

Aanvullende rapportage pilot drankenkartons

Terugslageffecten bij gecombineerde inzameling van kunststof en
drankenkartons

dr. E.U. Thoden van Velzen, Ir. M.T. Brouwer (Wageningen UR Food & Biobased Research),
prof. dr. Th. Pretz, dipl.-ing. M. Jansen (RWTH Aachen)

Rapport nr. 1471

Colofon

| | |
|------------------|---|
| Titel | Aanvullende rapportage pilot drankenkartons |
| Auteur(s) | dr. E.U. Thoden van Velzen, Ir. M.T. Brouwer, prof. Dr. Th. Pretz, dipl.-ing. M. Jansen |
| Nummer | Food & Biobased Research 1471 |
| ISBN-nummer | 978-94-6173-990-2 |
| Publicatiedatum | 7 april 2014 |
| Vertrouwelijk | Nee |
| Goedgekeurd door | Ir. J.E. de Kramer |

Wageningen UR 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

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

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.

Samenvatting

In de door Wageningen UR Food & Biobased Research in opdracht van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV) uitgevoerde Pilot Drankenkartons 2013 zijn verschillende mogelijke inzamelsystemen voor drankenkartons onderzocht, waaronder gecombineerd gescheiden inzameling van kunststofverpakkingen en drankenkartons¹. Een potentieel negatief terugslageffect van de gecombineerde inzamelmethode zou een lagere sorteeropbrengst van de kunststoffen kunnen zijn. In dit aanvullend onderzoek worden de potentiële terugslageffecten van gecombineerd gescheiden inzameling van kunststof en drankenkartons verduidelijkt in termen van de hoeveelheid hergebruikt kunststof en de totale geschatte kosten. Deze aanvullende studie laat zien dat de uitvoeringswijze van de sortering bepaalt of wel of geen terugslageffect zal optreden.

Zodoende werden deze terugslageffecten in 2014 in een aanvullende studie uitgebreid onderzocht door een additionele massabalancering, monsternamen en sorteeranalyse en een procestechnologische modellering van het sorteerproces. Daarnaast is een vertaling gemaakt naar de eventuele investeringen die nodig zijn voor het aanpassen van het sorteerproces.

De additionele massabalancering werd op 10 en 11 februari 2014 bij Sita Rotterdam uitgevoerd met 178 ton materiaal dat voor 13% uit drankenkartons bestond en de rest voornamelijk kunststofverpakkingen. Van de aanwezige drankenkartons kon 56% worden afgescheiden in het drankenkartonproduct (FKN), het grootste deel van het verlies werd gevonden in de mengkunststoffen. De sorteerverdeling van de meest belangrijke kunststofverpakkingen (kleine, heldere PET flesjes naar PET, PE flacons naar PE en PP vormvast overig naar PP) waren allemaal vergelijkbaar met die van de eerdere massa-balancering bij Sita op 1 juli 2013 met minder drankenkartons in het ingaande materiaal. Alleen de sorteerverdeling van de flexibele verpakkingen naar het sorteerproduct Film was iets verlaagd. De meeste gesorteerde producten, met uitzondering van het mengkunststofproduct, voldeden aan de bijbehorende DKR specificaties. De genoemde mengkunststofproducten hadden te hoge gehalten aan drankenkartons.

De kunststofsortering in deze massabalancering voldeed niet aan het 45%-criterium. De vastgestelde verhouding tussen waardefracties kunststoffen en alle kunststoffen bedroeg 42% en was dus lager dan de geëiste 45%. Hiervoor waren twee oorzaken. Ten eerste het hoge aandeel drankenkartons in de mengkunststoffen en ten tweede de iets verlaagde sorterefficiëntie van de flexibele verpakkingen.

Het gehalte aanhangend vocht en vuil, van de drankenkartons en enkele belangrijke kunststofverpakkingen, viel binnen de gebruikelijke bandbreedtes. Er werd geen bewijs gevonden dat er kruisvervuiling van drankenkartons naar kunststofverpakkingen zou zijn opgetreden.

Er is een procestechnologische analyse gedaan van de sorteerprocessen uit de pilot en van een denkbeeldig ideaal sorteerproces. Deze hebben inzichtelijk gemaakt dat sorteren van kunststof-drankenkarton-mengsels, bij sorteerprocessen die daar niet specifiek op zijn ingericht, een lagere opbrengst gesorteerde drankenkartons en relatief veel mengkunststoffen kan opleveren. Belangrijkste oorzaken voor het teruglopen van de opbrengst werd gevonden in de positionering van de ballistische scheiding en de manuele sortering. Deze verliezen kunnen worden voorkomen met een meer afgestemd sorteerproces. Hierin worden –op hoofdlijnen- de positie van de ballistische scheider verplaatst en de drankenkartons als eerste machinaal met een NIR machine afgescheiden. Een dergelijke inrichting van het sorteerproces zal een opbrengst aan drankenkartons van ruim 80% kennen en daarbij zullen ook de kunststofproducten zullen aan de DKR specificaties voldoen.

Deze aanvullende analyse heeft als uitkomst dat het reëel is terugslageffecten te verwachten in het sorteren van gecombineerde kunststof verpakkingen en drankenkartons, wanneer de sorteerinstallatie niet op zo'n mengsel is ingericht. Zonder aanpassingen leidt dit tot een toename van de gesorteerde MKS, waarbij er relatief veel drankenkartons in deze fractie aanwezig zal zijn. Dit heeft als risico dat het gesorteerde product niet aan de DKR specificaties kan voldoen. Om dit te ondervangen kan gekozen worden voor een additionele (voor Sita dus derde) sorteerrun, om alsnog de drankenkartons af te scheiden. Dit leidt tot hogere additionele kosten.

Dit terugslageffect kan echter worden voorkomen door het materiaal te laten sorteren middels een aangepast sorteerproces dat hier wel op is toegerust. Voor een dergelijk proces worden hoge sorteerrendementen voor drankenkartons verwacht (ruim 80%), geen negatieve terugslageffecten op de kunststoffracties, mits er aan de operationele randvoorwaarden van het ontwerp wordt voldaan (juiste gemiddelde doorzet, geen doorzetpieken, etc.). Kortom, de uitvoeringswijze van de sortering bepaalt of wel of geen terugslageffect zal optreden. Ervan uitgaande dat na een eventuele beleidswijziging de sorteerbedrijven zich aanpassen, komt het negatieve terugslageffect van co-inzameling van kunststofverpakkingen en drankenkartons neer op deze aanpassingskosten. Deze kosten worden op 2 miljoen Euro geschat, dit is een grove schatting op basis van gesprekken met aannemers van sorteerbedrijven.

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 3 |
| 1 Inleiding | 6 |
| 2 Methoden | 9 |
| 2.1 Additionele massabalancering | 9 |
| 2.2 Procestechnologische modellering | 9 |
| 3 Resultaten | 11 |
| 3.1 Massabalancering | 11 |
| 3.2 Gehaltes aanhangend vocht- en vuil | 14 |
| 3.3 Sorteerverdeling belangrijke kunststofverpakkingen | 16 |
| 3.4 Procestechnologische analyse sorteerbeidrijven | 19 |
| 3.4.1 Sorteerbeidrijf Augustin | 19 |
| 3.4.2 Sorteerbeidrijf Schönackers | 20 |
| 3.4.3 Basis model voor sorteerbeidrijf Sita | 22 |
| 3.4.4 Denkbeeldig ideaal sorteerproces voor kunststof drankenkarton mengfels | 24 |
| 4 Discussie | 27 |
| 4.1 Terugslageffect | 28 |
| 5 Conclusies | 29 |
| Literatuur | 30 |
| Abstract | 31 |
| Dankbetuiging | 33 |
| Bijlagen | 34 |
| Bijlage 1 Gemiddelde samenstelling gesorteerde producten | 35 |
| Bijlage 2 Vocht- en vuilgehaltes drankenkartons | 39 |
| Bijlage 3 Uitgerekende sorteerverdelingen | 40 |

1 Inleiding

Na afloop van de Pilot drankenkartons 2013 stelde het bestuur van het KIDV vier additionele vragen op basis van de gevonden resultaten. Één van deze vragen was: “kan het potentiële terugslageffect van een gecombineerd gescheiden inzameling van kunststof met drankenkartons worden verduidelijkt in termen van de totale geschatte kosten en de hoeveelheid hergebruikt kunststof?”

Dit terugslageffect is een potentieel risico van het gecombineerd inzamelen van drankenkartons en kunststof. De combinatie zou kunnen leiden tot minder goede sorteerresultaten, wat zichtbaar wordt als:

- een daling van het percentage geproduceerde waarde-kunststoffen (PET, PE, PET, Film) en een stijging van het percentage geproduceerde sorteerrest en mengkunststof,
- toename in de vervuiling van de geproduceerde producten, wat de waarde van deze producten zou kunnen verlagen.

Dit kan zich verder vertalen in een stijging van de kosten en een daling van de milieuwinst van het kunststofhergebruikssysteem. Het bestuur van het KIDV wil weten hoe reëel en groot beide risico's zijn.

Uit de pilot drankenkartons 2013 is gebleken dat de aanwezigheid van drankenkartons:

- niet meetbaar leidt tot een verhoging van het vocht- en vuilgehalte van kunststofverpakkingen,
- leidt tot een product drankenkartons en de gedeeltelijke verspreiding hiervan over sorteerrest, mengkunststof en voor een klein gedeelte over de producten PP en PE,
- mogelijk leidt tot een verlaging in de sorterefficiëntie van waarde-kunststoffen.

Op basis van deze resultaten kan echter nog geen uitspraak worden gedaan over hoe waarschijnlijk het is dat dergelijke terugslageffecten in de toekomst gaan optreden, omdat:

- De metingen aan het Milieuzak-systeem als een uitschieter moeten worden beschouwd. Alhoewel dit systeem al enkele jaren oud is –dus volwassen en uitgegroeid– en een gehalte van $19 \pm 5\%$ aan drankenkartons kent, zijn de sorteerresultaten sterk anders dan wat er bij Sita Rotterdam, in Duitsland en België wordt gemeten. De lage sorterefficiëntie van waarde-kunststoffen wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het hoge gehalte papier en karton in het ingaande mengsel ($12 \pm 8\%$). Zodoende kunnen deze sorteerresultaten niet als representatief voor een toekomstig Nederlands scenario worden gebruikt.
- De metingen bij Sita Rotterdam op 1 juli 2013 vonden plaats met ongeveer 6% drankenkartons in het ingaande mengsel en leverde 2,3% aan gesorteerd drankenkarton-product. De uitvoering kende veel aanpassingen ten opzichte van een gangbaar sorteerproces (2 runs en veel hand-sorteerders). Door het lage gehalte drankenkartons in

het ingangsmateriaal is de kans groot dat eventuele sorteerproblemen niet optraden of gemaskeerd werden.

Gedurende de Pilot drankenkartons 2013 werden dus twee extremen (best case en worst case) waargenomen ten aanzien van het terugslageffect waardoor er op dat moment nog geen betrouwbare inschatting voor een toekomstig scenario mogelijk was. Om tot een stevig onderbouwde uitspraak te komen, is door Wageningen UR FBR een aanpak voorgesteld van aanvullend experimenteel onderzoek aangevuld met theoretische modellering. Na overleg werd besloten om additioneel onderzoek te verrichten in drie stappen:

1. Additionele massa-balancerings bij Sita Rotterdam met meer drankenkartons in het ingaande mengsel,
2. Procestechnologische modellering van dit sorteerproces met dit mengsel en een ideaal sorteerproces,
3. Vertalen van de waargenomen terugslageffecten naar nationale effecten op ingeschatte hoeveelheid hergebruik [kton] en maatschappelijke kosten [mln €]

Additionele massa-balancerings

Alhoewel het sorteren van het in de Pilot ingezamelde mengsel van kunststoffen en drankenkartons bij een Duitse sorteerinstallatie (Schönackers Kempen of Tönsmeier PW) die hier specifiek op toegerust is, de voorkeur zou genieten, was dit niet praktisch realiseerbaar binnen de kennisgevingen. Zodoende werd besloten om nogmaals bij Sita Rotterdam te sorteren. Ondanks dat dit niet optimaal is doordat deze installatie niet voor dit mengsel is ontworpen en er dientengevolge met twee sorteerruns moet worden gewerkt.

Bij deze tweede massa-balancerings zijn de volgende parameters gemeten:

- de massaverdeling van de geproduceerde producten,
- de samenstelling van alle relevante sorteerproducten t.a.v. de kunststofverpakkingen, de drankenkartons en het restafval,
- de vocht- en vuilgehalten van alle drankenkartons en belangrijke kunststofproducten.

Op basis hiervan werden de navolgende parameters berekend:

- de verhouding waarde-kunststoffracties ten opzichte van alle kunststoffracties,
- de verspreiding van drankenkartons over alle gesorteerde fracties,
- de verdeling van kunststoffen over de gesorteerde producten

Procestechnologische modellering

De procestechnologische analyse rekende sorteerefficiënties uit voor alle machinematige en menselijke sorteerstappen bij een sorteerproces op basis van de configuratie, de samenstelling van

de ingaande stroom, de capaciteit, de massaverdeling van de producten en de samenstelling van de producten. Op basis hiervan kon een technologisch oordeel worden gegeven over het functioneren van een sorteerproces. Bovendien kunnen de prestaties van denkbeeldige sorteerprocessen met andere configuraties worden voorspeld, zodat het mogelijk wordt om ideaal sorteerproces voor dit mengsel te definiëren.

Extrapolatie terugslageffecten tot op nationaal niveau

In het geval het technische en/of procestechnologische onderzoek terugslageffecten aannemelijk maakt, kan er met een overall modellering van het kunststofhergebruikssysteem worden ingeschat wat de gevolgen zouden kunnen zijn op nationaal niveau in termen van hoeveelheid hergebruikt kunststof [kton] en maatschappelijke kosten [mln €].

2 Methoden

2.1 Additionele massabalancering

De massabalancering werd op 10 en 11 februari uitgevoerd bij Sita Rotterdam. Er werden in totaal 107 monsters genomen van de relevante producten van beide dagen. Deze monsters werden naar Wageningen vervoerd en daar ter plekke gesorteerd volgens het protocol in het rapport: Pilot Beverage Cartons, extended technical report¹.

Bovendien werd het aanhangend vocht- en vuilgehalte bepaald van alle 14 soorten drankkartons en 5 hoofdsoorten kunststofverpakkingen voor alle gesorteerde fracties waarvoor dit relevant is, volgens hetzelfde protocol als in het extended report.

De gewichten van de geproduceerde sorteerfracties werden daags na de massabalancering door Sita verstrekt aan de onderzoekers.

2.2 Procestechnologische modellering

Vier sorteerruns van kunststof-drankenkarton mengsels werden procestechnologisch geanalyseerd, het betreft:

1. Het sorteren van een gecombineerd gescheiden ingezameld mengsel van kunststofverpakkingen en drankkartons bij Sita Rotterdam (Kunststofhergebruik systeem) met weinig drankkartons in het ingaande mengsel,
2. Het sorteren van een gecombineerd gescheiden ingezameld mengsel van kunststofverpakkingen, drankkartons en oud-papier bij Schönackers Kempen (Milieuzakken systeem),
3. Het sorteren van een nagescheiden mengsel van kunststofverpakkingen en drankkartons bij Augustin Meppen (Nascheidingsstelsel Attero)
4. Het sorteren van een gecombineerd gescheiden ingezameld mengsel van kunststofverpakkingen en drankkartons bij Sita Rotterdam (Kunststofhergebruik systeem) met meer drankkartons in het ingaande mengsel,

De eerste drie sorteerruns zijn uitgebreid beschreven in het Extended Report van de pilot drankkartons van 2013¹. Voor de procestechnologische analyse wordt het processchema van een sorteerinstallatie opgedeeld in deelstappen van aparte scheidingsmachines en handmatige sortering. Voor elke deel-stap werd vastgesteld wat de hoeveelheid en samenstelling van de uitgaande stromen is, op basis hiervan zijn de hoeveelheden en samenstellingen van de ingaande stromen per stap teruggerekend. In het geval een scheidingsmachine uit één ingaande stroom twee uitgaande stromen maakt, kan dit eenvoudig door de waarden van de uitgaande stromen bij elkaar op te tellen. In het geval een scheidingsmachine meerdere ingaande stromen kent, moet de massa-verhouding tussen de ingaande stromen apart worden gemeten of worden verondersteld. Op deze wijze kan de wijze waarop drankkartons zich door een sorteerproces

heen bewegen inzichtelijk worden gemaakt en komen eventuele bottle-necks in de sorteerinstallaties naar voren.

Deze methodologie houdt geen rekening met twee belangrijke factoren die wel invloed hebben op de prestaties van het sorteerproces en van individuele machines binnen dat bedrijf: de doorzet en handmatige sortering.

Doorzet. De doorzet heeft een grote invloed op de prestaties van alle machines. Zo functioneert een NIR sorteermachine het beste als er een enkele laag met objecten op de lopende band ligt. Een ballistische scheider kan alleen goed scheiden zolang de doorzet aan vlak materiaal niet wordt overschreden enzovoort. Hierbij doet zich het probleem voor dat sorteerinstallaties vaak schoksgewijs gevuld worden met grippers of shovels en ondanks spreiders, bufferplekken en grove maalmolens verloopt de doorzet vaak ook golfsgewijs door een installatie, wat een procestechnologische analyse aanzienlijk bemoeilijkt.

De doorzet werd niet gemeten tijdens de metingen in 2013 en kan dientengevolge ook niet worden geanalyseerd. Bovendien vergt een analyse van de effecten van de doorzet ook informatie omtrent de breedte van lopende banden in de installatie omdat anders verschillende installaties niet op gelijke voet met elkaar zouden kunnen worden vergeleken.

Handmatige sortering. De prestaties van handmatige sorteerders variëren sterk per medewerker en in de tijd. Dit heeft deels met de instructies te maken, deels met vermoeidheid en deels met belasting (hoeveel objecten men per tijdseenheid van de band moet afhalen). Handmatige sortering wordt veelal toegepast in sorteerinstallaties om verontreinigingen en andere ongewenste materialen te verwijderen. Vaak gaat het dan om een beperkt aantal objecten per tijdseenheid en verloopt deze kwaliteitscontrole goed. Als deze belasting hoger wordt, mogen minder goede prestaties worden verwacht.

3 Resultaten

3.1 Massabalancerings

De gewichtsverdeling van de uitgesorteerde producten van de sortering van 10 en 11 februari 2014 bij Sita Rotterdam met bijna 178 ton ingaand pilot-materiaal uit de gecombineerde inzameling van kunststof met drankenkartons staat vermeld in Tabel 1.

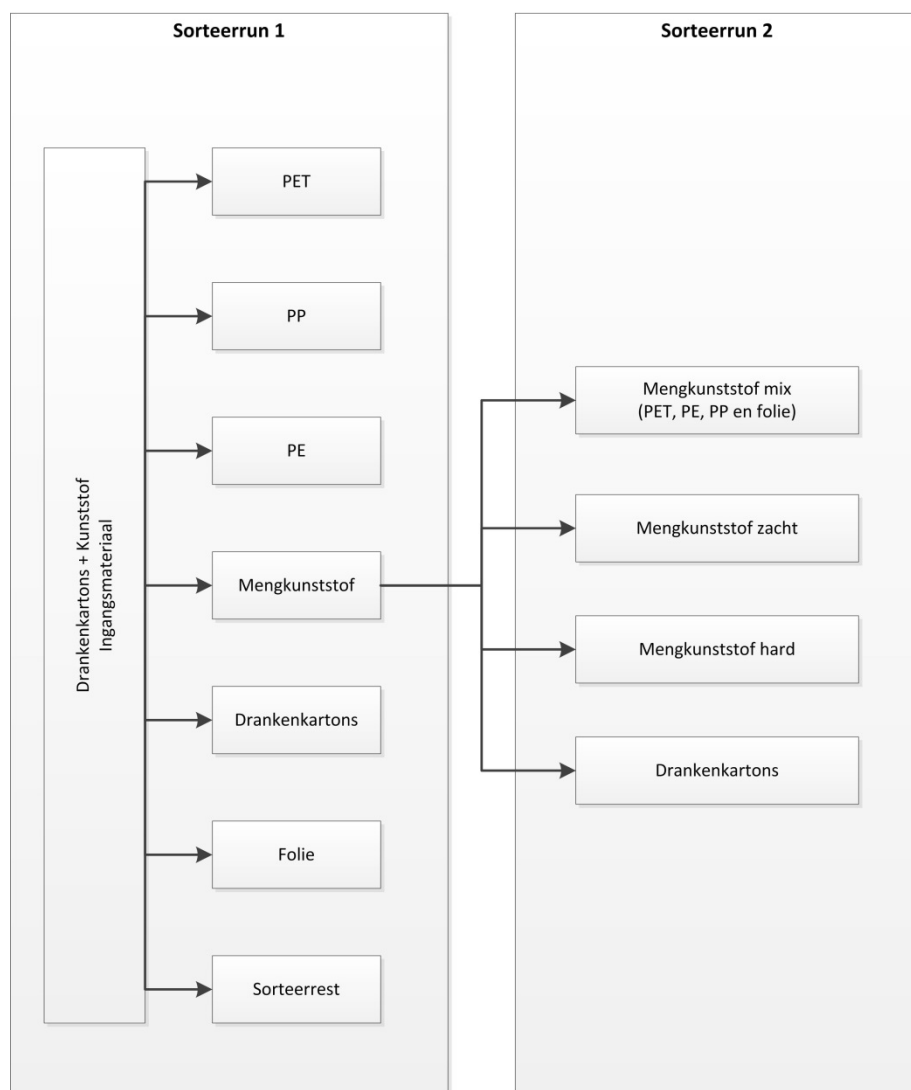
Tabel 1: Gewichtsverdeling van de gesorteerde producten op 10 en 11 februari 2014 bij Sita Rotterdam met circa 178 ton co-ingezameld kunststof en drankenkarton materiaal uit de pilot als input.

| Producten | Gewicht, [kg bruto] | Gewichtsverdeling |
|---------------|---------------------|-------------------|
| PET | 9.060 | 5,1% |
| PE | 11.185 | 6,3% |
| PP | 11.218 | 6,3% |
| FILM | 26.401 | 14,8% |
| MKS hard | 16.230 | 9,1% |
| MKS zacht | 36.517 | 20,5% |
| MKS mix | 25.968 | 14,6% |
| FKN | 12.886 | 7,2% |
| REST | 25.355 | 14,3% |
| Onbekend | 3.008 | 1,7% |
| TOTAAL | 177.828 | |

Deze gesorteerde producten werden in twee runs gemaakt. Het stroomschema van deze sortering is weergegeven in Figuur 1.

In totaal werd er dus 7,2% drankenkartons (FKN) als product uitgesorteerd, waarbij het meeste in de eerste run werd uitgesorteerd. Op basis van de samenstelling van alle productstromen en de massaverdeling kon de samenstelling van het ingaande mengsel worden berekend. Hieruit bleek dat er ongeveer $12,8 \pm 0,5$ % drankenkartons in het ingaande mengsel aanwezig moet zijn geweest. Kortom de sorteerefficiëntie voor drankenkartons bedroeg rond de 56%.

De bepaalde samenstelling van alle eindproducten staat vermeld in Bijlage 1. Een samenvatting van deze samenstellingen staat weergegeven in Tabel 2. Hierbij worden de twee drankenkarton-producten uit beide runs samengevoegd.



Figuur 1: Stroomschema van de sortering bij Sita Rotterdam met 2 doorlopen.

Tabel 2: Samenstelling van de gesorteerde producten in hoofdcategorieën

| | Sorteerproducten | | | | | | | | |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|----------|-----------|---------|-------|-------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
| PET | 98,4% | 0,6% | 1,8% | 3,8% | 45,5% | 18,9% | 4,6% | 0,3% | 9,6% |
| PE | 0,3% | 93,7% | 3,2% | 72,2% | 6,2% | 26,5% | 16,6% | 0,4% | 4,7% |
| PP | 0,6% | 2,4% | 86,9% | 10,4% | 5,1% | 18,7% | 7,6% | 0,2% | 11,7% |
| PS | 0,3% | 0,6% | 1,4% | 1,5% | 21,7% | 6,7% | 1,3% | 0,3% | 6,4% |
| PVC | 0,0% | 0,1% | 1,8% | 0,7% | 1,0% | 3,0% | 0,4% | 0,0% | 18,1% |
| DKS | 0,0% | 1,3% | 1,4% | 0,8% | 12,1% | 1,8% | 22,5% | 98,2% | 3,1% |
| REST KST | 0,1% | 0,6% | 2,8% | 8,3% | 5,1% | 4,2% | 13,2% | 0,0% | 21,4% |
| Restafval | 0,2% | 0,3% | 0,7% | 2,0% | 3,1% | 19,9% | 32,9% | 0,5% | 22,3% |

De verschillende mengkunststoffenfracties zijn op verzoek van de onderzoekers apart gehouden. In de praktijk zullen deze fracties worden samengevoegd tot één mengkunststoffenfractie. De samenstelling van deze fractie is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Samenstelling van de samengevoegde mengkunststoffenfractie

| | |
|-----------|-------|
| | MKS |
| PET | 19,7% |
| PE | 19,1% |
| PP | 12,2% |
| PS | 8,0% |
| PVC | 1,7% |
| DKS | 10,7% |
| REST KST | 7,4% |
| Restafval | 20,7% |

De drankenkartons (DKS) verdelen zich dus over het drankenkartonsproduct (FKN), de mengkunststoffen (MKS hard, MKS zacht, MKS mix), de sorteerrst en de polyolefineproducten (PE, PP en Film). Het grootste verlies aan drankenkartons vindt plaats aan de mengkunststoffenfractie. De verdeling van de drankenkartons over deze fracties levert afzetproblemen voor de mengkunststoffenfractie, omdat het aandeel drankenkartons de specificatielimiet overschrijdt voor de maximale concentratie verontreinigingen. Alle andere fracties, inclusief de waarde kunststoffen (PET, PE, PP, Film) voldoen wel aan de specificaties, zie Tabel 4.

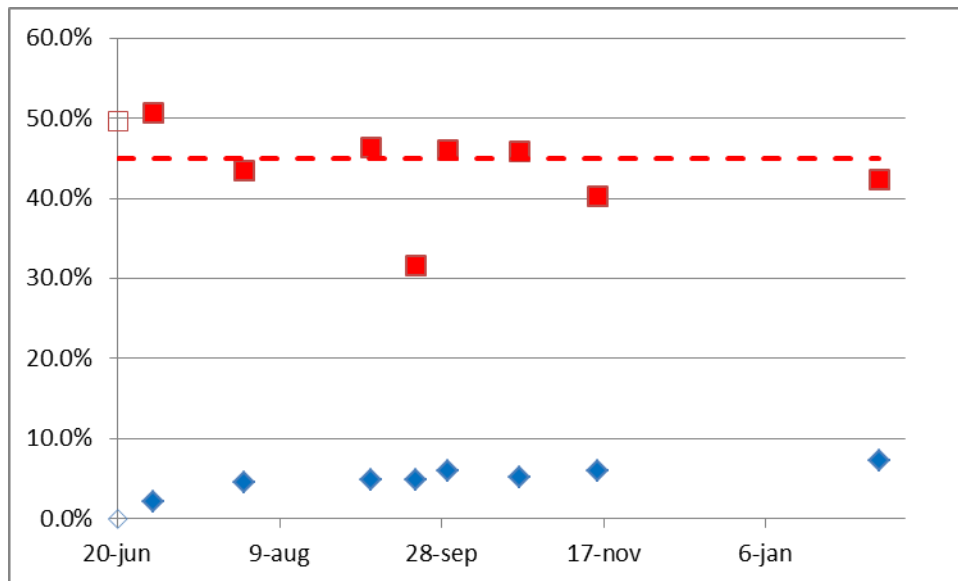
Tabel 4: gehalte drankenkartons (DKS) in de gesorteerde fracties vergeleken met de limietwaarden in de specificaties.

| | Sorteerproducten | | | | | | |
|-----------|------------------|------|------|-------|-------|-------|------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS | FKN | Rest |
| DKS | 0,0% | 1,3% | 1,4% | 0,8% | 10,7% | 98,2% | 3,1% |
| Limiet | <2% | <6% | <6% | <8% | <10% | >90% | |
| DKR spec. | 328-1 | 329 | 324 | 310 | 352 | 510 | |

$$\text{Verhouding} = \frac{(M_{PET} + M_{PE} + M_{PP} + M_{Folie})}{(M_{PET} + M_{PE} + M_{PP} + M_{Folie} + M_{MKS\ hard} + M_{MKS\ zacht} + M_{MKS\ mix})}$$

De verhouding van de waarde-kunststoffenfracties gedeeld door alle kunststoffenfracties bedroeg 42,4% voor deze sortering. Deze verhouding wordt berekend uit de bovenstaande vergelijking en

de productgewichten in Tabel 1. Deze verhouding is lager dan door Nedvang geëiste 45%, maar wel in lijn met de voorgaande sorteerruns bij Sita Rotterdam in deze pilot (Figuur 2). Hiervoor zijn twee mogelijke oorzaken. Ten eerste door de minder goede sortering van de waardevolle kunststofverpakkingen over de waardevolle gesorteerde fracties verlaagd de verhouding. Ten tweede het grote aandeel drankenkartons in de MKS fracties verlaagd deze verhouding eveneens. Beide oorzaken zijn belangrijk. Een correctie voor alleen de drankenkartons in de mengkunststoffen brengt deze verhouding nog steeds niet boven de 45%.



Figuur 2: De verhouding waarde-kunststoffen gedeeld door alle kunststoffen voor sorteringen die gedurende de pilot bij Sita Rotterdam zijn verricht (■) en het percentage drankenkarton product dat werd afgescheiden (◆). De eerste sorteerrun op 20 juni betrof een run met alleen kunststof en is toegevoegd ter vergelijking.

3.2 Gehaltes aanhangend vocht- en vuil

De vocht- en vuilgehalten op de kunststofverpakkingen zoals gemeten op kunststofverpakkingen in kunststoffracties staan in Tabel 5. Hieruit blijkt dat deze hoger waren dan op 1 juli en aan de hoge kant vergeleken die van gescheiden ingezameld kunststof. Dus nu er meer drankenkartons in het ingaande mengsel aanwezig was, neemt het vocht- en vuilgehalte van de kunststofverpakkingen toe, echter deze waarden voor het aanhangend vocht- en vuilgehalte liggen nog binnen de ruime bandbreedte van het gescheiden ingezamelde kunststofverpakkingsafval.

Tabel 5: Gehalte aanhangend vocht en vuil van enkele belangrijke kunststof verpakkingen.

| Categorie | MZ 13 Juni | MZ 15 Juli | Sita 1 Juli | Sita 10 /11 Feb | Gescheiden inzameling |
|------------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| PET flessen helder < 1 liter | 19% | 7% | 10% | 23% | 17 ± 12% |
| PE flacons | 12% | 16% | 19% | 15% | 18 ± 8% |
| PET vormvast overig | 6% | 24% | 12% | 11% | 7 ± 4% |
| PP vormvast overig | 17% | 6% | 5% | 9% | 11 ± 8% |
| PE film > A4 | 10% | 5% | 11% | 25% | 10 ± 9% |
| Gewogen gemiddelde | | | | | 12 ± 5% |

De vocht- en vuilgehalten van alle soorten drankenkartons die werden uitgesorteerd in Sita Rotterdam staan vermeld in bijlage 2, de gewogen gemiddeldes staan in Tabel 6.

Tabel 6: Gewogen gemiddeldes van het aanhangend vocht- en vuilgehalte van de drankenkartons.

| Sortering | Gewogen gemiddelde van het aanhangend vocht- en vuilgehalte, [%] |
|---|--|
| MZ 13 Juni | 23,5% |
| MZ 15 Juli | 26,8% |
| Sita 1 Juli | 21% |
| Sita 10-11 Feb, FKN uit MKS hard run 1 | 28,5% |
| Sita 10-11 Feb, FKN uit MKS zacht run 1 | 36,7% |
| Sita 10-11 Feb, FKN uit MKS hard run 2 | 26,8% |
| Sita 10-11 Feb, FKN uit MKS zacht run 2 | 38,5% |

Het gewogen gemiddelde van het vocht- en vuilgehalte van de drankenkartons bedroeg rond de 30% voor de gesorteerde drankenkartons bij Sita Rotterdam. Dit gehalte was hoger dan bij de voorgaande sortering op 1 juli en ook hoger dan bij de sortering van de milieuzakken. Waarschijnlijk is dit een seizoenseffect. Er kunnen geen conclusies uit getrokken worden omtrent het wel of niet optreden van kruisvervuiling tussen drankenkartons en kunststofverpakkingen.

3.3 Sorteerverdeling belangrijke kunststofverpakkingen

De verdeling van verpakkingsvormen over de gesorteerde fracties is uitgerekend uit de massaverdeling en de samenstelling van alle producten. Deze verdeling wordt nu gepresenteerd per gesorteerd product (zie Bijlage 3). In Tabel 7 staat de verdeling van de verpakkingen die belangrijk zijn voor de PET fractie. De PET-fractie dient hoofdzakelijk (>90%) uit flessen en flacons te bestaan, volgens specificatie DKR 328-1. Uit de verdeling blijkt inderdaad ook dat de heldere PET flessen voor het overgrote deel in de PET fractie terecht komen en dat dit voor bonte flessen en flacons lager is, aangezien hier volledig ingekleurde flessen en flacons (zogenoemde opake flessen) in voorkomen, die men niet in de PET fractie wenst te hebben. Van de PET vormvast overig komt, zoals verwacht, maar een klein gedeelte in de PET fractie terecht. Deze sorteerverdelingen zijn vergelijkbaar met eerder berekende sorteerberekeningen voor Sita Rotterdam, toen er nog geen drankkartons in het ingaande materiaal aanwezig was (20 juni 2013) en er nog weinig drankkartons in het ingaande materiaal aanwezig was (1 juli 2013).

Tabel 7: Sorteerverdeling van de verpakkingsvormen die relevant zijn voor de PET fractie over alle gesorteerde fracties.

| | Sorteerproducten | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|------|------|-------|-------------|--------------|------------|------|-------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
| PET flessen helder ≤ 0,5 liter | 77,3% | 0,1% | 0,4% | 0,0% | 1,4% | 2,6% | 3,5% | 0,1% | 14,6% |
| PET flessen bont ≤ 0,5 liter | 47,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 2,1% | 16,8% | 0,0% | 33,9% |
| PET flessen helder > 0,5 liter | 92,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 4,6% | 0,0% | 3,2% |
| PET flessen bont > 0,5 liter | 60,4% | 8,0% | 0,0% | 0,0% | 7,2% | 0,0% | 24,3% | 0,0% | 0,0% |
| PET Flacons | 70,6% | 0,4% | 0,3% | 0,8% | 1,7% | 3,4% | 14,3% | 0,0% | 8,5% |
| PET vormvast overig | 3,7% | 0,2% | 1,2% | 4,6% | 45,6% | 40,9% | 0,0% | 0,2% | 3,7% |

De verdeling van de verpakkingen die relevant zijn voor de PE fractie staat in Tabel 8. Duidelijk is dat het grootste deel van de PE drankflessen en PE flacons in de PE fractie terecht komen. Van de ongewenste kitspuiten komt nog steeds 37% in de PE fractie terecht. Deze verpakkingsverdelingen zijn grotendeels vergelijkbaar met die voor eerdere sorteringen van Sita Rotterdam zijn ingeschat (rond de 90%).

Tabel 8: Sorteerverdeling van de verpakkingvormen die relevant zijn voor de PE fractie over alle gesorteerde fracties.

| | Sorteerproducten | | | | | | | | |
|-------------|------------------|-------|------|-------|----------|-----------|---------|------|-------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
| PE flessen | 0,1% | 79,2% | 0,7% | 0,0% | 0,9% | 2,8% | 9,7% | 0,0% | 6,5% |
| PE flacons | 0,0% | 86,2% | 0,8% | 0,0% | 0,5% | 0,8% | 7,1% | 0,0% | 4,5% |
| Kit spuiten | 0,0% | 37,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 63,0% |

De verdeling van de verpakkingen die het meest relevant zijn voor de PP fractie staat in Tabel 9. Van de PP drankflessen kwam 100% in de PP fractie terecht, maar door de geringe hoeveelheid is dit percentage niet erg betrouwbaar. Van de PP flacons en de PP vormvast overig (schalen, kuipjes, bekers) komt de meerderheid in de PP fractie terecht. Deze verpakkingverdelingen zijn vergelijkbaar met die eerder voor Sita Rotterdam werden berekend, toen er nog geen drankenkartons in het ingaande mengsel aanwezig was (rond de 40%) en toen er nog maar een kleine hoeveelheid drankenkartons in het ingaande mengsel aanwezig was (rond de 50%).

Tabel 9: Sorteerverdeling van de verpakkingvormen die relevant zijn voor de PP fractie over alle gesorteerde fracties.

| | Sorteerproducten | | | | | | | | |
|--------------------|------------------|------|-------|-------|----------|-----------|---------|------|-------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
| PP flacons | 0,0% | 2,4% | 54,1% | 1,7% | 0,0% | 0,0% | 9,3% | 0,0% | 32,5% |
| PP Vormvast overig | 0,3% | 1,6% | 57,9% | 4,8% | 2,5% | 20,6% | 7,4% | 0,0% | 5,0% |

De verdeling van de verpakkingen die het meest relevant zijn voor de Folie-fractie staat in Tabel 10. Hieruit blijkt duidelijk dat de grotere foliestukken bij voorkeur in de filmfractie worden uitgesorteerd. Echter, de berekende verdelingen van de belangrijkste kunststofverpakkingen voor de Film fractie zijn net lager dan die van de sortering bij Sita Rotterdam op 1 juli toen er minder drankenkartons in het ingaande mengsel aanwezig was. De verdelingen waren toen 70%, 80% en 97% voor draagtassen > A4, PE Folie > A4 en Inzamelzakken, respectievelijk.

Tabel 10: Sorteerverdeling van de verpakkingvormen die relevant zijn voor de Film fractie over alle gesorteerde fracties.

| | Sorteerproducten | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------|------|-------|----------|-----------|---------|------|------|
| | PET | PE | PP | Folie | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
| Draagtassen > A4 | 0,0% | 0,2% | 0,3% | 59,5% | 0,9% | 21,0% | 17,8% | 0,1% | 0,2% |
| Draagtassen < A4 | 2,2% | 0,0% | 2,0% | 47,6% | 0,0% | 47,4% | 0,0% | 0,8% | 0,0% |
| PE Folie > A4 | 0,0% | 0,1% | 0,6% | 63,1% | 2,0% | 20,4% | 12,6% | 0,1% | 1,0% |
| PE Folie < A4 | 0,0% | 0,3% | 1,4% | 39,9% | 3,9% | 53,0% | 0,0% | 0,3% | 1,2% |
| Inzamelzakken PE | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 87,1% | 0,0% | 5,6% | 7,3% | 0,0% | 0,0% |

De berekende verpakkingverdelingen over de gesorteerde fracties zijn op hoofdlijnen vergelijkbaar met de eerdere inschattingen [Pilot Beverage Cartons extended report¹, tabel 61] voor Sita Rotterdam met geen of weinig drankenkartons in het ingaande mengsel. Alleen de kunststofverpakkingen die aan de Film fractie zouden toebehoren, kwamen in geringere hoeveelheden in de foliefractie terecht.

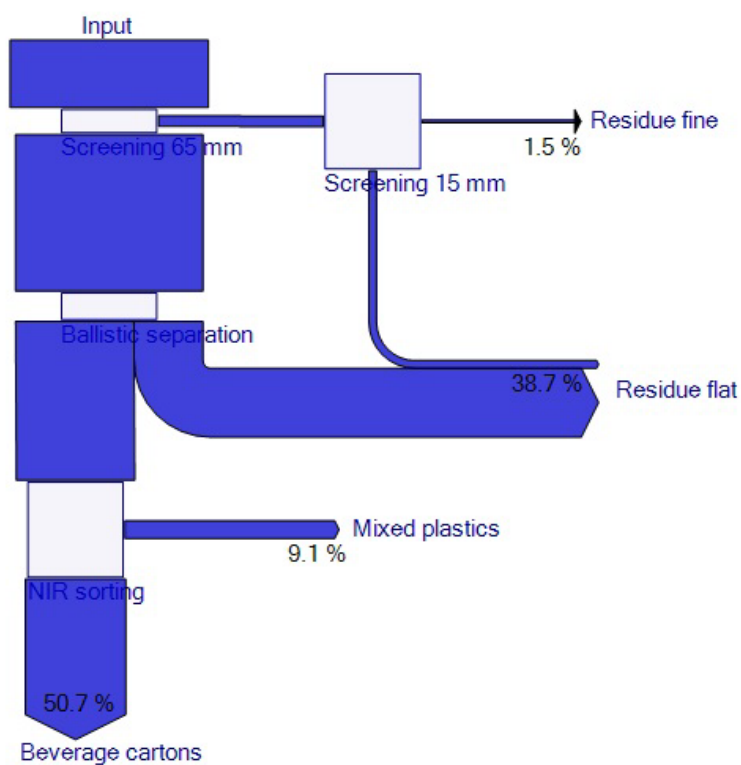
Deze berekeningen laten dus zien dat de aanwezigheid van drankenkartons in het ingaande mengsel bij Sita Rotterdam niet leidt tot een afname van de hoeveelheid meest relevante verpakkingen in de meest waardevolle fracties, met uitzondering van de flexibele verpakkingen voor de filmfractie. Dit betekent dus dat de twee oorzaken voor de lagere verhouding (pagina 13) zowel de lagere sorteerefficiëntie van de flexibele verpakkingen was als het toegenomen gewicht van de mengkunststoffracties waar de drankenkartons gedeeltelijk in terecht komen.

3.4 Procestechnologische analyse sorteerprocessen

De resultaten van de procestechnologische analyse worden per sorteerbedrijf besproken.

3.4.1 Sorteerbedrijf Augustin

Bij Augustin in Meppen werd het nagescheiden mengsel van kunststofverpakkingen en drankenkartons gesorteerd dat door Attero Noord werd geproduceerd. Het resultaat van de procestechnologische analyse is als massastroomschema van de drankenkartons weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Massastroomschema van drankenkartons bij Augustin.

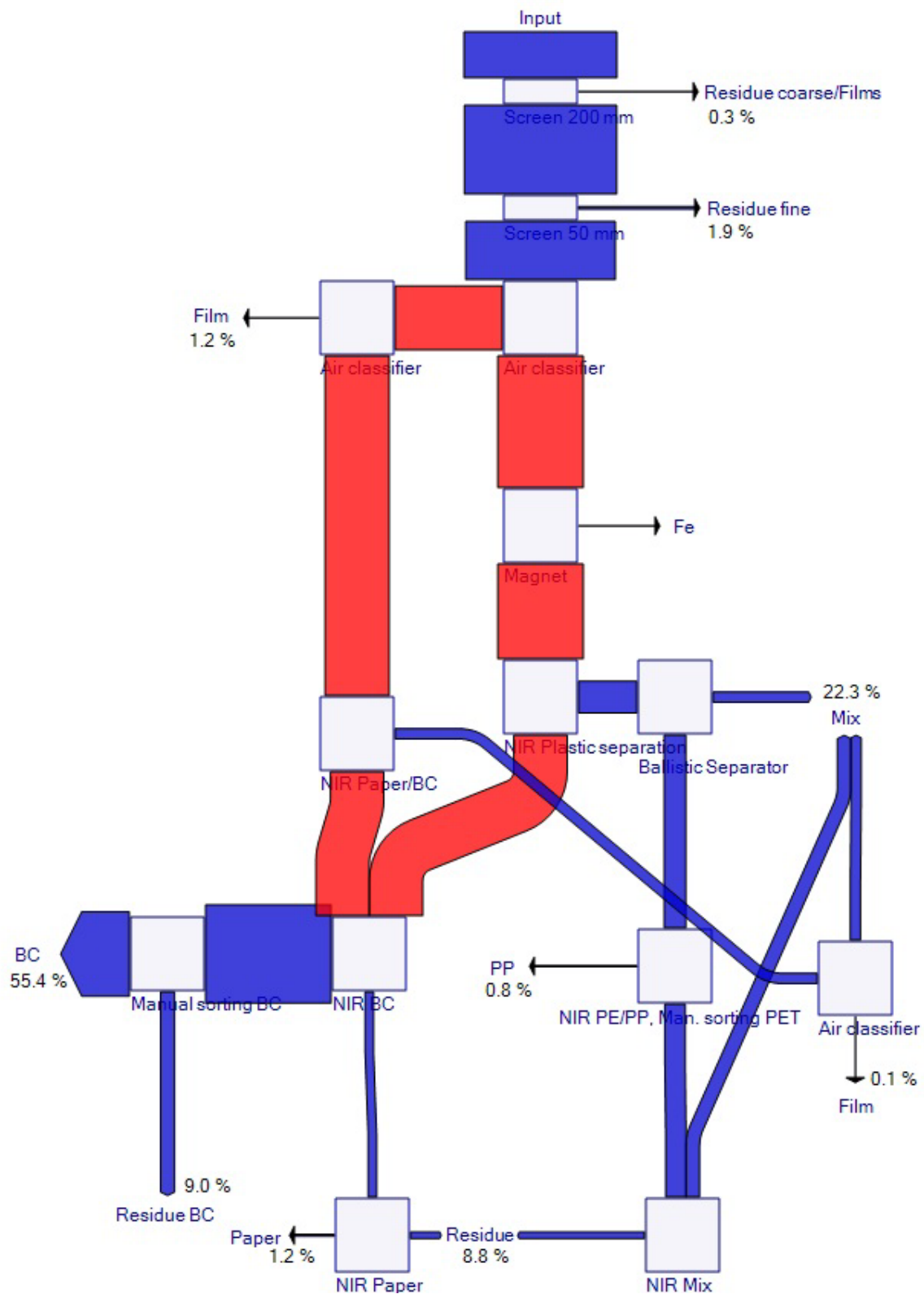
Hieruit blijkt dat ongeveer 5% van de drankenkartons verloren gaan bij de eerste zieving in de zeefdoorval. De zeefoverloopfractie wordt vervolgens op een ballistische scheider gebracht om de kunststoffen voor te behandelen voor de vervolgende NIR sorteerstappen. Veel drankenkartons gaan echter verloren bij de ballistische scheider, slechts 63% van de drankenkartons komt in de 3D-fractie terecht die naar de NIR sorteermachines wordt geleid. De rest (37%) komt in de vlakke sorteerrest terecht. Van de drankenkartons die naar de NIR

sorteremachines worden geleid, wordt ongeveer 85% herkend en toegevoegd aan het FKN product.

3.4.2 *Sorteerbedrijf Schönackers*

Het sorteerbedrijf Schönackers te Kempen sorteert regulier de milieuzakken. Het resultaat van de procestechnologische analyse is als massastroomschema van de drankenkartons weergegeven in Figuur 4.

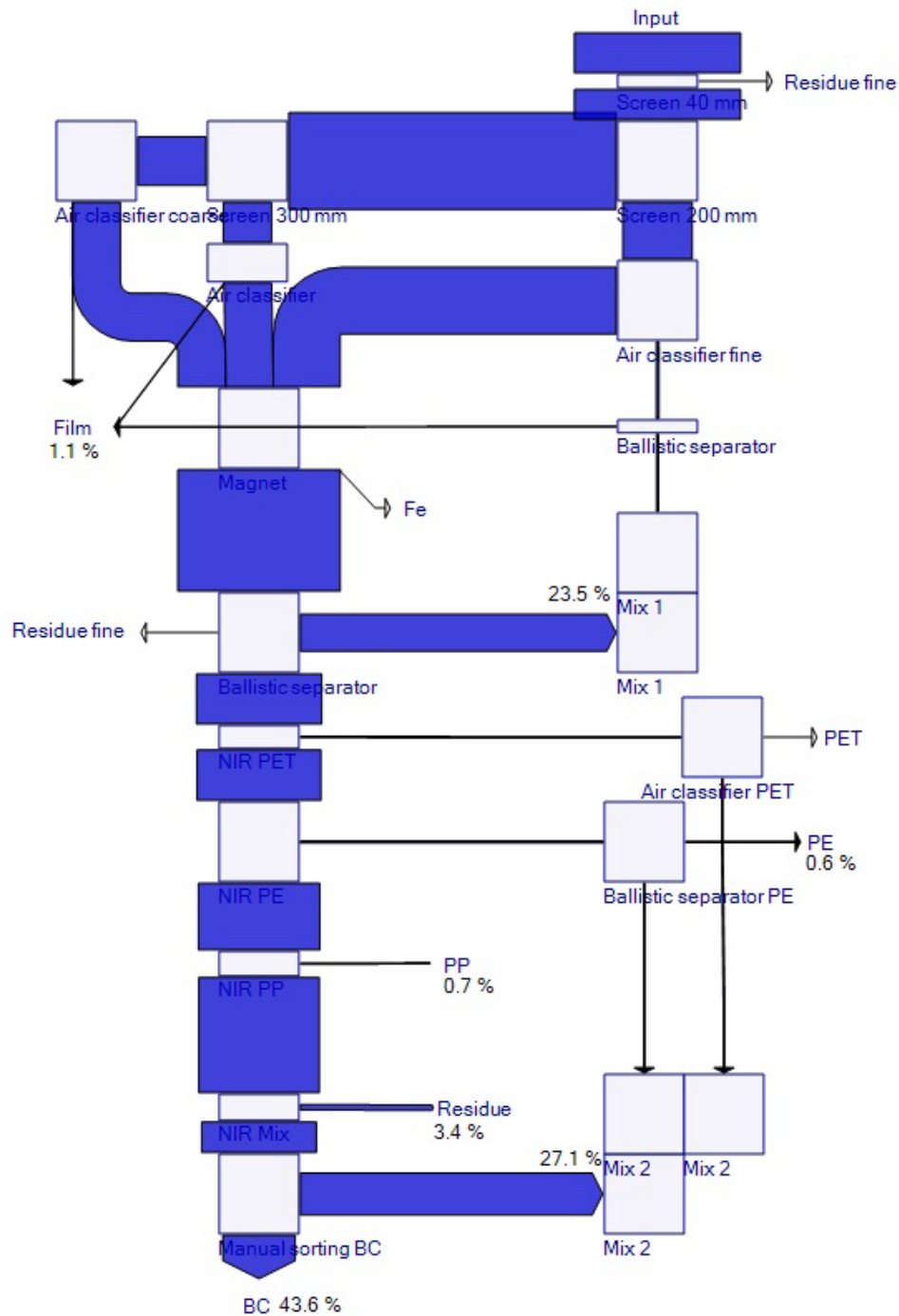
Uit het massastroomschema blijkt duidelijk dat dit aanzienlijk ingewikkelder is dan bij Augustin. Bovendien mist er informatie over de hoeveelheden en samenstellingen van de stromen in het middelste gedeelte van het sorteerproces (rood gekleurd in figuur 4) waar het materiaal wordt voorbehandeld voordat het met NIR machines wordt gesorteerd. Deze groep scheidingsmachines werd procestechnologisch gemodelleerd als één complexe machine met één ingaande stroom en meerdere productstromen. Deze benadering leidt nauwelijks tot fouten aangezien het merendeel van de drankenkartons naar de drankenkarton-NIR gaat. Uit de waargenomen verdeling van de drankenkartons over de latere processtappen kunnen inschattingen worden gemaakt over de prestaties van de eerste NIR sorteremachines (NIR papier/drankenkartons, NIR kunststof afscheiding). De sorteerrendementen van deze twee NIR machines bedroegen ongeveer 63 en 84%. De vervolg NIR sorteerstap wordt wel beïnvloed door de onzekerheid in de rendementen van de voorgaande NIR machines (hoeveelheid drankenkartons die naar het residu gaat van de NIR papier en de NIR mix), maar omdat de hoeveelheden relatief gering zijn is dit niet zo belangrijk. Het sorteerrendement van de NIR machine die het drankenkarton product maakt wordt geschat op 92%. De efficiëntie van de menselijke sorteerstap bedraagt ongeveer 86%.



Figuur 4: Massastroomschema van drankenkartons door de sorteerinstallatie van Schönackers.

3.4.3 Basis model voor sorteerproces van Sita

Het co-ingezamelde mengsel van kunststofverpakkingen en drankenkartons uit de pilot 2013 werd gesorteerd bij Sita Rotterdam. Het stroomschema van drankenkartons door deze installatie voor alleen de eerste doorloop staat weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Stroomschema van drankenkartons door sorteerinstallatie Sita Rotterdam bij de eerste doorloop.

De procestechnologische analyse van de eerste doorloop van materiaal door het sorteerproces van Sita resulteerde in andere sorteer-efficiënties voor de deel-stappen ballistische scheiding, windziften en manuele sortering dan voor de andere sorteerbedrijven. Daarom werden deze waarden gecontroleerd met additionele metingen. Hieruit bleek dat de ballistische scheider van Sita inderdaad efficiënter is voor drankenkartons dan die bij Augustin. Verder bleek er verschil te bestaan tussen de windziften voor grof en middel-grof materiaal aan de ene kant en fijn materiaal aan de andere kant. De laatste pakt meer drankenkartons mee. Tenslotte is de efficiëntie van de handmatige sortering bij Sita apart onderzocht deze bleek lager dan gemiddeld, wat geweten wordt aan de grote hoeveelheid drankenkartons die per tijdseenheid van de lopende band moeten worden verwijderd. Al deze aanvullende informatie werd gebruikt in een verbeterd procestechnologisch model. Hieruit blijkt dat de meeste drankenkartons die verloren gaan bij de ballistische scheider (ca. 30%) terecht komen in de mengkunststoffen (mix 1). De drankenkartons die in mengkunststoffen mix 2 terechtkomen zijn voornamelijk afkomstig van de handmatige sortering, doordat deze sorteerstap een efficiëntie van slechts 71% kent.

Geavanceerde model van het sorteerproces van Sita met beide runs

Vervolgens is er met de dataset van het basismodel een geavanceerd model opgesteld waarbij beide runs worden gemodelleerd. De hieruit afgeleide opbrengsten van de meest belangrijke deelstappen staan in de tabel hieronder vermeld.

Tabel 11: Opbrengsten van de meest relevante deelstappen van het sorteerproces van Sita bij de eerste en de tweede doorloop. Door veronderstellingen in het model moeten deze getallen als ruwe inschattingen worden beschouwd met een fout van $\pm 10\%$.

| Doorloop / run | Deel-stap | Opbrengst drankenkartons, [%] |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Eerste | Ballistische scheider | 77 |
| | NIR | 95 |
| | Handmatige sortering | 63 |
| Tweede | Ballistische scheider | 88 |
| | NIR | NVT |
| | Handmatige sortering | 57 |

Vergeleken met het basismodel is het sorteerrendement van de NIR machine hoger in het geavanceerde model, maar is het rendement van de manuele sortering lager. Het verschil in opbrengst tussen de eerste en de tweede doorloop kan worden verklaard met operationele aspecten. De mengkunststof van de eerste doorloop wordt geperst en vervolgens opnieuw ingevoerd in de installatie. Dit leidt tot deformaties van de drankenkartons, waardoor ze eerder in de 3D fractie van de ballistische scheider terecht gaan komen en ze lastiger te herkennen zijn

voor menselijke sorteerdere. Het verschil in rendementen tussen beide doorlopen is echter niet groot in vergelijking met de geschatte fout (10%) en deze verschillen zijn mogelijk niet significant.

De resultaten van de procestechnologische analyse in termen van scheidingsefficiënties voor drankenkartons per relevante deel-stap van alle sorteerbeidrijven zijn samengevat in Tabel 12.

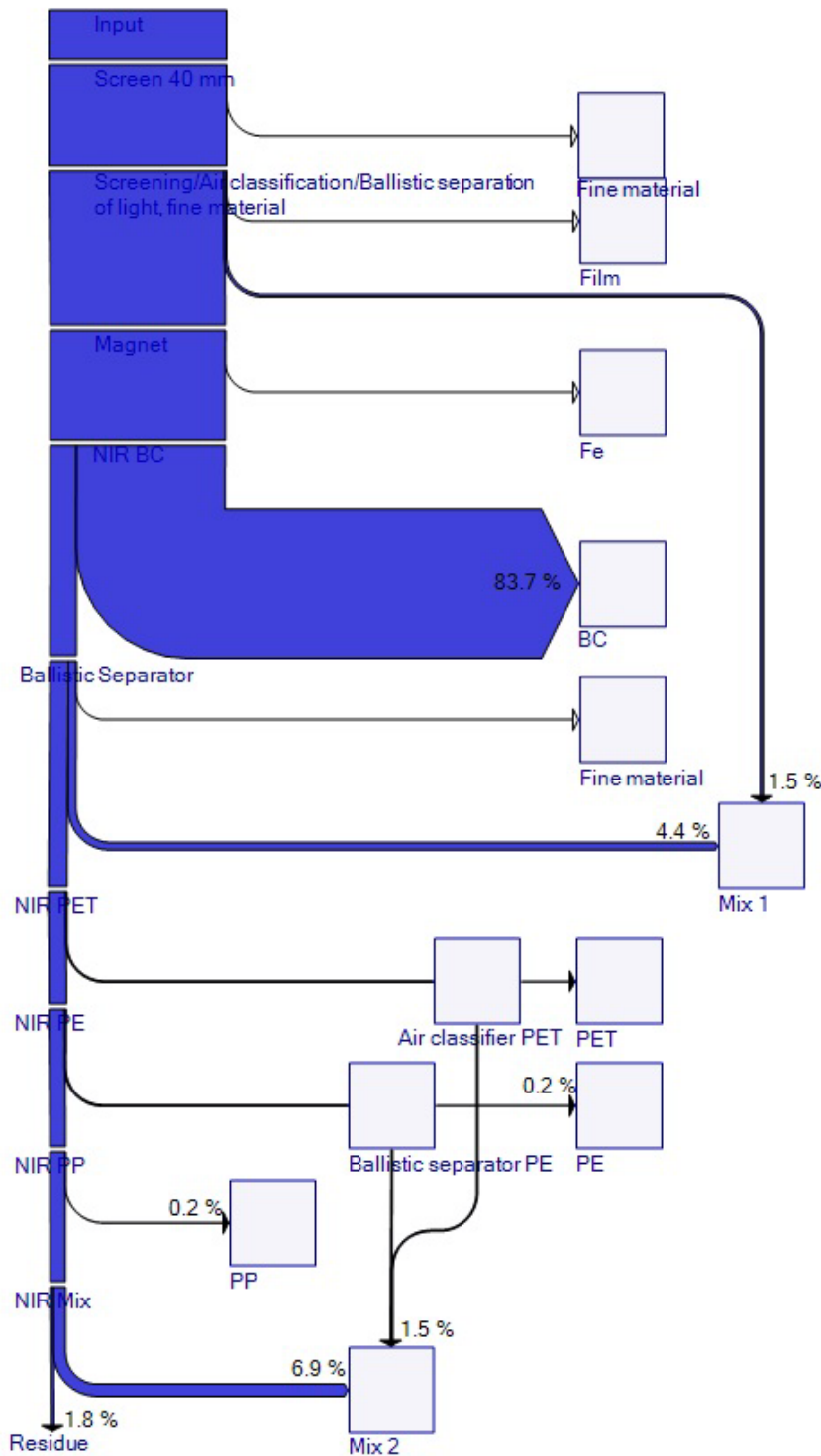
Tabel 12: Scheidingsefficiënties van alle relevante deelstappen in de drie onderzochte sorteerbeidrijven. De fout in deze getallen wordt op $\pm 10\%$ geschat.

| Sorteerbedrijf | Relevante deel-stap | Opbrengst drankenkartons, [%] |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Augustin | Ballistische scheider | 63 |
| | NIR | 85 |
| Schönmackers | NIR niveau 1 | 63-84 |
| | NIR niveau 2 | 92 |
| | Manuele sortering | 86 |
| Sita | Ballistische scheider | 70 |
| | NIR | 82 |
| | Manuele sortering | 71 |

3.4.4 *Denkebeeldig ideaal sorteerproces voor kunststof drankenkarton mengsels*

De verkregen sorteerefficiënties werden gebruikt om een nieuw sorteerproces te ontwikkelen dat de waargenomen zwakheden in de huidige sorteerbeidrijven vermijdt. Dit proces is weergegeven in Figuur 6.

In het ideale sorteerproces worden de drankenkartons direct afgescheiden na de drie voorbehandelingsstappen zeven, windziften en magnetische Ferro-metaalafscheiding en voor de ballistische scheider en NIR sorteerstappen voor de kunststofverpakkingen. De ballistische scheider veroorzaakt een groot verlies aan drankenkartons in de huidige sorteerbeidrijven. Door de drankenkartons af te scheiden nog voor het materiaal op de ballistische scheider wordt gebracht kan dit worden voorkomen. Bovendien kunnen de drankenkartons met dit proces machinaal worden afgescheiden, waardoor manuele sortering en de daarmee gepaard gaande verliezen worden voorkomen. De totale opbrengst aan drankenkartons bedraagt voor dit ideale proces dan ook 84%.



Figuur 6: Ideaal denkbeeldig sorteerproces voor drankenkarton-kunststof mengsels

Doordat de drankenkartons vroegtijdig in dit ideale proces worden afgescheiden, is de concentratie drankenkartons in de downstream-processtromen lager door bij de huidige sorteerbedrijven. Hierdoor zal het onverhoopt foutief uitsorteren van drankenkartons door de

NIR machines naar de kunststofproducten verminderen, uitgaande van gelijkblijvende scheidingsefficiënties voor de NIR machines.

Als voorbeeld hiervoor wordt NIR machine genomen in het Sita proces die als taak heeft PE verpakkingen af te scheiden. De concentratie drankenkartons in het ingaande mengsel was op 1 juli 2013 ongeveer 6%, door alle procestappen voorafgaande aan de PE-NIR was de concentratie aan drankenkartons gestegen naar 9%. De concentratie drankenkartons in de ingaande stroom voor het ideale proces werd verondersteld om 20% te zijn. Doordat de drankenkartons nu vroegtijdig worden afgescheiden is de concentratie in de stroom die als input dient voor de PE-NIR slechts 6%. Ondanks dat het gehalte in de ingaande stroom is verdrievoudigd, is de concentratie voorafgaande de PE-NIR nu gereduceerd met 33%. Kortom in het ideale sorteerproces zal de concentratie drankenkartons in de stromen waaruit kunststofverpakkingen worden afgescheiden zijn verlaagd, waardoor de terugwinning van waarde-kunststoffen verbeterd ten opzichte van de huidige sorteerbedrijven.

Kortom, door het sorteerproces aan te passen kan de opbrengst van de drankenkartons worden verhoogd. Ruim 80% zal kunnen worden teruggewonnen, afhankelijk van de precieze configuratie, de samenstelling van de ingaande stroom, de doorzet etc. Voor een dergelijk ideaal sorteerproces worden geen negatieve terugslageffecten op de kunststofproducten verwacht. Opgemerkt moet worden dat operationele aspecten als de bedrijfsvoering en de doorzet van de installatie alsmede variaties daarin, grote invloed hebben op de opbrengsten van een sorteerbedrijf. Dergelijke aspecten zijn niet meegenomen in deze beschouwing.

4 Discussie

Op 10 en 11 februari 2014 is er een additionele massabalancering uitgevoerd van sorteerbeidrijf Sita Rotterdam met een ingaand mengsel waarin nu meer (ca. 13%) drankenkartons in aanwezig was dan op 1 juli 2013 (ca. 6%).

Van de aanwezige drankenkartons kon 56% worden afgescheiden in het drankenkartonproduct (FKN), het grootste verlies trad op naar de mengkunststoffen. De sorteerverdeling van de meest belangrijke verpakkingen (kleine, heldere PET flesjes naar PET, PE flacons naar PE en PP vormvast overig naar PP) waren allemaal vergelijkbaar met die van de eerdere massa-balancering bij Sita op 1 juli 2013 met minder drankenkartons in het ingaande materiaal. Alleen de sorteerverdeling van de flexibele verpakkingen naar het sorteerproduct Film was iets verlaagd.

De meeste gesorteerde producten, met uitzondering van het mengkunststofproduct voldeden aan de bijbehorende DKR specificaties. De genoemde mengkunststofproducten hadden te hoge gehalten aan drankenkartons.

De sortering voldeed niet aan het 45%-criterium. De vastgestelde verhouding tussen waarde kunststoffen en alle kunststoffen bedroeg 42% en was dus lager dan de geëiste 45%. Hiervoor waren twee oorzaken. Ten eerste het hoge aandeel drankenkartons in de mengkunststoffen en ten tweede de iets verlaagde sorteerefficiëntie van de flexibele verpakkingen.

Het gehalte aanhangend vocht en vuil van de drankenkartons en enkele belangrijke kunststofverpakkingen viel binnen de gebruikelijke bandbreedtes. Er werd geen bewijs in gevonden dat er kruisvervuiling van drankenkartons naar kunststofverpakkingen zou zijn opgetreden.

De procestechnologische analyse van de gebruikte sorteerbeidrijven en van een denkbeeldig ideaal sorteerproces hebben inzichtelijk gemaakt dat sorteren van kunststof-drankenkarton-mengsels bij sorteerbeidrijven die daar niet op zijn toegerust een lagere opbrengst drankenkartons en relatief veel mengkunststof kan opleveren. Ballistische scheiding en manuele sortering kunnen beide verlies van drankenkartons opleveren. Deze verliezen kunnen worden voorkomen met een ideaal sorteerproces waar –op hoofdlijnen- de positie van de ballistische scheider wordt verplaatst en de drankenkartons als eerste machinaal met een NIR machine worden afgescheiden. Een dergelijk sorteerproces zal een opbrengst aan drankenkartons van ruim 80% kennen en de kunststof-producten zullen aan de DKR specificaties voldoen.

Dit betekent dus dat terugslageffecten reëel zijn voor het sorteren van mengsels van kunststof-verpakkingen en drankenkartons in bestaande sorteerinstallaties die hier niet voor zijn toegerust. Bij deze installaties zal er meer mengkunststof worden geproduceerd, waarbij er relatief veel drankenkartons in deze mengkunststof aanwezig zal zijn, waardoor dit product niet meer aan de

specificaties voldoet. Deze mengkunststof zal dan een additionele (voor Sita dus derde) sorteerrun moeten ondergaan om hieruit de drankkartons af te scheiden, wat leidt tot hoge additionele kosten.

Dit terugslageffect kan echter worden voorkomen door het materiaal te laten sorteren door een sorteerproces dat hier wel op is toegerust. Voor een dergelijk sorteerproces worden hoge sorteerrendementen voor drankkartons verwacht (ruim 80%), geen negatieve terugslageffecten op de kunststofproducten, mits er aan de operationele randvoorwaarden van het ontwerp wordt voldaan (juiste gemiddelde doorzet, geen doorzetpieken, etc.).

Kortom, de uitvoeringswijze van de sortering bepaalt of wel of geen terugslageffect zal optreden.

4.1 Terugslageffect

De vraag rijst nu wat het feitelijke terugslageffect is. In het geval dat in het nationaal afvalbeleid wordt opgenomen dat een gecombineerde gescheiden inzameling van kunststofverpakkingen en drankkartons officieel wordt toegestaan, zullen sorteerbebedrijven hierop reageren.

Duitse sorteerbebedrijven als Tönsmeier PW en Schönackers Kempen hoeven niet te reageren, omdat hun installatie al geschikt voor de sortering van dit mengsel in één doorloop.

De twee Nederlandse sorteerbebedrijven zullen wel moeten reageren om terugslageffecten op de sorteerfracties te voorkomen. De meest waarschijnlijke reactie zal een aanpassing van hun installatie zijn, zodat zij voor minimale additionele kosten ook dit mengsel goed kunnen sorteren. Deze aanpassing behelst het toevoegen van een NIR machine, verandering in de volgorde van de scheidingsmachines (zie paragraaf 3.4.4), aanleg van opvoer- en afvoerbanden en bouw van een productbunker. Dergelijke verbouwingskosten zullen sterk afhangen van de beschikbare ruimte in de installatie en van de tijdsduur (derving inkomsten door verbouwing). Dit kan waarschijnlijk gescheiden voor rond de 1.000.000 € per installatie als eerste grove schatting, gebaseerd op uitspraken van aannemers van sorteerinstallaties. Hiermee bedraagt het totale terugslageffect voor Nederland dan op ongeveer 2 miljoen Euro. Die kosten liggen bij de sorteerbebedrijven en zullen ze terugverdienen in het sorteertarief voor het mengsel, zodat dit uiteindelijk door het Afvalfonds betaald zal worden.

Er van uitgaand dat dit de reactie zal zijn van de sorteerbebedrijven, verwachten wij geen terugslageffect op de hoeveelheid hergebruikt kunststof uit sortering.

5 Conclusies

De terugslageffecten van een gecombineerde inzameling van kunststofverpakkingen en drankenkartons werd in detail bestudeerd met een aanvullende analyse van sorteerb企业 Sita Rotterdam. De ingaande stroom bevatte nu 13% drankenkartons. Daarbij is een uitgebreide proces technologische analyse van alle in de Pilot bestudeerde sorteerb企业 gedaan.

Het sorteren van mengsels van kunststofverpakkingen en drankenkartons op sorteerinstallaties die hier niet voor zijn ontworpen leidt tot een terugslageffect. Er wordt meer mengkunststof geproduceerd en minder filmfractie. De toename van de hoeveelheid mengkunststof komt voornamelijk doordat een flink deel van de drankenkartons hierin terecht komen, alsmede de foutief uitgesorteerde flexibele verpakkingen.

Dit kan echter worden tegengegaan door de sorteerinstallatie aan te passen. Uit proces technologische modellering volgt dat een ideale sorteerinstallatie voor dit mengsel met een aangepaste configuratie en een additionele NIR sorteermachine geen terugslageffect van betekenis laat zien. Een dergelijke installatie kan ruim 80% afscheiden in het drankenkartonproduct, terwijl de kunststofproducten allemaal aan de bijbehorende DKR specificaties zullen voldoen.

Kortom, de uitvoeringswijze van de sortering bepaalt of wel of geen terugslageffect zal optreden.

Ervan uitgaande dat na een eventuele beleidswijziging de sorteerb企业 zich aanpassen, komt het negatieve terugslageffect van co-inzameling van kunststofverpakkingen en drankenkarton neer op deze aanpassingskosten. Deze kosten worden op 2 miljoen Euro geschat, dit is een grove schatting op basis van gesprekken met aannemers van sorteerb企业.

Literatuur

¹ Thoden van Velzen EU, Brouwer MT, Keijsers E, Pretz Th, Feil A, Jansen M. “Pilot beverage cartons, extended technical report” WageningenUR FBR report 1440, Wageningen, December 2013.

Abstract

During the pilot beverage cartons 2013 several collection schemes for beverage cartons have been investigated, including a co-collection scheme for plastic packaging waste and beverage cartons. A potential negative consequence of this collection method could be lower sorting yields for plastic packages. The results of the pilot 2013 were inconclusive regarding this potential negative consequence. Therefore an additional study was performed in 2014 which included an additional mass balancing of a sorting facility and the process technological modelling of such a sorting facility. The main conclusion of this study is that the manner in which the sorting is executed will determine whether or not a negative consequences will occur.

The additional mass balancing of sorting facility Sita Rotterdam was executed on February the 10th and 11th 2014 with 178 tonnes co-collected material which contained 13% beverage cartons. The produced beverage carton product (FKN) contained 56% of the beverage cartons present in the input, the largest loss occurred to the mixed plastic products. The sorting distributions of the most important plastic packages (small clear PET bottles to PET, PE flasks to PE, PP rigid top, etc.) were all comparable to the previous mass balancing at Sita on July 1st 2013 with less beverage cartons in the input mixture. Only the sorting distributions of flexible packages towards the Film product were slightly diminished. Most sorted product, with the exception of mixed plastics hard and mix, complied with the specifications. Both exceptions contained too many beverage cartons.

The studied sorting run did not comply with the 45% valuable plastic packaging criterion. The established ratio between valuable plastics and all plastics was 42% and hence lower than the demanded 45%. This was caused by the large amount of beverage cartons in the mixed plastic fractions and the slightly reduced sorting efficiency of the flexible packages.

The moisture and dirt content of the beverage cartons and several relevant plastic packages all fell within the usual spread. No evidence of cross contamination between beverage cartons and plastic packages could be found.

The studied sorting facilities and an imaginary ideal sorting facility were process technologically analysed. This revealed that sorting co-collected mixtures of plastic packages and beverage cartons at sorting facilities that are designed for plastic packaging only, will result in lower sorting yields for beverage cartons and relative large amounts of mixed plastics. Ballistic separation and manual sorting both can contribute to losses of beverage cartons. These losses can be prevented with an ideal sorting facility in which the position of the ballistic separator in the configuration is changed and the beverage cartons are first removed with a NIR sorting machine. Such an ideal sorting facility will have a yield for beverage cartons of more than 80% and will produce plastic fractions that comply to all the DKR specifications.

This implies that, in existing sorting facilities that have been designed for plastic packaging waste only, negative consequences are realistic for sorting mixtures of plastic packages and beverage cartons. These facilities will produce more mixed plastics with a relative high amount of beverage cartons. Consequently these mixed plastics will no longer comply to the relevant specification. These mixed plastics will need an additional (for Sita third) run through the sorting facility to remove the beverage cartons. This will result in high additional costs.

This negative consequence can be avoided by sorting the co-collected material at a suitable facility that is designed for this mixture. For such a sorting facility high sorting yields of more than 80% for beverage cartons are forecasted. Simultaneously no negative consequences on the plastic products are expected, as long as the operational conditions are met (correct average throughput, no capacity peaks, etc.). In short, the manner in which the sorting is executed will determine whether or not a negative consequences will occur. Assuming that a possible policy change will result in technical modifications of existing sorting facilities, the negative consequence of a co-collection system would boil down to the costs of these adaptations. These costs are crudely estimated to be 2 million Euro.

Dankbetuiging

Wij bedanken de opdrachtgever voor het in ons gestelde vertrouwen.

Veel mensen hebben enthousiast bijgedragen aan de uitvoering van dit onderzoek en de duiding van de resultaten.

Jaap Hulstein, Marcel Staal, Albertino Pereira en Daan de Rooij worden bedankt voor nemen en ter beschikking stellen van alle monsters.

Alexander Versteeg, Johan ten Besten, Joost Starmans en Marcel Staal worden bedankt voor het sorteren van alle monsters.

Bijlagen

Bijlage 1 Gemiddelde samenstelling gesorteerde producten

Bijlage 2 Vocht- en vuilgehaltes drankenkartons

Bijlage 3 Uitgerekende sorteerverdelingen

Bijlage 1 Gemiddelde samenstelling gesorteerde producten

| | PET | PE | PP | FILM | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
|---|-------|-------|-------|------|-------------|--------------|------------|------|------|
| | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter | 29,4% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,3% | 0,2% | 0,5% | 0,0% | 2,0% |
| PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter | 8,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 1,1% | 0,0% | 2,3% |
| PET Helder Drank - Groter 0,5 liter | 18,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,2% |
| PET Bont Drank - Groter 0,5 liter | 1,3% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% |
| Drankflessen PE | 0,0% | 21,3% | 0,2% | 0,0% | 0,2% | 0,2% | 1,1% | 0,0% | 0,8% |
| Drankflessen PP | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Drankflessen PS | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,1% | 0,2% | 0,0% | 0,0% |
| Drankflessen anders | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Flacons PET | 34,4% | 0,2% | 0,1% | 0,1% | 0,5% | 0,4% | 2,4% | 0,0% | 1,5% |
| Flacons PE | 0,0% | 66,7% | 0,6% | 0,0% | 0,3% | 0,2% | 2,4% | 0,0% | 1,5% |
| Flacons PP | 0,0% | 0,5% | 11,1% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,8% | 0,0% | 2,9% |
| Flacons anders | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| PET dieptrek | 0,1% | 0,0% | 0,1% | 0,9% | 5,5% | 1,6% | 0,0% | 0,1% | 1,2% |
| PE dieptrek | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |
| PP dieptrek | 0,0% | 0,0% | 0,5% | 0,2% | 0,0% | 0,5% | 0,1% | 0,0% | 0,1% |
| PVC dieptrek | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 1,0% |
| PS dieptrek | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| PET vormvast | 5,7% | 0,3% | 1,4% | 2,4% | 39,0% | 15,6% | 0,0% | 0,2% | 2,0% |
| PE vormvast | 0,1% | 4,4% | 0,3% | 0,2% | 0,4% | 0,5% | 1,6% | 0,0% | 0,2% |
| PP vormvast | 0,4% | 1,6% | 57,1% | 2,0% | 1,7% | 6,2% | 3,2% | 0,0% | 2,2% |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| PVC vormvast | 0,0% | 0,1% | 0,6% | 0,4% | 0,3% | 1,2% | 0,1% | 0,0% | 7,4% |
| PS vormvast | 0,2% | 0,3% | 1,1% | 1,1% | 10,9% | 4,8% | 0,0% | 0,2% | 1,3% |
| Draagtasjes (PE) > A4 | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 13,8% | 0,3% | 3,5% | 4,2% | 0,1% | 0,1% |
| Draagtasjes (PE) < A4 | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PET > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PET < A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PE > A4 | 0,0% | 0,1% | 0,7% | 29,9% | 1,5% | 7,0% | 6,1% | 0,1% | 0,5% |
| Folie PE < A4 | 0,0% | 0,2% | 0,7% | 8,7% | 1,4% | 8,4% | 0,0% | 0,1% | 0,3% |
| Folie PP > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,6% | 2,8% | 0,8% | 2,1% | 3,5% | 0,0% | 0,7% |
| Folie PP < A4 | 0,1% | 0,1% | 1,7% | 3,6% | 1,3% | 6,9% | 0,0% | 0,1% | 0,5% |
| Folie PVC > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |
| Folie PVC < A4 | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,2% | 0,3% | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,5% |
| Folie PS > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PS < A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv | 0,1% | 0,6% | 2,7% | 1,4% | 3,8% | 2,7% | 4,2% | 0,0% | 20,0% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 6,4% | 0,2% | 0,7% | 9,0% | 0,0% | 0,1% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie < A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,3% | 0,5% | 0,0% | 0,0% | 0,7% |
| Restkunststoffen (PC, PLA, etc.) | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,3% | 0,9% | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,5% |
| Laminaat PET | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,1% | 0,6% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |
| Laminaat PE | 0,1% | 0,3% | 0,4% | 4,4% | 1,7% | 5,7% | 0,0% | 0,0% | 0,8% |
| Laminaat PP | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,9% | 0,4% | 1,4% | 0,0% | 0,1% | 0,8% |
| Laminaat PVC | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Laminaat PS | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|
| Doordrukstrips PET | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Doordrukstrips PE | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Doordrukstrips PP | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Doordrukstrips PVC | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,2% | 0,0% | 0,0% |
| Doordrukstrips PS | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Piepschuim schalen | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Piepschuim blokken | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,2% |
| Silicotentubes | 0,0% | 0,6% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,4% |
| PET niet verpakkingen | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,2% |
| PE (vormvast) niet verpakkingen | 0,0% | 0,4% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,1% | 0,5% | 0,0% | 2,5% |
| PE (folie) niet verp > A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% | 0,0% |
| PE (folie) niet verp < A4 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| PP niet verpakkingen | 0,1% | 0,2% | 15,5% | 0,7% | 0,9% | 1,6% | 0,0% | 0,0% | 4,5% |
| PVC niet verpakkingen | 0,0% | 0,1% | 0,7% | 0,0% | 0,4% | 1,3% | 0,1% | 0,0% | 9,1% |
| PS niet verpakkingen | 0,1% | 0,3% | 0,3% | 0,1% | 10,2% | 1,3% | 1,2% | 0,1% | 4,9% |
| Inzamelzakken (PE) | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 14,6% | 0,0% | 0,7% | 1,2% | 0,0% | 0,0% |
| Melkpakken ≥ 1 liter | 0,0% | 0,3% | 0,3% | 0,2% | 2,5% | 0,3% | 5,7% | 21,7% | 1,3% |
| Melkpakken < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,2% | 0,2% | 0,0% |
| Melkpakken UHT ≥ 1 liter | 0,0% | 0,2% | 0,3% | 0,1% | 2,1% | 0,1% | 2,4% | 15,3% | 0,4% |
| Melkpakken UHT < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,3% | 0,2% | 0,0% |
| Yoghurt en vlapakken ≥ 1 liter | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 2,6% | 0,3% | 6,5% | 21,5% | 0,3% |
| Yoghurt en vlapakken < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% |
| Sappakken ≥ 1 liter | 0,0% | 0,3% | 0,3% | 0,3% | 1,9% | 0,3% | 3,1% | 28,5% | 0,3% |
| Sappakken < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,7% | 0,3% | 0,6% | 0,5% | 0,2% |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken \geq 1 liter | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,0% | 0,5% | 0,0% | 2,3% | 6,5% | 0,4% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT \geq 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,6% | 0,8% | 0,0% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT < 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,0% | 0,1% | 0,0% |
| Restpakken \geq 1 liter | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,3% | 0,7% | 0,6% | 0,0% |
| Restpakken < 1 liter | 0,0% | 0,2% | 0,2% | 0,0% | 0,8% | 0,1% | 0,1% | 1,5% | 0,3% |
| Papier/karton | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 1,7% | 1,1% | 12,7% | 0,0% | 0,4% | 4,5% |
| Organisch/ondefinieerbaar | 0,0% | 0,1% | 0,4% | 0,2% | 1,4% | 3,9% | 29,0% | 0,1% | 7,4% |
| Textiel | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 3,1% | 0,0% | 0,0% | 3,2% |
| Metaal > 100 gram | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,6% | 0,0% | 2,6% |
| Metaal <100 gram | 0,2% | 0,1% | 0,2% | 0,1% | 0,6% | 0,2% | 3,4% | 0,0% | 4,4% |
| Glas | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,1% |

Bijlage 2 Vocht- en vuilgehaltes drankenkartons

| | MKS hard sorteerrun 1 | MKS zacht sorteerrun 1 | MKS hard sorteerrun 2 | MKS zacht sorteerrun 2 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Vocht en vuilgehalte [%] | Vocht en vuilgehalte [%] | Vocht en vuilgehalte [%] | Vocht en vuilgehalte [%] |
| Melkpakken \geq 1 liter | 25,7% | 33,9% | 24,1% | 31,8% |
| Melkpakken $<$ 1 liter | 20,5% | n.v.t. | 27,9% | 36,7% |
| Melkpakken UHT \geq 1 liter | 28,6% | 31,8% | 28,4% | 36,4% |
| Melkpakken UHT $<$ 1 liter | 37,0% | 33,3% | 30,8% | 25,0% |
| Yoghurt en vlapakken \geq 1 liter | 49,7% | 47,0% | 44,3% | 51,9% |
| Yoghurt en vlapakken $<$ 1 liter | 55,3% | 28,8% | 44,6% | 47,2% |
| Sappakken \geq 1 liter | 22,3% | 30,8% | 22,1% | 33,0% |
| Sappakken $<$ 1 liter | 23,4% | 19,4% | 22,7% | 24,8% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken \geq 1 liter | 35,7% | 40,1% | 33,7% | 42,5% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken $<$ 1 liter | 37,5% | 35,6% | n.v.t. | 58,6% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT \geq 1 liter | 29,4% | 40,5% | 28,4% | 31,4% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT $<$ 1 liter | 26,5% | 54,3% | n.v.t. | 42,5% |
| Restpakken \geq 1 liter | 23,6% | 33,8% | 16,0% | 26,5% |
| Restpakken $<$ 1 liter | 30,3% | 29,5% | 24,7% | 40,6% |

Bijlage 3 Uitgerekende sorteerverdelingen

| | Totaal | PET | PE | PP | FILM | MKS hard | MKS zacht | MKS mix | FKN | Rest |
|---|--------|-------|-------|--------|-------|-------------|--------------|------------|------|-------|
| | [kg] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| PET Helder Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter | 3.446 | 77,3% | 0,1% | 0,4% | 0,0% | 1,4% | 2,6% | 3,5% | 0,1% | 14,6% |
| PET Bont Drank - Kleiner/gelijk 0,5 liter | 1.700 | 47,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 2,1% | 16,8% | 0,0% | 33,9% |
| PET Helder Drank - Groter 0,5 liter | 1.816 | 92,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 4,6% | 0,0% | 3,2% |
| PET Bont Drank - Groter 0,5 liter | 194 | 60,4% | 8,0% | 0,0% | 0,0% | 7,2% | 0,0% | 24,3% | 0,0% | 0,0% |
| Drankflessen PE | 3.013 | 0,1% | 79,2% | 0,7% | 0,0% | 0,9% | 2,8% | 9,7% | 0,0% | 6,5% |
| Drankflessen PP | 8 | 0,0% | 0,0% | 100,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Drankflessen PS | 119 | 0,7% | 2,5% | 2,2% | 0,0% | 32,3% | 21,4% | 36,8% | 0,1% | 3,9% |
| Drankflessen anders | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Flacons PET | 4.415 | 70,6% | 0,4% | 0,3% | 0,8% | 1,7% | 3,4% | 14,3% | 0,0% | 8,5% |
| Flacons PE | 8.650 | 0,0% | 86,2% | 0,8% | 0,0% | 0,5% | 0,8% | 7,1% | 0,0% | 4,5% |
| Flacons PP | 2.301 | 0,0% | 2,4% | 54,1% | 1,7% | 0,0% | 0,0% | 9,3% | 0,0% | 32,5% |
| Flacons anders | n.v.t. | | | | | | | | | |
| PET dieptrek | 2.043 | 0,3% | 0,1% | 0,4% | 11,3% | 43,5% | 28,4% | 0,0% | 0,7% | 15,3% |
| PE dieptrek | 133 | 0,0% | 0,6% | 4,2% | 35,7% | 41,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 18,5% |
| PP dieptrek | 317 | 1,4% | 0,0% | 17,5% | 15,2% | 0,0% | 53,4% | 5,2% | 0,0% | 7,3% |
| PVC dieptrek | 270 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 7,9% | 1,6% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 90,5% |
| PS dieptrek | 177 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 22,7% | 19,4% | 51,0% | 0,0% | 0,8% | 6,1% |
| PET vormvast | 13.900 | 3,7% | 0,2% | 1,2% | 4,6% | 45,6% | 40,9% | 0,0% | 0,2% | 3,7% |
| PE vormvast | 1.314 | 0,5% | 37,5% | 2,8% | 3,1% | 5,5% | 13,8% | 32,3% | 0,1% | 4,4% |
| PP vormvast | 11.077 | 0,3% | 1,6% | 57,9% | 4,8% | 2,5% | 20,6% | 7,4% | 0,0% | 5,0% |

| | | | | | | | | | | |
|--|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| PVC vormvast | 2.570 | 0,0% | 0,2% | 2,7% | 4,1% | 1,7% | 16,9% | 1,5% | 0,2% | 72,7% |
| PS vormvast | 4.315 | 0,4% | 0,7% | 2,8% | 6,7% | 40,9% | 40,4% | 0,0% | 0,6% | 7,6% |
| Draagtasjes (PE) > A4 | 6.115 | 0,0% | 0,2% | 0,3% | 59,5% | 0,9% | 21,0% | 17,8% | 0,1% | 0,2% |
| Draagtasjes (PE) < A4 | 247 | 2,2% | 0,0% | 2,0% | 47,6% | 0,0% | 47,4% | 0,0% | 0,8% | 0,0% |
| Folie PET > A4 | 47 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 48,7% | 0,0% | 0,0% | 51,3% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PET < A4 | 109 | 0,4% | 0,0% | 1,8% | 27,7% | 5,3% | 64,9% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Folie PE > A4 | 12.521 | 0,0% | 0,1% | 0,6% | 63,1% | 2,0% | 20,4% | 12,6% | 0,1% | 1,0% |
| Folie PE < A4 | 5.782 | 0,0% | 0,3% | 1,4% | 39,9% | 3,9% | 53,0% | 0,0% | 0,3% | 1,2% |
| Folie PP > A4 | 2.787 | 0,0% | 0,1% | 2,2% | 26,5% | 4,6% | 27,1% | 33,0% | 0,1% | 6,4% |
| Folie PP < A4 | 4.036 | 0,2% | 0,2% | 4,7% | 23,7% | 5,1% | 62,5% | 0,0% | 0,4% | 3,1% |
| Folie PVC > A4 | 85 | 0,0% | 0,0% | 51,7% | 0,0% | 5,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 43,2% |
| Folie PVC < A4 | 351 | 0,3% | 0,0% | 2,7% | 15,2% | 14,4% | 31,2% | 0,0% | 0,0% | 36,1% |
| Folie PS > A4 | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Folie PS < A4 | 27 | 0,0% | 0,0% | 4,2% | 12,2% | 7,0% | 76,6% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar vv | 8.526 | 0,1% | 0,8% | 3,5% | 4,5% | 7,3% | 11,7% | 12,6% | 0,0% | 59,5% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie > A4 | 4.334 | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 39,0% | 0,6% | 5,6% | 53,8% | 0,0% | 0,7% |
| Restkunststoffen niet met NIR sorteerbaar folie < A4 | 457 | 0,3% | 0,0% | 0,2% | 6,9% | 10,1% | 39,8% | 1,3% | 0,0% | 41,4% |
| Restkunststoffen (PC, PLA, etc.) | 482 | 0,2% | 0,0% | 1,7% | 18,6% | 29,4% | 24,3% | 0,0% | 0,0% | 25,9% |
| Laminaat PET | 316 | 1,3% | 0,0% | 0,4% | 17,0% | 4,0% | 65,1% | 0,0% | 0,3% | 11,9% |
| Laminaat PE | 3.792 | 0,1% | 0,9% | 1,1% | 30,3% | 7,4% | 54,6% | 0,0% | 0,2% | 5,4% |
| Laminaat PP | 1.083 | 0,2% | 0,2% | 3,5% | 22,1% | 6,6% | 47,4% | 0,0% | 0,7% | 19,3% |
| Laminaat PVC | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Laminaat PS | n.v.t. | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Doordrukstrips PET | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Doordrukstrips PE | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Doordrukstrips PP | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Doordrukstrips PVC | 118 | 0,0% | 0,0% | 1,5% | 0,0% | 3,7% | 49,6% | 38,7% | 0,0% | 6,5% |
| Doordrukstrips PS | n.v.t. | | | | | | | | | |
| Piepschuim schalen | 49 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 66,7% | 8,8% | 24,4% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Piepschuim blokken | 157 | 0,2% | 0,5% | 1,6% | 4,3% | 11,4% | 46,9% | 0,0% | 0,0% | 35,3% |
| Siliconentubes | 171 | 0,0% | 37,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 63,0% |
| PET niet verpakkingen | 185 | 11,1% | 2,0% | 1,0% | 0,0% | 3,9% | 47,9% | 0,0% | 0,0% | 34,1% |
| PE (vormvast) niet verpakkingen | 880 | 0,2% | 4,8% | 0,0% | 0,0% | 2,8% | 4,1% | 15,2% | 0,0% | 72,9% |
| PE (folie) niet verp > A4 | 156 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 38,5% | 0,0% | 0,0% | 61,5% | 0,0% | 0,0% |
| PE (folie) niet verp < A4 | 101 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 18,5% | 0,0% | 81,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| PP niet verpakkingen | 3.834 | 0,3% | 0,7% | 45,4% | 4,9% | 3,7% | 15,5% | 0,0% | 0,0% | 29,6% |
| PVC niet verpakkingen | 2.964 | 0,0% | 0,2% | 2,7% | 0,1% | 2,0% | 16,2% | 0,7% | 0,0% | 78,0% |
| PS niet verpakkingen | 3.767 | 0,3% | 1,0% | 0,8% | 0,4% | 44,0% | 12,5% | 8,0% | 0,4% | 32,7% |
| Inzamelzakken (PE) | 4.439 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 87,1% | 0,0% | 5,6% | 7,3% | 0,0% | 0,0% |
| Melkpakken ≥ 1 liter | 5.255 | 0,0% | 0,6% | 0,7% | 1,2% | 7,8% | 2,1% | 28,0% | 53,2% | 6,2% |
| Melkpakken < 1 liter | 121 | 0,0% | 0,0% | 5,5% | 0,0% | 22,7% | 0,0% | 51,9% | 19,8% | 0,0% |
| Melkpakken UHT ≥ 1 liter | 3.159 | 0,0% | 0,8% | 1,0% | 0,7% | 10,7% | 1,7% | 19,6% | 62,3% | 3,2% |
| Melkpakken UHT < 1 liter | 135 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 24,6% | 0,0% | 58,9% | 16,4% | 0,0% |
| Yoghurt en vlapakken ≥ 1 liter | 5.132 | 0,0% | 0,3% | 0,1% | 0,6% | 8,3% | 2,3% | 33,0% | 54,1% | 1,3% |
| Yoghurt en vlapakken < 1 liter | 96 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 40,5% | 0,0% | 0,0% | 59,5% | 0,0% |
| Sappakken ≥ 1 liter | 5.090 | 0,0% | 0,6% | 0,8% | 1,3% | 6,1% | 1,9% | 15,6% | 72,1% | 1,6% |
| Sappakken < 1 liter | 485 | 0,0% | 0,4% | 1,7% | 3,3% | 22,3% | 19,5% | 31,8% | 12,6% | 8,4% |

| | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken \geq 1 liter | 1.634 | 0,0% | 1,0% | 0,5% | 0,0% | 4,9% | 0,0% | 36,2% | 51,4% | 6,0% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken < 1 liter | 64 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 22,6% | 0,0% | 0,0% | 77,4% | 0,0% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT \geq 1 liter | 259 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 60,0% | 40,0% | 0,0% |
| Drinkyoghurt/fruitmelkpakken UHT < 1 liter | 56 | 0,0% | 0,0% | 4,7% | 0,0% | 27,4% | 37,3% | 8,3% | 22,3% | 0,0% |
| Restpakken \geq 1 liter | 391 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 4,3% | 29,2% | 47,7% | 18,8% | 0,0% |
| Restpakken < 1 liter | 523 | 0,0% | 5,3% | 3,3% | 0,0% | 26,4% | 9,8% | 3,2% | 37,1% | 15,0% |
| Papier/karton | 6.480 | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 6,8% | 2,8% | 71,6% | 0,0% | 0,9% | 17,7% |
| Organisch/ondefinieerbaar | 11.187 | 0,0% | 0,1% | 0,4% | 0,6% | 2,1% | 12,7% | 67,2% | 0,1% | 16,8% |
| Textiel | 1.954 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,2% | 0,0% | 58,0% | 0,0% | 0,0% | 41,8% |
| Metaal > 100 gram | 826 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 19,1% | 0,0% | 80,9% |
| Metaal <100 gram | 2.232 | 0,7% | 0,7% | 1,2% | 1,2% | 4,3% | 2,8% | 39,3% | 0,0% | 49,9% |
| Glas | 40 | 12,3% | 0,0% | 1,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 86,8% |