100 gram zuivel. De precieze samenstelling van de inhoud is te vinden in Bijlage A. We doen de aanname dat bij 1 tot 5% van de zakjes de inhoud verspild wordt doordat het zakje scheurt.

Alternatief 2: Katoenen tasje

Een ander alternatief voor het vervoeren van takeawaymaaltijden is een katoenen tasje dat mensen zelf meenemen. Het tasje weegt 57 gram (eigen meting) en is geheel gemaakt van katoenen doek. Voor de impact van het katoen en het productieproces van het doek zijn gegevens uit een eerdere studie gebruikt (CE Delft, 2018). De productie van het tasje vindt plaats in China. We gaan ervan uit dat een tasje 10 tot 50 keer wordt gebruikt en na afdanking wordt verbrand in een AVI.

Tabel 2 - Gegevens gebruikt in de modellering van de hemdtasjes en alternatieven

	Hemdtasje	Papieren tasje	Katoenen tasje
Gewicht (gram)	6	31	57
Materiaal	HDPE	Kraft papier	Katoenen doek
Productieproces	Extrusie	Snijden, vouwen, lijmen	Spinnen, weven, verven
Productielocatie	China	China	China
Gebruik	Eenmalig	Eenmalig	10 of 50 keer
Voedselverspilling	Niet	1%-5%	Niet
Einde levensduur	52% recycling - 48% AVI	50% recycling - 50% AVI	AVI

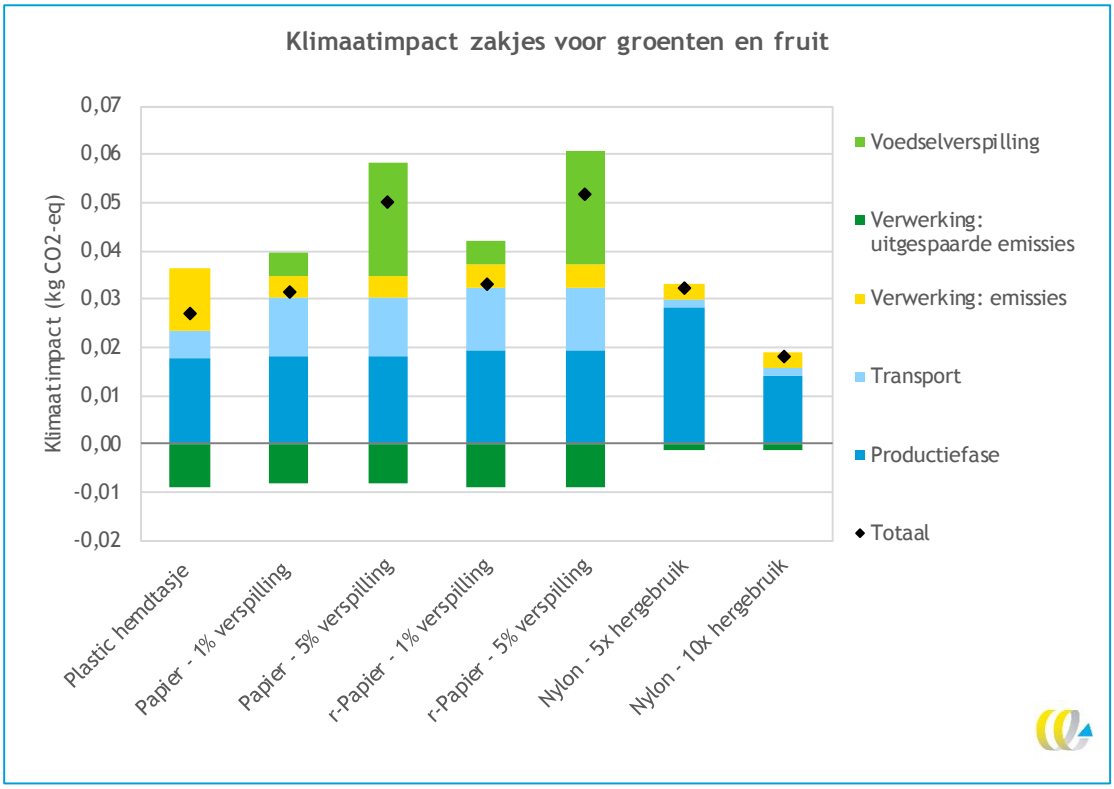
3.2 Resultaten

3.2.1 Subcase A: Zakjes voor groenten en fruit

Klimaatimpact

In Figuur 6 en Tabel 3 wordt de klimaatimpact weergegeven van de verschillende zakjes die gebruikt kunnen worden voor het verpakken van groenten en fruit. Ook wordt in de resultaten onderscheid gemaakt tussen een lage en hoge mate van voedselverspilling voor de papieren zakjes en een lage en hoge mate van hergebruik van de nylon zakjes.

Figuur 6 - Klimaatimpact van zakjes van verschillende materialen voor het verpakken van groenten en fruit



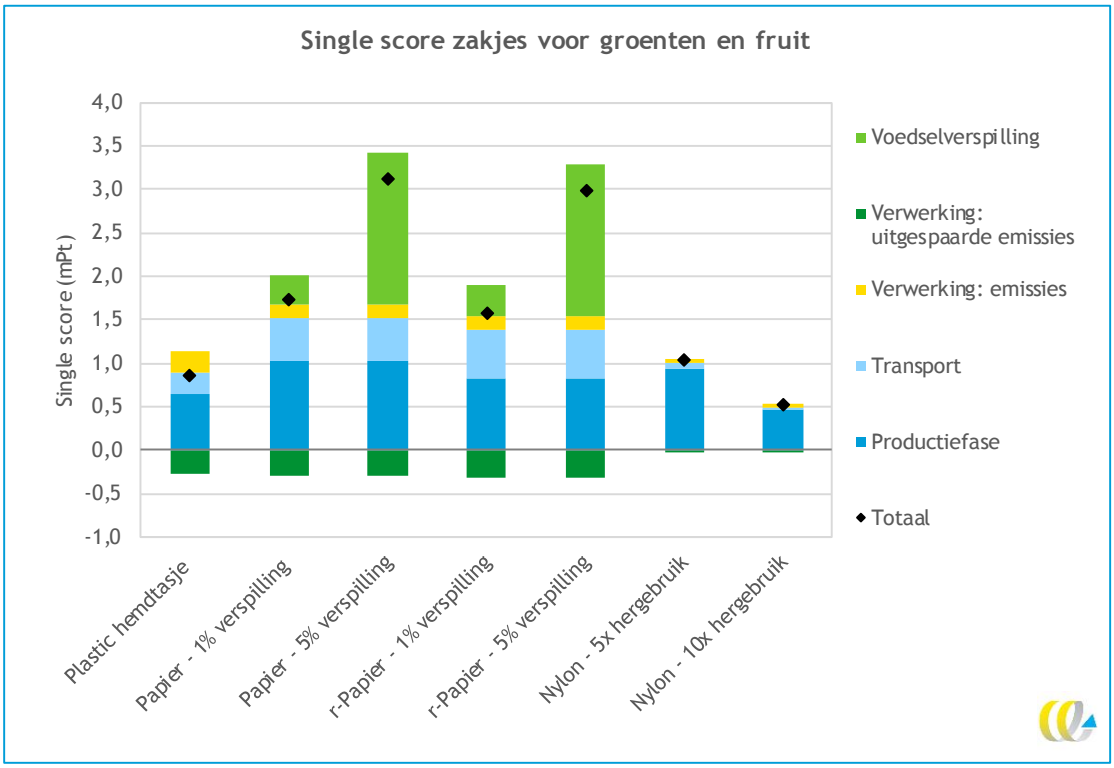
Tabel 3 - Klimaatimpact van zakjes van verschillende materialen voor het verpakken van groenten en fruit

	Plastic hemdtasje	Papier - 1% verspilling	Papier - 5% verspilling	r-Papier - 1% verspilling	r-Papier - 5% verspilling	Nylon - 5x hergebruik	Nylon - 10x hergebruik
Productiefase	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01
Transport	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001
Verwerking: emissies	0,013	0,005	0,005	0,01	0,01	0,003	0,003
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,009	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,001	0,001
Verspilling		0,005	0,02	0,005	0,02		
Totaal	0,027	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,02

Single score

In Figuur 7 en Tabel 4 worden de single scores weergegeven van de verschillende zakjes die gebruikt kunnen worden voor het verpakken van groenten en fruit.

Figuur 7 - Single scores van zakjes van verschillende materialen voor het verpakken van groenten en fruit



Tabel 4 - Single scores van zakjes van verschillende materialen voor het verpakken van groenten en fruit

	Plastic hemdtasje	Papier - 1% verspilling	Papier - 5% verspilling	r-Papier - 1% verspilling	r-Papier - 5% verspilling	Nylon - 5x hergebruik	Nylon - 10x hergebruik
Productiefase	0,6	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9	0,5
Transport	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,1	0,03
Verwerking: emissies	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,03
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,03	-0,01
Verspilling		0,4	1,8	0,4	1,8		
Totaal	0,86	1,7	3,1	1,6	3,0	1,0	0,5

Omslagpunten

Bij de herbruikbare nylon zakjes is er sprake van een omslagpunt in het aantal keer hergebruik, waarbij de zakjes milieukundig gezien beter scoren dan de standaard plastic hemdtasjes. De nylon zakjes hebben een lagere klimaatimpact dan de hemdtasjes als ze zeven keer of vaker gebruikt worden en bij meer dan zes keer gebruik hebben ze ook een lagere single score dan de hemdtasjes.

3.2.2 Analyse resultaat Subcase A: Zakjes voor groenten en fruit

Zonder voedselverspilling scoren het plastic hemdtasje, het zakje van virgin papier en het zakje van gerecycled papier nagenoeg gelijk op klimaatimpact. Er hoeft echter maar een klein beetje meer voedselverspilling plaats te vinden bij de papieren zakjes ten opzichte van het plastic hemdtasje en de klimaatimpact van de papieren zakjes valt hoger uit. Het nylon zakje heeft een hogere klimaatimpact dan het plastic hemdtasje als het slechts vijf keer gebruikt wordt voor het wordt afgedankt. De klimaatimpact van het nylon zakje is echter duidelijk lager dan die van het hemdtasje als het tien keer gebruikt wordt.

Bij de single score waarin alle relevante milieueffecten zijn meegenomen (dus niet alleen klimaat) zijn de verschillen tussen plastic en papier groter. Dit komt met name doordat bij deze analyse ook het landgebruik wordt meegenomen en voor de productie van papier is meer land nodig dan voor de productie van plastic. Dit is ook de reden dat de impact van voedselverspilling relatief hoger uitvalt. Voor de teelt van het verspilde voedsel is namelijk ook land nodig.

In deze subcase voor producten die vooral in de keuken uitgepakt worden speelt zwerfafval waarschijnlijk niet een grote rol (inpakken in supermarkt of markt en uitpakken in de keuken). Het is niet waarschijnlijk dat vanuit deze toepassing van hemdtasjes er veel zwerfafval ontstaat. Mocht dat toch nog zo zijn dan daalt het volume bij overstap op papier waarschijnlijk niet maar de impact op natuur wel en is volumedaling vooral te verwachten bij herbruikbare tasjes van nylon.

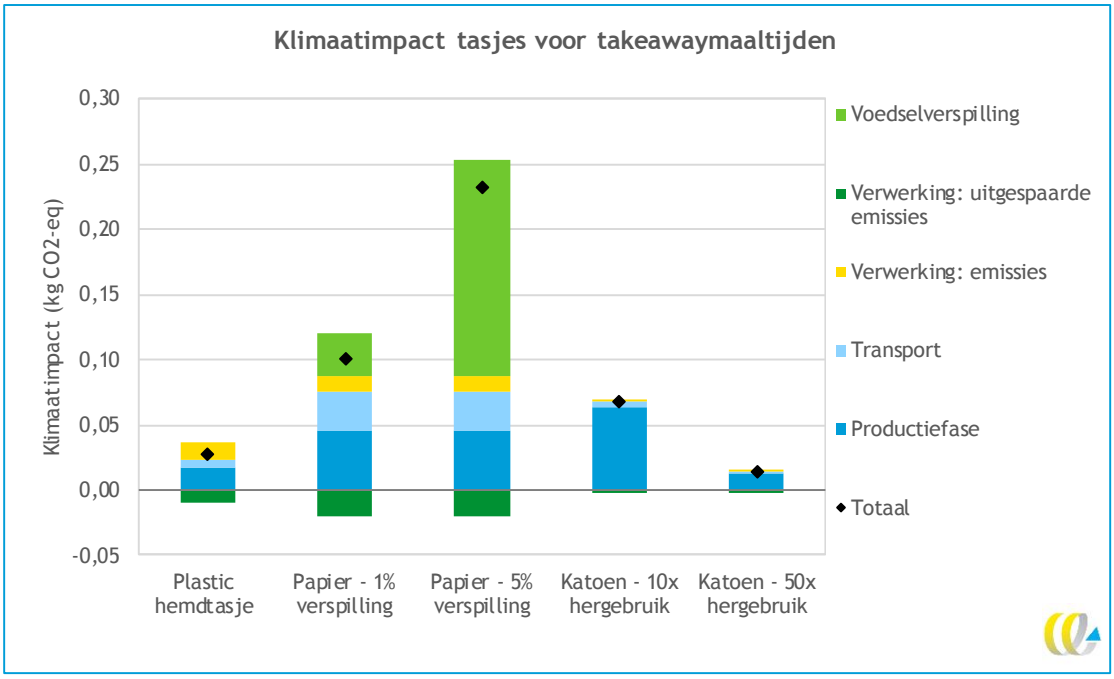
Hoofdconclusie uit Subcase A ‘hemdtasjes voor groenten en fruit’ is dat bekeken met een brede milieu-indicator overstap naar papier milieukundig negatief is. Dit is al zo zonder extra verspilling voedsel maar wordt duidelijk sterker bij 5% extra voedselverspilling.
De nylon hergebruiktas is bij zevenmaal gebruik milieukundig beter dan een eenmalig tasje. Voor deze case zou een verschuiving naar meer meermalige verpakkingen vooral het oogmerk van beleid moeten zijn. Verschuiving naar papier heeft milieukundige nadelen.

3.2.3 Subcase B: Tasjes voor takeawaymaaltijden

Klimaatimpact

In Figuur 8 en Tabel 5 wordt de klimaatimpact weergegeven van de verschillende tasjes die gebruikt kunnen worden voor het vervoeren van takeawaymaaltijden. Ook wordt in de resultaten onderscheid gemaakt tussen een lage en hoge mate van voedselverspilling voor de papieren tasjes en een lage en hoge mate van hergebruik van de katoenen tasjes.

Figuur 8 - Klimaatimpact van tasjes van verschillende materialen voor het vervoeren van takeawaymaaltijden



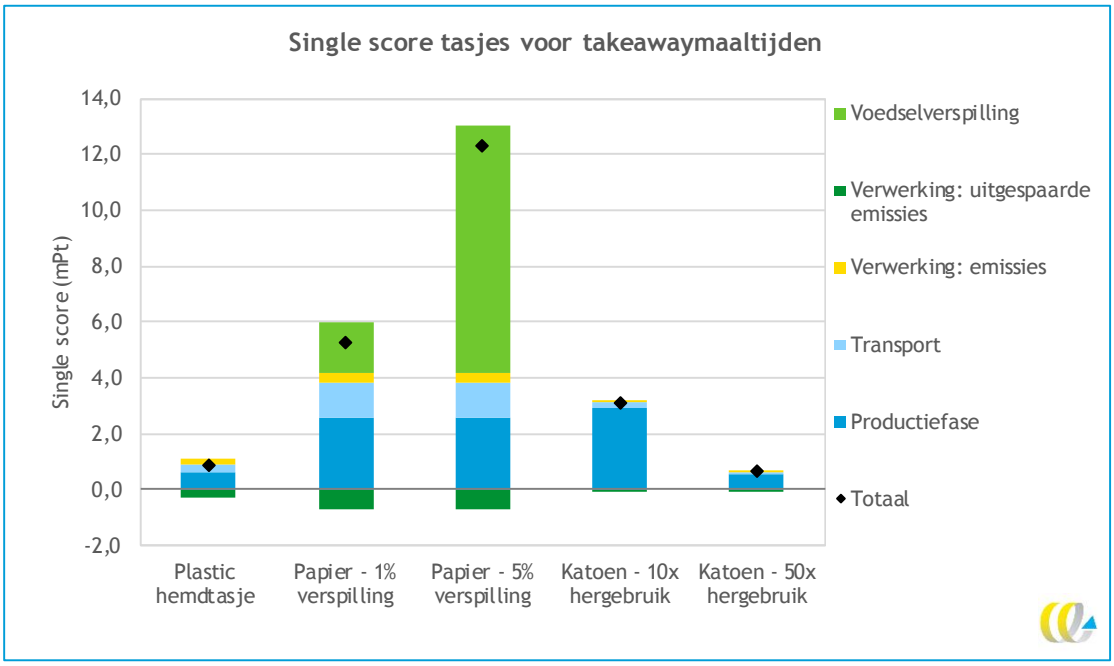
Tabel 5 - Klimaatimpact van tasjes van verschillende materialen voor het vervoeren van takeawaymaaltijden

	Plastic hemdtasje	Papier - 1% verspilling	Papier - 5% verspilling	Katoen - 10x hergebruik	Katoen - 50x hergebruik
Productiefase	0,02	0,05	0,05	0,06	0,01
Transport	0,01	0,03	0,03	0,01	0,001
Verwerking: emissies	0,01	0,01	0,01	0,0008	0,0002
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,01	-0,02	-0,02	-0,003	-0,001
Verspilling		0,03	0,17		
Totaal	0,027	0,10	0,23	0,07	0,01

Single score

In Figuur 9 en Tabel 6 worden de single scores weergegeven van het plastic hemdtasje, het papieren tasje en het katoenen tasje. In de resultaten wordt onderscheid gemaakt tussen een lage en hoge mate van voedselverspilling (bij het papieren tasje) en een lage en hoge mate van hergebruik (bij het katoenen tasje).

Figuur 9 - Single scores van tasjes van verschillende materialen voor het vervoeren van takeawaymaaltijden



Tabel 6 - Single scores van tasjes van verschillende materialen voor het vervoeren van takeawaymaaltijden

	Plastic hemdtasje	Papier - 1% verspilling	Papier - 5% verspilling	Katoen - 10x hergebruik	Katoen - 50x hergebruik
Productiefase	0,6	2,6	2,6	2,9	0,6
Transport	0,3	1,3	1,3	0,2	0,05
Verwerking: emissies	0,2	0,3	0,3	0,04	0,01
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,3	-0,7	-0,7	-0,1	-0,01
Verspilling		1,8	8,9		
Totaal	0,86	5,2	12,3	3,1	0,6

Omslagpunten

Bij de herbruikbare katoenen tasjes is er sprake van een omslagpunt in de mate van hergebruik waarna ze milieukundig beter scoren dan de plastic hemdtasjes. De katoenen tasjes hebben een lagere klimaatimpact als ze 25 keer of vaker gebruikt worden en een lagere single score dan de hemdtasjes als ze 37 keer of vaker gebruikt worden.

3.2.4 Analyse resultaat Subcase B: Tasjes voor takeawaymaaltijden

Bij de tasjes voor het vervoeren van takeawaymaaltijden zijn de verschillen tussen het plastic hemdtasje en het papieren alternatief voor zowel de klimaatimpact als de single score aanzienlijk groter dan bij Subcase A. Dit heeft er met name mee te maken dat de papieren tas uit meer materiaal bestaat dan het papieren zakje uit Subcase A, omdat hij sterker moet zijn en een hengsel bevat. Hoe meer materiaal er nodig is, hoe groter de impact van het product is. Ook de impact van de voedselverspilling is groter. Dit komt enerzijds doordat de inhoud van het papieren tasje zwaarder is dan de inhoud van het

papieren zakje. Anderzijds bevat het papieren tasje een maaltijd met vlees, waarvan de impact aanzienlijk hoger is dan de impact van de groenten en fruit uit het papieren zakje.

Voor het katoenen tasje hangt de impact af van de mate van hergebruik. Bij tien keer hergebruik scoort het katoenen tasje zowel op klimaatimpact als op de single score aanzienlijk slechter dan het plastic hemdtasje. Bij een hergebruik van minimaal 37 keer scoort het katoenen tasje op beide punten beter.

Voor deze toepassing van hemdtasjes is zwerfafval en lekkage naar het milieu waarschijnlijk wel een belangrijk punt omdat de maaltijden vaak buiten of in de auto gebruikt worden. Verschuiving naar papier levert dan wel een voordeel op als het materiaal de natuur in verdwijnt, omdat papier afbreekt in de natuur. Daar staat dus op andere milieueffecten een duidelijk nadeel tegenover. De katoenen tas, mits veel gebruikt, is ook qua zwerfafval favoriet omdat hiermee het volume van zwerfafval ook aangepakt wordt.

4 Hamburgerbakjes

Hamburgerbakjes vallen onder de SUP-richtlijnen aangezien ze bedoeld zijn voor eenmalig gebruik en de inhoud meteen na aankoop genuttigd wordt. Aangezien de inhoud vaak buiten of in de auto opgegeten wordt, is er een grote kans dat de hamburgerbakjes in het milieu belanden. Hamburgerbakjes worden ook vaak gelijk verkocht met bekers drank waarvoor waarschijnlijk een vorm van beprijzing wordt ingevoerd.

4.1 Beschrijving van de hamburgerbakjes

In deze analyse vergelijken we hamburgerbakjes van verschillende materialen met ongeveer hetzelfde volume (tussen de 925 en 1.025 ml). Voor alle bakjes gaan we uit van een onbedrukte variant. Het hamburgerbakje van piepschuim (EPS) wordt niet meegenomen in de analyse, aangezien dit bakje onder de nieuwe SUP-richtlijn geheel verboden zal worden (European Parliament, 2019). De aannames en gegevens die gebruikt zijn in de modellering worden samengevat in Tabel 7.

Standaard: Bakje van karton met een PE-coating

Aangezien dit bakje een plastic coating (PE) bevat die gezien kan worden als een ‘main structural component’, valt het onder de nieuwe SUP-richtlijn (EC, 2019). Het bakje dat wij analyseren heeft een volume van 926 ml en weegt 18,4 gram (informatie leverancier). We nemen aan dat de massaverhouding tussen het karton en het PE vergelijkbaar zal zijn met die in plastic drinkbekers en dus 85%/15% is (Ligthart & Van den Oever, 2018). De bakjes worden geproduceerd in China en zijn bedoeld voor eenmalig gebruik. Na afdanking worden ze weggegooid bij het restafval en verbrand in een AVI.

Alternatief 1: Bakje van karton zonder coating

Als alternatief voor een kartonnen bakje met coating kan ook een kartonnen bakje zonder coating gebruikt worden, zodat deze niet onder de SUP-richtlijn valt. Er bestaan inmiddels technieken om papiervezels op zo’n manier te bewerken dat het karton zelf vetwerend wordt (Nordic Paper, 2016). In deze analyse staat een bakje model met een volume van 1.008 ml en een gewicht van 18 gram (informatie leverancier). Het bakje bestaat geheel uit het vetwerende karton, maar omdat er geen milieukundige achtergrondgegevens beschikbaar zijn over het productieproces hiervan, gebruiken we de gegevens van kraft karton in de modellering. We nemen aan dat het bakje geproduceerd wordt in China en eenmalig gebruikt zal worden. Na afdanking wordt het bakje weggegooid bij het restafval en verbrand in een AVI.

Bij een kartonnen bakje zonder coating is er een groter risico dat de inhoud van het bakje nat wordt of dat het bakje scheurt en de inhoud op de grond belandt dan bij een bakje met coating. Als gevolg zal het voedsel vaak weggegooid worden en deze voedselverspilling heeft een milieu-impact die toegekend moet worden aan het hamburgerbakje. We gaan ervan uit dat de gemiddelde inhoud van een hamburgerbakje bestaat uit een broodje met een hamburger en wat groenten. De exacte hoeveelheden die zijn meegenomen in de analyse worden beschreven in Bijlage A.

Alternatief 2: Bakje van karton met PLA-coating

Een ander veelgebruikt alternatief voor bakjes met een PE-coating zijn hamburgerbakjes met een PLA-coating. Het bakje met PLA-coating heeft een volume van 975 ml en weegt 20 gram (informatie leverancier). Ook bij dit bakje gaan we ervan uit dat de verhouding karton/PLA 85%/15% is (Ligthart & Van den Oever, 2018). Het bakje wordt geproduceerd in China. In industriële installaties is PLA composteerbaar, maar in natuurlijke omstandigheden is de afbraak zeer langzaam. Een rapport van UNEP uit 2015 komt tot de conclusie dat PLA zeer langzaam afbreekt in de meeste milieus en geen oplossing vormt voor het zwerfafvalprobleem (UNEP, 2015). Testen met PLA-korrels in kunstgras geven aan dat na circa tien jaar de helft van het materiaal afgebroken zou zijn (informatie van Saltex Unisports). Dit is onvoldoende om PLA als afbreekbaar in de natuur te beschouwen. Ook de gft-route is lastig voor deze verpakkingen want karton mag niet bij het gft-afval (Milieu Centraal, sd). PLA mag dan weer niet bij het oud papier, dus zullen deze bakjes weggegooid worden bij het restafval en verbrand in een AVI voor energieproductie.

Alternatief 3: Bakje van bagasse

Een derde alternatief voor de hamburgerbakjes met plastic coating, zijn bakjes van bagasse. Bagasse is een vezelachtige reststroom van de productie van suiker uit suikerriet. Het hamburgerbakje van bagasse heeft een volume van 980 ml en weegt 16 gram. Om de impact van het productieproces te kunnen bepalen is gebruik gemaakt van gegevens over het productieproces van houten wegwerpservies, dat ook in een vorm geperst wordt (Brownlee, et al., 2013). In tegenstelling tot de andere bakjes, gaan we ervan uit dat het bakje van bagasse in Brazilië geproduceerd wordt. In Nederland mogen verpakkingen van natuurlijke materialen (waaronder bagasse) niet bij het gft-afval behoudens een aantal uitzonderingen en dus wordt ook dit bakje met het restafval verbrand in een AVI. Milieukundig is dit ook niet erg want zowel in de gft-route als in de AVI vergaan deze bakjes tot CO_2 en water, maar in de AVI wordt daar nog nuttige energie uit gebruikt.

Alternatief 4: Bakje van bamboepapier

Bij het selecteren van alternatieven voor het standaard hamburgerbakje zijn we enkel bakjes van bamboepapier tegengekomen met een PE-coating. Deze bakjes vallen ook onder de nieuwe SUP-richtlijn en zijn dus niet geschikt als alternatief. We vinden het echter wel interessant om bamboepapier als alternatief mee te nemen, omdat dit een materiaal is dat nu vaak als duurzaam alternatief gepromoot wordt. Wellicht is het ook voor bamboevezels mogelijk deze op zo'n manier te bewerken dat het papier van nature vetwerend wordt, zoals dit ook voor karton het geval is. Dit is nu bij ons echter niet bekend, dus het bakje van bamboepapier in deze analyse is een fictief product. De inhoud (1.018 ml) en het gewicht (25,9 gram) zijn gebaseerd op een bakje van bamboepapier met PE-coating (informatie leverancier). Een bakje van bamboepapier zal bedoeld zijn voor eenmalig gebruik en na afdanking bij het restafval belanden en verbrand worden in een AVI.

Alternatief 5: Herbruikbaar bord

Op dit moment zijn er geen herbruikbare hamburgerbakjes op de markt. Als de hamburger bij de verkooplocatie geconsumeerd wordt, zou een stenen bord wel een alternatief kunnen zijn voor de eenmalige hamburgerbakjes. Een stenen bord heeft geen vast volume en kan naast de hamburger natuurlijk ook nog plaats bieden aan andere voedingswaren, wat een eerlijke vergelijking lastig maakt. We nemen het stenen bord wel mee in de analyse om

toch een indicatie te geven van de impact van een herbruikbaar bord en de mate waarin deze impact afhangt van de mate van hergebruik. Het stenen bord weegt 670 gram en is gemaakt van keramiek (Ikea, 2020). Voor een goede vergelijking gaan we ervan uit dat het bord geproduceerd wordt in China. In de analyse kijken we naar een hergebruik van 20 en 50 keer. Na elk gebruik wordt het bord afgewassen in de vaatwasser (energielabel A+++), waarbij we ervan uitgaan dat het bord 1,1% van de ruimte in een vaatwasser inneemt (CE Delft, 2020a). Na afdanking zal het bord verbrand worden in een AVI. Aangezien keramiek een inert materiaal is, zal de verbranding van het bord niet bijdragen aan op de opwekking van elektriciteit of warmte.

Tabel 7 - Gegevens gebruikt in de modellering van de hamburgerbakjes

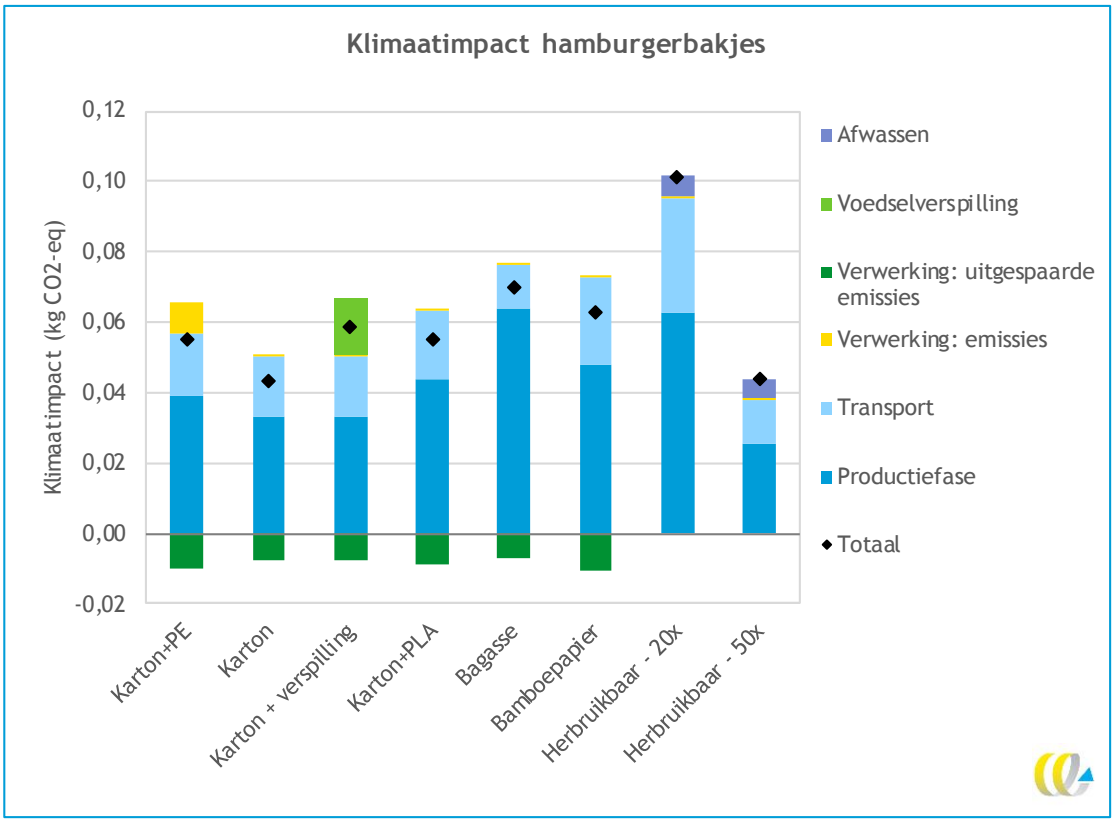
	Kar-on met PE coating	Karton zonder coating	Karton met PLA-coating	Bagasse	Bamboepapier	Herbruikbaar bord (keramiek)
Volume (ml)	926	1.008	975	980	1.018	-
Gewicht (gram)	18,4	18	20	16	25,9	670
Materiaal	Kraft karton /PE	Kraft karton	Kraft karton /PLA	Bagasse	Bamboe papier	Keramiek
Productielocatie	China	China	China	Brazilië	China	China
Gebruik	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	20-50x
Afwassen	Niet	Niet	Niet	Niet	Niet	Vaatwasser
Voedselverspilling	Niet	1%	Niet	Niet	Niet	Niet
Einde levensduur	AVI	AVI	AVI	AVI	AVI	AVI

4.2 Resultaten

Klimaatimpact

In Figuur 10 en Tabel 8 wordt de klimaatimpact weergegeven van de verschillende hamburgerbakjes en het herbruikbare bord. Ook wordt in de resultaten onderscheid gemaakt tussen wel of geen voedselverspilling bij het kartonnen bakje en een lage en hoge mate van hergebruik van herbruikbare stenen borden.

Figuur 10 - Klimaatimpact van hamburgerbakjes van verschillende materialen



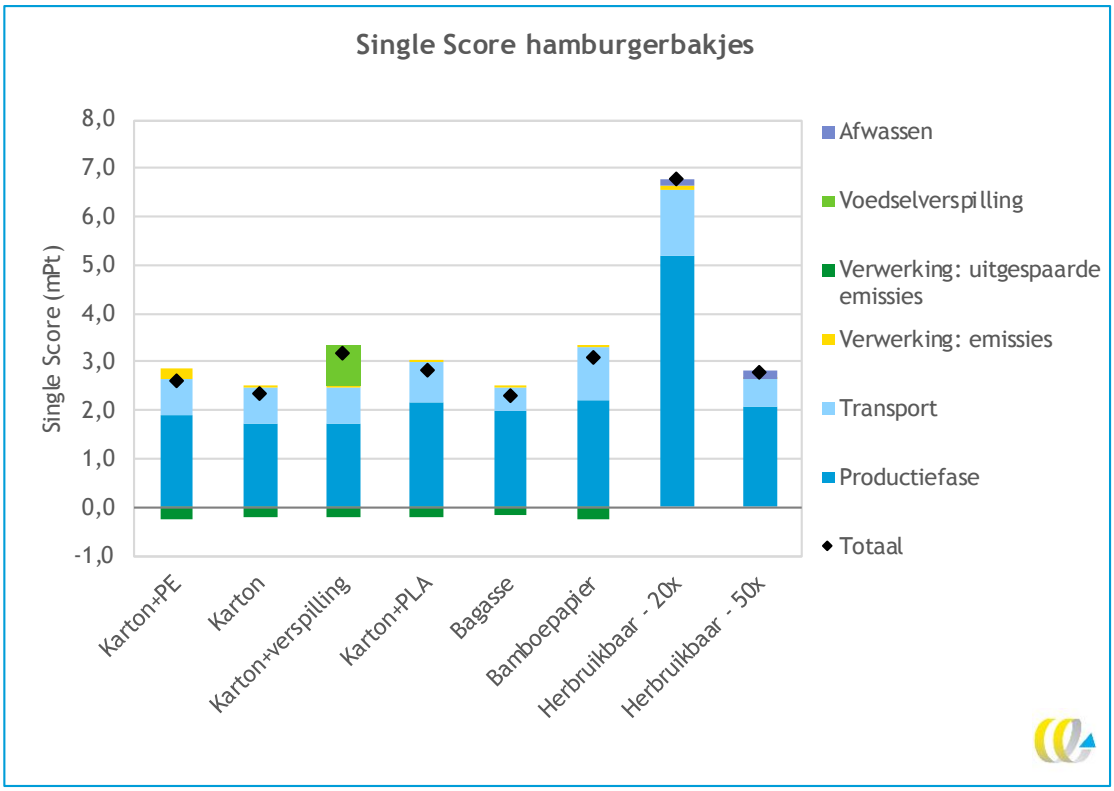
Tabel 8 - Klimaatimpact van de verschillende fases uit de levenscyclus van hamburgerbakjes

	Karton + PE	Karton	Karton + 1% verspilling	Karton + PLA
Productiefase	0,04	0,03	0,03	0,04
Transport	0,02	0,02	0,02	0,02
Verwerking: emissies	0,01	0,001	0,001	0,001
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Voedselverspilling			0,02	
Totaal	0,06	0,04	0,06	0,06
	Bagasse	**Bamboepapier**	**Herbruikbaar - 20x**	**Herbruikbaar - 50x**
Productiefase	0,06	0,05	0,06	0,03
Transport	0,01	0,02	0,03	0,01
Verwerking: emissies	0,0004	0,001	0,0008	0,0003
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,01	-0,01		
Voedselverspilling				
Afwassen			0,01	0,01
Totaal	0,07	0,06	0,10	0,04

Single score

In Figuur 11 en Tabel 9 worden de single scores weergegeven van de hamburgerbakjes van verschillende materialen en het herbruikbare stenen bord.

Figuur 11 - Single Score van hamburgerbakjes van verschillende materialen



Tabel 9 - Single Score van verschillende fases uit de levenscyclus van hamburgerbakjes

	Karton + PE	Karton	Karton + 1% verspilling	Karton + PLA
Productiefase	1,9	1,7	1,7	2,2
Transport	0,8	0,8	0,8	0,8
Verwerking: emissies	0,2	0,04	0,04	0,1
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Voedselverspilling			0,8	
Totaal	2,6	2,3	3,2	2,9

	Bagasse	Bamboepapier	Herbruikbaar - 20x	Herbruikbaar - 50x
Productiefase	2,0	2,2	5,2	2,1
Transport	0,5	1,1	1,4	0,6
Verwerking: emissies	0,02	0,1	0,05	0,02
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,2	-0,2		
Voedselverspilling				
Afwassen			0,2	0,2
Totaal	2,3	3,1	6,8	2,8

Omslagpunten

Zoals te zien is in Figuur 10 en Figuur 11 moet een stenen bord meer dan 30 keer hergebruikt worden om milieukundig beter te scoren dan het standaard kartonnen bakje met PE-coating. De klimaatimpact van het stenen bord is pas lager dan de klimaatimpact van het kartonnen bakje met PE-coating als het 39 keer of vaker gebruikt wordt. De single score van het stenen bord is lager vanaf 54 keer hergebruik.

4.3 Analyse van de resultaten

De milieueffecten van de bestudeerde alternatieven voor een kartonnen hamburgerbakje met PE-folie zijn allemaal heel vergelijkbaar met die van het nu gebruikte bakje. Speciaal behandeld karton dat geen PE-laagje heeft, karton met PLA, een verpakking van bagasse of een verpakking van bamboepapier hebben milieueffecten die maar beperkt afwijken. Zeker omdat in alle resultaten onzekerheid zit zijn de resultaten eigenlijk vergelijkbaar.

Dit betekent dat het ontmoedigen van karton met een plastic laagje ter voorkoming van verspreiding van plastic naar het milieu een nuttig actie is. Vervanging door materialen zonder plastic heeft milieukundig geen nadelen.

Wat betreft karton met een laagje bioplastic van PLA is het advies om eerst praktijkproeven te doen hoe snel in de praktijk deze verpakking afbreekt in de natuur. Als dit voldoende snel zou zijn is het een optie om deze verpakking ook toe te staan.

De herbruikbare stenen borden zouden goed passen in een circulaire economie, maar het is daarbij wel van belang dat ze zo vaak mogelijk hergebruikt worden. Een hergebruik van meer dan 60 keer lijkt hoog maar in restaurants waar weinig servies kapot valt is dit zeker denkbaar. Op een bord kan naast een broodje hamburger echter ook een portie patat geserveerd worden, waarmee ook een patatbakje uitgespaard kan worden. Het omslagpunt waarop het bord milieukundig beter scoort, komt dan veel lager te liggen.

Het is een optie voor verder onderzoek om deze combinatie van gerechten op een bord (met ook eventueel nog mayonaise niet in een zakje) verder te onderzoeken. Dan zou ook met service inkoopinformatie van restaurants ingeschat kunnen worden hoe vaak herbruikbare borden echt gebruikt worden.

5 Patatbakjes

Patatbakjes vallen onder de SUP-richtlijnen aangezien ze, net als hamburgerbakjes bedoeld zijn voor eenmalig gebruik en de inhoud meteen na aankoop genuttigd wordt. Aangezien de inhoud vaak buiten of in de auto opgegeten wordt, is er een behoorlijke kans dat de patatbakjes in het milieu belanden. Patatbakjes worden ook vaak gelijk verkocht met bekers drank waarvoor waarschijnlijk een vorm van beprijzing wordt ingevoerd.

Deze case vormt een aanvulling op de case van de hamburgerbakjes, aangezien de standaard bij beide verpakkingen van verschillende materialen gemaakt is.
Bij hamburgerbakjes is de standaard een kartonnen doosje met een PE-coating, terwijl de standaard patatbakjes van PS of PP gemaakt worden. Een verschuiving naar andere materialen kan bij de patatbakjes dan ook een ander effect hebben dan bij de hamburgerbakjes.

5.1 Beschrijving van de patatbakjes

Om een eerlijke vergelijking tussen de patatbakjes te maken, hebben we wanneer mogelijk bakjes geselecteerd van hetzelfde formaat. We hebben gekozen voor het A9+1 formaat, ook wel A22 genoemd. Dit patatbakje bestaat uit twee compartimenten, één voor de patat en één voor de saus, zie ook Figuur 13. De patatbakjes van PS, PP en bagasse hebben allemaal dit formaat, ook voor het herbruikbare bakje van PP gaan we uit van het A9+1 formaat. Van het houten bakje zijn we maar één versie tegengekomen, waarvan de afmetingen wat groter zijn dan het A9+1 formaat. Ook heeft het houten bakje geen sausvakje (zie Figuur 12). Tot slot nemen we ook een stenen bord mee als herbruikbaar alternatief, dat heeft ook een afwijkende afmeting (zie Figuur 14).

Patatbakjes kunnen op verschillende soorten verkooplocaties ingezet worden. Afhankelijk van de functie van het patatbakje zijn verschillende alternatieven geschikt. Als mensen onderweg patat kopen om deze thuis of onderweg op te eten, is het belangrijk dat een patatbakje licht is. Een herbruikbaar patatbakje zal dan minder goed werken, tenzij mensen vaker bij dezelfde verkooplocatie komen. Als mensen de patat direct na aankoop ter plekke consumeren, is een herbruikbaar alternatief, zoals een stenen bord wel geschikt, omdat deze meteen ingeleverd kan worden. Tot slot wordt ook op evenementen vaak patat verkocht. Ook hier zouden herbruikbare alternatieven een optie kunnen zijn, omdat mensen de patat in de buurt van de verkooplocatie zullen opeten. Afhankelijk van het soort evenement is het wel belangrijk dat de patatbakjes stevig en niet te zwaar zijn. Een stenen bord zal in zo'n geval dan weer minder geschikt zijn.

Figuur 12 - Houten bakje



Figuur 13 - Patatbakje formaat A9+1



Figuur 14 - Stenen bord (ø26 cm)



Standaard 1: Bakje van PS

Het bekende witte plastic patatbakje wordt gemaakt van polystyreen (PS). Het A9+1-bakje van PS weegt 8 gram (informatie leverancier) en wordt geproduceerd door middel van extruderen en thermovorming van het PS. Het bakje wordt geproduceerd in China en na eenmalig gebruik wordt het weggegooid bij het restafval waarna het wordt verbrand in een AVI met energieproductie.

Standaard 2: Bakje van PP

De witte plastic patatbakjes kunnen ook gemaakt worden van PP, deze bakjes zijn steviger en hittebestendiger dan de bakjes van PS. Het A9+1-bakje van PP weegt 7 gram (schatting op basis van het gewicht van bakje met formaat A7+1) en wordt ook geproduceerd door middel van extruderen en thermovorming. Dit bakje wordt ook geproduceerd in China en na eenmalig gebruik wordt het weggegooid bij het restafval waarna het wordt verbrand in een AVI.

Alternatief 1: Bakje van bagasse

Een alternatief voor de plastic patatbakjes van PS en PP is een bakje van bagasse. Het A9+1-bakje van bagasse weegt 13 gram (informatie leverancier). Om de impact van het productieproces te kunnen bepalen is gebruik gemaakt van gegevens over het productie-proces van houten wegwerpservies, dat ook in een vorm geperst wordt (Brownlee, et al., 2013). In tegenstelling tot de andere bakjes, gaan we ervan uit dat het bakje van bagasse in Brazilië geproduceerd wordt. In Nederland mogen verpakkingen van natuurlijke materialen (waaronder bagasse) niet bij het gft-afval en dus wordt ook dit bakje met het restafval verbrand in een AVI.

Alternatief 2a: Bakje van hout

Een tweede alternatief voor plastic patatbakjes is een bakje van hout. Dit bakje weegt 24,8 gram en is gemaakt van populierenhout, dat in de juiste vorm gevouwen en gelijmd wordt. De houten bakjes die wij gevonden hebben, worden geproduceerd in Frankrijk. Maar om een eerlijke vergelijking te maken met de andere bakjes, gaan we er in de modellering van uit dat de bakjes uit China komen (dit heeft overigens alleen invloed op de impact van het transport). Deze bakjes zijn bedoeld voor eenmalig gebruik en worden na gebruik weg-gegooid bij het restafval en verbrand in een AVI.

Alternatief 2b: Bakje van hout met aluminiumfolie

In de praktijk blijken de houten bakjes soms gebruikt te worden met een laag aluminium-folie erin (ervaring bij concreet gebruik op camping in Oostenrijk). Voor een volledig beeld berekenen we ook de milieu-impact van de bakjes inclusief de aluminiumfolie. Voor het bakje gelden dezelfde aannames als hierboven beschreven. De aluminiumfolie weegt 5,2 gram en wordt geproduceerd in China. Na gebruik wordt de aluminiumfolie verbrand in een AVI. Aangezien de aluminiumfolie ontleedt en verbrandt in een AVI, kan het niet terug-gewonnen worden uit de bodemassen (Milieu Centraal, sd).

Alternatief 3a: Herbruikbaar bakje van PP (ter plekke afwassen)

Op dit moment bestaan er nog geen herbruikbare patatbakjes als alternatief voor de eenmalige patatbakjes. Om toch een beeld te kunnen schetsen van de milieu-impact van zulke herbruikbare bakjes nemen we een fictief herbruikbaar bakje mee in de analyse. Uit onderzoek blijkt dat een herbruikbare PP-beker 6,4 keer zo zwaar is als een PP-beker voor eenmalig gebruik (OVAM, 2020). We nemen aan dat dit voor patatbakjes vergelijkbaar zal zijn en komen zo uit op een gewicht van 44,8 gram. Het bakje zal gemaakt worden door middel van spuitgieten. We gaan ervan uit dat het geproduceerd wordt in China en na gebruik bij het restafval belandt en verbrand wordt in een AVI.

Een groot verschil tussen de bakjes voor eenmalig gebruik en dit herbruikbare bakje is de impact tijdens de gebruiksfase. Aangezien het herbruikbare bakje vaker gebruikt wordt, zal het tussendoor afgewassen moeten worden. Het gebruik van warm water, elektriciteit en afwasmiddel heeft ook een milieu-impact en wordt daarom ook meegenomen in de modellering. Het herbruikbare bakje kan op verschillende plaatsen ingezet worden, bijvoorbeeld bij een fastfoodrestaurant of snackbar waar het eten ter plekke wordt opgegeten, of op een festival. Bij een fastfoodrestaurant/snackbar zullen de bakjes ter plekke afgewassen worden. We gaan er in dit geval van uit dat de bakjes in een vaatwasser (energielabel A+++) afgewassen zullen worden waarbij we de berekeningen uit een eerder onderzoek aanhouden (CE Delft, 2020a). De gebruikte gegevens worden weergegeven in Tabel 10.

Alternatief 3b: Herbruikbaar bakje van PP (centraal afwassen)

Bij een festival zullen de bakjes eerder door een distributeur geleverd worden en na afloop naar een centrale locatie gebracht worden voor de afwas, om vervolgens weer vervoerd te worden naar de distributeur voor opslag tot het volgende evenement (in totaal 150 km). Het water-, elektriciteits- en afwasmiddelgebruik bij het afwassen is gebaseerd op de gegevens uit de studie van de OVAM (OVAM, 2020). De gegevens gebruikt voor afwassen zijn weergegeven in Tabel 10.

Alternatief 4: Herbruikbaar stenen bord

Een ander herbruikbaar alternatief voor het eenmalige plastic patatbakje is een herbruikbaar stenen bord. We gebruiken voor deze modellering dezelfde gegevens als in de modellering van het stenen bord als alternatief voor het hamburgerbakje. Het stenen bord weegt 670 gram en is gemaakt van keramiek (Ikea, 2020). Voor een goede vergelijking gaan we ervan uit dat het bord geproduceerd wordt in China. In de analyse kijken we naar een hergebruik van 20 en 50 keer. Na elk gebruik wordt het bord afgewassen in de vaatwasser (energielabel A+++), waarbij we ervan uitgaan dat het bord 1,1% van de ruimte in een vaatwasser inneemt (CE Delft, 2020a). Na afdanking zal het bord verbrand worden in AVI. Aangezien keramiek een inert materiaal is, zal de verbranding van het bord niet bijdragen aan de opwekking van elektriciteit of warmte.

Tabel 10 - Gegevens gebruikt in de modellering van het afwassen van de patatbakjes

Input	Afwassen vaatwasser	Afwassen op een centrale locatie
Water (l/bakje of bord)	0,1	0,04
Elektriciteit (kWh/bakje of bord)	0,009	0,004
Afwasmiddel (g/bakje of bord)	0,2	0,2

Tabel 11 - Gegevens gebruikt in de modellering van de patatbakjes

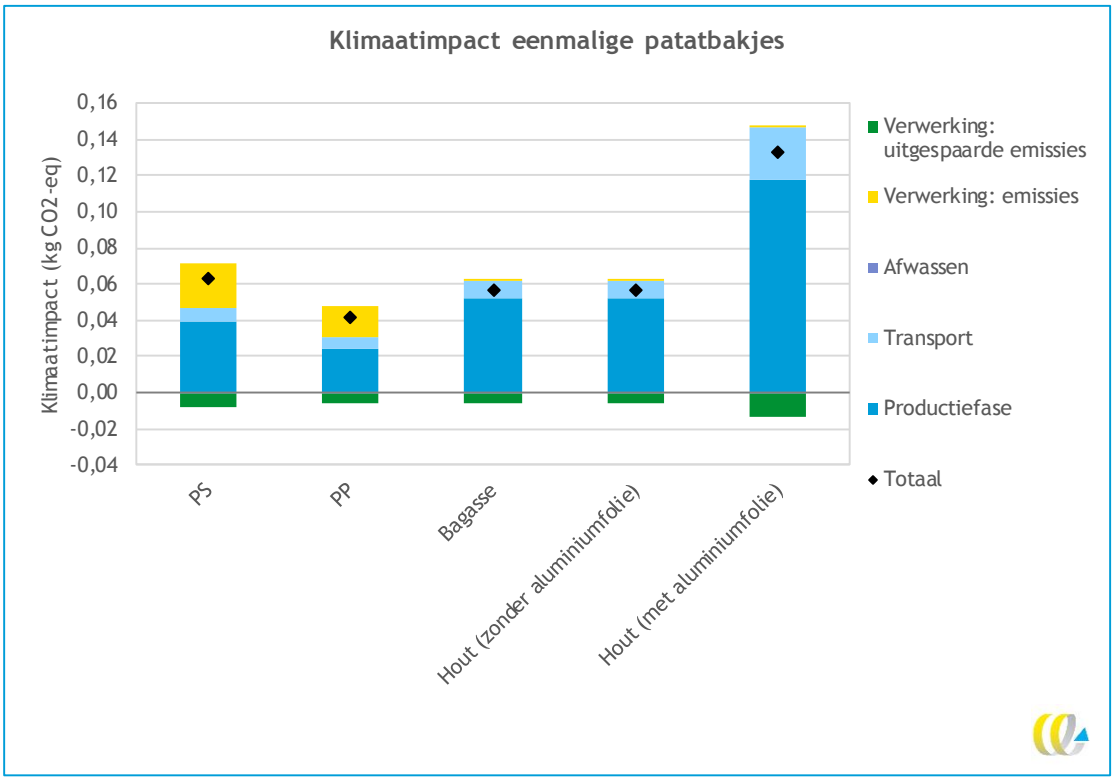
	PS	PP	Bagasse	Hout met aluminium	Herbruikbaar PP	Herbruikbaar steen
Gewicht (gram)	8	7	13	24,8+5,2	44,8	670
Materiaal	PS	PP	Bagasse	Hout + aluminiumfolie	PP	Keramiek
Productielocatie	China	China	Brazilië	China	China	China
Gebruik	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	Eenmalig	5-10 keer	20-50 keer
Afwassen	Niet	Niet	Niet	Niet	Ter plekke of centraal	Ter plekke
Einde levensduur	AVI	AVI	AVI	AVI	AVI	AVI

5.2 Resultaten

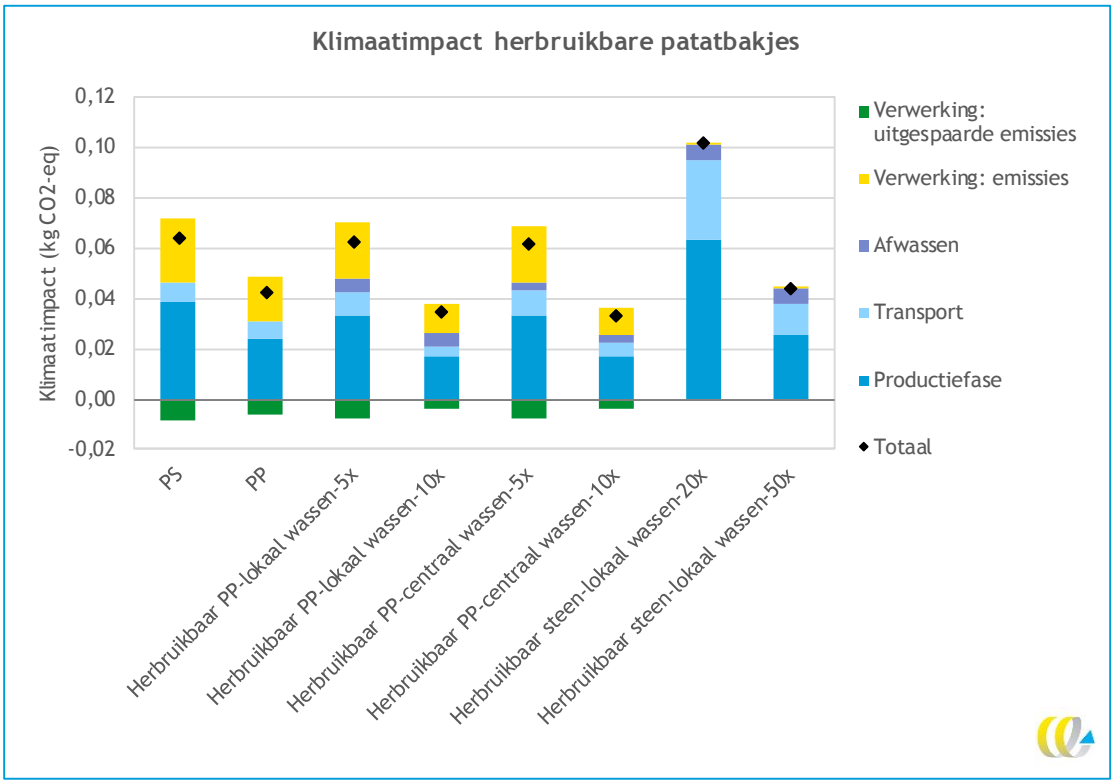
Klimaatimpact

In Figuur 15, Figuur 16 en Tabel 12 wordt de klimaatimpact weergegeven van patatbakjes van verschillende materialen. Bij het herbruikbare patatbakje van PP wordt onderscheid gemaakt tussen het afwassen ter plekke en het afwassen op een centrale locatie.
Ook worden de resultaten weergegeven voor een lage en een hoge mate van hergebruik van zowel het PP-patatbakje als het stenen bord.

Figuur 15 - Klimaatimpact van de standaard patatbakjes en de alternatieven voor eenmalig gebruik



Figuur 16 - Klimaatimpact van de standaard patatbakjes en de herbruikbare alternatieven



Tabel 12 - Klimaatimpact van de verschillende fases uit de levenscyclus van patatbakjes

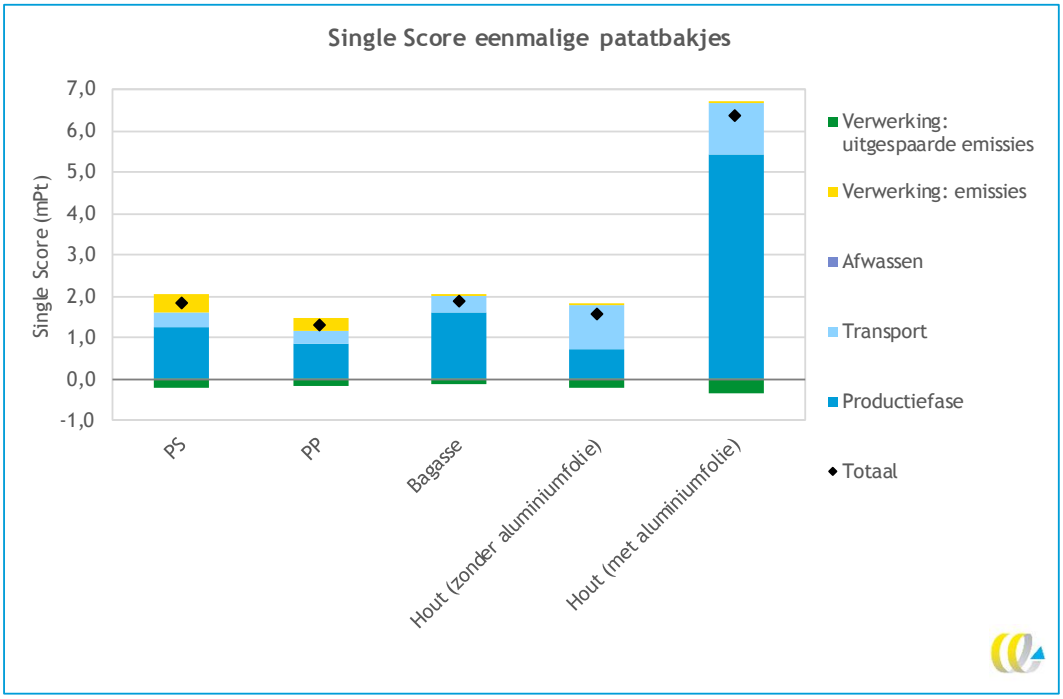
	PS	PP	Bagasse	Hout (zonder alu)	Hout (met alu)
Productiefase	0,04	0,02	0,05	0,05	0,12
Transport	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Afwassen					
Verwerking: emissies	0,03	0,02	0,0003	0,0003	0,0008
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Totaal	0,06	0,04	0,06	0,06	0,13

	Herbruikbaar PP - lokaal wassen - 5x	Herbruikbaar PP - lokaal wassen - 10x	Herbruikbaar PP - centraal wassen - 5x	Herbruikbaar PP - centraal wassen - 10x	Herbruikbaar steen - lokaal wassen - 20x	Herbruikbaar steen - lokaal wassen - 50x
Productiefase	0,03	0,02	0,03	0,02	0,06	0,03
Transport	0,01	0,004	0,01	0,01	0,03	0,01
Afwassen	0,01	0,01	0,003	0,003	0,01	0,01
Verwerking: emissies	0,02	0,01	0,02	0,01	0,0008	0,0003
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,01	-0,004	-0,01	-0,004		
Totaal	0,06	0,03	0,06	0,03	0,10	0,04

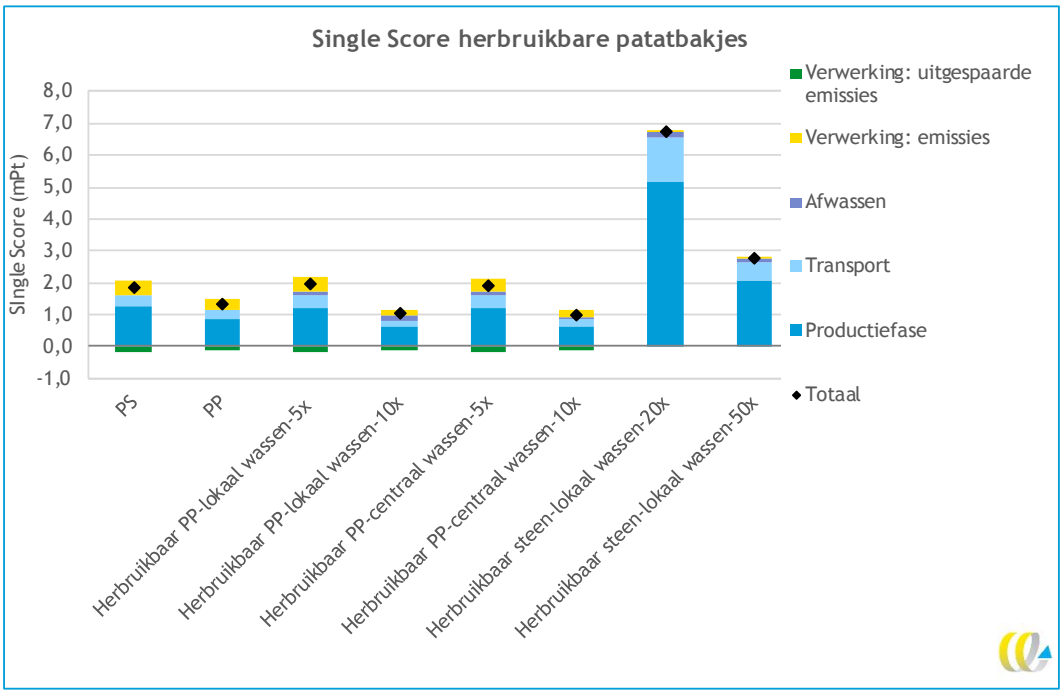
Single Score

In Figuur 17, Figuur 18 en Tabel 13 worden de single scores van de verschillende patatbakjes weergegeven. Bij de herbruikbare patatbakjes van PP wordt onderscheid gemaakt in de afwaslocatie; lokaal of centraal en in de mate van hergebruik.

Figuur 17 - Single Score van de standaard patatbakjes en de alternatieven voor eenmalig gebruik



Figuur 18 - Single Score van de standaard patatbakjes en de herbruikbare alternatieven



Tabel 13 - Single score van verschillende fases uit de levenscyclus van patatbakjes

	PS	PP	Bagasse	Hout (zonder alu)	Hout (met alu)
Productiefase	1,3	0,9	1,6	0,7	5,4
Transport	0,3	0,3	0,4	1,0	1,3
Afwassen					
Verwerking: emissies	0,5	0,3	0,02	0,04	0,05
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3
Totaal	1,9	1,3	1,9	1,6	6,4

	Herbruikbaar PP - lokaal wassen - 5x	Herbruikbaar PP - lokaal wassen - 10x	Herbruikbaar PP - centraal wassen - 5x	Herbruikbaar PP - centraal wassen - 10x	Herbruikbaar steen - lokaal wassen - 20x	Herbruikbaar steen - lokaal wassen - 50x
Productiefase	1,2	0,6	1,2	0,6	5,2	2,1
Transport	0,4	0,2	0,4	0,2	1,4	0,6
Afwassen	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Verwerking: emissies	0,4	0,2	0,4	0,2	0,05	0,02
Verwerking: uitgespaarde emissies	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1		
Totaal	2,0	1,1	1,9	1,0	6,8	2,8

Omslagpunten

Ook voor het herbruikbare patatbakje en het herbruikbare stenen bord geldt dat ze een aantal keer hergebruikt moeten worden voordat ze milieukundig gezien beter zijn dan de plastic patatbakjes. In dit geval hangt het omslagpunt af van de manier van afwassen en het eenmalige patatbakje waarmee de herbruikbare alternatieven vergeleken worden.
De omslagpunten voor de klimaatimpact en de single score worden weergegeven in Tabel 14 en Tabel 15.

Tabel 14 - Omslagpunten voor herbruikbare patatbakjes - o.b.v. klimaatimpact

Eenmalige bakjes / Herbruikbare bakjes	Patatbakje van PS	Patatbakje van PP
PP - Lokaal afwassen	5	8
PP - Centraal afwassen	5	8
Steen - Lokaal afwassen	34	53

Tabel 15 - Omslagpunten voor herbruikbare patatbakjes - o.b.v. single score

Eenmalige bakjes / Herbruikbare bakjes	Patatbakje van PS	Patatbakje van PP
PP - Lokaal afwassen	6	8
PP - Centraal afwassen	6	8
Steen - Lokaal afwassen	78	114

5.3 Analyse van de resultaten

Net als bij de hamburgerbakjes hebben de eenmalige patatbakjes allemaal een vergelijkbare milieu-impact. Het houten bakje (zonder aluminiumfolie) heeft in vergelijking met de plastic bakjes een lage klimaatimpact, maar door het grote landgebruik in de bosbouw is de single score van het houten bakje wel vergelijkbaar met die van de plastic bakjes.

Opvallend is de hoge milieu-impact van het houten bakje met gebruik van aluminiumfolie. Door de energie-intensieve winnings- en productieprocessen heeft aluminium een hoge milieu-impact. Milieukundig is het dus belangrijk dat in de praktijk er geen aluminiumfolie wordt toegevoegd aan de bakjes.

Als bij het ontmoedigen van plastic patatbakjes een verschuiving optreedt naar eenmalige patatbakjes van andere materialen zal dit geen nadelige milieueffecten hebben. Het is daarbij wel van belang dat er geen aluminiumfolie gebruikt wordt om bepaalde functies van de plastic bakjes over te nemen (zoals het weren van vet of vocht).

Bij de herbruikbare bakjes blijkt vooral de mate van hergebruik bepalend te zijn in de milieu-impact. Het zal van de verkooplocatie afhangen of negen keer hergebruik haalbaar is. De herbruikbare bakjes zijn wel gemaakt van plastic, dus het is van belang dat ze zorgvuldig ingezameld worden om te voorkomen dat ze alsnog bijdragen aan het zwerfafvalprobleem.

Voor het zwerfafvalpunt zijn de meermalige oplossingen waarbij het verkooppunt en de consument moeite zullen doen (evt. met prijsprikkel) om het bakje of het bord weer in te leveren wel duidelijk voordeliger. Voor andere milieueffecten hangt het sterk van de praktijkomstandigheden af.

Voor het herbruikbare bord geldt nog dat hierop ook meerdere gerechten tegelijk geserveerd kunnen worden (bijv. hamburgers plus patat). Dan is het meermalige bord veel sneller milieukundig voordelig.

Bij deze case geldt ook dat niet alle opties voor alle situaties bruikbaar zijn. Voor consumptie vlakbij het uitgiftepunt in de horecazaak of op het terras zijn alle opties bruikbaar. Voor consumptie in de auto, thuis of in de natuur zijn stenen borden minder geschikt.

Bibliografie

Afvalfonds Verpakkingen, 2019. *Monitoring verpakkingen - Resultaten inzameling en recycling 2018,* Leidschendam: Afvalfonds Verpakkingen.

Brownlee, A., Li, C. & Lo, M. N., 2013. *Life Cycle Assessment : Aspenware Biodegradable Cutlery,* Vancouver: University of British Columbia (UBC).

CE Delft, 2018. *Milieu-informatie textiel : update 2018,* Delft: CE Delft.

CE Delft, 2020a. *Impact wegwerpproducten en hun alternatieven,* Delft: CE Delft.

CE Delft, 2020b. *Emissiekentallen elektriciteit,* Delft: CE Delft.

CE Delft, 2020c. *Kansrijke interventies terugdringen kunststofproducten voor eenmalig gebruik,* Delft: CE Delft.

EC, 2019. Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council [...] on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment: Annex Part C: Single-use plastic products covered by Article 6(1) to (4) on product requirements. *Official Journal of the European Union,* L 155(12.6.2019), pp. 1-19.

Eco Consult, 2019. *Landelijke zwerfafvalmonitor. Meting schoonheidsbeelden en samenstelling zwerfafval 2019, jaarrapportage,* Den Haag: Rijkswaterstaat.

European Parliament, 2019. *Parliament seals ban on throwaway plastics by 2021.* [Online]
Available at: https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20190321IPR32111/parliament-seals-ban-on-throwaway-plastics-by-2021
[Geopend 2 September 2020].

Ikea, 2020. *Flitighet*. [Online]
Available at: https://www.ikea.com/nl/nl/p/flitighet-bord-wit-10346652/
[Geopend 2 September 2020].

Ligthart, T. & Van den Oever, M., 2018. *Milieu-impact van twee verwerkingsroutes voor warme drankenbekers : Vergisting en papierrecycling van karton-PLA koffiebekers,* Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research.

Milieu Centraal, sd *Afvalscheidingswijzer: aluminiumfolie*. [Online]
Available at: https://www.afvalscheidingswijzer.nl/?id=16940&u=aluminiumfolie
[Geopend 31 Augustus 2020].

Milieu Centraal, sd *Groente-, fruit- en tuinafval (gft)*. [Online]
Available at: https://www.milieucentraal.nl/minder-afval/welk-afval-waar/groente-fruit-en-tuinafval-gft/
[Geopend 29 Juli 2020].

Nordic Paper, 2016. *Natural Greaseproof Paper*. [Online]
Available at: https://www.nordic-paper.com/our-paper/natural-greaseproof-paper
[Accessed 2 September 2020].

OVAM, 2020. *Update studie: Drink- en eetgerei op evenementen,* Mechelen: OVAM.

RIVM, 2016. *ReCiPe 2016 - A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level,* Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

TNO, 2015. *DoorTAStend, LCA studie van draagtassen,* Utrecht: TNO.

Trendbox, 2001. *Consumenten onderzoek in het kader van het onderzoek "Inzamel en beloningsystemen ter vermindering van zwerfafval",* Amsterdam: Trendbox.

UNEP, 2015. *Biodegradable Plastics and Marine Litter : Misconceptions, concerns and impacts,* Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP).

A Gebruikte milieugegevens

A.1 Productiefase

In de productiefase worden grondstoffen gevormd tot een eindproduct. In de modellering is hiervoor steeds een materiaalinput gecombineerd met een productieproces, de gebruikte proceskaarten zijn weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16 - Gebruikte Ecoinvent v3.6-processen voor het modelleren van productiefase van de hemdtasjes, hamburgerbakjes en patatbakjes

Product	Materiaal Ecoinvent-proces	Productieproces Ecoinvent-proces
Hemdtasjes		
Plastic hemdtasje	- Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Cut-off, U	- Extrusion, plastic film {RoW}| extrusion, plastic film | Cut-off, U
Papieren zakje (virgin papier)	- Kraft paper, unbleached {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd)
Papieren zakje (gerecycled papier)	- Graphic paper, 100% recycled {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd)
Nylon zakje	- PA-doek; uit (CE Delft, 2018)	- Weven en verven; uit (CE Delft, 2018)
Papieren tasje	- Kraft paper, unbleached {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd)
Katoenen tasje	- Katoenen doek; uit (CE Delft, 2018)	- Weven en verven; uit (CE Delft, 2018)
Hamburgerbakjes		
Kartonnen bakje met PE-coating	- Kraft paper, bleached {GLO}| market for | Cut-off, U - Polyethylene, low density, granulate {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd) - Extrusion, plastic film {RoW}| extrusion, plastic film | Cut-off, U

Product	Materiaal Ecoinvent-proces	Productieproces Ecoinvent-proces
		- Laminating service, foil, with acrylic binder {RoW}| processing | Cut-off, U
Kartonnen bakje zonder coating	- Kraft paper, bleached {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd)
Kartonnen bakje met PLA-coating	- Kraft paper, bleached {GLO}| market for | Cut-off, U - Polylactide, granulate {GLO}| market for | Cut-off, U	- Gebaseerd op Carton board box production, with offset printing {CH}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U (materiaalinput verwijderd). - Extrusion, plastic film {RoW}| extrusion, plastic film | Cut-off, U - Laminating service, foil, with acrylic binder {RoW}| processing | Cut-off, U
Bagasse bakje	- Bagasse, from sugarcane {RoW}| cane sugar production with ethanol by-product | Cut-off, U	- Productie bagasseproduct (gebaseerd op (Brownlee, et al., 2013))
Bakje van bamboepapier	- Bamboe (gebaseerd op modellering in (CE Delft, 2020a))	- Kraft paper, unbleached {RoW}| production | Cut-off, U - In dit proces de input van hout vervangen door bamboe
Stenen bord	- Sanitary ceramics {GLO}| market for | Cut-off, U	- Productieproces zit inbegrepen in het materiaalproces.
Patatbakjes		
Bakje van PS	- Polystyrene, general purpose {GLO}| market for | Cut-off, U	Extrusion of plastic sheets and thermoforming, inline {RoW}| processing | Cut-off, U
Bakje van PP	- Polypropylene, granulate {GLO}| market for | Cut-off, U	Extrusion of plastic sheets and thermoforming, inline {RoW}| processing | Cut-off, U
Bakje van bagasse	- Bagasse, from sugarcane {RoW}| cane sugar production with ethanol by-product | Cut-off, U	Productie bagasse product (gebaseerd op (Brownlee, et al., 2013))
Bakje van hout	- Sawnwood, lath, hardwood, dried (u=20%), planed {GLO}| market for | Cut-off, U	Carton board box production, with offset printing {RoW}| carton board box production service, with offset printing | Cut-off, U - Kopie zonder materialen
Aluminiumfolie	- Aluminium, primary, ingot {RoW}| market for | Cut-off, U	Sheet rolling, aluminium {RoW}| processing | Cut-off, U
Herbruikbaar bakje van PP	- Sheet rolling, aluminium {RoW}| processing | Cut-off, U	Injection moulding {RoW}| processing | Cut-off, U

A.2 Gebruiksfase

Voedselverspilling

Bij verpakkingen van papier is er een groter risico op voedselverspilling, doordat de verpakking scheurt of nat wordt, waardoor de inhoud op de grond belandt of niet meer geschikt is voor consumptie. Om de voedselverspilling mee te nemen in de bepaling van de milieu-impact van de papieren verpakkingen is de gemiddelde inhoud van deze verpakkingen gemodelleerd.

Papieren zakje

Het papieren zakje zal vooral gebruikt worden voor het verpakken van groenten en fruit. We nemen aan dat een zakje gemiddeld 1 kilo aan groenten en/of fruit zal bevatten. In Tabel 17 staan alle soorten groenten en fruit die meegenomen zijn in de modelleren, waarbij elke soort gemiddeld 1/7 van het totale gewicht aan inhoud vertegenwoordigd.

Tabel 17 - Uitgangspunten en gebruikte Ecoinvent v3.6- en Agri-footpint-processen voor het bepalen van de milieu-impact van de voedselverspilling bij het papieren zakje

Product	Gewicht (kg)	Ecoinvent/Agri-footpint-proces
Appels	0,14	Apple {GLO}| market for | Cut-off, U
Peren	0,14	Pear {GLO}| market for | Cut-off, U
Tomaten	0,14	Mandarin {GLO}| market for mandarin | Cut-off, U
Sperziebonen	0,14	Peach {GLO}| market for peach | Cut-off, U
Kiwi's	0,14	Tomato, fresh grade {GLO}| market for tomato, fresh grade | Cut-off, U
Mandarijnen	0,14	Green bean, at farm/NL Economic
Perziken	0,14	Kiwi {GLO}| market for | Cut-off, U

Papieren tasje

Het papieren tasje zal vooral gebruikt worden voor het vervoeren van voedsel, waaronder takeawaymaaltijden. We gaan hier uit van een tweepersoonsmaaltijd met een totaalgewicht van 0,9 kg. Deze maaltijd bestaat uit 200 gram vlees, 300 gram groenten, 300 gram aardappelen/pasta/rijst en 100 gram zuivel. De verschillende voedingsmiddelen die zijn meegenomen in de modellering zijn weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18 - Uitgangspunten en gebruikte Ecoinvent v3.6- en Agri-footpint-processen voor het bepalen van de milieu-impact van de voedselverspilling bij het papieren tasje

Product	Gewicht (kg)	Ecoinvent/Agrifoot-print-proces
Rundvlees	0,075	Beef meat, fresh, from dairy cattle, at slaughterhouse/NL Economic
Varkensvlees	00,075	Pig meat, fresh, at slaughterhouse/NL Economic
Kippenvlees	0,050	Chicken meat, fresh, at slaughterhouse/NL Economic
Tomaten	0,075	Tomato {GLO}| market for | Cut-off, U
Wortels	0,075	Carrot {GLO}| market for | Cut-off, U
Broccoli	0,075	Broccoli {GLO}| market for | Cut-off, U
Paprika	0,075	Bell pepper {GLO}| market for bell pepper | Cut-off, U
Aardappelen	0,15	Potato {GLO}| market for | Cut-off, U
Rijst	0,075	White rice, from dry milling, at plant/CN Economic
Pasta	0,075	Wheat flour, from dry milling, at plant/NL Economic
Kaas	0,1	Cheese, from cheese production, at plant/NL Economic

Kartonnen hamburgerbakje

Het kartonnen hamburgerbakje wordt over het algemeen gebruikt om een broodje hamburger in te verpakken. We gaan ervan uit dat een broodje hamburger bestaat uit 150 gram rundvlees, een broodje van 40 gram en nog 20 gram groenten. In Tabel 19 staan de gegevens die gebruikt zijn in de modellering.

Tabel 19 - Uitgangspunten en gebruikte Ecoinvent v3.6- en Agri-footpint-processen voor het bepalen van de milieu-impact van de voedselverspilling bij het kartonnen hamburgerbakje

Product	Gewicht (kg)	Ecoinvent/Agri-footpint-proces
Rundvlees	0,15	Beef meat, fresh, from dairy cattle, at slaughterhouse/NL Economic
Tarwebloem	0,04	Wheat flour, from dry milling, at plant/NL Economic
Komkommer	0,02	Cucumber {GLO}| market for | Cut-off, U

A.3 Einde levensduur

Verbranden

We kunnen de milieu-impact van het verbranden van materialen opsplitsen in:
- milieuvoordeel: Tijdens verbranding wordt warmte en energie geproduceerd, dit zorgt ervoor dat er minder conventionele elektriciteit en warmte geproduceerd hoeft te worden;
- milieunadeel: Tijdens verbranding komen emissies vrij en worden hulpstoffen gebruikt.

We bespreken beiden hieronder apart.

Milieuvoordeel

Voor het milieuvoordeel van verbranden gaan we uit van het netto elektrisch en thermisch rendement van Nederlandse afvalenergiecentrales (AECs) zoals weergegeven in Tabel 20 in combinatie van de verbrandingswaarde van de verschillende materialen in de wegwerp-producten en hun alternatieven zoals weergegeven in Tabel 21 (CE Delft, 2020c).

Tabel 20 - Netto elektrisch en thermisch rendement van Nederlandse AECs in 2015

	Gemiddeld rendement
Netto elektrisch rendement	15%
Netto thermisch rendement	28%

Bron: Persoonlijke communicatie van RWS aan CE Delft, 2017.

Tabel 21 - Verbrandingswaarde (LHV) van materialen

Materiaal	LHV (MJ/kg)
Aluminium*	31,05
Bagasse	16,29
Bamboe	14,6
HDPE	42,5
Hout	13,9
Karton	15,9
Katoen	17

Materiaal	LHV (MJ/kg)
Keramiek	0
LDPE	42,5
Nylon	30,3
Papier	15,9
PLA	16,4
PP	32,8
PS	38,7

* Dit is waarschijnlijk een overschatting van de energie die vrijkomt, aangezien aluminium alleen volledig verbrandt onder specifieke omstandigheden.

We gaan ervan uit dat dit zorgt voor het vermijden van conventionele elektriciteits-productie en conventionele warmteproductie op basis van:

- vermeden conventionele elektriciteit: klimaatimpact per kWh op basis van de studie “Emissiekentallen elektriciteit 2018” (CE Delft, 2020b);
- vermeden conventionele warmte: Heat, district or industrial, natural gas {NL}| heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100 MW electrical.

Milieunadeel

Tabel 22 geeft de Ecoinvent-processen weer die we gebruikt hebben om het milieunadeel van verbranding van onderstaande materialen te bepalen.

Tabel 22 - Ecoinvent v3.6-proces gebruikt om emissies en hulpstoffen voor verbranding van materialen te bepalen

	Ecoinvent v3.6-proces
Aluminium	Scrap aluminium {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Bagasse	Waste wood, untreated {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Bamboe	Waste graphical paper {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
HDPE	Waste polyethylene {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Hout	Waste wood, untreated {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Karton	Waste paperboard {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Katoen	Waste textile, soiled {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Keramiek	Waste cement-fibre slab, dismantled {CH}| treatment of waste cement-fibre slab, municipal incineration	Cut-off, U
LDPE	Waste polyethylene {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Nylon	Waste plastic, mixture {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
Papier	Waste graphical paper {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
PLA	Waste plastic, mixture {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
PP	Waste polypropylene {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U
PS	Waste polystyrene {CH}| treatment of, municipal incineration	Cut-off, U

Daarnaast nemen we aan dat er transport plaatsvindt naar een afvalverwerker over een afstand van 100 km.