

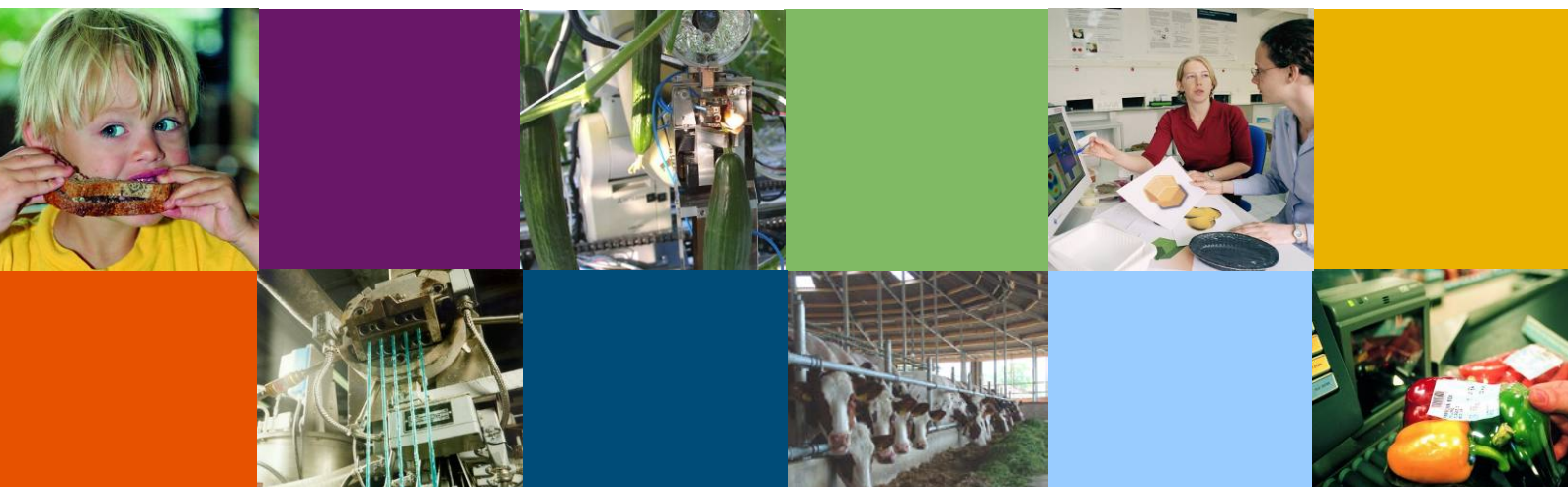


Recyclebaarheid van verpakkingen op de Nederlandse markt

Huishoudelijke kunststof verpakkingen in sorteerproducten onderzocht op recyclebaarheid en hoeveelheid.

M.T. Brouwer, E.U. Thoden van Velzen

Report 1782



Colofon

Titel	Recyclebaarheid van verpakkingen op de Nederlandse markt
Auteur(s)	M.T. Brouwer, E.U. Thoden van Velzen
Nummer	1782
ISBN-nummer	978-94-6343-826-1
DOI	10.18174/427519
Publicatiedatum	1 december 2017
Versie	Definitief
Vertrouwelijk	Openbaar
OPD-code	17620154
Goedgekeurd door	Nicole Koenderink
Review	Intern
Naam reviewer	Karin Molenveld
Financier	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Afval- en Reinigingsmanagement (NVRD)
Oprachtgever	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Afval- en Reinigingsmanagement (NVRD)

Wageningen Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl/foodandbiobased-research

© Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Abstract

This report describes the recyclability of Dutch post-consumer plastic packages. It focusses on the recyclability of the packages at the Dutch households and those present in the sorting products (mainly Mix and Sorting Residue). The objective of this study was to comprehend which packages are currently not being recycled in the Dutch recycling system of plastic packaging waste. The research question answered in this report is:

What is the recyclability of the post-consumer plastic packages on the Dutch market, especially the plastic packages at the households and in the sorting residue and Mix sorting product?

This study has been performed in the period of June until September 2017 by researchers of Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) and is commissioned and financed by the Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Afval- en Reinigingsmanagement (NVRD). Other participants in the study were Midwaste, HVC and Omrin by delivering samples and additional information. The research has concisely been performed, making maximally use of an existing model of WFBR. The research was done objectively and independently.

The main conclusion is that 56% of the packages on the Dutch market are recyclable. 6% of the packages can be recycled into utensils, but are not ideal as they disturb the recycling of other packages in more circular applications, such as coloured PET bottles and PP film. PET trays are not recyclable at the moment, but are potentially recyclable in the future. These packages are now being sorted in a separate sorting product and stored until a recycling process is available. The PET trays amount to 10% of the plastic packages. 28% of the packages on the Dutch market are not recyclable, these are mainly PS and PVC packages, laminated packages and blisters.

There are still significant amounts of potentially well recyclable plastic packages present in the Mix sorting product, which would rather belong to the PE and PP sorting product. The sorting residue still contains some well recyclable packages, which gets lost via this route. Additionally, the sorting residue consist of large amounts of non-recyclable packaging, non-packages and residual waste, which are intentionally added to of the sorting residue.

The Dutch recycling system for post-consumer plastic packages and their recyclability can be improved in three ways:

- Better sorting; produce less Mix sorting product and sort more packages in the intended sorting category.
- Design for recycling; packages that are non-recyclable can be changed or replaced by packages that are recyclable. For instance PS and PVC flasks can be replaced by PE or PP flasks.

- Design from recycling; packages that cannot be changed or replaced should be recycled by new or adjusted recycling technologies. For instance a part of the laminates and blisters.

Samenvatting

Dit rapport is het resultaat van een studie naar de recyclebaarheid van kunststofverpakkingen, in het bijzonder de huishoudelijke kunststofverpakkingen. Hierbij is gekeken naar de recyclebaarheid van de verpakkingen op de Nederlandse markt en in de sorteerproducten (specifiek de Mix en sorteerrest). Het doel van deze studie is inzicht krijgen welke verpakkingen nu nog niet worden gerecycleerd in het huidige recyclingsysteem in Nederland.

De onderzoeksvraag die in dit rapport beantwoord is:

Wat is de recyclebaarheid van huishoudelijke kunststofverpakkingen op de Nederlandse markt, in het bijzonder de kunststofverpakkingen aanwezig bij de huishoudens en in de sorteerrest en de mengkunststoffen (Mix)?

Deze studie is uitgevoerd in de periode van juni tot en met september 2017 door onderzoekers van Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) in opdracht van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Afval- en Reinigingsmanagement (NVRD), die tevens deze studie heeft gefinancierd. Daarnaast zijn Midwaste, HVC en Omrin participant geweest in de studie door het leveren van monsters en informatie. Het onderzoek is kort en krachtig uitgevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van een bestaand basismodel ontwikkeld door WFBR. De onderzoekers hebben een objectief en onafhankelijk onderzoek uitgevoerd om deze vraag te beantwoorden.

Uit het onderzoek blijkt dat 56% van de verpakkingen op de Nederlandse markt goed recyclebaar zijn. 6% van de verpakkingen is in principe goed recyclebaar naar toepassingen als gebruiksartikelen, maar niet ideaal omdat deze verpakkingen de recycling van andere verpakkingen richting meer circulaire toepassingen kunnen verstoren, zoals gekleurde PET flessen en PP folie. PET trays zijn nu nog niet recyclebaar, maar mogelijk wel recyclebaar in de toekomst. Deze verpakkingen worden nu wel in een aparte categorie gesorteerd, maar er moet nog een recyclingroute voor deze verpakkingen worden ontwikkeld. De PET trays bedragen 10% van de kunststofverpakkingen. 28% van de verpakkingen zijn slecht recyclebaar, dit zijn voornamelijk PS en PVC verpakkingen, laminaten en doordrukstrips.

In het Mix sorteerproduct is nog een hoog aandeel goed recyclebare verpakkingen aanwezig, dit betreft voornamelijk verpakkingen die eigenlijk in het PE of PP sorteerproduct thuishoren. De sorteerrest bevat nog een deel goed recyclebare verpakkingen, die via deze route verloren gaan. Daarnaast bevat de sorteerrest een groot aandeel slecht recyclebare verpakkingen, niet-verpakkingen en restafval, zoals de bedoeling is voor de sorteerrest.

Het Nederlandse recyclingsysteem kan op het gebied van recyclebaarheid van verpakkingen op een drietal punten verbeterd worden:

- Beter sorteren; minder Mix produceren en meer verpakkingen in de gewenste sortercategorie sorteren.
- *Design for recycling*; slecht recyclebare verpakkingen die goed vervangen of verbeterd kunnen worden voor een recyclebare verpakkingen. Bijvoorbeeld PS en PVC flacons vervangen voor een PE of PP flacon.
- *Design from recycling*; voor verpakkingen die niet vervangen of verbeterd kunnen worden, bijvoorbeeld een deel van de laminaten en doordrukstrips, nieuwe of aangepaste recycling technologieën ontwikkelen.

Inhoudsopgave

Abstract	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	8
2 Methoden	9
2.1 Aanpassingen aan het model	9
2.1.1 Bronscheiding	10
2.1.2 Nascheiding	11
2.1.3 Definitie voor verpakking	12
2.2 Recyclebaarheid van verpakkingen	13
2.3 Aandeel recyclebare verpakkingen bij huishoudens en in sorteerproducten	14
2.4 Sorteerefficiëntie per verpakkingstype	14
3 Resultaten	15
3.1 Modelresultaten	15
3.1.1 Samenstelling potentiaal	15
3.1.2 Samenstelling gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen	16
3.1.3 Samenstelling sorteerproducten uit gescheiden inzameling	17
3.1.4 Samenstelling sorteerproducten uit nascheiding	17
3.2 Recyclebaarheid van verpakkingen	20
3.3 Aandeel recyclebare verpakkingen bij huishoudens, in sorteerproducten en in het huishoudelijk restafval	23
3.3.1 Potentiaal aanwezig bij huishoudens	23
3.3.2 Sorteerproducten uit gescheiden inzameling	25
3.3.3 Sorteerproducten uit nascheiding	27
3.3.4 Huishoudelijk restafval	28
3.4 Sorteerefficiëntie per verpakkingstype	29
4 Discussie	32
5 Conclusies	34
Dankbetuiging	35
Literatuur	36
Bijlagen	37

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de recycleerbaarheid van Nederlandse huishoudelijke verpakkingen. Bovendien worden ook de kunststofverpakkingen in sorteerproducten onderzocht. Hierbij wordt ingezoomd op de mengkunststoffen (Mix) en sorteerrest. Het doel van deze studie is inzicht krijgen welke verpakkingen nu nog niet worden gerecycleerd in het huidige recyclingsysteem in Nederland. Dit kan zijn omdat ze niet goed recyclebaar zijn, of omdat ze in het verkeerde sorteerproduct terecht komen. Deze studie is uitgevoerd in de periode van juni tot en met september 2017 door onderzoekers van Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) in opdracht van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Afval- en Reinigingsmanagement (NVRD), die tevens deze studie heeft gefinancierd. Daarnaast zijn Midwaste, HVC en Omrin participant geweest in de studie door het leveren van monsters en informatie. De opdrachtgever wenste een kort en krachtig onderzoek, dat zoveel mogelijk gebruik maakte van de resultaten van reeds uitgevoerde, openbare projecten. De onderzoekers hebben een objectief en onafhankelijk onderzoek uitgevoerd om deze vraag te beantwoorden. Het rapport is bedoeld voor iedereen die geïnteresseerd is in de Nederlandse recyclingketen voor kunststofverpakkingsafval en de recycleerbaarheid van de kunststofverpakkingen in dit systeem.

2 Methoden

Om te kunnen analyseren wat het aandeel en de recyclebaarheid van de kunststofverpakkingen in de sorteerrst en MIX is, is een analyse nodig van de kunststofverpakkingenrecyclingketen. Daarom is gebruik gemaakt van een model van deze keten van WFBR [Brouwer, 2017]. Dit basismodel is gebruikt als uitgangspunt voor deze studie en aangepast om de onderzoeksvraag: *Wat is de recyclebaarheid van huishoudelijke kunststofverpakkingen op de Nederlandse markt, in het bijzonder de kunststofverpakkingen aanwezig bij de huishoudens en in de sorteerrst en de MIX?* te kunnen beantwoorden.

2.1 Aanpassingen aan het model

In 2016-2017 is door WFBR een uitgebreid materiaalstroom-model opgesteld van de recyclingketen van huishoudelijke kunststofverpakkingen in 2014 in Nederland, binnen het project Sustainable Packages [Brouwer, 2017]. Dat model beschrijft de inzameling (zowel gescheiden inzameling als nascheiding), sortering en mechanische recycling van kunststofverpakkingen. Het model bestaat uit twee sub-modellen. Deze sub-modellen zijn een model voor de bronscheidingsketen en een model voor de nascheiding-keten. Vervolgens worden beide modellen samengevoegd, wat een beeld geeft van de totale hoeveelheid en samenstelling van de kunststofverpakkingen bij de huishoudens. Beide modellen bestaan uit twee lagen. De eerste laag is gebaseerd op sorteeranlyses van ingezameld materiaal en gesorteerde producten op het niveau van verpakkingstypen. Dit is gebaseerd op 173 punt-metingen van deze producten die met *material flow analysis* en *data reconciliation* technieken zijn verbonden. De tweede laag is een diepere analyse van de materiaalsoorten per verpakkingstype en modelleert het sorteerproces en de mechanische recycling met behulp van overdrachtscoëfficiënten (sorteer- en recycling-efficiënties) waardoor uiteindelijk de geproduceerde gewassen maalgroederen worden gemodelleerd, in zowel hoeveelheden als polymere samenstelling. Aangezien de onderzoeksvraag zich richt op de verpakkingstypen in de MIX en sorteerrst, is voor dit onderzoek alleen de eerste laag van het model aangepast en gebruikt.

Er zijn drie sorteerproducten waarvan wordt gemeend dat de samenstelling na 2014 dusdanig is veranderd, dat het wenselijk is om hier nieuwe sorteeranlyses van op te nemen in het model. Deze sorteerproducten zijn de MIX, PET trays en de sorteerrst. Er wordt verondersteld dat deze sorteerproducten zijn veranderd door de aanpassingen in het sorteerproces tussen 2015 en 2017. Het sorteerproduct PET trays is toegevoegd, deze PET trays worden verwijderd uit de Mix waardoor de samenstelling van de Mix veranderd is. Daarnaast zijn er in het model van 2014 weinig metingen van de sorteerrst opgenomen. Aangezien deze studie zich juist richt op dit sorteerproduct was het wenselijk de samenstelling van dit sorteerproduct te onderbouwen met extra metingen. Hierbij wordt de veronderstelling gedaan dat de samenstelling van de sorteerproducten PET, PE, PP en Film slechts beperkt is veranderd sinds januari 2015 en dat de grootste veranderingen dus hebben plaatsgevonden in de Mix, PET-trays en sorteerrst. Bovendien wordt de samenstelling van het ingezamelde kunststofverpakkingafval en het

ingezamelde restafval ook gelijk beschouwd. In de volgende paragrafen wordt toegelicht hoe deze aanpassingen aan het model zijn gedaan, voor het sub-model van de bronscheidings- en de nascheiding-keten.

2.1.1 Bronscheiding

Het basismodel voor bronscheiding is uitgebreid met nieuwe sorteeranlyses van de mengkunststof, PET-schalen en sorteerrest. De bruto hoeveelheid gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen was 129 kton in 2014. Deze hoeveelheid is in het model gelijk gehouden. De sorteerverdeling van gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen naar gesorteerde producten is gelijk gehouden, met uitzondering van de hoeveelheid Mix sorteerproduct. De Mix is onderverdeeld in een PET-schalen sorteerproduct en een nieuw Mix sorteerproduct. Deze verdeling is gemaakt op basis van een gemiddeld sorteerproces van Nederlands kunststofverpakkingsafval, zoals deze in de praktijk voorkomt. In Tabel 1 is de sorteerverdeling van het basismodel, en de gemaakte aanpassing weergegeven. De aanpassing van gescheiden inzameling van kunststofverpakkingen naar de inzameling middels een PMD systeem is niet als wijziging meegenomen in het model, en ook de samenstelling van het ingezamelde materiaal is gelijk gehouden. De kunststofverpakkingen die verdwijnen naar de sorteerproducten: Drankenkartons, Blik en Aluminium zijn niet meegenomen in deze analyse. Dit is verdedigbaar omdat het gehalte kunststofverpakkingen in deze sorteerproducten ten opzichte van de totale hoeveelheid ingezamelde kunststoffen verwaarloosbaar is (0,7% van de ingezamelde verpakkingen, berekend in Bijlage A). De sorteerverdeling in het model is gelijk gehouden aan het model uit 2014, omdat deze sorteerverdeling het sorteerproces van alleen kunststofverpakkingen vertegenwoordigt. Hiermee worden de wijzigingen ten gevolge van de invoering van een breder inzamelportfolio dus niet berekend in dit model en dus ook niet mee genomen in de uitkomsten.

Tabel 1: Bruto massabalans voor sortering gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen zoals in basismodel, en de aanpassing voor het toevoegen van PET trays.

Sorteerverdeling basismodel (2014) [%]		Aangepaste sorteerverdeling [%]	
PET	6,9	PET	6,9
PE	7,8	PE	7,8
PP	9,8	PP	9,8
Film	20,6	Film	20,6
Mix	38,2	Mix	31,0
		PET trays	7,2
Rest	14,7	Rest	14,7
Vocht-vuil	2	Vocht-vuil	2

De nieuwe sorteeranlyses van de Sorteerrest en Mix zijn wel bemonsterd in 2017, en zijn dus wel afkomstig uit een sorteerproces van het PMD ingezamelde materiaal. De samenstelling van

deze sorteerproducten en hun vocht-vuilgehalte is weergegeven in Bijlage B. De nieuwe sorteeranalyses zijn in het model toegepast. De sorteeranalyses van Mix 2D en Mix 3D zijn voor de analyse gemiddeld tot één Mix sorteerproduct, om de samenstelling van gewone Mix te benaderen. Beide stromen zijn ongeveer even groot daarom is het standaard-gemiddelde genomen .

De samenstelling van het PET-schalen sorteerproduct is ingeschat op basis van data die is aangeleverd door Midwaste en HVC, 4 controlemetingen van het PET sorteerproduct van Suez. De samenstelling van de sorteerproducten PET, PE, PP en folie zijn gelijk gehouden aan het basismodel.

De hoeveelheden per verpakkingstype voor de sorteerproducten zijn opnieuw berekend op basis van de sorteerverdeling en de samenstellingsanalyses. Op deze opnieuw berekende data is opnieuw *data reconciliatie* toegepast.

2.1.2 Nascheiding

Het sub-model voor nascheiding is uitgebreid met de nieuwe sorteeranalyses van de Mix en PET trays. De nieuwe sorteeranalyses van PET trays en Mix zijn toegevoegd aan de analyse. Aangezien hiervan één enkele meting gedaan is, is de standaarddeviatie van de hoeveelheden per verpakkingstype ingeschat op 15% van de hoeveelheid. De sorteeranalyses van de monsters en hun vochtvuilgehalte zijn opgenomen in Bijlage C.

De hoeveelheid huishoudelijk restafval dat wordt nagescheiden is gelijk gehouden. Dit is 743 kton. De hoeveelheden geproduceerde sorteerproducten is nagenoeg gelijk gehouden aan het basismodel, alleen de hoeveelheid Mix is opgesplitst in een deel Mix en een deel PET trays volgens dezelfde verdeelsleutel als gebruikt is in het sub-model voor bronscheiding, zie Tabel 2.

Bij nascheiding wordt vaak eerst een tussenproduct geproduceerd van alle (harde) kunststofverpakkingen en deze wordt vervolgens verder gesorteerd in de sorteerproducten. In het basismodel is de 'rest' uit nascheiding gemodelleerd als alle kunststofverpakkingen die niet worden uitgesorteerd bij nascheiding. De hoeveelheid materialen die niet in de kunststoffracties terecht komen bij nascheiding en sortering van het huishoudelijk restafval, inclusief het verloren vocht en vuil, is het verschil tussen de ingaande hoeveelheid restafval en de uitgaande sorteerproducten. De sorteeranalyse van de sorteerrest die ontstaat bij het sorteren van de kunststofverpakkingen in sorteerproducten is daarom niet toegevoegd aan het model. Deze data is wel gebruikt als achtergrondinformatie over de verpakkingen die in dit stadium van het proces in de sorteerrest terecht komen en opgenomen in, voor de beoordeling van het aandeel recyclebare en slecht recyclebare verpakkingen in deze rest. In Bijlage C is ook deze sorteeranalyse weergegeven.

Tabel 2: Bruto massabalans voor nascheiding en sortering van kunststofverpakkingen zoals in basismodel, en de aanpassing voor het toevoegen van PET trays.

Sorteerverdeling basismodel (2014) [ton]		Aangepaste sorteerverdeling [ton]	
PET	2370	PET	2370
PE	3438	PE	3438
PP	4564	PP	4564
Film	11031	Film	11031
Mix	9536	Mix	7727
		PET trays	1808

De samenstelling van het ingezamelde huishoudelijk restafval en de sorteerproducten PET, PE, PP en Film zijn gelijk gehouden aan het basismodel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de huidige database de analyses zijn van voor 1 januari 2015. Bovendien zijn een aantal van de analyses, onder andere de samenstelling van het huishoudelijk restafval en de kunststoffen die niet worden nagescheiden, gedeeltelijk verouderde analysegegevens van 2011 tot 2013. Een actualisatie van de data in de database zou wenselijk zijn, maar een te grote inspanning binnen dit project. Daarom hebben wij ervoor gekozen deze licht verouderde gegevens te gebruiken in dit model.

De hoeveelheden per verpakkingstype voor de sorteerproducten zijn opnieuw berekend op basis van de sorteerverdeling en de samenstellingsanalyses. Op deze opnieuw berekende data is opnieuw data reconciliatie toegepast.

De sub-modellen zijn vervolgens samengevoegd om een beeld te krijgen van de hoeveelheid en samenstelling van de verpakkingen aanwezig bij de huishoudens.

2.1.3 Definitie voor verpakking

De huidige definitie voor verpakking in onze sorteeranalyses is gelijk getrokken met definitie die is toegepast in het onderzoek naar het aandeel niet-verpakkingen in gesorteerde kunststofproducten (Leenaars, et al.) en houdt in: “Een object is een verpakking als deze ‘vol’ is bij aankoop en ‘leeg’ na verbruik van de inhoud”. De 173 sorteeranalyses zijn gedaan in het verleden, toen we de definitie uit ons sorteerprotocol volgden, welke inhield: “Een object wordt gezien als een verpakking als de gebruiksduur minder dan 1 jaar is, bij een langere gebruiksduur is het een gebruiksartikel/niet-verpakking” (Thoden van Velzen, 2013). Het verschil tussen deze definities is voornamelijk terug te zien in de hoeveelheid aangekochte boterhamzakjes, diepvrieszakjes, pedaalemmerzakjes etc. In de oude definitie werden deze objecten meegeteld als verpakkingsfolie. In de huidige definitie worden deze objecten geclassificeerd als niet-verpakking, ze waren immers leeg bij aankoop. Een deel van de data in het model is dus op een andere manier tot stand gekomen, daarom is er voor het aandeel niet-verpakkingen in het model geen

duidelijke definitie van toepassing, en kunnen de uitkomsten hiervoor alleen als indicatief worden beschouwd.

2.2 Recyclebaarheid van verpakkingen

De recyclebaarheid van de verpakkingen per verpakkingstype is algemeen beoordeeld, op basis van de typische verpakkingsopties die voorkomen in deze verpakkingscategorie. De materiaalsamenstelling van de verpakkingen per verpakkingstype is onderzocht door WFBR in het project *Sustainable Packages* (WFBR projectnummer 6230085300). Deze kennis en algemene verpakkingkundige kennis van de verpakkingstypen per categorie is gebruikt bij de beoordeling van de verpakkingstypen. De beoordeling is onderbouwd met een toelichting. De recyclebaarheid wordt verdeeld in vier categorieën:

- *Goed*: Verpakkingen die goed recyclebaar zijn.
- *Niet ideaal*: Verpakkingen die in principe goed recyclebaar zijn naar toepassingen in gebruiksproducten, maar binnen het huidige recyclingsysteem in sorteerproducten terechtkomen waarbij ze de recycling van de hierin dominante verpakkingen richting meer circulaire recycling kunnen verstoren.
- *Toekomst*: Verpakkingen die nu nog niet recyclebaar zijn, maar in potentie in de toekomst (<5 jaar) dat wel zijn.
- *Slecht*: Verpakkingen die niet recyclebaar zijn en/of het recyclingproces verstoren.

Omdat de definitie van niet-ideale verpakkingen lastig gevonden wordt, volgen hieronder twee concrete voorbeelden:

1. PP-folie-verpakkingen. PP is in principe een goed recyclebaar materiaal. Echter in de huidige hergebruiksketen worden PP-folie-verpakkingen nu hoofdzakelijk uitgezogen richting het sorteerproduct “Folie”. Binnen het sorteerproduct is zo’n 80-90% PE folie-artikelen aanwezig. Dit folie-materiaal kan opgewerkt worden zoals het binnenkomt en dan wordt een recyclaat verkregen met een PE-gehalte van 85-95% en zo’n, 5-10% PP en nog kleine hoeveelheden ander materiaal. Dit recyclaat is toepasbaar in redelijk dikwandige objecten. Alternatief kan het folie-materiaal nog met een NIR-sortermachine verder worden gezuiverd naar 95-98% PE en de rest PP, na een intensieve mechanische recycling kan het materiaal dan zelfs weer voor veeleisende toepassingen worden gebruikt als vuilniszakken. Hierbij wordt een fors deel van de PP-folieverpakkingen uit het sorteerproduct Folie verwijderd en toegevoegd aan de MIX. Kortom, PP-verpakkingen zijn op zich recyclebaar, maar verminderen de kwaliteit van PE-folie-recyclaat. Daarmee zijn PP-folie-verpakkingen niet ideaal.
2. Gekleurde PET-flessen. Gekleurde PET-flessen zijn in principe prima recyclebaar. In de huidige hergebruiksketen worden ze vaak handmatig en deels ook machine-matig uit het sorteerproduct 328-1 (PET flessen) verwijderd. De transparant gekleurde PET flessen worden afgescheiden om apart te worden opgewerkt en worden toegepast in bijvoorbeeld zwarte PET schalen. De opaak gekleurde PET flessen zijn nu nog niet recyclebaar,

maar mogelijk in de toekomst wel. Het recyclen van heldere PET flessen wordt door de aanwezigheid van gekleurde flessen dus lastiger gemaakt. Ze zijn wel recycleerbaar, maar ze zijn niet ideaal.

2.3 Aandeel recyclebare verpakkingen bij huishoudens en in sorteerproducten

De gemodelleerde samenstellingen van de kunststofverpakkingen bij huishoudens, in het gescheiden ingezamelde materiaal en in de sorteerproducten is gebruikt om te beoordelen hoeveel recyclebare, toekomstig recyclebare en slecht recyclebare verpakkingen er op deze plekken in de keten aanwezig zijn.

2.4 Sorteerefficiëntie per verpakkingstype

Voor de sorteerefficiëntie per verpakkingstype is gekeken naar de hoeveelheid verpakkingen in het ingezamelde kunststofverpakkingsafval en de hoeveelheden van deze verpakkingen in de verschillende sorteerproducten. Op basis daarvan kan worden uitgerekend welk percentage van een verpakkingstype in de juiste of in een ander sorteerproduct terecht komen. Dit is alleen geanalyseerd voor de gescheiden ingezamelde verpakkingen, omdat dit een duidelijk beeld geeft van het sorteergedrag van de verschillende verpakkingstypen. Het beeld voor nascheiding zal veel onduidelijker zijn, omdat dit processorteerstappen (nascheiden en sorteren) bevat, die in het model als één sorteerproces gemodelleerd zijn.

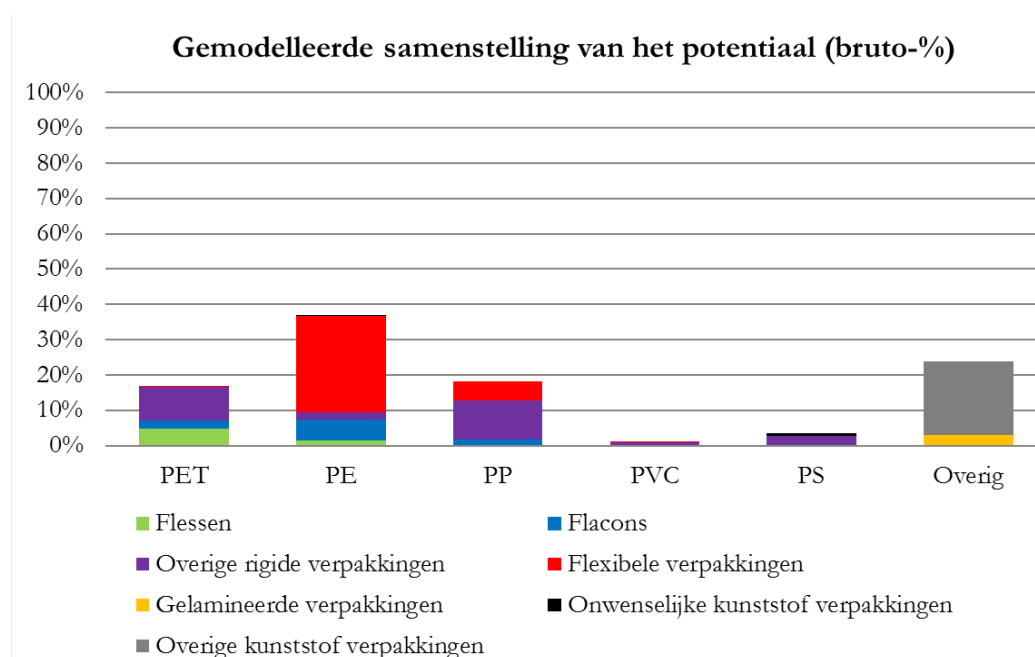
3 Resultaten

3.1 Modelresultaten

Het opnieuw berekende model levert een overzicht van de recyclingketen van kunststofverpakkingsafval, zowel in hoeveelheden verpakkingen als de samenstelling van het materiaal op verschillende plekken in de keten. Hierbij moet rekening worden gehouden dat deze data is gebaseerd op de hoeveelheden in 2014, met een aantal kleine model-aanpassingen (zie Hoofdstuk 2. Methode) en is dus licht verouderd. Desalniettemin geeft het een goed beeld van de recyclingketen voor kunststofverpakkingsafval en de samenstelling van het ingezamelde materiaal en de sorteerproducten. Een algemeen overzicht van het model is gegeven in Bijlage D. De data reconciliatie kwaliteit van het sub-model voor de gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen was 0,90, en de data reconciliatie kwaliteit van het sub-model voor de nagescheiden verpakkingen was 0,92. Dit laat zien dat de gegevens goed met elkaar overeenkwamen.

3.1.1 Samenstelling potentiaal

Op basis van de gemodelleerde keten kan per ketenonderdeel de samenstelling worden bepaald op het niveau van verpakkingstypen. Deze data is weergegeven in de onderstaande paragrafen, te beginnen met de gemodelleerde samenstelling van de potentiële hoeveelheid verpakkingstypen aanwezig bij huishoudens. De percentages zijn gebaseerd op bruto gewicht per verpakkingstype. In Figuur 1 is de samenstelling weergegeven. In Bijlage E is de samenstelling van het potentiaal weergegeven in gemodelleerde hoeveelheden (kton) met standaarddeviatie en de berekende aandelen per verpakkingstype.

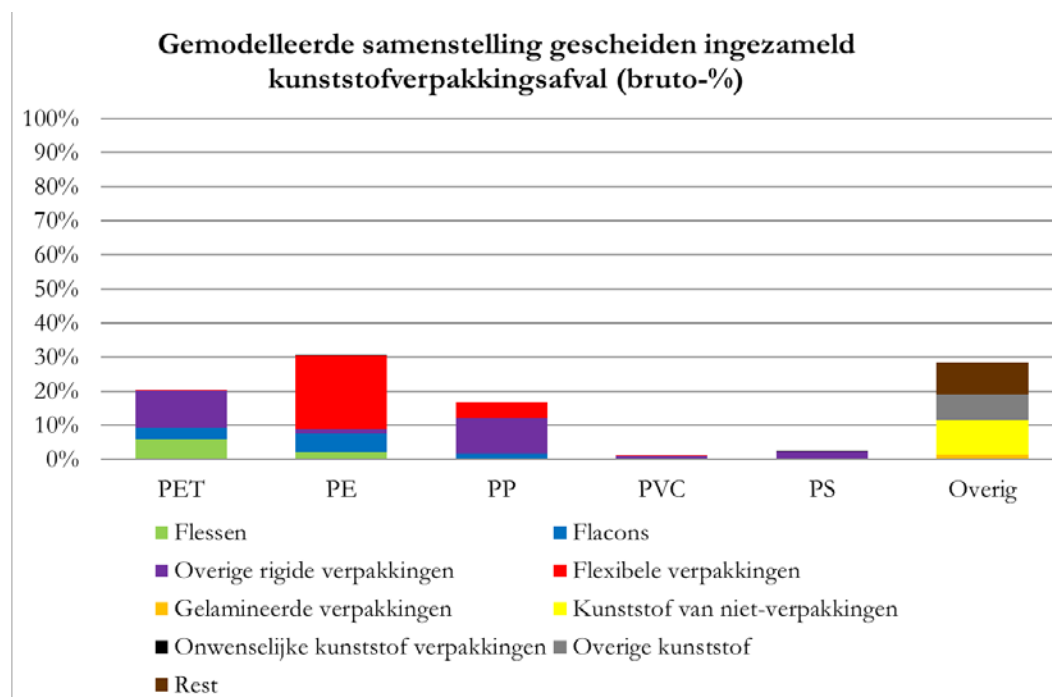


Figuur 1: Samenstelling van het potentiaal in verpakkingstypen [%]

In het potentiaal is te zien dat er een grote hoeveelheid flexibele verpakkingen aanwezig is bij de huishoudens, voornamelijk van PE. Daarnaast is er ook een groot aandeel diepgetrokken en vormvaste verpakkingen (“overige rigide verpakkingen”) aanwezig bij de huishoudens. Opvallend is het grote deel overige kunststoffen van onder andere niet NIR sorteerbare kunststoffen aanwezig bij de huishoudens, dit kunnen zwarte kunststoffen zijn, maar ook gelamineerde verpakkingen met een aluminium laag waardoor deze niet herkend worden door de NIR sorteermachines.

3.1.2 Samenstelling gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen

De samenstelling van de gescheiden ingezamelde kunststoffen is weergegeven in Figuur 2. Hierin is te zien er een grote verscheidenheid aan verpakkingstypen wordt ingezameld, maar ook een deel niet-verpakkingen en restafval.



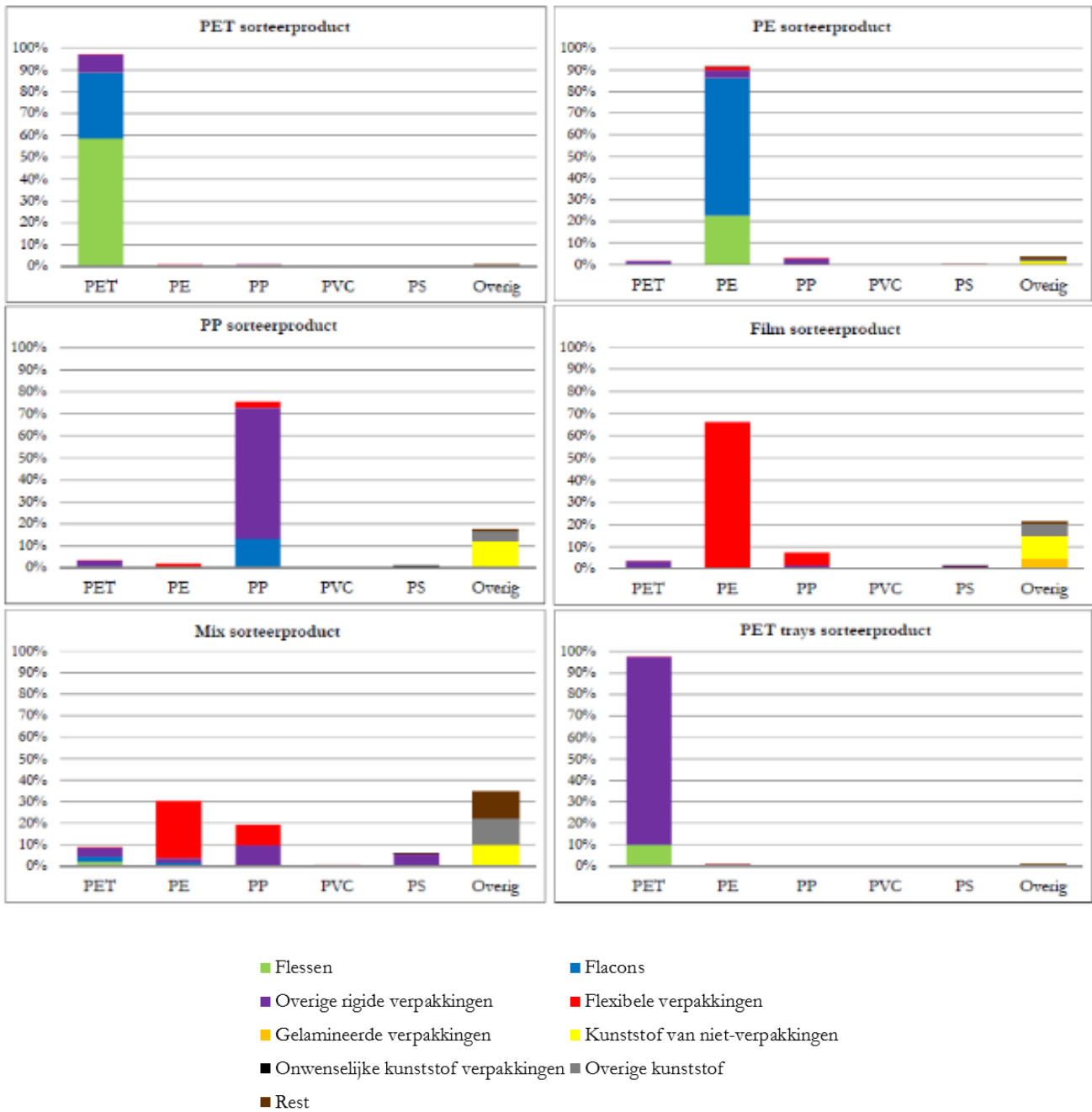
Figuur 2: Samenstelling van de gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen in verpakkingstypen [%]

3.1.3 Samenstelling sorteerproducten uit gescheiden inzameling

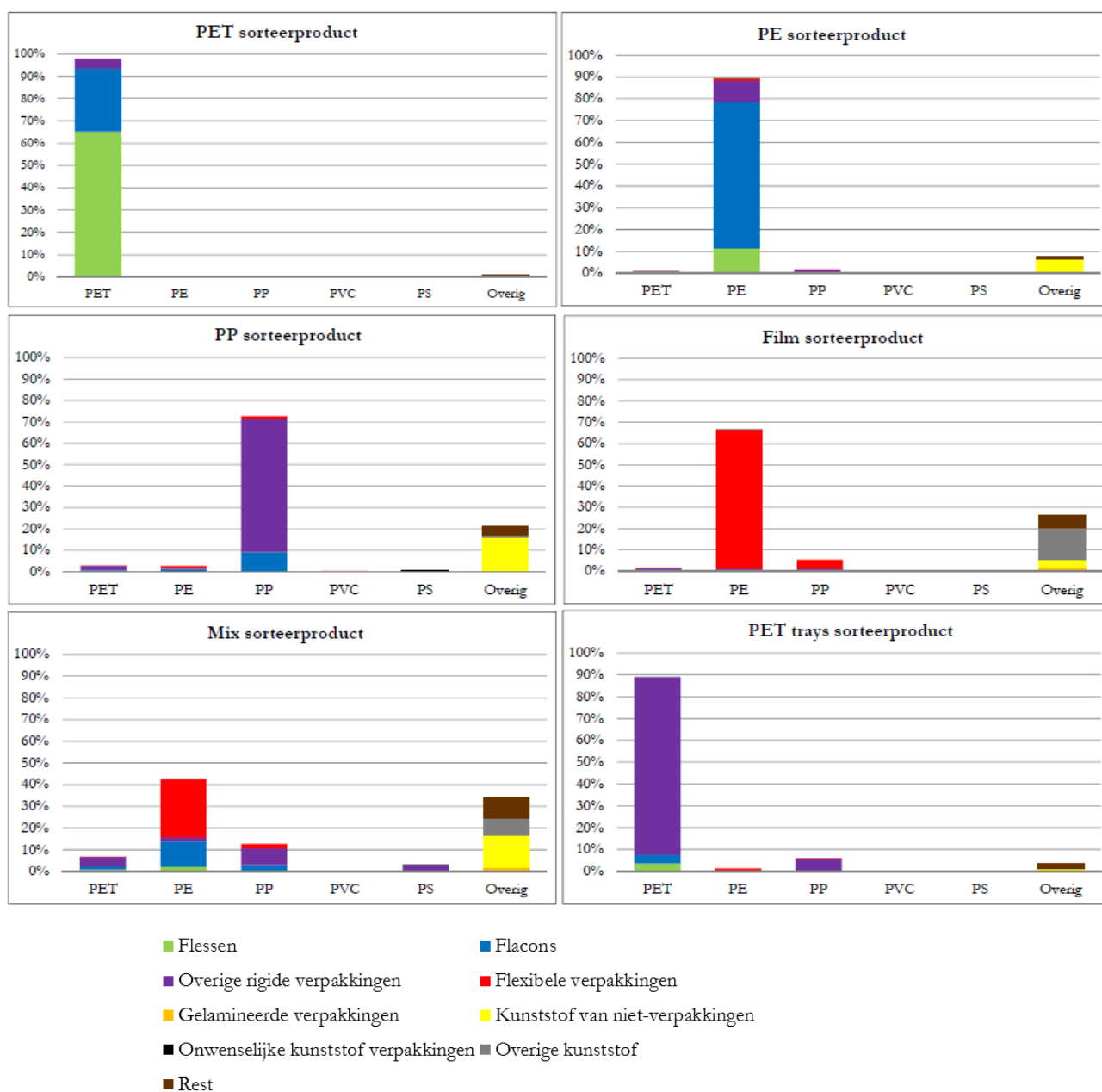
De samenstelling van de sorteerproducten uit gescheiden ingezamelde verpakkingen is weergegeven in Figuur 3. De uitgebreide samenstelling van de Mix en sorteerrest is weergegeven in Bijlage F. Hierin is te zien dat de sorteerproducten voornamelijk bestaan uit verpakkingen die in deze sorteercategorie horen, maar dat er ook andere verpakkingen meekomen tijdens het sorteerproces. In de sorteerproducten PP, Film en Mix is ook een aandeel niet-verpakkingen en overige kunststoffen aanwezig. In het Mix sorteerproduct zijn ook veel verpakkingen aanwezig die in de andere sorteerproducten die eigenlijk in andere sorteerproducten thuishoren, zoals PE folie (Film), PP vormvaste verpakking (PP) en PET vormvaste verpakkingen (PET trays) en een aandeel restafval. Het Mix sorteerproduct bestaat slechts uit 15% verpakkingen die naar de Mix gesorteerd zouden moeten worden. De lijst met verpakkingen en hun gewenste sorteerproduct is opgenomen in Tabel 6 (Paragraaf 3.4 Sorteerefficiëntie per verpakkingstype). Hierin is te zien dat dit voornamelijk PS verpakkingen zijn, terwijl de Mix meestal wordt opgewerkt als een POMengsel, waarin PS een stoorstof is.

3.1.4 Samenstelling sorteerproducten uit nascheiding

De samenstelling van de sorteerproducten uit nascheiding is weergegeven in Figuur 4 en de uitgebreide samenstelling van de Mix is weergegeven in Bijlage G. Deze sorteerproducten geven nagenoeg hetzelfde beeld als de sorteerproducten uit gescheiden inzameling. Het Mix sorteerproduct bestaat in dit geval slechts uit 10% verpakkingen die als gewenste sorteerproduct de Mix hebben.



Figuur 3: Samenstelling van de sorteerproducten uit gescheiden inzameling van kunststofverpakkingen [%]



Figuur 4: Samenstelling van de sorteerproducten uit nascheiding [%]

3.2 Recyclebaarheid van verpakkingen

De verpakkingen zijn per verpakkingstype beoordeeld op de recyclebaarheid. Het resultaat met een toelichting is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: De recyclebaarheid van verpakkingstypen, inclusief toelichting.

Verpakkingstype	Recyclebaarheid	Toelichting
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	Goed	Kan worden gerecycled als transparante PET voor o.a. nieuwe PET flessen.
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	Niet ideaal	Vanwege de kleur zijn deze verpakkingen ongewenst voor PET bottle to bottle recycling, dit is gericht op transparante PET flessen. Deze verpakkingen worden nu gerecycled in o.a. zwarte schalen. De opake flessen in deze categorie worden op dit moment niet gerecycled, maar deze zijn nauwelijks op de Nederlandse markt aanwezig (0,5% gevonden in gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen in 2016; (Thoden van Velzen, 2016).
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	Goed	Idem als PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter.
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	Niet ideaal	Idem als PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter.
Drankflessen PE	Goed	Goed recyclebaar naar een PE gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen, en met goed recyclingproces zelfs voor non-food PE flacons.
Drankflessen PP	Goed	Goed recyclebaar naar een PP gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen.
Drankflessen PS	Slecht	Voor deze flessen is geen sorteercategorie, dit is ook niet rendabel i.v.m. de geringe hoeveelheid en het brosse karakter van het materiaal. Op dit moment worden deze verpakkingen toegevoegd aan de Mix.
Drankflessen anders	N.v.t.	
Flacons PET	Goed	In non-food toepassingen geschikt voor toepassing in textiel, trays, plantentrays en strapping. De aanwezigheid hiervan belemmert wel de foodgrade hergebruik van PET flessen, aangezien er maximaal 5% van deze verpakkingen in de grondstof voor foodgrade rPET mag zitten. Deze non-food flacons moeten handmatig uit het PET sorteerproduct worden verwijderd.

Flacons PE	Goed	Goed recyclebaar naar een PE gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen, en met goed recyclingproces zelfs voor non-food PE flacons.
Flacons PP	Goed	Goed recyclebaar naar een PP gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen.
Flacons anders	Slecht	Voor deze flacons is geen sorteercategorie, dit is ook niet rendabel i.v.m. de geringe hoeveelheid en het ongewenste type materiaal (vaak PVC). Op dit moment worden deze verpakkingen toegevoegd aan de sorteerrest.
PET dieptrek & vormvast	Toekomst	Voor deze verpakkingen is recentelijk een nieuwe sorteercategorie gedefinieerd, maar er is nog geen afzet naar recyclingbedrijven die dit kunnen verwerken. Aan een verwerkingsroute wordt gewerkt. (Thoden van Velzen, 2017)
PE dieptrek & vormvast	Goed	Goed recyclebaar naar een PE gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen.
PP dieptrek & vormvast	Goed	Goed recyclebaar naar een PP gewassen maalgoed voor toepassingen in gebruiksartikelen.
PVC dieptrek & vormvast	Slecht	Het basismateriaal van deze verpakkingen is ongewenst in het hergebruikssysteem, omdat dit vaak de kwaliteit van andere recyclaten vermindert. In Nederland zijn afspraken gemaakt voor het toepassen van PVC als verpakkingsmateriaal, de afspraak is dat dit binnen de Nederlandse retail wordt uitgefaseerd. Op dit moment worden de PVC verpakkingen die nog in het ingezamelde materiaal worden aangetroffen toegevoegd aan de sorteerrest.
PS dieptrek & vormvast	Slecht	Voor deze verpakkingen is geen sorteercategorie, dit is ook niet rendabel i.v.m. de geringe hoeveelheid en het brosse karakter van het materiaal. Op dit moment worden deze verpakkingen toegevoegd aan de Mix.
Draagtasjes (PE)	Goed	Goed recyclebaar naar een PE film recyclaat.
Folie PET	Slecht	Deze verpakkingen worden in eerste instantie gesorteerd als folie, door o.a. windzifters. Vervolgens is dit een niet-gewenst materiaal in het PE film product, wat afhankelijk van het recyclingproces wel of niet kan worden afgescheiden.
Folie PE	Goed	Goed recyclebaar naar een PE film recyclaat.
Folie PP	Niet ideaal	Recyclebaar samen met PE film tot een film recyclaat, voor toepassing in gebruiksartikelen. Stoort PE film to

		film recycling, en moet dan afgescheiden worden richting meng-PO of Mix.
Folie PVC	Slecht	Het basismateriaal van deze verpakkingen is ongewenst in het hergebruikssysteem, omdat dit vaak de kwaliteit van andere recyclaten vermindert. Op dit moment worden deze verpakkingen toegevoegd aan de sorteerrest.
Folie PS	Slecht	Deze verpakkingen worden in eerste instantie gesorteerd als folie, door o.a. windzifters. Vervolgens is dit een niet-gewenst materiaal in het PE film product, wat afhankelijk van het recyclingproces wel of niet kan worden afgescheiden.
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vormvast	Slecht	Zwarte/niet met NIR sorteerbare kunststoffen zijn niet op materiaalsoort sorteerbaar en zullen dus in de sorteerrest terecht komen. Met nieuwe sorteertechnieken zouden deze verpakkingen kunnen worden toegevoegd aan de Mix. Dan blijft echter onduidelijk van welk type materiaal deze verpakkingen zijn, en of deze in de Mix goed (PE/PP) of slecht (PET, PS, etc.) verwerkbaar zijn.
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	Slecht	Deze verpakkingen worden in eerste instantie gesorteerd als folie, door o.a. windzifters. Vervolgens is de wenselijkheid van dit materiaal afhankelijk van het materiaaltype, waarbij voornamelijk PE/PP gewenste materialen zijn. Dit is ook afhankelijk van de uiteindelijke toepassing.
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	Slecht	Voor deze verpakkingen is geen sorteercategorie, dit is ook niet rendabel i.v.m. de geringe hoeveelheid. Op dit moment worden deze verpakkingen toegevoegd aan de Mix.
Laminaatfolie en doordrukstrips	Slecht	Deze verpakkingen kunnen door o.a. windzifters terecht komen in het folie sorteerproduct, hier zullen deze verpakkingen een verstoring vorming. Anderzijds worden deze verpakkingen toegevoegd aan de Mix, waar het ook de kwaliteit van het materiaal kan verlagen door o.a. het PVC gehalte in de doordrukstrips en de barrière-laag (bijvoorbeeld aluminium, EVOH, Nylon, etc.) in de laminaten.
Piepschuim schalen	Slecht	Deze verpakkingen verstoren het sorteerproces door hun lichte gewicht (zweven door de installatie) en het recyclingproces door hun volume. Bovendien zijn deze

		verpakkingen PS, een materiaal dat niet gewenst is in de sorteerproducten en gewassen maalgoederen.
Piepschuim blokken	Slecht	Deze verpakkingen verstoren het sorteerproces door hun lichte gewicht (zweven door de installatie) en het recyclingproces door hun volume. Bovendien zijn deze verpakkingen PS, een materiaal dat niet gewenst is in de sorteerproducten en gewassen maalgoederen.
Silicotentubes	Slecht	Deze verpakkingen zijn ongewenst vanwege aanwezige productresten (silicone). Een zeer geringe hoeveelheid kan de kwaliteit van het gerecycleerde PE (basismateriaal verpakking) verlagen.

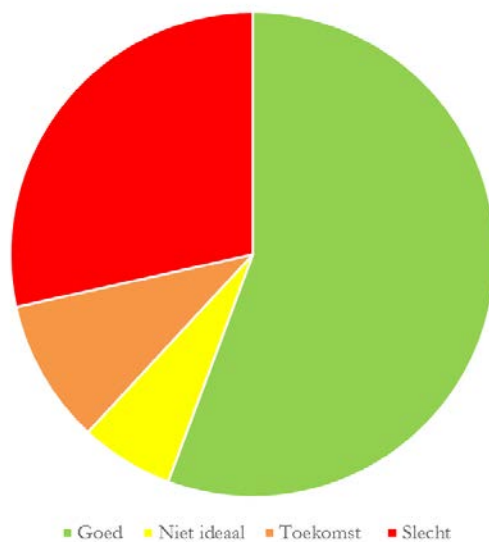
3.3 Aandeel recyclebare verpakkingen bij huishoudens, in sorteerproducten en in het huishoudelijk restafval

Op basis van de gemodelleerde samenstelling van de fracties per ketenonderdeel is een analyse gemaakt van het aandeel recyclebare verpakkingen, niet ideale verpakkingen, toekomstig recyclebare verpakkingen en slecht recyclebare verpakkingen per fractie. In deze paragraaf worden de resultaten hiervan besproken.

3.3.1 *Potentiaal aanwezig bij huishoudens*

In Figuur 5 is de verdeling weergegeven van goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen aanwezig bij de huishoudens. Hierin is te zien dat 56% van de verpakkingen bij de huishoudens goed recyclebaar zijn en respectievelijk 6% en 10% niet ideaal en toekomstig recyclebaar. Dat betekent dat iets meer dan een kwart van de verpakkingen op de markt slecht recyclebaar zijn en daarmee vaak storend voor het recyclingproces. Een oplossing hiervoor zou zijn te kijken naar *design for recycling* maatregelen of het vervangen van de verpakkingstypen voor goed recyclebare verpakkingen. Dit zou voor een deel van deze verpakkingen een goede oplossing zijn, echter er zijn ook verpakkingstypen op de markt waarvan het ontwerp niet kan worden aangepast vanwege functionele redenen (bijvoorbeeld een deel van de laminaatverpakkingen met een functionele werking) of wetgeving (bijvoorbeeld doordrukstrips).

Aandeel recyclebare kunststofverpakkingen
potentieel aanwezig bij huishoudens [%]



Figuur 5: Aandeel recyclebare verpakkingen potentieel aanwezig bij huishoudens [%].

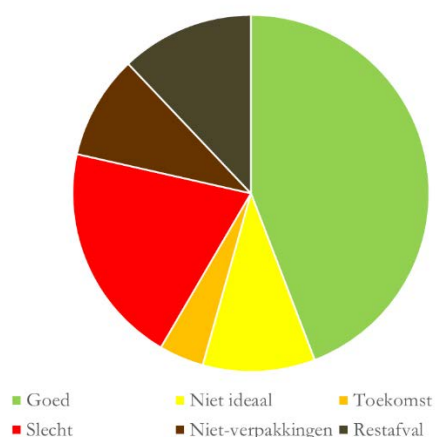
3.3.2 Sorteerproducten uit gescheiden inzameling

In Tabel 4 zijn de aandelen goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen per sorteerprioduct uit gescheiden inzameling weergegeven. Hierbij zijn ook de categorieën niet-verpakkingen en restafval opgenomen, omdat deze objecten ook in de sorteerprioducten voorkomen. Zoals te zien is bestaan de sorteerprioducten PET, PE, PP en Film voornamelijk uit goed recyclebare verpakkingen, wat verwacht mag worden aangezien dit de meest gewenste sorteerprioducten zijn. Het aandeel niet-verpakkingen in het PP sorteerprioduct lijkt relatief groot. Aangezien deze objecten van een gelijk materiaal zijn als het hoofdproduct, zullen deze objecten de recyclebaarheid van dit sorteerprioduct niet verstoren. Hetzelfde geldt voor de niet-verpakkingen aanwezig in het Film sorteerprioduct, die zijn voornamelijk afkomstig van de systeemeigen PE inzamelzakken, welke dus prima recyclebaar zijn met de rest van de PE folies. Het PET trays sorteerprioduct bestaat voornamelijk uit toekomstig recyclebare verpakkingen, wat ook te verwachten is aangezien hier de PET trays in terecht moeten komen, welke beoordeeld zijn als toekomstig recyclebare verpakkingen.

Tabel 4: Aandeel goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen en overige objecten per sorteerprioduct van gescheiden inzameling [%].

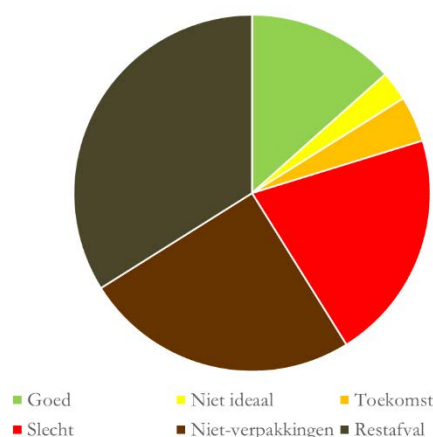
	PET	PE	PP	Film	Mix	PET trays	Sorteerrest
Goed	81%	95%	76%	68%	44%	11%	13%
Niet ideaal	9%	1%	3%	6%	10%	0%	3%
Toekomst	8%	1%	3%	3%	4%	87%	4%
Slecht	1%	2%	6%	11%	20%	0%	21%
Niet-verpakkingen	0%	2%	12%	10%	9%	0%	25%
Restafval	0%	0%	1%	1%	12%	1%	34%

Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Mix [%]



Figuur 6: Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Mix uit gescheiden inzameling [%]

Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Sorteerrest [%]



Figuur 7: Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de sorteerrst uit gescheiden inzameling [%]

In Figuur 6 is het taartdiagram van het Mix sorteerproduct weergegeven. Wat opvalt aan het Mix sorteerproduct is het hoge aandeel goed recyclebare verpakkingen, dit betreft voornamelijk verpakkingen die eigenlijk in het PE of PP sorteerproduct thuishoren. Ook is het aandeel niet-verpakkingen & restafval in dit sorteerproduct groot. Minder dan de helft (45% van onderdeel) van deze hoeveelheid zijn niet-verpakkingen, van een verscheidenheid aan materialen. De rest bestaat uit restafval, zoals organisch materiaal, papier, drankenkartons en metalen.

Een visuele inspectie van PE en PP materiaal uit de MIX liet zien dat het voornamelijk om folie gaat. Daarbij zitten relatief grote en zware stukken, gewoon-formaat folieverpakkingen en ook kleine snippers. De aanwezigheid van de zware zakverpakkingen en de snippers in de MIX kunnen worden begrepen, deze worden immers niet door de windzifter gesorteerd. Echter daartussen zaten ook veel gewone PE-folieverpakkingen, hun aanwezigheid in de MIX moet als sorteerfout worden aangemerkt (ten gevolge van te snel sorteren of met teveel materiaal op de band sorteren). De aanwezigheid van PP-folieverpakkingen in de MIX kan worden begrepen met als doel het PE-gehalte van het sorteerproduct folie te verhogen.

Een van de argumenten die gebruikt worden ter verdediging van het naar de MIX sorteren van PE- en PP-verpakkingen, is het aantrekkelijk houden van de MIX voor recyclingbedrijven. Dit is wellicht een terecht argument in de huidige situatie, maar het is niet wenselijk voor de lange termijn. In de huidige Mix komen nog teveel ongewenste (niet-recycleerbare) verpakkingen voor, zodat ze verdund moeten worden met wel recycleerbare PE- en PP-verpakkingen om deze MIX aantrekkelijk te houden voor de recyclers, die in de huidige marktsituatie te maken hebben met een overproductie aan sorteerproduct MIX en dus steeds meer eisen kunnen stellen.

Daarnaast is tijdens de visuele inspectie opgemerkt dat de PET flacons in de Mix voornamelijk gekleurde en opake flacons waren. Deze gekleurde flacons zijn ongewenst in het PET sorteerproduct en worden daarom naar de Mix gesorteerd. Een foto van de gevonden PET flacons in het Mix sorteerproduct is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8: PET flacons in het Mix sorteerproduct

De sorteerrest bevat nog 13% goed recyclebare verpakkingen, zoals te zien in Tabel 4 en Figuur 7. Dit is dus een verlies van goede verpakkingen in het recyclingsysteem. Daarnaast bevat de sorteerrest een groot aantal slecht recyclebare verpakkingen en niet-verpakkingen & restafval, zoals de bedoeling is van de sorteerrest.

3.3.3 Sorteersproducten uit nascheiding

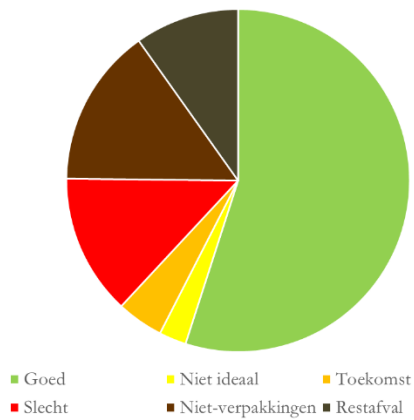
In Tabel 5 zijn de aandelen goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen per sorteersproduct uit nascheiding weergegeven. De basis hiervoor zijn de gemodelleerde resultaten van verpakkingstypen per sorteersproduct, met uitzondering van de analyse van de sorteerrest. Deze analyse is gedaan op basis van de individuele meting van de sorteerrestfractie uit het sorteerproces van materiaal van Omrin bij Augustin te Meppen. In Figuur 9 is het cirkeldiagram weergegeven van het aandeel recyclebare verpakkingen in het Mix sorteersproduct uit nascheiding en in Figuur 10 het cirkeldiagram van de sorteerrest uit nascheiding.

Tabel 5: Aandeel goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen en overige objecten per sorteersproduct van gescheiden inzameling [%].

	PET	PE	PP	Film	Mix	PET trays	Sorteerrest (op basis van de puntmeting)	Niet nagescheiden materiaal
Goed	85%	91%	75%	68%	55%	14%	4%	4%
Niet ideaal	9%	0%	1%	4%	3%	1%	0%	1%
Toekomst	4%	0%	2%	1%	4%	81%	0%	1%
Slecht	0%	1%	2%	18%	13%	1%	6%	4%
Niet-verpakkingen	0%	6%	16%	3%	15%	1%	9%	1%
Restafval	1%	1%	4%	6%	10%	2%	80%	89%

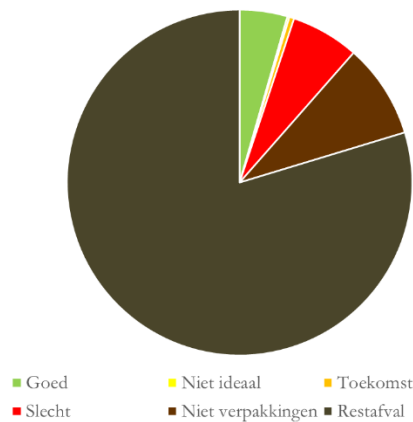
Het beeld dat de sorteersproducten uit nascheiding geven is heel vergelijkbaar met de sorteersproducten uit de gescheiden inzameling, zoals besproken in paragraaf 3.3.2. Het grootste verschil is de hoeveelheid goed recyclebare verpakkingen die verloren raken in de sorteerrest, dit is minder dan bij gescheiden inzameling. Daarentegen is er bij nascheiding ook een verlies van goede verpakkingen die niet uit het huishoudelijk restafval worden gehaald tijdens de eerste nascheidingsstap (laatste kolom Tabel 5). Dit is 4% van de totaal 705 kton niet nagescheiden materiaal, dus zo'n 26 kton goed recyclebare verpakkingen. Daarnaast is te zien dat het gehalte goed recyclebare verpakkingen in de Mix iets hoger is dan bij gescheiden inzamelen, en het gehalte slecht recyclebare verpakkingen iets lager. Dat is te verklaren doordat bij nascheiden er twee keer met machines wordt gescheiden, een keer tijdens de nascheiding en een keer in het sorteerbedrijf. Hierdoor is het gehalte ongewenste, slecht recyclebare verpakkingen lager voor MIX uit nascheiding dan voor MIX uit gescheiden inzameling.

Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Mix [%]



Figuur 9: Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Mix uit nascheiding [%]

Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de Mix [%]

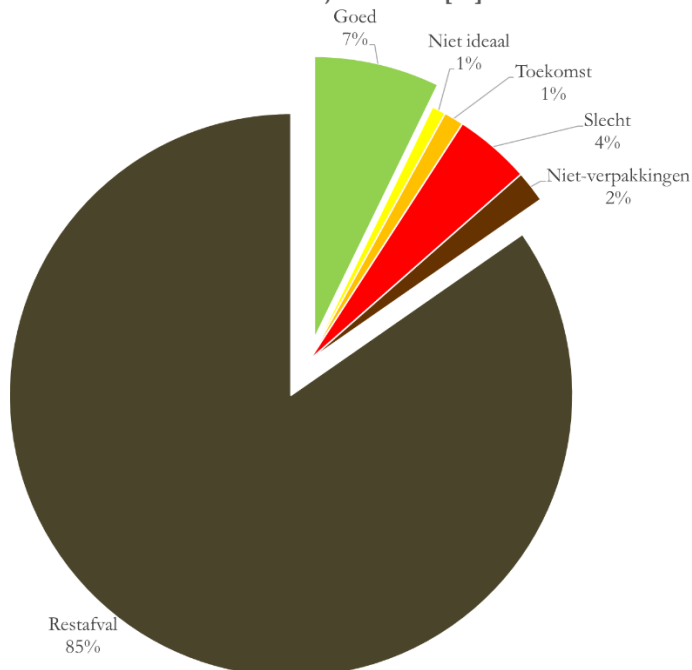


Figuur 10: Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in de sorteerrest uit nascheiding [%]

3.3.4 Huishoudelijk restafval

In Figuur 11 is het aandeel goed, niet ideaal, toekomstig en slecht recyclebare verpakkingen in het huishoudelijk restafval weergegeven. Totaal bevat het gemiddelde huishoudelijk restafval 14% bruto kunststofverpakkingsafval, teruggerekend naar netto verpakkingsmateriaal is dat 8%. De helft van de aanwezige kunststofverpakkingen bestaan uit goed recyclebare verpakkingen (7%).

Aandeel recyclebare verpakkingen aanwezig in huishoudelijk restafval [%]



Figuur 11: Aandeel recyclebare verpakkingen in het huishoudelijk restafval [%].

Hierbij moet rekening worden gehouden dat deze data is gebaseerd op de hoeveelheden in 2014, met een aantal kleine model-aanpassingen (zie Hoofdstuk 2. Methode) en is dus licht verouderd. In 2015 en 2016 is de hoeveelheid gescheiden ingezameld materiaal toegenomen en de hoeveelheid ingezameld huishoudelijk restafval afgenomen, zoals weergegeven in Tabel 6. De hoeveelheid kunststofverpakkingen in het restafval zal met deze veranderingen dus zijn afgenomen, er zijn echter geen actuele gehalte kunststofverpakkingen in restafval bekend.

Tabel 6: Ingezamelde kunststofverpakkingen, PMD en huishoudelijk restafval [kton] (Bron: CBS).

	2014	2015	2016
Gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen	129	86	34
Gescheiden ingezameld PMD (Kunststofverpakkingen, Metaal en Drankenkartons)	-	87	190
Huishoudelijk restafval	3451	3381	3222

Daarnaast moet er ook rekening worden gehouden met de aard van de data waarop het model gebaseerd is. Zoals aangeven in paragraaf 2.1.3. is de definitie van kunststofverpakkingsafval in de sorteeraanlyses veranderd. De oude definitie: “Een object wordt gezien als een verpakking als de gebruiksduur minder dan 1 jaar is, bij een langere gebruiksduur is het een gebruiksartikel/niet-verpakking” (Thoden van Velzen, 2013) is van toepassing op de sorteeraanlyses uit het verleden en dus ook de sorteeraanlyses van het huishoudelijk restafval. Concreet houdt dit in objecten als aangekochte boterhamzakken zijn meegeteld als een verpakking, terwijl deze volgens de huidige definitie als niet-verpakkingen zouden moeten worden meegeteld.

3.4 Sorteerefficiëntie per verpakkingstype

Er zijn veel verschillende redenen waarom verpakkingen in het juiste sorteerproduct worden gesorteerd of niet. In een aantal gevallen kan het aan het ontwerp van de verpakking liggen, dat het sorteerproces verstoort. Voorbeelden hiervan zijn:

- Verpakkingen met een full body sleeve, waardoor de NIR herkenning van het basismateriaal van de verpakkingen wordt verstoort;
- Zwarte verpakkingen waarvan de materiaalsoort niet door de NIR scheiders herkend wordt;
- Hele lichte verpakkingen (bijvoorbeeld piepschuim) die ander ballistisch gedrag vertonen en dus gaan ‘dwarrelen’ in een installatie;
- Kleine verpakkingen die door de zeef vallen en daarna in de sorteerrest terecht komen.

Daarentegen zijn er ook andere redenen te benoemen waardoor verpakkingen niet op de juiste manier gesorteerd worden die niet te maken hebben met het verpakkingsontwerpen. De procesvoering van het sorteerbedrijf is hier een voorbeeld van, deze wordt bepaald door een balans tussen zoveel mogelijk sorteren en zo goed mogelijk sorteren. Deze balans wordt gedreven

door contractafspraken en verdienmodellen. Daarnaast kunnen andere verpakkingen het sorteerproces tijdelijk verstoren waardoor goed recyclebare verpakkingen niet in de juiste sorteer categorie komen. Denk bijvoorbeeld aan een groot stuk folie dat over een deel van de verpakkingen ligt. Het foutief sorteren van verpakkingen kan ook veroorzaakt worden door de wijze waarop het afval door de consument is weggegooid, een verpakking vol met productrest of een verpakking die in een andere verpakking gepropt wordt kan in een verkeerde sorteer categorie terecht komen.

In Tabel 7 is het aandeel van een verpakkingstype dat in het juiste sorteerproduct terecht komt weergegeven, en in Bijlage H het aandeel per verpakkingstype dat in de Mix of Sorteerrest terecht komt. In de tabel is duidelijk te zien dat een aantal verpakkingstypen vaker dan gemiddeld foutief gesorteerd worden. Een goed voorbeeld hiervan is het verpakkingstype PE dieptrek & vormvast, deze verpakkingstype bestaat voornamelijk uit kleine potjes (bijvoorbeeld voor kauwgom). Deze kleine verpakkingen hebben een grote kans in de sorteerrest terecht te komen, omdat ze door de zeef vallen. Daarnaast is te zien dat PET, PVC en PS folie volgens de sortering in het folieproduct terecht zouden moeten komen. Daar zouden ze echter een verstoring veroorzaken voor de recycling van PE folie, dus worden ze voornamelijk gesorteerd in de Mix (en PVC in sorteerrest).

Tabel 7: Gemiddeld aandeel van verpakkingstypen die in het juiste sorteerproduct terecht komen [%].

	Juiste sorteerproduct	In juiste sorteerproduct [%]
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	PET	67 ± 21
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	PET	66 ± 31
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	PET	74 ± 22
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	PET	54 ± 135
Drankflessen PE	PE	88 ± 28
Drankflessen PP	PP	67 ± 183
Drankflessen PS	Mix	72 ± 38
Drankflessen anders	Rest	N.A.
Flacons PET	PET	64 ± 23
Flacons PE	PE	91 ± 14
Flacons PP	PP	81 ± 41
Flacons anders	Rest	N.A.
PET dieptrek & vormvast	PET trays	67 ± 67
PE dieptrek & vormvast	PE	23 ± 12
PP dieptrek & vormvast	PP	59 ± 13
PVC dieptrek & vormvast	Rest	N.A.
PS dieptrek & vormvast	Mix	79 ± 32
Draagtasjes (PE)	Folie	75 ± 35
Folie PET	Folie	5 ± 9

Folie PE	Folie	50 ± 16
Folie PP	<i>Folie</i>	21 ± 9
Folie PVC	<i>Folie</i>	6 ± 7
Folie PS	<i>Folie</i>	3 ± 4
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv	Mix	57 ± 51
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	Folie or Mix	90 ± 38
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	Mix	34 ± 48
Laminaatfolie en doordrukstrips	Rest	N.A.
Piepschuim schalen	Mix	0
Piepschuim blokken	Mix	79 ± 71
Siliconentubes	Rest	N.A.

4 Discussie

In het rapport “The new plastics economy, catalysing action” geeft de Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Foundation, 2017) aan dat 30% van de verpakkingen op de markt (internationaal) op dit moment niet recyclebaar zijn. De redenen die hiervoor genoemd worden zijn: verpakkingen van een klein formaat, multilaagsverpakkingen, verpakkingen van materiaalsoorten die weinig voorkomen (PVC, PS en EPS) en verpakkingen die sterk zijn vervuild met productresten/etensresten (zoals fastfood-verpakkingen). De beoordeling in dit rapport van het aandeel niet recyclebare verpakkingen is op een andere manier tot stand gekomen: niet alle kleine verpakkingen zijn meegenomen in de analyse, aangezien een deel van de kleine verpakkingen voorkomt in de categorie goed recyclebaar. Daarnaast wordt er wel gekeken naar de verpakkingstypen die meer dan gemiddeld foutief gesorteerd worden, waaronder de categorieën met veel kleine verpakkingen. De multilaagsverpakkingen en verpakkingen van materiaalsoorten die weinig voorkomen zijn wel in de analyse meegenomen. Daarentegen zijn met productresten vervuilde verpakkingen niet meegenomen in deze analyse, omdat deze verpakkingen geen aparte verpakkingscategorie vormen in de sorteeranalyses. Bovendien bedoelt de Ellen MacArthur Foundation hier voornamelijk fastfood-verpakkingen mee, die in het algemeen minder voorkomen in het huishoudelijk restafval en meer in het bedrijfsafval of gemeentelijk afval. Hoewel de methode voor het bepalen van het aandeel niet recyclebare verpakkingen op de markt gedeeltelijk afwijkt, komen beide onderzoeken tot ongeveer 30% (resp. 28%) niet recyclebare verpakkingen. Daarentegen zijn de PET trays in dit onderzoek toegewezen tot de categorie toekomstig recyclebare verpakkingen, met een aandeel van 10% van alle verpakkingen. Dit zijn vooral in Nederland en de UK voorkomende verpakkingen, maar komen tegenwoordig ook steeds meer voor in Duitsland en België. Een groot deel van deze verpakkingen zijn multilaagsverpakkingen, welke volgens de definitie van de Ellen MacArthur Foundation ook tot de niet recyclebare verpakkingen zouden moeten worden gerekend.

Een oplossing voor de 30% niet-recyclebare verpakkingen kan worden gezocht in *design for recycling* of in het ontwikkelen van *design from recycling* opties.

De eerste oplossing is voor een deel van de slecht recyclebare verpakkingen een goede oplossing, deze zijn prima te vervangen voor alternatieven, wanneer er reële alternatieven beschikbaar zijn. Bijvoorbeeld het veranderen van een PVC of PS flacon in een PE of PP flacon. Er moet dan wel rekening gehouden worden met een langere doorlooptijd voor dergelijk veranderingen. Het veranderen van een ontwerp van een verpakking naar een hele andere verpakking kan namelijk voor een verpakkend bedrijf een flinke investering betekenen. Niet alleen de verpakking wordt veranderd, maar ook de verpakkingsmachines moeten bijvoorbeeld worden aangepast of vervangen. Deze machines hebben meestal een levensduur van minimaal 10 jaar, en een beslissing om ze te vervangen is dus een ingrijpende gebeurtenis voor een verpakkend bedrijf, helemaal omdat de marges op een verpakking marginaal zijn. Daarnaast is er nog een deel verpakkingen op de markt dat vanwege functionele redenen niet of moeilijker kan worden

aangepast. Denk hierbij bijvoorbeeld aan laminaatverpakkingen met een barrière-laag, deze laag zorgt voor extra functionaliteit voor de verpakkingen waardoor het voedingsproduct in de verpakking langer houdbaar blijft. Er is nog een lange weg te gaan wat betreft het herontwerpen van deze verpakkingen, om deze voedingsproducten goed te kunnen blijven beschermen. Bovendien is een klein deel (voornamelijk farmaceutische) verpakkingen op de markt waarbij het verpakkingsontwerp via wetgeving is vastgelegd. De Ellen MacArthur Foundation erkent deze situatie en adviseert om niet al deze verpakkingen direct van de markt te verwijderen, maar om te focussen op herontwerp en innovatie voor deze verpakkingscategorieën.

Een alternatief voor het herontwerpen van deze verpakkingen is het zoeken naar nieuwe recycling en processing technieken voor de slecht recyclebare verpakkingen, ook wel *design from recycling* genoemd (Ragaert, 2016). Met nieuwe of aangepaste technologieën zouden verpakkingen die op dit moment slecht recyclebaar zijn, wellicht toch toepasbaar zijn in gebruiksartikelen, of een nuttige toepassing. Een voorbeeld hiervan is rekening houden met de heterogeniteit van het materiaal, door de smelttemperatuur in de extruder aan te passen aan het materiaal met de hoogste smelttemperatuur. Dit voorkomt scherpe stukjes plastic in het gerecyclede materiaal. Deze oplossing past wellicht niet een circulaire strategie, maar is toch een praktische oplossing voor verpakkingen die vanwege functionele redenen slecht recyclebaar zijn. Een ander mogelijk alternatief is chemisch recyclen. Bij *design from recycling* en chemisch recyclen moet wel rekening gehouden worden met een lange doorlooptijd, het ontwikkelen van een nieuwe technologie en deze opschalen naar industriële toepasbaarheid is een proces dat tijd kost. Verder heeft chemisch recyclen per definitie een lagere massaopbrengst omdat een deel van het ingangsmateriaal wordt omgezet in brandstof waarmee het omzettingsproces in gang wordt gehouden.

In het algemeen ketenoverzicht (Bijlage D) is te zien dat er relatief veel Mix sorteerproduct wordt geproduceerd. In deze Mix is het aandeel goed recyclebare PE en PP verpakkingen, die eigenlijk in het PE of PP sorteerproduct thuishoren hoog. Door beter sorteren zou de Mix vermeden kunnen worden. Dit is echter niet altijd in het directe belang van het sorteerbedrijf, die een bedrijfseconomische afweging moet maken. Sneller en meer sorteren en daarmee meer Mix produceren is van hen onder de huidige omstandigheden (o.a. contractvoorwaarden) aantrekkelijker dan langzaam sorteren en minder Mix produceren. Het hergebruikssysteem kan dus nog geoptimaliseerd worden naar een betere benutting van de in potentie goed recyclebare verpakkingen.

5 Conclusies

De onderzoeksvraag die in dit rapport beantwoord is, is:

Wat is de recyclebaarheid van huishoudelijke kunststofverpakkingen op de Nederlandse markt, in het bijzonder de kunststofverpakkingen aanwezig bij de huishoudens en in de sorteerrest en de mengkunststoffen (Mix)?

Uit het onderzoek blijkt dat 56% van de verpakkingen op de Nederlandse markt goed recyclebaar zijn. 6% van de verpakkingen is in principe goed recyclebaar naar toepassingen gebruiksproducten, maar niet ideaal omdat de verpakkingen de recycling van andere verpakkingen richting meer circulaire toepassingen kunnen verstoren. PET trays zijn mogelijk recyclebaar in de toekomst. Deze verpakkingen worden nu wel in een aparte categorie gesorteerd, maar er moet nog een recyclingroute voor deze verpakkingen worden ontwikkeld. Dit bedraagt 10% van de kunststofverpakkingen. 28% van de verpakkingen zijn slecht recyclebaar, dit zijn voornamelijk PS en PVC verpakkingen, laminaten en doordrukstrips.

In het Mix sorteerproduct is een hoog aandeel goed recyclebare verpakkingen aanwezig, dit betreft voornamelijk verpakkingen die eigenlijk in het PE of PP sorteerproduct thuishoren. Maar in het Mix sorteerproduct komen ook veel niet-verpakkingen en rest voor. De sorteerrest bevat door sorteerfouten nog een deel goed recyclebare verpakkingen, die via deze route verloren gaan. Daarnaast bevat de sorteerrest een groot aandeel slecht recyclebare verpakkingen, niet-verpakkingen en restafval, zoals de bedoeling is voor de sorteerrest.

Het Nederlandse recyclingsysteem kan op het gebied van recyclebaarheid van verpakkingen op een drietal punten verbeterd worden:

- Beter sorteren; minder Mix produceren en meer verpakkingen in de gewenste sorteecategorie sorteren.
- *Design for recycling*; slecht recyclebare verpakkingen die goed vervangen of verbeterd kunnen worden voor een recyclebare verpakkingen vervangen of verbeteren. Bijvoorbeeld PS en PVC flacons vervangen voor een PE of PP flacon.
- *Design from recycling*; voor verpakkingen die niet vervangen of verbeterd kunnen worden, bijvoorbeeld een deel van de laminaten en doordrukstrips, nieuwe of aangepaste recycling technologieën ontwikkelen.

Dankbetuiging

We bedanken de NVRD voor deze opdracht en het is ons gestelde vertrouwen. Ook bedanken we Midwaste, HVC en Omrin voor het leveren van monsters en additionele informatie ter aanvulling van het model. Daarnaast bedanken we onze stagiaire (masterthesis) Caterina Picuno voor de ondersteuning in het bouwen van het basismodel en het voorbereiden van het model op deze analyses. Ook bedanken we onze sorteerkrachten (Alexander Versteeg en Alef Bax) en hun begeleiding (Marcel Staal en Damir Huremovic) voor het sorteren van de monsters die gebruikt zijn ter aanvulling van het basismodel ten behoeve van deze analyse.

Literatuur

Brouwer, et al. 2017, Predictive model for the Dutch post-consumer plastic packaging recycling system and implications for the circular economy,

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.034>

Ellen Macarthur Foundation, 2017, The new plastics economy, catalysing action. Charity Registration No. 1130306, OSCR Registration No. SC043120, EU transparency register N°389996116741-55.

Leenaars, Y., Thoden van Velzen, E.U., Boer, E., 2016, Aandeel kunststof niet-verpakking in gesorteerde kunststofproducten.

Ragaert, K., 2016, Trends in mechanical recycling of thermoplastics. In 25. Leobener Kunststoff-Kolloquium. Leoben.

Thoden van Velzen, E.U., 2013, Annex 1 Sorteerprotocol kunststofverpakkingsafval. Annex 1 bij “Scenario study into plastic packaging waste recycling 2013”.

Thoden van Velzen, E.U. et al., 2016, Technical quality of rPET. Technical quality of rPET that can be obtained from Dutch PET bottles that have been collected, sorted and mechanically recycled in different manners. WFBR Report 1661.

Thoden van Velzen, E.U., 2017, Recyclingopties voor PET schalen, WFBR Rapport 1761, <https://doi.org/10.18174/419818>

Bijlagen

Bijlage A: Kunststofverpakkingen in overige sorteerproducten.....	38
Bijlage B: Resultaat sorteeranalyses en vochtvuilanalyse (Mix en Sorteerrest uit gescheiden inzameling)	39
Bijlage C: Resultaat sorteeranalyses en vochtvuilanalyse (Mix, PET trays en Sorteerrest uit nascheiding).....	40
Bijlage D: Algemeen ketenoverzicht uit het model, op basis van de hoeveelheid netto kunststofverpakkingen in de keten.	41
Bijlage E: Het gemodelleerde potentiaal van verpakkingen bij huishoudens in Nederland en het aandeel per verpakkingstype ten opzichte van het totale potentiaal.....	42
Bijlage F: Gemodelleerde samenstelling van Mix en Sorteerrest na sortering van gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen [%].....	43
Bijlage G: Gemodelleerde samenstelling van Mix na sortering van nagescheiden kunststofverpakkingen [%].	44
Bijlage H: Gemodelleerd aandeel van verpakkingstypen die in de sorteerrest of mengkunststoffen (Mix) terecht komen [%].	45

Bijlage A: Kunststofverpakkingen in overige sorteerproducten

Sorteerproduct	Aandeel sorteerproduct t.o.v. ingezamelde kunststofverpakkingen	Aandeel kunststofverpakkingen in sorteerproduct	Aandeel kunststofverpakkingen t.o.v. totale hoeveelheid ingezamelde kunststofverpakkingen
Aluminium	1%	13%	0,1%
Drankenkartons	7%	5%	0,3%
Blik	5%	5%	0,3%
Totaal			0,7%

Bron data: Massabalans sorteerinstallatie van Nederlands kunststofverpakkingsafval en sorteeranalyses door WFBR van de sorteerproducten.

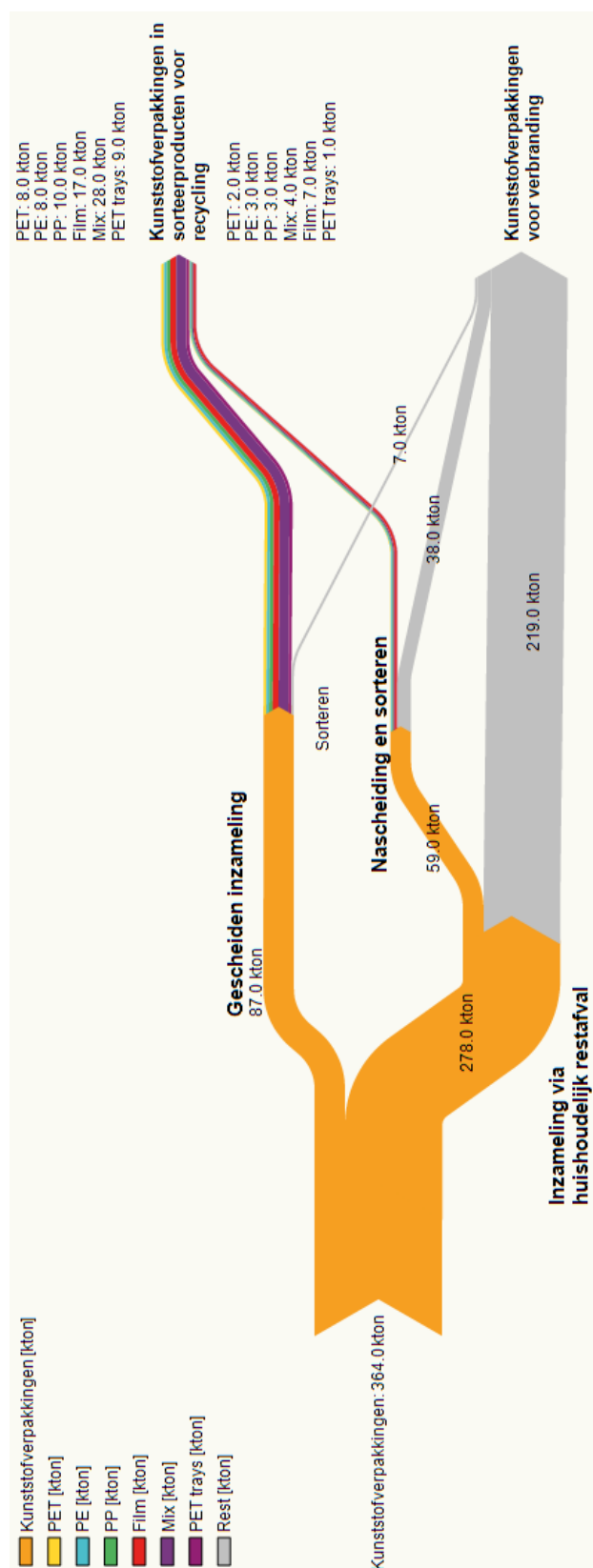
Bijlage B: Resultaat sorteeranalyses en vochtvuilanalyse (Mix en Sorteerrrest uit gescheiden inzameling)

Sorteerproduct	Mix 2D	Mix 3D	Sorteerrrest
Herkomst	Suez	Suez	Suez
Datum monstername	28-06-2017	28-06-2017	28-06-2017
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,8%	1,5%	0,8%
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,1%	1,0%	0,4%
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	0,1%	0,3%	0,3%
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	0,0%	0,1%	0,3%
Drankflessen PE	0,2%	0,9%	0,0%
Drankflessen PP	0,0%	0,2%	0,0%
Drankflessen PS	0,1%	0,2%	0,1%
Drankflessen anders	0,0%	0,0%	0,0%
Flacons PET	0,6%	3,8%	1,6%
Flacons PE	0,2%	1,6%	0,5%
Flacons PP	0,4%	0,8%	0,4%
Flacons anders	0,0%	0,0%	0,1%
PET dieptrek & vormvast	5,9%	1,3%	4,1%
PE dieptrek & vormvast	2,6%	1,0%	1,0%
PP dieptrek & vormvast	9,2%	17,5%	4,7%
PVC dieptrek & vormvast	0,6%	0,3%	4,9%
PS dieptrek & vormvast	3,2%	5,9%	1,3%
Draagtasjes (PE)	3,4%	1,1%	0,4%
Folie PET	0,7%	1,2%	0,4%
Folie PE	28,3%	20,8%	3,7%
Folie PP	11,2%	7,7%	2,0%
Folie PVC	0,4%	0,0%	1,3%
Folie PS	0,0%	0,2%	0,0%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vormvast	2,3%	13,2%	10,3%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	3,3%	2,1%	1,1%
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	0,2%	0,0%	0,2%
Laminaatfolie en doordrukstrips	0,9%	0,8%	1,0%
Piepschuim schalen	0,0%	0,0%	0,0%
Piepschuim blokken	0,2%	0,6%	0,1%
Siliconentubes	0,0%	0,0%	0,0%
Niet-verpakkingskunststoffen	8,2%	9,7%	25,0%
Organisch en ondefiniceerbaar (inclusief textiel, etc.)	7,1%	1,1%	13,8%
Papier, Karton en Drankenkartons	8,2%	3,3%	16,3%
Metaal	1,4%	1,6%	2,8%
Glas	0,1%	0,0%	0,9%
<i>Vochtvuilgehalte (in model opgenomen als onderdeel van de samenstelling)</i>	<i>8% ± 3%</i>	<i>4% ± 2%</i>	<i>11% ± 14%</i>

Bijlage C: Resultaat sorteeranalyses en vochtvuilanalyse (Mix, PET trays en Sorteerrst uit nascheiding)

Sorteerproduct	Mix	Sorteerrst	PET-trays
Herkomst	Omrin,	Omrin, Augustin	Omrin,
Datum monstername	06-07-2017	06-07-2017	21-09-2017
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,3%	0,1%	2,1%
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,2%	0,0%	0,6%
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	0,2%	0,0%	0,5%
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	0,3%	0,0%	0,4%
Drankflessen PE	2,1%	0,0%	0,0%
Drankflessen PP	0,0%	0,0%	0,0%
Drankflessen PS	0,0%	0,0%	0,1%
Drankflessen anders	0,0%	0,0%	0,0%
Flacons PET	1,4%	0,1%	4,1%
Flacons PE	11,8%	0,0%	0,0%
Flacons PP	3,0%	0,1%	0,2%
Flacons anders	0,0%	0,0%	0,0%
PET dieptrek & vormvast	4,4%	0,5%	81,2%
PE dieptrek & vormvast	1,9%	0,2%	0,1%
PP dieptrek & vormvast	7,7%	0,4%	5,3%
PVC dieptrek & vormvast	0,2%	0,0%	0,0%
PS dieptrek & vormvast	3,0%	0,1%	0,1%
Draagtasjes (PE)	3,9%	0,9%	0,1%
Folie PET	0,1%	0,2%	0,0%
Folie PE	22,9%	2,6%	1,2%
Folie PP	2,1%	0,2%	0,4%
Folie PVC	0,0%	0,0%	0,0%
Folie PS	0,0%	0,0%	0,0%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vormvast	7,1%	0,2%	0,1%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	0,6%	0,3%	0,1%
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	0,0%	0,5%	0,0%
Laminaatfolie en doordrukstrips	1,8%	0,9%	0,5%
Piepschuim schalen	0,0%	0,0%	0,0%
Piepschuim blokken	0,2%	0,1%	0,0%
Siliconentubes	0,2%	4,1%	0,0%
Niet-verpakkingskunststoffen	15,0%	8,8%	0,8%
Organisch en ondefiniceerbaar (inclusief textiel, etc.)	4,1%	57,0%	0,5%
Papier, Karton en Drankenkartons	5,3%	14,4%	1,7%
Metaal	0,3%	1,0%	0,0%
Glas	0,0%	7,2%	0,0%
<i>Vochtvuilgehalte (in model opgenomen als onderdeel van de samenstelling)</i>	<i>24% ± 10%</i>	<i>21% ± 7%</i>	<i>17% ± 7%</i>

Bijlage D: Algemeen ketenoverzicht uit het model, op basis van de hoeveelheid netto kunststofverpakkingen in de keten.



Bijlage E: Het gemodelleerde potentiaal van verpakkingen bij huishoudens in Nederland en het aandeel per verpakkingstype ten opzichte van het totale potentiaal.

	Potentiaal NL [kton]	Aandeel verpakkingstype (t.o.v. totale potentiaal) [%]
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	10 ± 2	3%
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	2,4 ± 0,6	1%
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	4,0 ± 0,7	1%
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	0,7 ± 0,3	0,2%
Drankflessen PE	5,6 ± 1,0	2%
Drankflessen PP	0,8 ± 0,7	0,2%
Drankflessen PS	0,1 ± 0,05	0,04%
Drankflessen anders	0	0%
Flacons PET	9 ± 2	2%
Flacons PE	21 ± 2	6%
Flacons PP	5 ± 1	1%
Flacons anders	0,1 ± 0,1	0,01%
PET dieptrek & vormvast	35 ± 6	10%
PE dieptrek & vormvast	8,0 ± 0,8	2%
PP dieptrek & vormvast	41 ± 3	11%
PVC dieptrek & vormvast	2,9 ± 0,4	1%
PS dieptrek & vormvast	9 ± 2	3%
Draagtasjes (PE)	22 ± 7	6%
Folie PET	0,7 ± 0,3	0,2%
Folie PE	77 ± 14	21%
Folie PP	20 ± 3	5%
Folie PVC	0,7 ± 0,1	0,2%
Folie PS	0,2 ± 0,1	0,04%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv	35 ± 13	10%
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	28 ± 10	8%
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	12 ± 17	3%
Laminaatfolie en doordrukstrips	11 ± 1	3%
Piepschuim schalen	0,5 ± 0,2	0,1%
Piepschuim blokken	2,4 ± 1,1	1%
Siliconentubes	0,3 ± 0,3	0,1%

Bijlage F: Gemodelleerde samenstelling van Mix en Sorteerrest na sortering van gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingen [%].

	Mix [%]	Sorteerrest [%]
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	1,1 ± 0,6	0,7 ± 0,2
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,6 ± 0,6	0,4 ± 0,1
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,05
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,05
Drankflessen PE	0,6 ± 0,5	0,0
Drankflessen PP	0,1 ± 0,1	0,0
Drankflessen PS	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,02
Drankflessen anders	0,0	0,0
Flacons PET	2,4 ± 2,0	1,4 ± 0,3
Flacons PE	1,0 ± 1,0	0,4 ± 0,1
Flacons PP	0,6 ± 0,3	0,3 ± 0,1
Flacons anders	0,0	0,1 ± 0,02
PET dieptrek & vormvast	3,8 ± 3,0	3,7 ± 0,8
PE dieptrek & vormvast	1,9 ± 1,0	0,9 ± 0,2
PP dieptrek & vormvast	8,5 ± 4,7	4,1 ± 0,8
PVC dieptrek & vormvast	0,4 ± 0,2	4,3 ± 0,9
PS dieptrek & vormvast	5,1 ± 1,7	1,2 ± 0,2
Draagtasjes (PE)	2,2 ± 1,5	0,3 ± 0,1
Folie PET	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,1
Folie PE	22,9 ± 5,1	3,3 ± 0,7
Folie PP	8,9 ± 2,2	1,8 ± 0,4
Folie PVC	0,2 ± 0,2	1,1 ± 0,2
Folie PS	0,1 ± 0,1	0,0
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv	8,7 ± 6,8	9,1 ± 1,9
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	2,6 ± 0,8	1,0 ± 0,2
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,03
Laminaatfolie en doordrukstrips	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,2
Piepschuim schalen	0,0	0,0
Piepschuim blokken	0,3 ± 0,2	0,1 ± 0,03
Siliconentubes	0,0	0,0
Kunststof niet-verpakkingen	8,8 ± 1,7	22,1 ± 4,5
Organisch / ondefinieerbaar (incl textiel)	4,2 ± 3,9	12,2 ± 2,5
Papier, Karton, Drankenkarton	5,6 ± 3,3	14,5 ± 3,0
Metaal	1,5 ± 0,2	2,5 ± 0,5
Glas	0,0	0,8 ± 0,2
Vocht en vuil	6,3 ± 3,3	11,5 ± 13,2

Bijlage G: Gemodelleerde samenstelling van Mix na sortering van nagescheiden kunststofverpakkingen [%].

	Mix [%]
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,2 ± 0,04
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	0,1 ± 0,03
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	0,1 ± 0,02
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	0,2 ± 0,04
Drankflessen PE	1,6 ± 0,3
Drankflessen PP	0
Drankflessen PS	0,03 ± 0,01
Drankflessen anders	0
Flacons PET	1,1 ± 0,2
Flacons PE	9 ± 2
Flacons PP	2,3 ± 0,4
Flacons anders	0
PET dieptrek & vormvast	3,3 ± 0,6
PE dieptrek & vormvast	1,5 ± 0,3
PP dieptrek & vormvast	6 ± 1
PVC dieptrek & vormvast	0,2 ± 0,03
PS dieptrek & vormvast	2,3 ± 0,4
Draagtasjes (PE)	3,0 ± 0,5
Folie PET	0,1 ± 0,01
Folie PE	17 ± 3
Folie PP	1,6 ± 0,3
Folie PVC	0
Folie PS	0
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv	5 ± 1
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	0,5 ± 0,1
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	0
Laminaatfolie en doordrukstrips	1,4 ± 0,3
Piepschuim schalen	0
Piepschuim blokken	0,1 ± 0,02
Siliconetubes	0,1 ± 0,02
Kunststof niet-verpakkingen	11 ± 2
Organisch / ondefinieerbaar (incl textiel)	3,2 ± 0,6
Papier, Karton, Drankenkarton	4,1 ± 0,7
Metaal	0,3 ± 0,05
Glas	0,02 ± 0,004
Vocht en vuil	24 ± 10

Bijlage H: Gemodelleerd aandeel van verpakkingstypen die in de sorteerrest of mengkunststoffen (Mix) terecht komen [%].

	Aandeel naar Mix [%]	Aandeel naar sorteerrest [%]
PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	11 ± 6	4 ± 1
PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter	24 ± 26	8 ± 3
PET Helder Drank - Groter 0,5 liter	4 ± 3	3 ± 1
PET Bont Drank - Groter 0,5 liter	14 ± 27	27 ± 32
Drankflessen PE	10 ± 9	0
Drankflessen PP	31 ± 65	0
Drankflessen PS	72 ± 38	22 ± 8
Drankflessen anders	0	0
Flacons PET	26 ± 23	8 ± 2
Flacons PE	6 ± 6	1,4 ± 0,3
Flacons PP	13 ± 7	4 ± 1
Flacons anders	0	99 ± 21
PET dieptrek & vormvast	12 ± 10	6 ± 1
PE dieptrek & vormvast	56 ± 33	13 ± 4
PP dieptrek & vormvast	29 ± 17	7 ± 2
PVC dieptrek & vormvast	15 ± 6	77 ± 16
PS dieptrek & vormvast	79 ± 32	9 ± 3
Draagtasjes (PE)	22 ± 16	2 ± 1
Folie PET	62 ± 48	31 ± 13
Folie PE	45 ± 11	3 ± 1
Folie PP	65 ± 17	6 ± 1
Folie PVC	22 ± 24	66 ± 21
Folie PS	75 ± 85	17 ± 11
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv	57 ± 51	30 ± 14
Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie	52 ± 22	9 ± 3
Restkunststoffen (PC, PLA, etc.)	34 ± 48	27 ± 17
Laminaatfolie en doordrukstrips	21 ± 7	11 ± 4
Piepschuim schalen	0	0
Piepschuim blokken	79 ± 71	17 ± 10
Siliconentubes	0	0