

Hoeveelheid en milieudruk van verzendmaterialen voor post en pakketten voor consumenten

Bram Honig, José Potting & Emmy van Daele (Utrecht, Januari 2022)

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in de context van het ReuSe Vanguard Project (RSVP) van Zero Waste Europe (ZWE). Doel van het RSVP-project is “Reusable solutions for packaging for beverages, take-away drinks and food as well as online delivery get to scale in Europe and become the new normal in the sectors selected”.

Bram Honig is eindverantwoordelijk voor de berekeningen in dit rapport. De rapportering komt voor rekening van José Potting.

Samenvatting

Online bestelde producten worden vaak in een kartonnen verzenddoos bezorgd. In kartonnen verzenddozen zitten bovendien vaak ook nog vulmaterialen om het verpakte product op z'n plek te houden en (zo extra) te beschermen. Daarnaast wordt een deel van de online aankopen niet in kartonnen verzenddozen maar in plastic verzendzakken verstuurd. Verder zijn er voor post door de brievenbus nog de papieren enveloppen en plastic verzendhoezen (voor periodieke uitgaven als tijdschriften). Al deze verzendmaterialen eindigen (doorgaans) als afval, en voor productie ervan zijn grondstoffen nodig die in de verzendmaterialen worden 'opgeslagen' of om de productieprocessen te laten verlopen (vooral energie-, land- en/of watergebruik). Bovendien leiden de productieprocessen meestal tot vrijkomende schadelijke stoffen als broeikasgassen en meststoffen.

Dit rapport brengt de hoeveelheid verzendmaterialen voor de totale stroom pakketten en post voor Nederlandse consumenten in kaart. Ook wordt voor de productie van deze hoeveelheid verzendmaterialen het gebruik van energie, land en water, en het vrijkomen van broeikasgassen en meststoffen vastgesteld. Deze zogenoemde milieudrukken zijn met behulp van kengetallen gekwantificeerd.

De hoeveelheid post en pakketten zijn in kaart gebracht op basis van de Post- en Pakkettenmonitor van de Autoriteit Consument & Markt ([ACM, 2021](#)). De gewichten van papieren enveloppen voor brieven en generieke geadresseerde post van zakelijke afzenders, en van plastic verzendhoezen voor periodieke uitgaven zijn door één van de auteurs vastgesteld door deze een tijd lang te verzamelen en te wegen. Het gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten is berekend uit een aangenomen omvang van de verzendzakken van 4 A4-tjes en informatie over de dikte van de verzendzakken uit een monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#). [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) is ook gebruikt, in combinatie met andere bronnen, om het gewicht van kartonnen verzenddozen te berekenen. Hiervoor was het onder andere nodig om een formule af te leiden om karton-oppervlaktes te berekenen uit het volume van verzenddozen. De berekening van het gewicht van vulmaterialen in kartonnen verzenddozen is op soortgelijke wijze berekend. De milieudrukken, ten slotte, zijn berekend door de gewichten van de verzendmaterialen te vermenigvuldigen met kengetallen. Op deze manier is de bijdrage van verzendmaterialen aan het gebruik van energie, water en land, alsmede het vrijkomen van broeikasgassen en meststoffen vastgesteld.

De in dit rapport berekende hoeveelheden verzendmateriaal voor de post- en pakketten-stroom voor Nederlandse consumenten worden, behalve voor de vulmaterialen voor kartonnen verzenddozen, als van goede kwaliteit beschouwd:

- Papieren enveloppen voor brieven en generieke geadresseerde post: 9,5 kton
- Plastic (LDPE) verzendhoezen voor periodieke uitgaven: 1,5 kton.
- Plastic verzendzakken (LDPE) voor pakketten: 0,8 kton
- Kartonnen verzenddozen voor pakketten: 84,1 kton

- Vulmaterialen voor in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten gebaseerd op relatief onzekere gegevens:
 - Papier (inclusief inpakpapier): 0,5 kton
 - Luchtkussens van plastic (HDPE): 0,1 kton
 - Bubbeltjesplastic (LDPE): 1,3 kton
 - Piepschuim (PS): 0,1 kton

De relatief grote omvang van verzendmaterialen voor de post-stroom is een opmerkelijk resultaat omdat er veel aandacht uitgaat naar milieuproblemen rond vooral kartonnen verzenddozen voor pakketten, maar er nog weinig belangstelling lijkt te zijn voor verzendmaterialen voor post. Verzendmaterialen voor post, en vooral de plastic verzendhoezen (tweemaal de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten!), verdienen meer attentie.

Ook de hoeveelheid plastic voor de vulmaterialen, vooral bubbeltjesplastic, is groot in verhouding tot de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten (ook bijna tweemaal zo groot). Wel is onzekerheid in de berekende hoeveelheden voor de vulmaterialen groot. Desondanks verdienen ook de vulmaterialen meer attentie dan ze nu krijgen.

Thuiswinkel.org, de belangenorganisatie voor Nederlandse webwinkeliers, heeft voor de eigen sector verduurzamingsplannen geschreven, één voor de periode van 2015 tot 2018, en één voor die van 2019 tot 2022. Vooral het meest recente verduurzamingsplan zet in op minder verzendmaterialen en hergebruik van verzendmaterialen, alsmede op recycling. In de context van het Nederlandse circulaire economiebeleid heeft in beginsel minder gebruik prioriteit boven hergebruik van verzendmaterialen, en hergebruik prioriteit boven recycling van verzendmaterialen (recycling staat nog dicht bij de lineaire economie). Een tussentijds monitoring door Thuiswinkel.org laat zien dat er weinig vooruitgang is geboekt ten aanzien van minder en hergebruik van verzendmaterialen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	3
1. Inleiding	6
2. Aanpak	8
2.1 Post en pakketten voor consumenten	8
2.2 Gewicht van papieren enveloppen voor post	9
2.3 Gewicht van plastic verzendhoezen voor post	9
2.4 Gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten	9
2.5 Gewicht van kartonnen verzenddozen voor pakketten	10
2.6 Gewicht van vulmaterialen in verzenddozen	12
2.7 Milieudrukken van verzendmaterialen	13
3. Resultaten	14
3.1 Post en pakketten voor consumenten	14
3.2 Gewicht van papieren enveloppen voor post	16
3.3 Gewicht van plastic verzendhoezen voor post	16
3.4 Gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten	16
3.5 Gewicht van kartonnen verzenddozen voor pakketten	17
3.6 Gewicht van vulmaterialen in kartonnen verzenddozen	22
3.7 Milieudrukken van verzendmaterialen	22
4. Discussie	24
4.1 Betrouwbaarheid resultaten verzendmaterialen voor pakketten	24
4.2 Betrouwbaarheid resultaten verzendmaterialen voor brieven	26
4.3 Vulgraad kartonnen verzenddozen en plastic verzendzakken	27
4.4 Herbruikbare verzendverpakkingen voor pakketten	28
4.5 Overige doelen en prestaties voor verzendmaterialen voor pakketten	29
4.6 Toezicht op verduurzaming van de e-commerce sector	30
4.6 Aanvullende reflecties tot slot	31
5. Conclusies	34
Referenties	35

1. Inleiding

Afgelopen jaren zijn er enorme sprongen gemaakt in de digitalisering van onze samenleving, van smartboards in het onderwijs tot een smartphone in de hand. Hierdoor is ook een nieuw platform ontstaan om producten te verkopen, de e-commerce of online markt. In tegenstelling tot de nog steeds gangbare markt waarbij men de producten ter plekke kan uitzoeken en moet ophalen, is de e-commerce markt er één waar de producten online worden besteld en tot aan de deur worden geleverd.

De online markt brengt nieuwe uitdagingen met zich mee, waaronder die om de producten in goede staat bij de klant krijgen. Het grootste probleem hierbij is dat de specifieke verpakkingen van de producten zelf meestal niet genoeg bescherming bieden tegen beschadiging tijdens het transport naar de klant. Daarom worden de meeste online verkopen nog van een extra verzendverpakking voor transport voorzien, doorgaans verzenddozen van karton. In deze verzenddozen worden overigens ook regelmatig meerdere producten als één pakket verstuurd.

De hoeveelheid verzendmaterialen in het papier- & kartonafval, grotendeels verzenddozen, is door [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) geschat op 68 kton. Het is onduidelijk waarop deze schatting is gebaseerd, en de exacte hoeveelheid kartonnen verzendmaterialen in het papier- & kartonafval is onbekend. Volgens [SGS \(2020\)](#) zou de huishoudelijke papier- & karton-kliko vóór de corona-crisis met 30% karton en 70% papier zijn gevuld, en door toegenomen online-bestellingen tijdens de corona-crisis zijn verschoven naar 50% van beiden. Ten opzichte van 2019 meldt [CBS \(2021a\)](#) inderdaad een toename van 11% in het aantal online aankopen, en volgens [ACM \(2021\)](#) zijn er in 2020 zelfs 25% meer pakketten bezorgd.

In kartonnen verzenddozen zitten vaak ook nog vulmaterialen om het verpakte product op z'n plek te houden en (zo extra) te beschermen. Daarnaast wordt een deel van de online aankopen niet in kartonnen verzenddozen maar in plastic verzendzakken verstuurd. Verder zijn er voor post door de brievenbus nog de papieren enveloppen en plastic verzendhoezen (voor periodieke uitgaven als tijdschriften). Al deze verzendmaterialen eindigen (doorgaans) als afval, en voor productie ervan zijn grondstoffen nodig die in de verzendmaterialen worden 'opgeslagen' of om de productieprocessen te laten verlopen (vooral energie-, land- en/of watergebruik). Bovendien leiden de productieprocessen meestal tot vrijkomende schadelijke stoffen als broeikasgassen en meststoffen.

Het Nederlands Verpakkingscentrum (NVC) maakte in een positie-document uit 2014 melding van de risico's verbonden aan de 'Web Retail Packaging' (WRP) van de online markt: "This poses a fundamental threat to retail in general and packaging in particular, as the amount of WRP-delivered products is increasing dramatically. If we don't act now, inadequate packaging in e-commerce will not be a negligible side-effect, but the next 'inconvenient truth'." ([NVC, 2018](#)).

Deze rapportage brengt de hoeveelheid verzendmaterialen voor de totale stroom post en pakketten voor Nederlandse consumenten in kaart. Ook wordt voor de productie van deze hoeveelheid verzendmaterialen het gebruik van energie, land en water, en het vrijkomen van

broeikasgassen en meststoffen vastgesteld. Deze zogenoemde milieudrukken worden met behulp van kengetallen gekwantificeerd.

Hoofdstuk 2 legt uit hoe de hoeveelheid verzendmaterialen en de milieudrukken voor de totale stroom pakketten en post voor Nederlandse consumenten zijn berekend. Daarbij wordt ook ingegaan op de gebruikte informatiebronnen. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten daarvan. Hoofdstuk 2 en 3 volgen dezelfde structuur. Eerst wordt ingegaan op de hoeveelheid post en pakketten voor Nederlandse consumenten, daarna per verzendmateriaal op de berekening van de gewichten hiervan, en tot slot op de berekening van de milieudrukken. Hoofdstuk 4 blikt terug op de hoe de berekeningen zijn uitgevoerd en welke informatiebronnen daarvoor zijn gebruikt (zoals beschreven in hoofdstuk 2), hoe dat van invloed is op de berekende resultaten (zoals beschreven in hoofdstuk 3), en wat hieruit geleerd kan worden. In hoofdstuk 5, tot slot, worden de belangrijkste conclusies op een rijtje gezet.

2. Aanpak

De hoeveelheid en de milieudrukken van de verzendmaterialen voor de stroom aan post en pakketten voor alle Nederlandse consumenten samen zijn in een aantal stappen vastgesteld:

1. In kaart brengen van de post- en pakketten-stromen voor consumenten
2. Kwantificeren van het gewicht van papieren enveloppen voor post
3. Kwantificeren van het gewicht van plastic verzendhoezen voor post
4. Kwantificeren van het gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten
5. Kwantificeren van het gewicht van kartonnen verzenddozen voor pakketten
 - a. Vaststellen van de stroom pakketten voor consumenten naar productcategorie
 - b. Identificeren van de vulgraad van verzenddozen per productcategorie
 - c. Omzetten van volume naar karton-oppervlak van verzenddozen
 - d. Berekening van de totale hoeveelheid verpakkingskarton
6. Kwantificeren van het gewicht van de vulmaterialen in de verzenddozen
7. Kwantificeren van de milieudrukken van alle verzendmaterialen

Elk van deze stappen wordt hieronder kort beschreven. Voor het verzamelen van informatie voor elk van deze stappen is waar mogelijk 2019 als basisjaar aangehouden, omdat 2020 door de corona-crisis niet representatief is voor een gemiddeld jaar voor de bezorgmarkt.

2.1 Post en pakketten voor consumenten

Sinds 2009 publiceert de Autoriteit Consument & Markt (ACM) jaarlijks een Post- en Pakkettenmonitor. Hierin zijn onder andere de aantallen vervoerde poststukken met een adressering (post in ACM-terminologie) en pakketten opgenomen ([ACM, 2021](#)).

De Post- en Pakkettenmonitor maakt voor post onderscheid tussen die van consumenten en zakelijke afzenders, en voor zakelijke afzenders tussen brieven, periodieke uitgaven zoals tijdschriften, en generieke maar geadresseerde post zoals geadresseerd promotiemateriaal. Alleen post van en naar een Nederlands adres wordt meegenomen. Hiervoor zijn de monitoringsgegevens afkomstig van vervoerders van post met een jaaromzet voor postvervoer van minimaal één mln euro ([ACM, 2021](#)).

Voor pakketten omvat de Post- en Pakkettenmonitor ook die vanuit het buitenland naar een Nederlands adres (inkomende pakketten-stroom), en die van een Nederlands adres naar het buitenland (uitgaande pakketten-stroom). Voor de pakketten van en naar een Nederlands adres (binnenlandse pakketten-stroom) wordt daarbij ook onderscheiden tussen de Business to Business' (B2B), 'Business to Consumer' (B2C), en 'Consumer to Business or Consumer' (C2X) segmenten. De monitoringsgegevens voor deze pakketten-stromen komen van de zes grootste vervoerders van pakketten ([ACM, 2021](#)).

De focus in dit rapport is op de post- en pakketten-stromen voor Nederlandse consumenten. Het aan consumenten geadresseerde deel in post van zakelijke afzenders en van de Nederland inkomende en uitgaande pakketten, het consumenten-deel of B2C-deel dat [ACM](#),

[2021](#) niet specificiert, is op basis van aannames vastgesteld. Deze aannames worden paragraaf 3.1 in het volgende hoofdstuk toegelicht bij het overzicht van de vastgestelde aantallen in de relevante stromen en deelstromen.

Uit de aantallen voor de belangrijkste deelstromen post en pakketten voor consumenten zijn in vervolgstappen het gewicht en de milieudrukken van de bijbehorende verzendmaterialen berekend. Het gaat hierbij voor post om papieren enveloppen (voor brieven en generieke geadresseerde post van zakelijke afzenders) en plastic verzendhoezen (voor periodieke uitgaven van zakelijke afzenders), voor pakketten om kartonnen verzendozen en plastic verzendzakken, en om de vulmaterialen in kartonnen verzendozen. Pakketten van zakelijke afzenders naar zakelijke adressen zijn niet meegenomen, en hetzelfde geldt voor brieven en pakketten van consumenten als afzender, omdat hiervoor is aangenomen dat deze grotendeels naar zakelijke adressen gaan (zie paragraaf 3.1 voor nadere onderbouwing).

2.2 Gewicht van papieren enveloppen voor post

Door één van de auteurs van dit rapport zijn gedurende een periode papieren enveloppen van brieven van zakelijke afzenders apart gehouden. Het totaalgewicht van deze papieren enveloppen is gewogen en gedeeld door het aantal papieren enveloppen. Het op deze manier vastgestelde gewicht van een papieren envelop voor een brief van een zakelijke afzender is vermenigvuldigd met het aantal zakelijke brieven en generieke geadresseerde post voor consumenten. Zo is het gewicht van papieren enveloppen voor deze deelstroom berekend.

2.3 Gewicht van plastic verzendhoezen voor post

Net als voor papieren enveloppen, heeft één van de auteurs van dit rapport gedurende een periode plastic verzendhoezen van periodieke uitgaven van zakelijke afzenders apart gehouden. In alle verzamelde plastic verzendhoezen zaten tijdschriften of andere periodieke uitgaven. Het totaalgewicht van deze plastic verzendhoezen is gewogen en gedeeld door het aantal plastic verzendhoezen. Het op deze manier vastgestelde gewicht van een plastic verzendhoes voor een periodieke uitgave is vermenigvuldigd met het aantal naar consumenten verzonden periodieke uitgaven. Zo is het gewicht van plastic verzendhoezen voor deze deelstroom berekend.

2.4 Gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten

Thuiswinkel.org is de belangenvereniging van Nederlandse webwinkeliers, en goed voor 75% van alle online consumentenbestedingen (Thuiswinkel.org, [2015](#) & [2019](#)). Vanuit die hoedanigheid heeft Thuiswinkel.org voor de e-commerce sector verduurzamingsplannen gemaakt voor de perioden van 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org, 2015](#)) en van 2019 tot 2022 ([Thuiswinkel.org, 2019](#)).

In 2018 heeft Thuiswinkel.org samen met Partners for Innovation een monitoringsrapportage opgesteld ter verificatie of is voldaan aan de gestelde doelen in het verduurzamingsplan voor de periode van 2015 tot 2018. Voor deze monitoringsrapportage is onder andere een

steekproef uitgevoerd. In deze steekproef zijn 150 producten online besteld bij de 250 grootste webwinkels. Van de 150 hierop bezorgde pakketten zaten de producten 113 maal in kartonnen verzenddozen (75%), 29 maal in plastic verzendzakken (19%) en 8 maal in andere verpakkingen (zoals papieren zak of een plastic folie-wikkel; 5%). De plastic verzendzakken zijn gemaakt van de plasticsoort Lage Dichtheid PolyEthyleen (LDPE) ([Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org), 2018). De verhouding van 29 plastic verzendzakken ten opzichte van 150 bezorgde pakketten, ofwel 19%, is gebruikt om het aantal in plastic verzendzakken verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom te berekenen.

De monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2018) geeft geen informatie over het volume maar wel staafdiagram met een verdeling van het aantal pakketten in plastic verzendzakken naar dikte van de plastic verzendzakken in de steekproef. Dit staafdiagram is uitgelezen met GetData om de gemiddelde dikte van de plastic verzendzakken te berekenen. Deze is vastgesteld op 57,2 mu. Deze dikte is aangehouden om het oppervlaktegewicht van de plastic verzendzakken voor pakketten te berekenen. Voor de soortelijke dichtheid van LDPE is gerekend met 0,93 g/cm³. ([BPF](https://bpf.nl), 2021; RVO, s.d.). Hiermee is het oppervlaktegewicht van de plastic met een dikte van 57,2 mu berekend op $(0,93 * 0,00572 =) 0,005 \text{ g/cm}^2$ of 53 g/m².

Voor het volume van de plastic verzendzakken, of eigenlijk voor de oppervlakte van de plastic verzendzakken, is aangenomen dat deze gelijk is aan de oppervlakte van 4 maal A4-formaat (21 * 29,7 cm). Dit brengt het gewicht van een plastic verzendzak op $(4 * 21 * 29,7 * 0,005 =) 13,3 \text{ gram}$ per plastic verzendzak.

Het gewicht van de plastic verzendzakken is vermenigvuldigd met het aantal als zodanig verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom te berekenen. Zo is het gewicht van plastic verzendzakken voor deze deelstroom berekend.

2.5 Gewicht van kartonnen verzenddozen voor pakketten

In de steekproef voor de in de vorige paragraaf geïntroduceerde monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2018) waren er 113 van de 150 ofwel 75% bezorgde pakketten verpakt in een kartonnen verzenddoos. Dit percentage is gebruikt om het aantal in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom te berekenen (zie paragraaf 2.1). Voor deze deelstroom is een verdere opsplitsing gemaakt naar het aantal pakketten in vijf productcategorieën op basis van de Thuiswinkel Markt Monitor van [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2020).

[Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) maakt elk kwartaal een ThuisWinkel Markt Monitor voor de eigen leden. De Thuiswinkel Markt Monitor voor het vierde kwartaal van 2019 geeft de aantallen voor consumentenaankopen naar productcategorie voor alle kwartalen samen in 2019 ([Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org), 2020). Het totaal aantal aankopen in deze Thuiswinkel Markt Monitor ligt echter ruim onder het aantal pakketten voor consumenten zoals vastgesteld op basis van [ACM](https://acm.nl) (2021) (zie paragraaf 2.1). Het aantal aankopen voor vijf productcategorieën in [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2020) is daarom gecorrigeerd door te delen met het totaal aantal aankopen in [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2020) en te vermenigvuldigen met het aantal in kartonnen verzenddozen

verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom (zie begin van deze paragraaf).

De vijf geëxtrapoleerde productcategorieën uit Thuiswinkel.org (2020) zijn kleding, elektronica, schoenen & personal life style, home & garden, en overige producten. De productcategorie elektronica combineert huishoudelijke en consumentenelektronica, maar is exclusief Informatie Technologie (IT). Deze selectie van productcategorieën is gebaseerd op hun voorkomen in de steekproef voor de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#). Voor elk van deze productcategorieën is, door informatie uit verschillende bronnen te combineren, het gewicht van een gemiddelde kartonnen verzenddoos afgeleid.

In de steekproef voor de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) is voor de bezorgde kartonnen verzenddozen hun vulgraad en het volume van daarin verpakte producten vastgesteld. De hierop gebaseerde **gemiddelde** vulgraden zijn 60% voor kleding, 41% voor elektronica (exclusief IT), 55% voor schoenen & personal lifestyle, 49% voor home & garden, 51% voor een categorie overig, en 50% en voor alle producten samen ([Thuiswinkel.org, 2018](#)).

De monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) bevat geen informatie over de gemiddelde omvang van de kartonnen verzenddozen per productcategorie. In de monitoringsrapportage staan wel twee diagrammen waarin de vulgraad van de individuele kartonnen verzenddozen en het volume van daarin verpakte producten tegen elkaar is uitgezet (zie volgend hoofdstuk voor de diagrammen). De datapunten voor alle individuele verzenddozen in deze diagrammen zijn uitgelezen met de softwaretool GetData. Eerst is het volume voor elke individuele verzenddoos berekend door het volume van het verpakte product te delen door de vulgraad van die verzenddoos. Uit het volume voor elke individuele verzenddoos is vervolgens een karton-oppervlak berekend met behulp van een formule. Deze formule is afgeleid door de formule voor het oppervlak van een perfecte kubus te kalibreren op het aanbod van verzenddozen op de websites van enkele leden van de Nederlandse Vereniging van Groothandelaren in Papier- en verpakkingsmaterialen ([NVGP, 2021](#)), namelijk die van Antalis ([2021a](#); [2021b](#)), DSSmith ([2021a](#); [2021b](#)), en IGEPA ([2021](#)).

De websites van voornoemde leden specificeren of de verzenddozen in hun aanbod van enkelgolfkarton of dubbelgolfkarton zijn. Op basis van hiervan zijn verzenddozen met een volume groter dan 30 liter verondersteld van dubbelgolfkarton van 750 g/m² te zijn ([FEFCO, 2012](#)). Voor verzenddozen met een volume kleiner dan 30 liter is enkelgolfkarton van 380 g/m² verondersteld. Voor de oppervlaktegewichten is, op basis van [FEFCO \(2012\)](#), 380 g/m² voor enkelgolfkarton en 750 g/m² voor dubbelgolfkarton aangenomen.

De individuele kartonnen verzenddozen zoals uitgelezen uit bovengenoemde diagrammen in [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) zijn op basis van hun volume toegewezen aan één van beide volume-categorieën. Van de 120 verzenddozen zijn er 91 (ofwel 75,8%) kleiner en 29 (ofwel 24,2%) groter dan 30 liter. Deze verdeling is verondersteld hetzelfde te zijn voor alle productcategorieën in de steekproef omdat [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) hier zelf geen nadere informatie over geeft. Na toewijzing is het oppervlak van een gemiddelde kartonnen verzenddoos voor beide volume-categorieën berekend. Door vermenigvuldiging met 380 g/m² voor enkelgolfkarton en 750 g/m² voor dubbelgolfkarton ([FEFCO, 2012](#)) is vervolgens

het gewicht van een gemiddelde kartonnen verzenddoos in beide volume-categorieën berekend.

Voor elke productcategorie is het gewicht van de gemiddelde kartonnen verzenddoos per volume-categorie vermenigvuldigd met de gemiddelde vulgraad voor die productcategorie en gedeeld door de gemiddelde vulgraad van alle productcategorieën uit [Thuiswinkel.org \(2018\)](#). De resultaten voor elke productcategorie zijn vervolgens vermenigvuldigd met het relevante aandeel kartonnen verzenddozen kleiner (75,8%) of groter (25,2%) en met het aantal voor die productcategorie in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom (zie hierboven).

Door sommering over alle vijf productcategorieën is tot slot het totale gewicht van in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten in het consumentendeel van de Nederlandse pakketten-stroom vastgesteld.

2.6 Gewicht van vulmaterialen in kartonnen verzenddozen

[Thuiswinkel.org \(2018\)](#) meldt dat in de steekproef voor de monitoringsrapportage in geen van de plastic verzendzakken vulmateriaal is aangetroffen. Daarom zijn (mogelijke) vulmaterialen in plastic verzendzakken niet in deze rapportage meegenomen.

In de steekproef zijn wel in 35 van de 150 kartonnen verzenddozen vulmaterialen aangetroffen ([Thuiswinkel.org, 2018](#)). Deze verhouding is aangehouden om de hoeveelheid vulmateriaal voor pakketten in kartonnen verzenddozen te berekenen.

[Thuiswinkel.org \(2018\)](#) bevat ook een staafdiagram dat weergeeft in hoeveel kartonnen verzenddozen verschillende typen vulmaterialen voorkomen naar de productcategorieën kleding, elektronica, schoenen & personal life style, home & garden, en overige producten. De onderscheiden typen materiaal zijn piepschuim (geëxpandeerd polystyreen; EPS), papier (gerecycled; inclusief inpakpapier oftewel kraftpapier), plastic luchtkussens (maagdelijk en gerecycled plastic; incl. biogebaseerd plastic), en bubbeltjesplastic ([Thuiswinkel.org, 2018](#)). Het staafdiagram voor de vulmaterialen is uitgelezen, en met het aantal keren voor elk type vulmateriaal is verder gerekend.

Volgens [Wikipedia \(2021a\)](#) bestaat piepschuim, oftewel EPS, uit 2% polystyreen en 98% lucht. Volgens [Wikipedia \(2021b\)](#) is het soortelijk gewicht van polystyreen $1,06 \text{ g/cm}^3$. Hiermee is het soortelijk gewicht van EPS berekend op $0,02 \text{ g/cm}^3$ of $0,2 \text{ kg/m}^3$. Dit soortelijk gewicht is vermenigvuldigd met het aantal verzenddozen waarin piepschuim voorkomt, en met het volume van kartonnen verzenddozen minus het gemiddelde vulgewicht. Zo is de totale hoeveelheid piepschuim berekend.

Voor papier is bij gebrek aan betere informatie een bak met een volume-inhoud van 1 l gevuld met verfrommeld vulpapier met een oppervlakte gewicht van 88 g/m^2 uit een eigen pakketdoos. De prop is gewogen op 11 gram. Hiermee is het vulgewicht van papier dus op 11 g/l ofwel 11 kg/m^3 vastgesteld. Dit vulgewicht is vermenigvuldigd met het aantal verzenddozen waarin papier voorkomt, en met het volume van kartonnen verzenddozen minus het gemiddelde vulgewicht. Zo is de totale hoeveelheid papier berekend.

[Provipack \(2021\)](#) verkoopt zakken van 400 liter met daarin 700 luchtkussens met een lengte van 21 cm en een breedte van 10 cm gemaakt uit de plastic van 20 µm oftewel 0,002 cm dik, waarbij het plasticsoort bestaat uit Hoge Dichtheids PolyEthylene (HDPE). Volgens [Wikipedia \(2021b\)](#) is het soortelijk gewicht van HDPE 0,96 g/cm³. Dit brengt het gewicht van 0,8 gram per luchtkussens of 1,4 kg/m³ luchtkussens. Dit laatste gewicht is vermenigvuldigd met het aantal verzenddozen waarin luchtkussens voorkomen, en met het volume van kartonnen verzenddozen minus het gemiddelde vulgewicht. Zo is de totale hoeveelheid plastic luchtkussens berekend.

Een oppervlakte van 10 m bij 0,5 m bubbeltjesplastic van 2 mm dik weegt volgens [Gamma \(2021\)](#) 285 gram. Dat komt dus neer op 28,5 kg/m³ bubbeltjesplastic. Dit laatste gewicht is vermenigvuldigd met het aantal verzenddozen waarin bubbeltjesplastic voorkomt, en met het volume van kartonnen verzenddozen minus het gemiddelde vulgewicht. Zo is de totale hoeveelheid bubbeltjesplastic berekend. Aangenomen is dat de plasticsoort voor bubbeltjesplastic uit Lage Dichtheids PolyEthyleen (LDPE) bestaat.

2.7 Milieudrukken van verzendmaterialen

Voor het stellen van de milieudrukken voor de productie van de verpakkingsmaterialen zijn de kengetallen in tabel 1 uit Potting et al. (2022) gebruikt. Deze kengetallen omvatten alle processen van grondstofwinning tot de geproduceerde materialen voor de verpakkingen. De kengetallen omvatten niet de fabricage uit deze materialen van kartonnen verzenddozen of plastic verzendzakken voor pakketten, of papieren enveloppen of plastic verzendhoezen voor brieven.

Tabel 1: De kengetallen waarmee de milieudrukken kunnen worden berekend voor de productie per kg golfkarton (verzenddozen), (kraft) papier (enveloppen, als vulmateriaal), Lage Dichtheids PolyEthyleen (LDPE; verzendhoezen voor periodieken, verzendzakken voor pakketten, bubbeltjesplastic), Hoge Dichtheids PolyEthyleen (HDPE; luchtkussens) en geëxpandeerd PolyStyrene (EPS; piepschuim) (Potting et al. 2022)

Milieudruk	Golfkarton	Inpakpapier	LDPE	HDPE	Piepschuim
Niet hernieuwbare energie					
- Fossils (in MJ)	12,964	13,656	78,064	76,750	86,695
- Nuclear (in MJ)	1,646	2,133	3,358	2,627	3,700
- Biomass (in MJ)	0,007	0,011	0,000	0,000	0,000
Hernieuwbare energie					
- Biomass (in MJ)	8,202	40,067	0,392	0,327	0,204
- Wind, solar, geothermic (in MJ)	0,167	0,244	0,217	0,127	0,004
- Hydro (in MJ)	0,365	0,743	0,848	0,542	0,244
Klimaatverandering (kg CO ₂ -eq)	0,963	1,121	2,563	2,394	3,814
Meststoffen	0,002	0,003	0,003	0,002	0,001
Landgebruik	0,396	2,126	0,025	0,020	0,005
Watergebruik	0,013	0,053	0,032	0,024	0,065

3. Resultaten

3.1 Post en pakketten voor consumenten

Tabel 2 geeft een overzicht van de post- en pakkettenmarkt van 2016 tot 2020 volgens de Post- en Pakkettenmonitor voor 2020 van de Autoriteit Consument & Markt ([ACM, 2021](#)). Tussen 2016 en 2019 is de post-stroom met circa een kwart afgenomen, en is de stroom pakketten met ruim de helft toegenomen. De stroom pakketjes die door de brievenbus passen, de zogenaamde brievenbuspakketjes, is zelfs bijna verdubbeld.

In coronajaar 2020 hebben consumenten juist weer meer brieven verstuurd dan in 2019. Voor brieven van zakelijke afzenders daarentegen is de neergang in 2020 groter dan in voorgaande jaren. Het aantal pakketten is in alle segmenten, maar vooral in het binnenlandse Business to Consumer (B2C) segment, meer toegenomen dan in de jaren voor 2020. Ook het aantal brievenbuspakketjes is in 2020 meer toegenomen dan in voorgaande jaren. Het coronajaar 2020 is dus weinig representatief. Daarom is voor de verdere berekeningen in dit rapport dan ook uitgegaan van 2019.

Tabel 2: De Nederlandse post- en de pakket-stromen (in mln stuks) van 2015 tot en met 2020 ([ACM, 2021](#))

	2016	2017	2018	2019	2020
Post	2.819	2.586	2.345	2.174	2.018
Zakelijke afzenders	2.623	2.418	2.205	2.052	1.886
- Zakelijke brieven				⁽¹⁾ ~1.163 -	⁽¹⁾ ~1.131 -
- Periodieke uitgaven				⁽¹⁾ ~ 889 -	⁽¹⁾ ~ 756 -
- Generieke post (geadresseerd)					
Consumenten (brieven)	196	168	140	122	132
Pakketten (naar herkomst)	350	420	504	577	778
Binnenlands (naar afzenders)	248	295	351	399	525
- B2B	⁽²⁾ 72 -	81 -	98 -	102 -	116 -
- B2C	⁽²⁾ 160 -	201 -	241 -	282 -	388 -
- C2X	⁽²⁾ 7 -	13 -	13 -	15 -	21 -
Nederland uit	83	94	112	128	192
Nederland in	36	35	47	51	62
Pakketten (naar formaat)	350	420	504	577	778
Brievenbuspakketjes	15	20	23	29	42
Aanbelpakketten ⁽³⁾	335	400	481	548	736

¹ Aantallen zijn berekend door alle tijdskritische post als brief van zakelijke afzenders te beschouwen (tijdskritisch is bezorging binnen 2 dagen na verzending). [ACM \(2021\)](#) geeft aantallen voor tijdskritische en niet-tijdskritische post en percentages voor tijdskritische brieven van zakelijke afzenders (46,7% & 43,6%) voor 2019 en 2020, en percentages voor niet-tijdskritische periodieke uitgaven (99,6%) en generieke post (93,4%) voor 2020.

² De aantallen pakketten in het B2B-, B2C- en B2X-segment voor 2016 staan niet in [ACM \(2021\)](#), maar zijn overgenomen uit [ACM \(2017\)](#) en gecorrigeerd voor het enigszins gewijzigde totaal in [ACM \(2021\)](#)

³ [ACM \(2021\)](#) geeft alleen aantallen brievenbuspakketjes. Het aantal aanbelpakketten is berekend door het aandeel brievenbuspakketjes af te trekken van het totaal aantal pakketten

Het aantal brieven van consumenten als afzender was in 2019 minder dan 6% van het aantal brieven van zakelijke afzenders. [ACM \(2021\)](#) specificeert niet welk deel van de brieven van consumenten als afzenders aan andere consumenten dan wel zakelijk is geadresseerd. Aangenomen is dat het grootste deel zakelijk is geadresseerd is, en daarom is deze deelstroom niet in de berekeningen meegenomen.

[ACM \(2021\)](#) maakt voor post van zakelijke afzenders geen onderscheid tussen het Business to Business (B2B) en Business to Consumenten (B2C) segment, en is over beide segmenten verdeeld naar rato van het aantal Nederlandse bedrijven en huishoudens in 2019. Nederland telde toen 1,7 mln bedrijven in het eerste kwartaal ([CBS, 2021b](#)) en 7,9 mln huishoudens op 1 januari ([CBS, 2021c](#)). Periodieke uitgaven (zoals tijdschriften) en generieke post (zoals geadresseerd promotiemateriaal) zijn als gelijk in aantal aangenomen. Verder is aangenomen dat alle brieven van zakelijke afzenders en generieke post in papieren enveloppen, en periodieke uitgaven in plastic verzendhoezen zitten. Hiermee is het aantal zakelijke brieven en generieke post in enveloppen en het aantal periodieke uitgaven in plastic verzendhoezen voor consumenten berekend:

- Aantal poststukken in papieren envelop = $7,9 * (1.163 + 0,5 * 889) / (1,7 + 7,9) = 1316$ mln
- Aantal poststukken in plastic verzendhoezen = $7,9 * 0,5 * 889 / (1,7 + 7,9) = 364$ mln

Het Business to Consumer (B2C) segment in de binnenlandse stroom pakketten in 2019 was goed voor 282 miljoen pakketten (zie tabel 2). Voor het Nederland inkomende aantal is aangenomen dat het aandeel B2C gelijk is als in de binnenlandse stroom pakketten, oftewel $(51 * 282 / 399 =)$ 36 mln pakken. Dit brengt de totale stroom pakketten in het B2C segment op $(282 + 36 =)$ 318 mln pakketten. Volgens aanname zit hiervan 75% in kartonnen verzenddozen, 19% in plastic verzendzakken, en 5% in andere verpakkingen (zie paragraaf 2.4 voor onderbouwing van deze aanname). Hiermee is het aantal pakketten in verzendzakken en -dozen voor consumenten berekend:

- Aantal pakketten in plastic verzendzakken = $0,19 * 318 = 62$ mln
- Aantal pakketten in kartonnen verzenddoos = $0,75 * 318 = 240$ mln

In 2017 zijn er 160 mln online product-aankopen gedaan volgens de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) voor het verduurzamingsplan voor de periode van 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org, 2015](#)). Volgens de Thuiswinkel Markt Monitor voor het vierde kwartaal van 2019, een monitoringsrapportage van Thuiswinkel.org voor de eigen leden (zie paragraaf 2.5), zijn er 210 mln online product-aankopen in alle kwartalen van 2019 samen gedaan ([Thuiswinkel.org, 2020](#)). Het aantal product-aankopen in beide monitoringsrapportages ligt ruimschoots onder het aantal van 200 mln binnenlandse B2C-pakketten voor 2017 en 282 mln voor 2019 in de Post- en pakkettenmonitor van [ACM \(2021\)](#) (zie tabel 1).

De bij Thuiswinkel.org aangesloten webwinkeliers vertegenwoordigen 'slechts' ca. 75% van alle online bestedingen ([Thuiswinkel.org, 2015, 2019](#)). De product-aankopen in de Thuis Winkel Marktmonitor vertegenwoordigen alleen het binnenlandse B2C segment. Voor de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) is dat niet specifiek aangegeven. Na correctie met die 75% zijn de aantallen product-aankopen in beide monitoringsrapportages

echter nagenoeg gelijk aan de aantallen pakketten in het binnenlandse B2C-segment in de Post- en pakkettenmonitor van ACM voor dezelfde jaren.

De monitoringsgegevens voor pakketten in de Post- en Pakkettenmonitor van ACM zijn gebaseerd op de gegevens van vervoerders van pakketten, en omvatten zowel binnenlandse als grensoverschrijdende pakketten ([ACM, 2021](#)). Daarmee zijn de monitoringsgegevens van [ACM \(2021\)](#) vollediger dan die van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) en Thuiswinkel.org (2020).

3.2 Gewicht van papieren enveloppen voor brieven

De hoeveelheid post in papieren enveloppen is in paragraaf 3.1 vastgesteld op 1316 mln. De door één van de auteurs van dit rapport apart gehouden enveloppen van brieven van zakelijke afzenders telden er 23 en wogen samen 166,9 gram. Dit komt neer op 7,3 gram per envelop. Dit gewicht is vermenigvuldigd met het aantal brieven van zakelijke afzenders en generieke ongeadresseerde post voor consumenten. Het gewicht van enveloppen voor de post-stroom is zo berekend op 9,5 kton.

3.3 Gewicht van plastic verzendhoes voor brieven

Het aantal periodieke uitgaven in plastic plastic verzendhoezen is in paragraaf 3.1 vastgesteld op 364 mln. De door één van de auteurs van dit rapport apart gehouden plastic verzendhoezen voor periodieke uitgaven telde er 15 en wogen samen 66,7 gram. De verzendhoezen verschilden naar afzender echter zichtbaar in stevigheid. Daarom zijn alle plastic verzendhoezen ook afzonderlijk gewogen.

Van de 15 verzendhoezen was het gemiddelde 4,5 gram, de mediaan 4,2 gram, de laagste waarde 1,8 gram, en de hoogste waarde 6,3 gram. De spreiding in gewichten is dus groot. Voor een deel lijkt deze spreiding afkomstig van de keuze van een afzender voor een meer of minder stevig type verzendhoes, maar ook binnen de verzendhoezen van één afzender zit een spreiding in hun gewichten.

Voor het berekenen van het gewicht van plastic verzendhoezen voor de post-stroom is gerekend met de mediaan. Het gewicht van 4,2 gram per plastic verzendhoes is vermenigvuldigd met het aantal periodieke uitgaven van 364 mln in de post-stroom voor consumenten. Het gewicht van plastic verzendhoezen voor de post-stroom is zo berekend op 1,5 kton.

De apart gehouden plastic verzendhoezen geven geen informatie over de plastic soort waaruit ze gemaakt zijn. Doorgaans worden deze echter uit Lage Dichtheid PolyEthyleen (HDPE) gemaakt.

3.4 Gewicht van plastic verzendzakken voor pakketten

In paragraaf 3.1 is het aantal pakketten in plastic verzendzakken vastgesteld op 62 mln. Dit aantal is vermenigvuldigd met het gewicht van 13,3 gram voor een plastic verzendzak

volgens paragraaf 2.4. Dit komt neer op een gewicht van 0,8 kton plastic verzendzakken voor de pakketten-stroom (circa de helft van de 0,15 kton plastic verzendhoezen voor de brieven-stroom uit paragraaf 3.3).

Zoals in paragraaf 2.4 gemeld, bestaat het plastic van verzendzakken uit de plastic-soort Lage Dichtheid PolyEthyleen (HDPE).

3.5 Gewicht van kartonnen verzenddozen voor pakketten

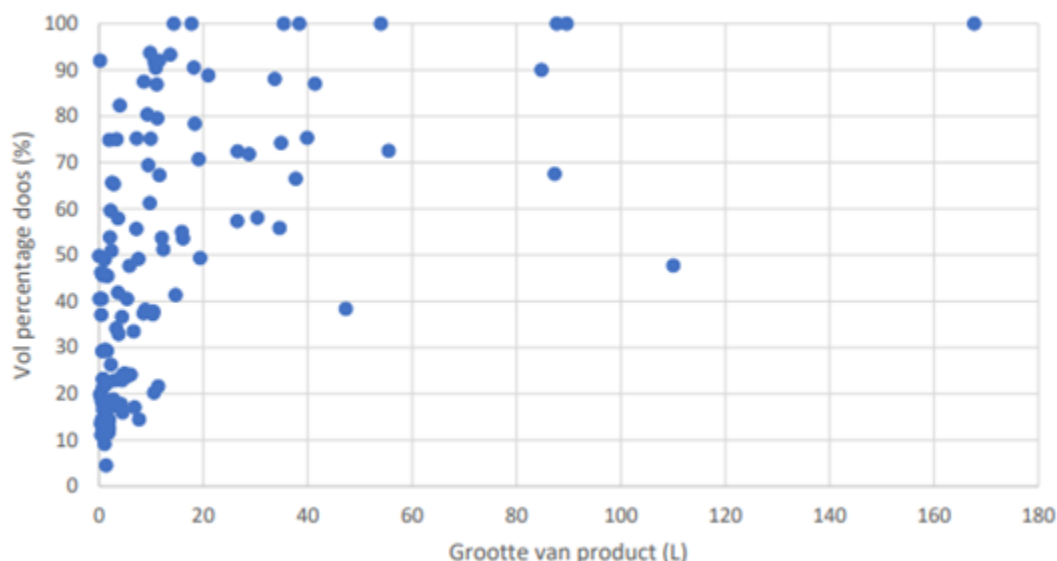
In paragraaf 3.1 is het aantal pakketten in kartonnen verzenddozen vastgesteld op 240 mln. Het aantal online aankopen door consumenten in vijf productcategorieën is overgenomen van Thuiswinkel.org (2020). Hiermee is 55% van de pakketten toegewezen aan specifiek productcategorie, en 45% aan de productcategorie overige producten (zie tabel 2).

Thuiswinkel.org representeert 75% van de Nederlandse webwinkeliers. De omrekening van het aantal online aankopen uit Thuiswinkel.org (2020) naar het totale aantal pakketten en het aantal kartonnen verzenddozen is hiervoor en voor aankopen bij buitenlandse webwinkeliers gecorrigeerd door extrapolatie met het aantal B2C-pakketten zoals vastgesteld in paragraaf 3.1. Naast de geëxtrapoleerde aantallen geeft tabel 3 ook de vulgraden voor de kartonnen verzenddozen per productcategorie zoals overgenomen uit [Thuiswinkel.org \(2018\)](#).

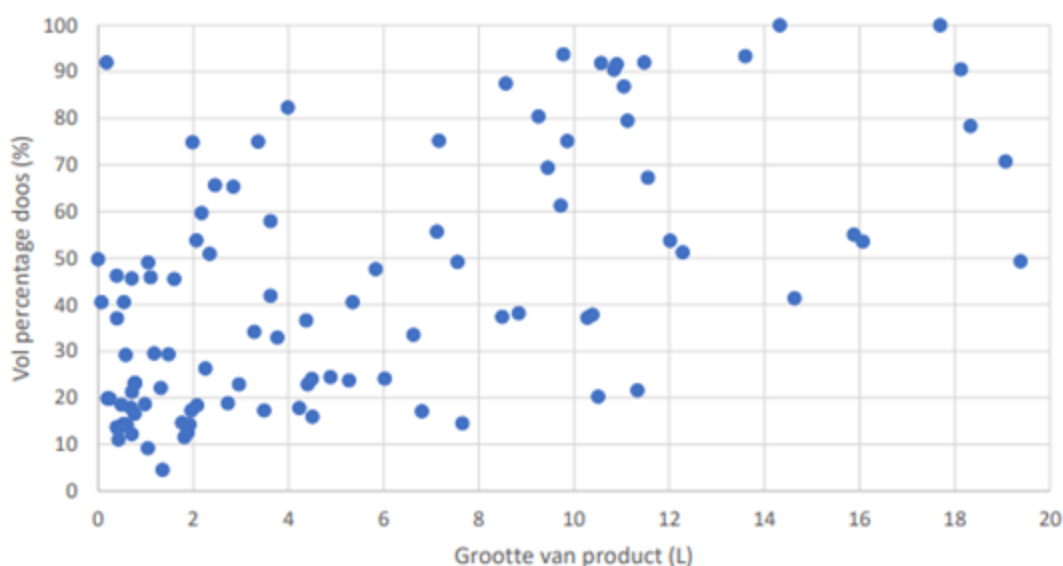
Tabel 3: Aantal online aankopen (in mln) voor webwinkels in vijf productcategorieën volgens Thuiswinkel.org (2020) en het hieruit berekende totale aantal pakketten (in mln) per productcategorie dat is verpakt in kartonnen verzenddozen

Productcategorie	Aankopen	Geëxtrapoleerd		Gemiddeld vulgraad
		Totaal	In verzenddozen	
Kleding	17,6	26,6	20,1	60
Elektronica	9,9	15,0	11,3	41
- Huishoudelijke elektronica	5,8 -	6,2 -	4,6 -	
- Consumentenelektronica	4,1 -	8,8 -	6,6 -	
Schoenen & personal lifestyle	11,9	18,0	13,5	55
Home & garden	43,0	65,3	49,2	49
Overige producten	127,3	193,2	145,5	51
Totaal	209,7	318,0	239,6	50

Figuur 2 en 3 geven de twee diagrammen weer uit [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) waarin ze de vulgraden van kartonnen verzenddozen en volumes van daarin verpakte producten in hun steekproef tegen elkaar hebben uitgezet (zie ook paragraaf 2.5). Figuur 3 is een uitvergroting van het linkerdeel van figuur 2. Van de 121 kartonnen verzenddozen in de diagrammen was het mogelijk er 120 uit te lezen (misschien overlappen er twee punten). Tabel 3 geeft een overzicht van het aantal verzenddozen, hun gemiddelden vulgraad en het gemiddelde volume berekend uit de vulgraden van de verzenddozen in de volume-categorieën kleiner en groter dan 30 liter.



Figuur 2: Grootte van producten tot 180 liter versus vullingsgraad van kartonnen verzenddozen voor pakketten volgens de steekproef uit monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](https://thuiswinkel.org) (diagram overgenomen uit monitoringsrapportage)



Figuur 3: Grootte van producten (tot 20 liter) versus vullingsgraad van kartonnen verzenddozen voor pakketten volgens de steekproef uit monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](https://thuiswinkel.org) (diagram overgenomen uit monitoringsrapportage; uitvergroting van de linkerkant van figuur 2)

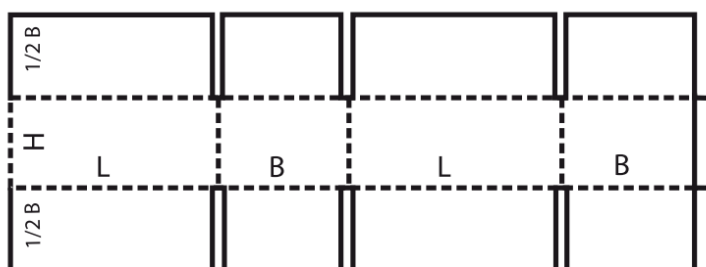
Uit de volumes van kartonnen verzenddozen kunnen niet zonder meer karton-oppervlaktes worden berekend. Eenzelfde volume kan immers worden herleid naar verschillende combinaties van lengte, breedte en hoogte. Daarom is in een aantal stappen een formule afgeleid waarmee dat wel kan. De afleiding van deze formule start met die voor de omzetting van volume naar oppervlakte van een perfecte kubus.

Lengte, breedte en hoogte van een perfecte kubus zijn identiek. Het volume van een perfecte kubus is dus gelijk aan die lengte (L) tot de macht 3 (L^3). Omgedraaid kan de lengte van die perfecte kubus worden berekend uit de derdemachtswortel van het volume ($L = V^{1/3}$). Aangezien een kubus uit 6 zijdes met een oppervlakte van lengte maal lengte (L^2)

bestaat, kunnen we de oppervlakte van een perfecte kubus als volgt uit het volume berekenen:

$$\text{Oppervlakte} = 6 * L^2 = 6 * V^{2/3}$$

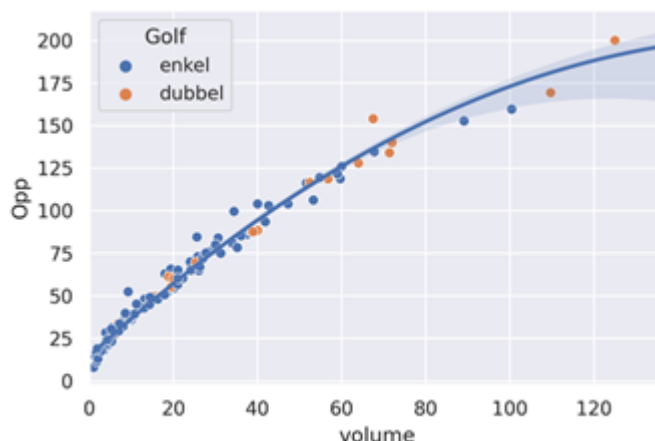
Verzenddozen hebben over het algemeen niet de vorm van een perfecte kubus. Dat blijkt ondermeer uit het aanbod van verzenddozen op de websites van enkele leden van de Nederlandse Vereniging van Groothandelaren in Papier- en verpakkingsmaterialen ([NVGP, 2021](#)), namelijk Antalis ([2021a](#); [2021b](#)), DSSmith ([2021a](#); [2021b](#)), en IGEPA ([2021](#)). De meeste verzenddozen op de websites van deze leden vertegenwoordigen de zogenoemde FEFCO-code 0201 met een oppervlakte van $2HL+2HB+2LB+2BB$ (zie figuur 4).



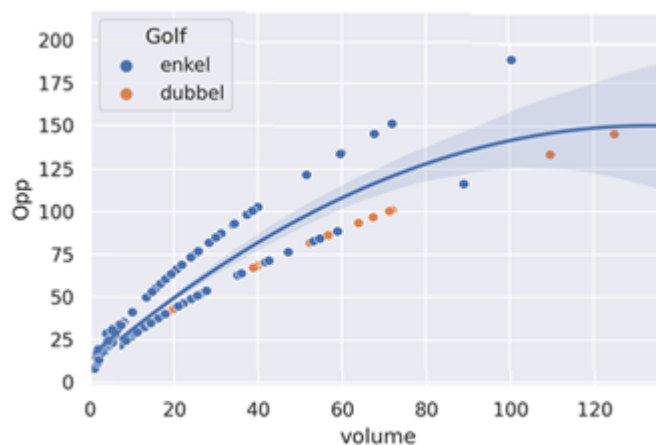
Figuur 4: Verzenddoos met FEFCO-code 02012 ([FEFCO, 2007](#)) die het meest voorkomt in het aanbod op de websites van enkele NVGP-leden ([NVGP, 2021](#); zie hoofdstekst voor geraadpleegde website)

Met behulp van de afmetingen voor het aanbod van kartonnen verzenddozen op de geraadpleegde websites van NVGP-leden zijn de volumes en karton-oppervlaktes van deze verzenddozen berekend (zie figuur 5). Uit de berekende volumes zijn vervolgens ook de karton-oppervlaktes berekend met de formule voor een perfecte kubus (zie figuur 6). Zowel in figuur 5 als 6 is het onderscheid tussen enkel en dubbel golfkarton zichtbaar gemaakt.

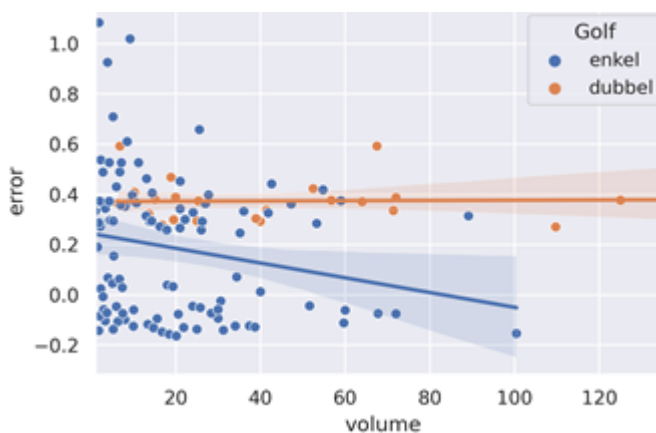
Het verschil tussen figuur 5 en 6 is duidelijk zichtbaar. De afwijking van het oppervlakte volgens $6 * V^{2/3}$ in figuur 5 ten opzichte van het werkelijk oppervlakte in figuur 6 is berekend door voor elk volume-punt het verschil in oppervlak tussen figuur 5 en 6 te delen door het oppervlak volgens $6 * V^{2/3}$ in figuur 6. Figuur 7 geeft het resultaat weer.



Figuur 5: Oppervlakte van verzenddozen per volume op basis van het aanbod van NVGP-leden ([NVGP 2021](#)), namelijk Antalis ([2021](#); [2021](#)), DSSmith ([2021](#); [2021](#)) en IGEPA ([2021](#)) 13/8



Figuur 6: Herberekening van oppervlakte uit het volume voor de verzendozen uit het aanbod van de NVGP-leden (figuur 5) met oppervlakte = $6 \cdot V^{2/3}$



Figuur 7: Afwijking (error) van de oppervlaktes volgens de voorgestelde heuristiek (figuur 4) met de werkelijke oppervlaktes (figuur 3) (verschil gedeeld door oppervlakten volgens voorgestelde heuristiek)

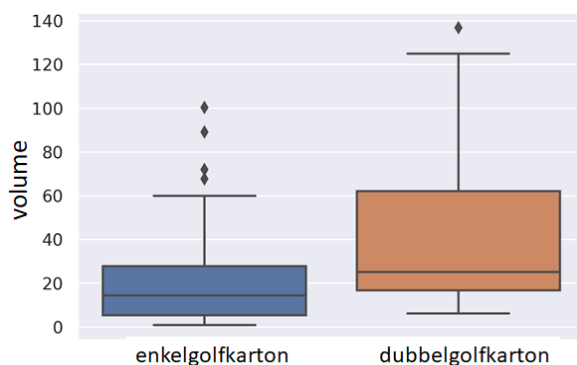
De oppervlaktes volgens $6 \cdot V^{2/3}$ wijken gemiddeld met 1,18 voor enkel- en 1,37 voor dubbelgolfkarton af van de werkelijke oppervlaktes. Dit leidt tot een aanpassing van de formule voor een perfecte kubus tot $1,18 \cdot 6 \cdot V^{2/3} = 7,08 \cdot 6 \cdot V^{2/3}$ voor enkelgolfkarton en $1,37 \cdot 6 \cdot V^{2/3} = 8,22 \cdot V^{2/3}$ voor dubbelgolfkarton. Met behulp van deze formules zijn voor de verzendozen uit figuur 2 en 3, uit de steekproef van [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2018), de karton-oppervlaktes berekend voor het volume van verzendozen kleiner en groter dan 30 liter (de verzendozen uit de steekproef zoals uitgelezen uit figuur 2 en 3). Hiermee zijn de gemiddelde oppervlaktes per volume-categorie berekend. Ter vergelijking zijn ook de oppervlaktes voor de gemiddelde volume van de verzendozen uit de steekproef per volume-categorie berekend. De resultaten staan in tabel 4.

Natuurlijk had ook de formule voor de 'best fit' lijn in figuur 5 kunnen worden gebruikt. Deze zou wel zijn gebaseerd op de samenhang tussen volume en werkelijke oppervlakten van verzendozen, maar niet herkenbaar de berekening van de oppervlakte uit het volume van een doos weergeven (ergo, van lengte maal breedte maal hoogte). Daarom is de voorkeur gegeven aan de aangepaste formule voor een perfecte kubus.

Tabel 4: Overzicht van de kartonnen verzenddozen uit de steekproef van [Thuiswinkel.org](https://thuiswinkel.org) (2018), zoals uitgelezen uit figuur 2 en 3, voor wat betreft hun aantal en percentage, hun gemiddelde volume en daarop gebaseerde oppervlakten, en hun gemiddelde oppervlakten op basis van de gemiddelde volumes voor verzenddozen kleiner dan 30 liter, en die van groter dan 30 liter

	Pakketten < 30 l	Pakketten > 30 l	Totaal pakketten
Aantal pakketten	91	29	120
Percentage in totaal	75,8	23,2	100
Gemiddelde vulgraad verzenddozen	46,2	63,7	50
Gemiddeld volume verzenddozen	11,4	66,7	24,8
↳ Oppervlakte o.b.v. gemiddeld volume (in m ²)	0,35	1,32	
↳ Karton-gewicht o.b.v. gemiddeld volume (in m ²)	0,13	0,99	
Gemiddeld opp. o.b.v. individuele volumes (in m ²)	0,33	1,27	
Karton-gewicht o.b.v. gemiddeld volume (in m ²)	0,13	0,95	

Voor het aanbod van verzenddozen op de websites van de NVPG-leden, zoals weergegeven in figuur 5, is ook de volumeverdeling van die enkel- en dubbelgolfkarton vastgesteld. Figuur 8 laat deze verdelingen zien. De enkelgolfkarton verzenddozen zijn voor meer dan driekwart kleiner dan 30 liter, en de meeste dubbelgolfkarton verzenddozen zijn groter dan 30 liter. Dit was de basis om beide volume-categorieën te onderscheiden.



Figuur 8: Volumeverdeling van enkel- en dubbel- golfkarton verzenddozen uit het aanbod op de websites van de NVPG-leden zoals weergegeven in figuur 5

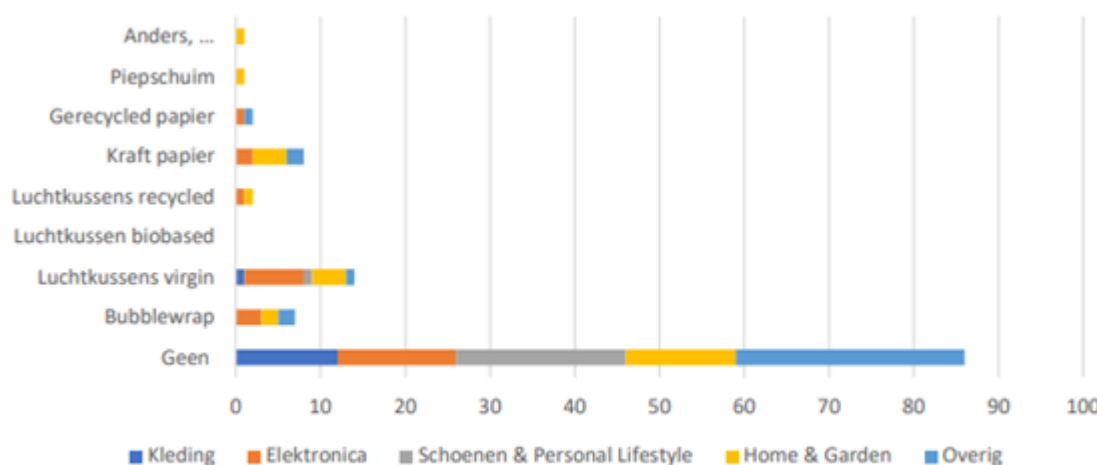
Voor elke productcategorie in tabel 2 is hun aantal in kartonnen verzenddozen vermenigvuldigd met de vulgraad voor die productcategorie en gedeeld door de gemiddelde vulgraad voor alle productgroepen in tabel 2. Het resultaat hiervan is vermenigvuldigd met het percentage en het gemiddelde oppervlak van verzenddozen kleiner en groter dan 30 liter in tabel 4. Tabel 5 zet de eindresultaten op een rijtje.

Tabel 5: Het berekende gewicht (in kton) voor kartonnen verzenddozen in de pakketten-stroom voor consumenten op basis van gemiddeld oppervlak (op basis van gemiddeld volume)

Productcategorie	Enkelgolfkarton	Dubbelgolfkarton	Totaal
Kleding	1,42 (1,54)	3,41 (3,62)	4,82 (5,17)
Elektronica	1,09 (1,19)	2,62 (2,78)	3,71 (3,97)
Schoenen & personal lifestyle	1,37 (1,49)	3,29 (3,50)	4,66 (4,99)
Home & garden	4,68 (5,10)	11,26 (11,98)	15,94 (17,08)
Overige producten	16,12 (17,56)	38,80 (41,27)	54,92 (58,84)
Totaal	24,67 (26,88)	59,38 (63,2)	84,05 (90,04)

3.6 Gewicht van vulmaterialen in verzendozen

Figuur 9 is het staafdiagram uit [Thuiswinkel.org \(2018\)](https://thuiswinkel.org) waarin staat weergegeven in hoeveel kartonnen verzendozen welke vulmaterialen zijn aangetroffen in de steekproef. Met GetData zijn deze gegevens uit dit diagram uitgelezen.



Figuur 9: Het aantal keren dat een verzendmateriaal (niet) is gevonden in een kartonnen verzendoos in de steekproef van [Thuiswinkel.org \(2018\)](https://thuiswinkel.org)

Met de uitgelezen informatie, de kengetallen in tabel 1 in paragraaf 2.6, en de gewichten voor de vulmaterialen uit paragraaf 3.5 zijn per productcategorie de totale hoeveelheden vulmaterialen in kartonnen verzendozen verpakte pakketten voor consumenten berekend. Hiervoor is een vergelijkbare berekeningswijze gevolgd als in paragraaf 2.5 is gedaan voor het berekenen van het gewicht van kartonnen verzendozen zelf. Tabel 6 geeft de berekende gewichten voor de verzendmaterialen.

Tabel 6: Het berekende gewicht (in kton) aan vulmaterialen naar productcategorie voor in kartonnen verzendozen verpakte pakketten voor consumenten

Productcategorie	Papier	Bubbeltjesplastic (LEPD)	Luchtkussens (HEPD)	Piepschuim (PS)
Kleding	0,04			
Elektronica	0,05	0,12	0,02	
Schoenen & personal lifestyle				
Home & garden	0,24	0,31	0,04	0,12
Overige producten	0,17	0,89	0,02	
Totaal	0,50	1,33	0,08	0,12

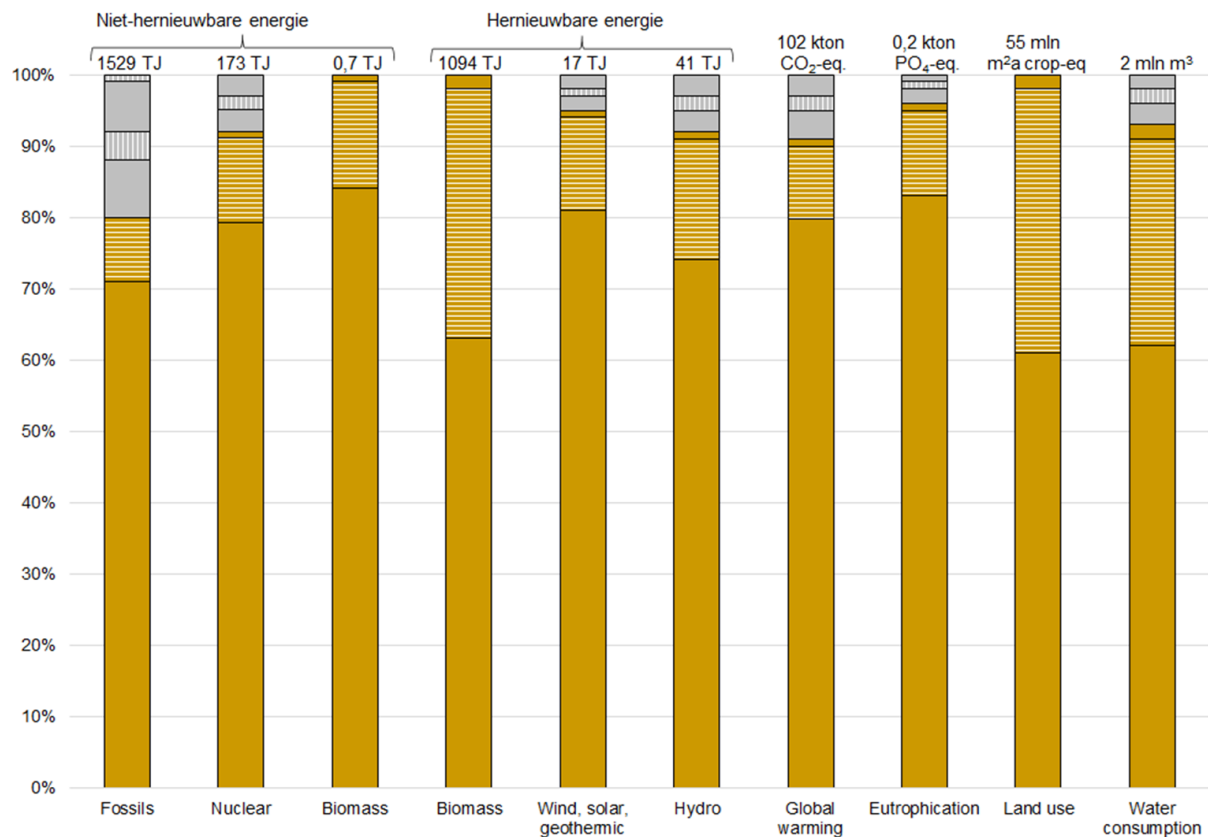
3.7 Milieudrukken van verzendzakken en -dozen en vulmaterialen

In paragraaf 3.2 tot en met 3.6 zijn de hoeveelheden verzendmateriaal voor de post- en pakketten-stroom voor consumenten als volgt berekend::

- Papieren enveloppen voor brieven en generieke geadresseerde post: 9,5 kton
- Plastic (LDPE) verzendhoezen voor periodieke uitgaven: 1,5 kton.

- Plastic verzendzakken (LDPE) voor pakketten: 0,8 kton
- Kartonnen verzenddozen voor pakketten: 84,1 kton
- Vulmaterialen voor in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten:
 - Papier (inclusief inpakpapier): 0,5 kton
 - Luchtkussens van plastic (HDPE): 0,1 kton
 - Bubbeltjesplastic (LDPE): 1,3 kton
 - Piepschuim (PS): 0,1 kton

Deze hoeveelheden zijn vermenigvuldigd met de kengetallen in tabel 1 in paragraaf 2.7 om de milieudrukken voor deze verzendmaterialen te berekenen. Figuur 10 geeft de resultaten.



Figuur 10: De berekende milieudrukken van beneden naar boven voor kartonnen verzenddozen (bruin), papieren enveloppen (bruin gestreept), papieren vulmateriaal (bruin), plastic verzendhoezen (LDPE; grijs), plastic verzendzakken (LDPE; grijs gestreept), bubbeltjesplastic (LDPE; grijs), en piepschuim (PS; grijs gestreept); de hoeveelheid plastic luchtkussens is te weinig om zichtbaar te zijn

4. Discussie

Dit rapport brengt de verzendmaterialen voor de stroom brieven en pakket voor Nederlandse consumenten in kaart. Voor brieven gaat het over papieren enveloppen en plastic verzendhoezen (voor periodieke uitgaven als tijdschriften). Bij pakketten draait het om plastic verzendzakken, kartonnen verzenddozen en vulmaterialen voor in kartonnen verzenddozen. Het samenhangend in kaart brengen van al verzendmaterialen is, voor zover de auteurs bekend, nog niet eerder gedaan. Daarmee levert dit rapport hoe dan ook een zinvolle nieuwe bijdrage aan de discussie over verzendmaterialen voor post en pakketten voor consumenten. Deze discussie gaat voornamelijk vooral over (afval van) plastic verzendzakken en kartonnen verzenddozen voor pakketten, en niet over de verzendmaterialen voor gewone brievenbuspost.

4.1 Betrouwbaarheid resultaten verzendmaterialen voor pakketten

Voor verzendmaterialen voor pakketten voor consumenten geven de verduurzamingsplannen van Thuiswinkel.org wel uiteenlopende en verder niet onderbouwde inschattingen. Volgens het verduurzamingsplan voor de periode van 2015 tot 2018 zou de hoeveelheid afval door verzendmateriaal voor e-commerce uit minimaal 2 kton plastic en 9 kton papier & karton bestaan. Dit verduurzamingsplan meldt niet of de 2 kton plastic volledig is toe te schrijven aan plastic verzendzakken of ook aan bijvoorbeeld plastic opvulmateriaal in kartonnen verzenddozen ([Thuiswinkel.org, 2015](https://thuiswinkel.org/2015)).

Volgens het verduurzamingsplan voor de periode van 2019 tot 2022 zou de hoeveelheid afval door verzendmateriaal voor e-commerce uit 85 kton bestaan (binnenlandse en inkomende pakketten). Deze 85 kton zou grofweg voor 20% uit plastic (7 kton) en 80% uit papier & karton (68 kton) bestaan ([Thuiswinkel.org, 2019](https://thuiswinkel.org/2019)). Dit tweede verduurzamingsplan gaat niet in op het grote gewichtsverschil met het eerste verduurzamingsplan. Dit gewichtsverschil is als zodanig opmerkelijk, maar ook omdat de geschatte toename van het gewicht veel groter is dan de toename van het aantal pakketten. .

Het gewicht van kartonnen verzenddozen voor de pakketten-stroom voor consumenten is in dit rapport berekend op 84,1 kton. Dat ligt 1,2 maal hoger dan de geschatte 68 kton voor papier & karton door [Thuiswinkel.org \(2019\)](https://thuiswinkel.org/2019). Een mogelijke verklaring voor het verschil is lastig te geven, omdat de schatting van [Thuiswinkel.org \(2019\)](https://thuiswinkel.org/2019) verder niet onderbouwd is. De in dit rapport berekende hoeveelheid van 84,1 kton kartonnen verzenddozen zou 6% uitmaken van de in totaal 1.338 kton papier en karton dat als afval is geëindigd en waarvan 1.218 kton is gerecycled in 2019 volgens de monitoring van verpakkingsafval door [Afvalfonds Verpakkingen \(2020\)](https://afvalfondsverpakkingen.nl/2020). [Afvalfonds Verpakkingen \(2020\)](https://afvalfondsverpakkingen.nl/2020) vermeldt overigens niet expliciet of bijvoorbeeld oude kranten en reclamemateriaal, als niet-verpakkingen, wel of niet onderdeel zijn van de afvalstroom papier en karton.

Het gewicht van plastic verzendzakken voor de pakketten-stroom voor consumenten is berekend op 0,8 kton. Dat is zo'n tien maal lager dan de geschatte 7 kton voor plastic door [Thuiswinkel.org \(2019\)](https://thuiswinkel.org/2019). De in dit rapport berekende hoeveelheid van 0,8 kton suggereert dat

plastic verzendzakken 0,2% uitmaken van de in totaal 523 kton gebruikt plastic dat eindigt als afval en waarvan 299 kton wordt gerecycled in 2019 volgens de monitoring van verpakkingsafval door [Afvalfonds Verpakkingen \(2020\)](#).

Het gewicht van de plastic vulmaterialen is berekend op 1,5 kton, waarvan 1,3 kton voor bubbeltjesplastic. Het gewicht aan plastic vulmaterialen is daarmee bijna tweemaal zo groot als dat van de 0,8 kton plastic verzendzakken voor de pakketten. Dat lijkt niet onlogisch aangezien viermaal zoveel pakketten in kartonnen verzenddozen (240 mln) als in plastic verzendzakken (62 mln) worden verstuurd, en kartonnen verzenddozen gemiddeld maar voor de helft met het te verzenden product gevuld zijn en volgens [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) worden opgevuld met vulmaterialen bij zo'n eenderde van de kartonnen verzenddozen. Het suggereert ook een hogere prioriteit voor het reduceren van vulmaterialen dan plastic verzendzakken. In vergelijking met de overige verzendmaterialen, zijn de berekende gewichten voor de vulmaterialen wel gebaseerd op relatief onzekere gegevens.

De berekeningen van de gewichten voor plastic verzendzakken, kartonnen verzenddozen en vulmaterialen in de pakketten-stroom voor consumenten leunen sterk op getallen die zijn ontleend aan de steekproef van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#). In deze steekproef zijn de verzendmaterialen voor 'slechts' 150 bezorgde pakketten in kaart gebracht. [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) geeft zelf ook aan dat de steekproef niet representatief is voor de toen nog 160 mln aankopen van producten. Dit heeft vooral consequenties voor de berekende gewichten voor de vulmaterialen in kartonnen verzenddozen (er zaten geen vulmaterialen in plastic verzendzakken). De steekproef telde 9 verschillende typen vulmaterialen, in dit rapport geaggregeerd tot 5 (waarbij voor het overige vulmateriaal wel het volume, maar niet het gewicht kon worden berekend). Deze vulmaterialen zijn in de steekproef slechts voor 35 pakketten in kartonnen verzenddozen gevonden. De berekende gewichten van de vulmaterialen zijn dus onzekerder dan voor de andere verzendmaterialen. Om beter onderbouwde gewichten van de verzendmaterialen en vooral van de vulmaterialen vast te stellen, is aanvullend onderzoek op grotere schaal nodig.

Behalve dat de steekproef van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) niet representatief is, lijkt de rapportering hierover niet altijd even zorgvuldig. Zo komen er in de monitoringsrapportage op verschillende plekken andere getallen voor het aantal verzenddozen voor, en wordt niet uitgelegd waarom deze getallen verschillen. Er was bij de uitvoering van de berekeningen echter geen betere informatie dan uit deze steekproef beschikbaar om de gewichten van de verzendmaterialen voor de pakketten-stroom voor consumenten te berekenen.

Tijdens de afronding van dit rapport is ook een tussentijdse monitoringsrapportage voor het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 uitgekomen ([Thuiswinkel.org, 2021](#)). Deze tussentijdse monitoringsrapportage omvat ook een steekproef, of eigenlijk twee, één van 150 pakketten om typisch Nederlands bestelgedrag te simuleren en een andere van 50 pakketten om een beter beeld te krijgen van grote webwinkels. De gerapporteerde gemiddelde vulgraden nemen echter die voor kartonnen verzenddozen samen met die voor plastic verzendzakken en pakketten zonder verzendverpakking (beide meegerekend als 100% gevuld). De gemiddelde vulgraad van de kartonnen verzenddozen is een relevante input voor de berekening in dit rapport. De informatie in [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) leent zich daarmee niet zonder meer om de op data uit 2018 gebaseerde berekeningen in dit rapport

te herhalen, en daarom vertegenwoordigen de resultaten in dit rapport nog steeds de best mogelijke.

Zowel de steekproef in [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) als die van de 150 postpakketten in [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) proberen een representatief beeld te geven. Beide rapportages melden dat hun steekproef de juiste richting aangeeft, maar dat een afwijking van 15% mogelijk is. Een zelfde onzekerheidsmarge wordt van toepassing verondersteld op de in dit rapport berekende gewichten voor de verzendmaterialen (behalve voor de vulmaterialen waarvoor de onzekerheden als groter worden beschouwd).

4.2 Betrouwbaarheid resultaten verzendmaterialen voor brieven

Voorafgaande paragraaf gaat over de betrouwbaarheid van de in dit rapport berekende hoeveelheid verzendmaterialen voor pakketten voor consumenten, en van de informatie waarop deze berekeningen zijn gebaseerd. Ook voor de berekening van de gewichten van de verzendmaterialen voor gewone brievenbuspost voor consumenten zijn aannames gedaan, zowel voor de papieren enveloppen voor zakelijke brieven en generieke geadresseerde post (9,5 kton) als voor het gewicht van plastic verzendhoezen voor periodieke uitgaven (1,5 kton).

Basis voor de berekening van de gewichten van de verzendmaterialen voor brievenbuspost is het aantal vervoerde poststukken met een adressering in 2019 zoals ontleend aan de Post- en Pakkettenmonitor van de Autoriteit Consument & Markt (ACM) met ([ACM, 2021](#)). Anders dan voor pakketten kwantificeert [ACM \(2021\)](#) echter niet de verdeling van deze post-stroom over consumenten en zakelijke ontvangers. Hiervoor is de verhouding tussen het aantal Nederlandse huishoudens en bedrijven in 2019 gebruikt. Naar de inschatting van de auteurs is dit een conservatieve aanname voor het consumentendeel in de post-stroom. Bijvoorbeeld, als een huishouden meer dan één werkende telt, dan komt op dat adres voor elke werkende aparte belastingsbrieven aan.

De verdeling van de post-stroom over consumenten en zakelijke ontvangers is een belangrijke aanname. De zelf vastgestelde gewichten van papieren enveloppen en plastic verzendhoezen, en de relatief grote spreiding daarin, zijn een andere belangrijke aanname in de berekening van de gewichten van de verzendmaterialen voor de brievenbuspost. Alles bij elkaar, ook omdat dit nooit eerder is gedaan, worden de berekende gewichten van de verzendmaterialen voor brievenbuspost als waardevol beschouwd.

De hoeveelheden papieren enveloppen voor brieven (9,5 kton) en plastic verzendhoezen voor periodieken (1,5 kton) in de post-stroom voor consumenten zijn groot ten opzicht van de hoeveelheden plastic verzendzakken (0,8 kton) en kartonnen verzenddozen (84,1 kton) in de pakketten-stroom voor consumenten. De hoeveelheid plastic verzendhoezen voor periodieken is zelf twee maal zo groot als de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten.

De relatief grote omvang van verzendmaterialen voor de post-stroom is een opmerkelijk resultaat omdat er veel aandacht uitgaat naar milieuproblemen rond vooral kartonnen verzenddozen voor pakketten, maar er nog weinig belangstelling lijkt te zijn voor

verzendmaterialen voor post. Verzendmaterialen voor post, en vooral de plastic verzendhoezen voor periodieke uitgaven verdienen meer attentie. Net als de vulmaterialen overigens. Ook de hoeveelheid hiervan (1,5 kton) is bijna tweemaal zo groot als de plastic verzendzakken voor pakketten.

4.3 Vulgraad kartonnen verzenddozen en plastic verzendzakken

Het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 van [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) wil, ten opzichte van 2018, de vulgraad van kartonnen verzenddozen met 10% verhogen (ofwel de hoeveelheid lucht met 10% reduceren). Zoals in paragraaf 4.3 al aangehaald, combineert de tussentijdse monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) de gemiddelde vulgraden voor plastic verzendzakken en pakketten zonder verzendverpakking (beide meegerekend als 100% gevuld) met die voor kartonnen verzenddozen in één getal. De gemiddelde vulgraden in de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) hebben uitsluitend betrekking op kartonnen verzenddozen.

Door de vulgraden voor alle productcategorieën te combineren in [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) *lijkt* de gemiddelde vulgraad ten opzichte van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) gestegen van 50% naar 59%, waardoor bijna *lijkt* te worden voldaan aan het doel van 10% verhoging van de vulgraad (10% lucht-reductie) ten opzichte van 2018. In [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) heeft dit doel voor vulgraadverbetering (lucht-reductie) echter alleen betrekking op verzenddozen en niet op alle verzendmaterialen samen. Doordat de 100% vulgraden voor plastic verzendzakken en pakketten zonder verzendverpakking de gemiddelde vulgraad in [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) omhoog trekt, ligt de huidige gemiddelde vulgraad voor kartonnen verzenddozen vermoedelijk nog steeds dicht bij die van 50% uit [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) dan de gecombineerde vulgraad van 59% voor kartonnen verzenddozen, plastic verzendzakken en pakketten zonder verzendverpakking samen uit [Thuiswinkel.org \(2021\)](#).

Het verduurzamingsplan voor 2015 tot 2018 van [Thuiswinkel.org \(2015\)](#) bevat nog geen kwantitatieve doel om de vulgraad voor kartonnen verzenddozen te verbeteren, maar zegt wel dat de grootste duurzaamheidstoename met vulgraadverbetering kan worden behaald. Daarom wordt nog in 2015 uit te voeren onderzoek aangekondigd om de (gemiddelde) vulgraad (loze ruimte) van kartonnen verzenddozen te kwantificeren, en op basis daarvan een reductiedoelstelling vast te stellen. Ook wordt in 2015-2016 uit te voeren onderzoek aangekondigd naar de mogelijkheden voor verbetering van de vulgraad. Het is onduidelijk of dit onderzoek inderdaad is uitgevoerd, maar gemiddelde vulgraden voor 2015 lijken althans niet beschikbaar. De gemiddelde vulgraden in de steekproef in de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#), ter vereffijning van het behalen van de doelen in het verduurzamingsplan voor 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org \(2015\)](#)), worden immers niet afgezet tegen gemiddelde vulgraden uit 2015. Met de steekproef in de monitoringsrapportage van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) is er nu wel een nulmeting om de voortgang uit het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 van [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) te kunnen monitoren.

Door een hogere vulgraad wordt vervoer van lucht worden voorkomen en kan potentieel materiaal worden bespaard. Of er materiaal wordt bespaard, hangt af van hoe vulgraadverbetering wordt bewerkstelligd:

Het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 van [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) meldt dat er inmiddels machines beschikbaar zijn om verzendmaterialen op maat te maken. De meeste van deze machines zouden alleen de hoogte van de kartonnen verzenddozen kunnen aanpassen. Alleen grote webwinkels hebben machines om kartonnen verzenddozen en/of plastic verzendzakken op maat te snijden. Als hierdoor de hoeveelheid snijafval toeneemt of dezelfde hoeveelheid karton gewoon anders gevouwen wordt, zal de gemiddelde vulgraad wel verbeteren (ergo, wel vervoer van lucht voorkomen), maar zal de gebruikte hoeveelheid karton en plastic niet veranderen (ergo, geen materiaalbesparing worden gerealiseerd). Wel zal in geval van op maat gesneden verzenddozen minder verzendmateriaal voor de pakketten hoeven te worden vervoerd.

Omdat de grote webwinkels al machines voor op maat snijden van kartonnen verzenddozen en plastic verzendzakken gebruiken en dit voor middelgrote en kleinere spelers een te grote investering is, is hier volgens het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 van [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) relatief weinig verbetering van de vulgraad te verwachten. Volgens [Thuiswinkel.org \(2019\)](#) zal de 10% vulgraadverbetering (luchtreductie) moeten komen van het handmatig in kartonnen verzenddozen en plastic verzendzakken verpakken bij kleinere webwinkels. Door handmatig inpakken kan volumeverkleining en daarmee vulgraadverbetering worden gerealiseerd door het naar binnen vouwen van kartonnen verzenddozen of het omvouwen van plastic verzendzakken. Ook hiermee blijft de hoeveelheid gebruikt verzendmateriaal en het vervoer gelijk.

4.4 Herbruikbare verzendverpakkingen voor pakketten

Er bestaan inmiddels herbruikbare verzendverpakkingen om vaker dan twee keer te worden gebruikt, dus vaker dan alleen voor verzending en retour. Het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 heeft een doel om 10% van de verzendverpakkingen uit deze herbruikbare te laten bestaan ([Thuiswinkel.org, 2019](#)). Volgens de tussentijdse monitoringsrapportage wordt er momenteel nog maar 1% van de beoogde 10% hergebruikt en komt dit door barrières met betrekking tot logistiek en kosten, of omdat het onvoldoende milieuwinst zou opleveren ([Thuiswinkel.org, 2021](#)).

Een recent rapport van [Mission Reuse \(2021\)](#), opgesteld met medewerking van Thuiswinkel.org en KennisInstituut Duurzaam Verpakken (KIDV), geeft een overzicht van de huidige status van herbruikbare verpakkingen voor e-commerce in Nederland. Dit overzicht omvat een uitwerking van de logistieke stroom, de milieuwinsten en een overzicht van innovaties. Het rapport identificeert ook de kansen en mogelijkheden voor herbruikbare verpakkingen. Consumentenonderzoek in [Mission Reuse \(2021\)](#) laat zien dat tweederde van de consumenten ontevreden is met eenmalige verzendverpakkingen, vooral met de hoeveelheid afval die het oplevert, dat zelfs 96% interesse heeft in herbruikbare alternatieven. De helft van de Nederlandse consumenten is bereid hiervoor meer te betalen. Hetzelfde vond [Tchibo \(2020\)](#) in Duitsland.

De Rethink Plastic Alliance (2021) wil, in ([Copello et al., 2021](#)), van de op Europese schaal gebruikte verzendverpakkingen 20% tegen 2027 en 50% tegen 2030 herbruikbaar laten zijn.

Hiermee zou tegen 2030 zo'n 250,000 ton grondstoffen, 1 miljard kubieke meter water en 429,000 ton CO₂ worden bespaard.

Volgens Rethink Plastic Alliance (2021), in ([Copello et al., 2021](#)), zouden de kosten van herbruikbare systemen kunnen worden gedrukt door een toenemende schaal en het delen van gecentraliseerde systemen voor het inleveren en schoonmaken van herbruikbare verpakkingen. Daardoor zouden herbruikbare verpakkingen per verzonden pakket zelfs voordeliger kunnen uitkomen dan eenmalige verzendverpakkingen. De toenemende grondstoffen prijzen zullen hier zeker ook aan bij kunnen dragen. Volgens [Van der Velden & Stooker \(2021\)](#) in het Financieel Dagblad jaagt de huidige explosie van webaankopen de prijs van papier en karton met 30% en van tape, plastic en andere wegwerp verpakkingsmaterialen met 65% omhoog.

Mits een systeem met herbruikbare verzendverpakkingen goed wordt ingericht, kan dit dus milieuwinst opleveren, consumentenervaringen verbeteren en de afhankelijkheid en blijvende kosten van eenmalige verzendverpakkingen verbeteren. Mission Reuse heeft een netwerk met de Nederlandse e-commerce sector en (lokale) overheid opgezet om verschillende systemen te testen, kennis te delen en de transitie aan te jagen. Nederlandse consumenten retourneren gemiddeld 13% en zelfs 44% van de mode-producten, en is daarmee koploper in Europa van het retourneren van verzendingen ([Ecommercenews, 2020](#)). Deze retourstroom zorgt voor extra retourlogistiek, waaronder vervoer, maar ook worden geretourneerde items vaak vernietigd, al zijn exacte cijfers onduidelijk ([AvroTros, 2021](#)). Dat maakt Nederland tot een ideale omgeving om retourlogistiek te optimaliseren en herbruikbare verzendverpakkingen verder te testen en uit te rollen.

4.5 Overige doelen en prestaties voor verzendmaterialen voor pakketten

De verduurzamingsplannen van Thuiswinkel.org voor de periode van 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org, 2015](#)) en van 2019 tot 2022 ([Thuiswinkel.org, 2019](#).) bevatten diverse voornemens om de e-commerce sector te verduurzamen. Beide verduurzamingsplannen bevatten echter weinig **kwantitatieve** doelen om de hoeveelheid verzendmaterialen per pakket en in totaal terug te brengen.

- Het verduurzamingsplan van 2015 tot 2018 wil de dikte van 70% van de plastic verzendzakken terugbrengen van 70 mu naar 60 of 50 mu ([Thuiswinkel.org, 2015](#)). Volgens het monitoringrapport van [Thuiswinkel.org \(2018\)](#) is dit doel waarschijnlijk behaald.
- Het verduurzamingsplan voor 2015 tot 2018 wil dat 10% van pakketten in herbruikbare verzendmaterialen verzonden gaan worden, mits pilots daartoe positief uitvallen ([Thuiswinkel.org, 2019](#).). Volgens de recent uitgekomen tussentijdse monitoring van [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) laten twee uitgevoerde pilots nog te slechten hindernissen voor hergebruik zien ('uitdagingen' ten aanzien van logistiek, kosten en milieuwinst), en ook dat er vooralsnog slechts voor zo'n 1% van de pakketten herbruikbare verzendmaterialen worden gebruikt. [Thuiswinkel.org \(2021\)](#) verwacht daarom niet dat herbruikbare verpakkingen op korte termijn grootschalig zullen worden toegepast.
- De verduurzamingsplannen voor de periode van 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org, 2015](#)) en van 2019 tot 2022 ([Thuiswinkel.org, 2019](#).) willen de vulgraad van kartonnen verzendozen verhogen (de hoeveelheid lucht verlagen) met 10%. Dit doel is volgens de

monitoringsrapportages van 2018 ([Thuiswinkel.org, 2018](https://thuiswinkel.org/2018)) en 2021 ([Thuiswinkel.org, 2021](https://thuiswinkel.org/2021)) niet gehaald en er is ook geen vooruitgang zichtbaar.

Als **kwalitatief** doel om de hoeveelheid verzendmaterialen per pakket en in totaal terug te brengen wil het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022 onnodige verzendmaterialen vermijden ([Thuiswinkel.org, 2019](https://thuiswinkel.org/2019)). Dit doel is volgens de tussentijdse monitoring van [Thuiswinkel.org \(2021\)](https://thuiswinkel.org/2021) eveneens niet gehaald.

Om de hoeveelheid verzendmaterialen terug te brengen is één van de kwalitatieve subdoelen in het verduurzamingsplan voor 2019 tot 2022, feitelijk als wens geformuleerd, om met productleveranciers in gesprek te gaan om deze een inspanningsverplichting aan te laten gaan hun productverpakkingen ook geschikt te maken voor verzending zonder dat aanvullende verzendmaterialen nodig zijn van 2019 tot 2022. Het gaat hierbij om de specifieke verpakking voor een product zoals het in winkels op de schappen staat en aan webwinkeliers wordt aangeleverd ([Thuiswinkel.org, 2019](https://thuiswinkel.org/2019)). Het geschikt maken van productverpakkingen voor directe verzending, zonder aanvullende verzendmaterialen dus, is alleen een goed idee als een eventuele hoeveelheid extra materiaal voor de productverpakking minder blijft dan de hoeveelheid verzendmaterialen die daarmee (mogelijk wordt) teruggebracht.

Thuiswinkel.org heeft al een lijst van producten die zonder extra kartonnen verzenddoos of plastic verzendzak verstuurd kunnen worden. De vervoerskosten voor pakketten worden echter per aantal en niet per gewicht van de verzonden pakketten berekend. Dit is voorsnóg een belangrijke reden voor webwinkels om meerdere van deze producten binnen één bestelling toch samen in één verzendverpakking als één pakket te blijven verzenden. Hierdoor zal het geschikt maken van productverpakkingen voor directe verzending alleen verzendmateriaal besparen bij bij bestellingen van losse producten. Voor bestellingen van meerdere producten in één bestelling moet worden onderzocht hoe overbodig materiaal en vervoer wordt voorkomen door de logistiek en bijbehorende kost te optimaliseren.

Naast kwalitatieve doelen om de hoeveelheid verzendmaterialen terug te brengen, bevatten de verduurzamingsplannen voor 2015 tot 2018 ([Thuiswinkel.org, 2015](https://thuiswinkel.org/2015)) en voor 2019 tot 2022 ([Thuiswinkel.org, 2019](https://thuiswinkel.org/2019)) verschillende (kwalitatieve en kwantitatieve) doelen ten aanzien van recycling, het vermijden van verzendmaterialen en consumentenvoorlichting. In de context van circulaire economiebeleid heeft in beginsel vermijden prioriteit boven hergebruik van verzendmaterialen, en hergebruik prioriteit boven recycling van verzendmaterialen. Recycling staat nog dicht bij de lineaire economie ([Potting et al., 2018](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.001)).

4.6 Toezicht op verduurzaming van de e-commerce sector

Het verpakkend bedrijfsleven heeft in de [Raamovereenkomst verpakkingen 2013 - 2022 \(2012\)](https://www.raamovereenkomstverpakkingen.nl) afgesproken een verduurzamingsagenda op te stellen onder auspiciën van het inmiddels opgerichte KennisInstituut Duurzaam Verpakken (KIDV). Dit heeft onder andere geresulteerd in verduurzamingsplannen van inmiddels 22 brancheorganisaties, waaronder de e-commerce sector. In de verduurzamingsplannen staat waar veel milieuwinst kan worden behaald, wat de sector zich concreet ten doel stelt en welke maatregelen daarvoor

zullen worden genomen. De voortgang op de gestelde verduurzamingsdoelen worden per branche gemonitord ([KIDV, 2019](#); [KIDV, 2022](#)).

De verduurzamingsplannen van de 22 brancheorganisaties hebben betrekking op de periode 2019 tot 2022. Van de 22 brancheorganisaties hadden er 13 al in 2015 een verduurzamingsplan opgesteld, waaronder de e-commerce sector voor de periode van 2015 tot 2018. In de tweede ronde zijn 17 verduurzamingsplannen ingediend, waaronder door een aantal nieuwe brancheorganisaties ([KIDV, 2019](#)).

Het initiatief voor het opstellen van de verduurzamingsplannen en de monitoring daarvan ligt bij de brancheorganisaties. Een college van onafhankelijke experts van het KIDV adviseert hoe de verduurzamingsdoelen en maatregelen concreter te maken, mede met het oog op de verifieerbaarheid van de voortgang daarop, de gebruikte data om dat te monitoren, en kwaliteit van de monitoringsrapportages. Het is echter aan de brancheorganisaties of en wat ze met de adviezen van het college van experts doen. Omvang, concreetheid en kwaliteit van de duurzaamheidsplannen en monitoringsrapportages lopen dan ook nogal uiteen.

Volgens één van de onafhankelijke experts, professor Roland ten Klooster (Technische Universiteit Twente), heeft het college van onafhankelijke experts ook bij de e-commerce sector maar beperkt toegang tot hoe hun verduurzamingsdoelen tot stand komen en hun adviezen daarin worden meegenomen omdat de achterliggende discussies hierover niet worden genotuleerd. Ook heeft het college van experts geen inzage in de onderliggende data voor de monitoringsrapportage van Thuiswinkel.org.

De verduurzamingsplannen en monitoringsrapportages van de e-commerce sector steken op zich positief af bij die van sommige andere brancheorganisaties ([KIDV, 2022](#)). Het is echter wenselijk dat voor alle brancheorganisaties, inclusief de e-commerce sector, het proces voor het vaststellen en monitoren van de verduurzamingsdoelen transparant en inzichtelijk wordt. Zeker voor het college van onafhankelijke experts is het van belang, om haar werk goed te kunnen doen, om minimaal toegang te hebben tot notulen over achterliggende discussies zoals over de verduurzamingsdoelen en de onderliggende data voor de monitoringsrapportages. Dit komt de geloofwaardigheid van de monitoringsrapportages ten goede, en maakt ze ook beter bruikbaar voor andere doeleinden, bijvoorbeeld als input voor de berekeningen zoals in dit rapport maar ook voor beleidsdoeleinden.

4.7 Aanvullende reflecties tot slot

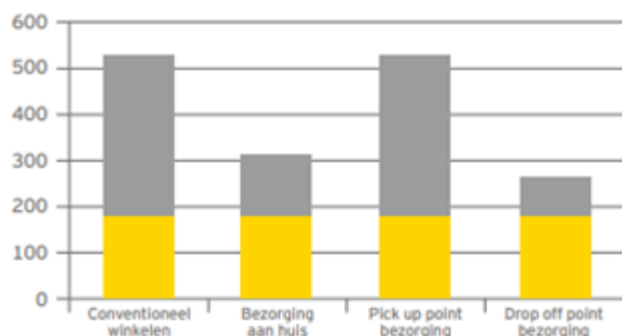
Verduurzaming van verzendmaterialen voor gewone brievenbuspost krijgt vooralsnog weinig aandacht. Deze studie laat echter zien dat de hoeveelheid plastic verzendhoezen voor periodieken (1,5 kton) twee maal zo groot als de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten (0,8 kton) is, terwijl de hoeveelheid papieren enveloppen voor brieven (9,5 kton) een tiende van de hoeveelheid kartonnen verzendozen voor pakketten (84,1 kton) bedraagt. Verduurzaming van postverzending verdient dus meer aandacht, zelfs al neemt de hoeveelheid post al jaren af (zie tabel 2). Onderzoek naar post-wikkels (adresband) of

adresstickers (om de open zijkant van periodieken) als alternatief voor plastic verzendhoezen ligt voor de hand.

De aandacht voor verduurzaming van de pakketten-stroom voor consumenten is door corona extra relevant geworden. De hoeveelheid pakketten is door de lockdowns in corona-jaar 2020 duidelijk meer toegenomen dan in eerdere jaren (zie tabel 2), hoewel [ACM \(2021\)](#) geen verwachting uitspreekt of deze groei blijvend is of niet. Volgens [Delmee \(2020\)](#) hebben vooral 50-plussers door de invloed van corona voor het eerst kennis gemaakt met online winkelen, en sluit de invloed van corona goed aan op een aantal e-commerce trends. Volgens het recente E-commerce Delivery Compass is 32% van de Europese consumenten van plan om ook 'na corona' meer online aankopen te blijven doen ([Sendcloud, 2021](#)).

De focus in dit rapport is op de pakketten-stroom van bedrijven naar consumenten (B2C). Tabel 2 laat zien dat de B2C-stroom in 2020 ten opzichte van 2016 meer dan verdubbeld is. In diezelfde periode is de pakketten-stroom van bedrijven naar bedrijven (B2B) bijna verdubbeld, en die van consumenten als afzender (C2X) zelfs verdriedubbeld. Er zijn geluiden dat in de C2X-stroom via Marktplaats gekochte producten van consumenten door consumenten steeds belangrijker worden. Hoewel de B2C-stroom bijna driemaal zo groot is als de B2B- C2X-stroom, is het ook van belang de B2C- en C2X-stroom niet te veronachtzamen.

Dit rapport richt zich op de verzendmaterialen voor post en pakketten, maar niet op het vervoer van deze pakketten. [EY & Thuiswinkel.org \(2015\)](#) hebben de bijdrage aan klimaatverandering voor een aantal scenario's van pakketvervoer naar de consument gekwantificeerd (zie figuur 11). Het gaat hierbij om vervoer van het product plus verzendverpakking. [EY & Thuiswinkel.org \(2015\)](#) nauwelijks hoe het vervoer is berekend. Alleen voor vervoer door de consument wordt 50% autovervoer gemeld (de andere 50% wordt niet gespecificeerd). Deze 50% autovervoer zorgt er met waarschijnlijkheid voor dat conventioneel winkelen en een centraal afhaalpunt (pick-up point) er als hoog uitspringen. Vervoer per auto vraagt aanzienlijk meer energie dan vervoer per bestelbus .



Figuur 11: Bijdrage aan klimaatverandering (in gram CO₂-equivalenten) door het vervoer van één pakket van het distributiecentrum van de producent naar de vervoerder van het pakket (geel) en van de postvervoerder naar de consument of waar deze het afhaalt (grijs) ([EY & Thuiswinkel.org, 2015](#))

De cijfers van [EY & Thuiswinkel.org \(2015\)](#) hebben betrekking op het **vervoer** van een product plus verzendverpakking, en zijn exclusief het **produceren** van product en verzendverpakking. Deze emissies kunnen niet zonder meer worden vergeleken met de emissies van het produceren van een (lege) kartonnen verzenddoos (of plastic verzendzak). De bijdrage aan klimaatverandering voor de productie van een (lege) kartonnen verzenddoos is echter gemiddeld 338 gram CO₂-equivalenten. Dat is ongeveer evenveel als

de hoeveelheid CO₂-equivalenten voor bezorging aan huis van diezelfde kartonnen doos plus product(en) daarin van [EY & Thuiswinkel.org \(2015\)](#) in figuur 11.

Naast het reduceren van verpakkingen en het toepassen van herbruikbare verpakkingen kan de e-commerce sector dus ook nog verduurzamen op vervoer, en op andere aspecten zoals het terugdringen van het vernietigen van geretourneerde producten. Stappen die gezet worden omvatten: het verminderen van bezorgpogingen aan huis, meer elektrische bezorgbusjes, toename aan fietskoeriers, langere verzendtijd door routeoptimalisatie soms zelf aangemoedigd door korting en gebundelde levering in pakket punten en pakketkluisen ([Sendcloud, 2020](#)). Zoals aangegeven kunnen verpakkingen zoals bijvoorbeeld door de vulgraad bijdragen aan optimalisatie en dus verduurzaming van het transport. Deze mogelijke synergie tussen verduurzamingen in de sector dient meegenomen te worden bij het ontwikkeling van verpakkingen en hergebruik systemen.

5. Conclusies

In dit rapport zijn de hoeveelheden verzendmateriaal berekend voor de post- en pakketten-stroom voor Nederlandse consumenten. De berekende hoeveelheden verzendmateriaal, behalve voor de vulmaterialen die op onzekere gegevens zijn gebaseerd, worden als van goede kwaliteit beschouwd:

- Papieren enveloppen voor brieven en generieke geadresseerde post: 9,5 kton
- Plastic (LDPE) verzendhoezen voor periodieke uitgaven: 1,5 kton.
- Plastic verzendzakken (LDPE) voor pakketten: 0,8 kton
- Kartonnen verzenddozen voor pakketten: 84,1 kton
- Vulmaterialen voor in kartonnen verzenddozen verpakte pakketten (gebaseerd op relatief onzekere gegevens):
 - Papier (inclusief inpakpapier): 0,5 kton
 - Luchtkussens van plastic (HDPE): 0,1 kton
 - Bubbeltjesplastic (LDPE): 1,3 kton
 - Piepschuim (PS): 0,1 kton

De relatief grote omvang van verzendmaterialen voor de post-stroom is een opmerkelijk resultaat omdat er veel aandacht uitgaat naar milieuproblemen rond vooral kartonnen verzenddozen voor pakketten, maar er nog weinig belangstelling lijkt te zijn voor verzendmaterialen voor post. Verzendmaterialen voor post, en vooral de plastic verzendhoezen (twee maal de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten!), verdienen meer attentie.

Ook de hoeveelheid plastic voor de vulmaterialen, vooral bubbeltjesplastic, is groot in verhouding tot de hoeveelheid plastic verzendzakken voor pakketten (ook bijna tweemaal zo groot). Wel is onzekerheid in de berekende hoeveelheden voor de vulmaterialen groot. Desondanks verdienen ook de vulmaterialen meer attentie dan ze nu krijgen.

Thuiswinkel.org, de belangenorganisatie voor Nederlandse webwinkelier, heeft voor de eigen sector verduurzamingsplannen geschreven, één voor de periode van 2015 tot 2018, en één voor die van 2019 tot 2022. Vooral het meest recente verduurzamingsplan zet in op minder verzendmaterialen en hergebruik van verzendmaterialen, alsmede op recycling. In de context van het Nederlandse circulaire economiebeleid heeft in beginsel minder gebruik (preventie) prioriteit boven hergebruik van verzendmaterialen, en hergebruik prioriteit boven recycling van verzendmaterialen (recycling staat nog dicht bij de lineaire economie). De tussentijds monitoring door Thuiswinkel.org uit 2021 laat zien dat er weinig vooruitgang is geboekt ten aanzien van minder en hergebruik van verzendmaterialen. Hopelijk krijgen preventie en hergebruik van verpakkingen in het volgende verduurzamingsplan meer aandacht. Samen met aangescherpte ambities kan deze sector het grote potentieel aan minder grondstoffengebruik, en daarmee ook minder milieudruk en afval waarmaken.

Referenties

Alle 'downloadt hier' links hieronder kunnen worden gebruikt om de betreffende referenties te downloaden. Ze zijn in januari 2022 voor het laatst bezocht, en werkten toen allemaal nog (soms is een gebruikersnaam en wachtwoord nodig voor toegang). Mochten deze internet-links niet langer naar de betreffende referentie leiden, of leest u dit document op papier, dan kunnen de meeste referenties ook worden gevonden door de titel in te typen op een internet-zoekmachine

ACM (2021). Post- en Pakkettenmonitor 2020. Den Haag: Autoriteit Consument en Markt (ACM) ([downloadt hier](#)).

ACM (2017). Post- en Pakkettenmonitor 2016. Den Haag: Autoriteit Consument en Markt (ACM) ([downloadt hier](#)).

Afvalfonds Verpakkingen (2020). Monitoring verpakkingen. Resultaten inzameling en recycling 2019. Leidschendam: Afvalfonds Verpakkingen ([download hier](#)).

Antalis (2021a). Dozen enkele golf Master'in Access. Internetpublicatie Antalis ([downloadt hier](#)).

Antalis (2021b). Dozen dubbel golf Master'in Access. Internetpublicatie Antalis ([downloadt hier](#)).

Avrotros (2021). Kleren retourneren? Grote kans dat jouw pakje wordt vernietigd. Internetpublicatie AvroTros ([downloadt hier](#)).

BPF (2021). Polyethylene (Low Density) LDPE, LLDPE. Internetpublicatie British Plastic Federation (BPF) ([downloadt hier](#)).

CBS (2021a). 11 procent meer internetaankopen in eerste helft 2020. Internetpublicatie van Centraal Bureau voor de Statistiek ([downloadt hier](#)).

CBS (2021b). Particuliere huishoudens naar samenstelling en grootte, 1 januari. Internetpublicatie Statline van Centraal Bureau voor de Statistiek ([download hier](#)).

CBS (2021c). Bedrijven; bedrijfstak. Internetpublicatie Statline van Centraal Bureau voor de Statistiek ([downloadt hier](#)).

Copello, L., S. Porteron & J.P. Schweitzer (2021). Realising reuse. The potential for scaling up reusable packaging, and policy recommendations. Internetpublicatie Rethink Plastic Alliance ([downloadt hier](#)).

Delmee, I. (2020). Zes e-commerce trends onder de loep: coronavirus verandert online shoppen. Internetpublicatie Emerce.nl ([downloadt hier](#)).

Dings, I. (2021). De 15 belangrijkste e-commerce trends voor 2021 waar je niet omheen kunt. Internetpublicatie Sendcloud ([downloadt hier](#)).

DSSmith (2021a). Enkelgolf verzenddozen. Internetpublicatie DSSmith ([downloadt hier](#)).

DSSmith (2021b). Dubbelgolf verzenddozen. Internetpublicatie DSSmith ([downloadt hier](#)).

EY & Thuiswinkel.org (2015). The green mile? Over de duurzaamheid van de 'last mile' in de Nederlandse e-commerce. Internetpublicatie van EY & Thuiswinkel.org ([downloadt hier](#)).

FEFCO (2007). International fibreboard case code (FEFCO). Brussel: European Federation of Corrugated Board Manufacturers (FEFCO) ([downloadt hier](#)).

FEFCO (2012). European Database for Corrugated Board Avenue Louise 250 Life Cycle Studies. Brussel: European Federation of Corrugated Board Manufacturers (FEFCO) ([downloadt hier](#)).

Gamma (2021). GAMMA noppenfolie kunststof transparant rol 10mx0,5 meter. Internetpublicatie Gamma ([downloadt hier](#)).

IGEPA (2021). Webshopdozen. Internetpublicatie IGEPA ([downloadt hier](#)).

KIDV (2019). De toekomst van duurzaam verpakken in zeventien brancheplannen. Internetpublicatie van KennisInstituut Duurzaam Verpakken ([downloadt hier](#)).

KIDV (2022). Brancheplannen Duurzaam Verpakken 2019 - 2022. Internetpublicatie van KennisInstituut Duurzaam Verpakken ([downloadt hier](#)).

Mission Reuse (2021). Herbruikbare verzendverpakkingen in e-commerce. Internetpublicatie Mission Reuse ([downloadt hier](#)).

NVC (2014). NVC Position Paper. Packaging as driver for the sustained future of e-commerce. Gouda: NVC Netherlands Packaging Centre (NVC) ([downloadt hier](#)).

NVGP (2021) Aangesloten leden. Webpublicatie van de Nederlandse Vereniging van Groothandelaren in Papier- en verpakkingsmaterialen (NVGP) ([downloadt hier](#)).

Potting, J. & A. Hanemaaijer (eds.), R. Delahaye, J. Ganzevles, R. Hoekstra & J. Lijzen (2018). Circulaire economie: Wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland. Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving ([downloadt hier](#)).

Potting, J. (ed.), B. Honig & J. Wilcox. (2022). Deciphering EUs packaging landscape. Quantification of environmental aspects for the packaging of 20 products, and qualitative assessment of their prospects for shifting from disposable to reusable (or none) packaging for 7 of them in the Netherlands, Belgium, Germany, France, Spain and EU28 through iterative collaborative research. Brussel (België): Zero Waste Europe.

Profipack (2021). PP-Air luchtzakjes folie voorgevuld in zak - 100 X 200 mm (700 st). Internetpublicatie Profipack ([downloadt hier](#)).

Raamovereenkomst verpakkingen (2012). Raamovereenkomst tussen IenM, het verpakkend bedrijfsleven en de VNG over de aanpak van de dossiers verpakkingen en zwerfafval voor de jaren 2013 t/m 2022 ([downloadt hier](#)).

RVO (s.d.). Rekentool verpakkingsmaterialen - RVO. Assen / Den Haag / Roermond / Utrecht / Zwolle: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

SGS (2020). Online zorgt voor veel kartonafval. Internetpublicatie Stichting Gouda Schoon (SGS) ([downloadt hier](#)).

Tchibo (2020). RePack – Mehrwegversandtaschen. Durchführung des Pilotprojektes, Ergebnisse & nächste Schritte. Internetpublicatie Tchibo ([downloadt hier](#)).

Thuiswinkel.org (2019). Brancheverduurzamingsplan Verpakken E-commercesector [2018-2022]. Ede: Thuiswinkel.org ([downloadt hier](#)).

Thuiswinkel.org (2015). Brancheverduurzamingsplan Thuiswinkel.org [2015-2018]. Ede: Thuiswinkel.org ([downloadt hier](#)).

Thuiswinkel.org (2018). Monitoring van resultaten brancheverduurzamingsplan Verpakken Thuiswinkel.org. Ede: Thuiswinkel.org ([downloadt hier](#)).

Thuiswinkel.org (2020). Thuiswinkel Markt Monitor - Q3 2020: juli t/m september 2020. Ede: Thuiswinkel.org.

Thuiswinkel.org (2021). Tussentijdse monitoring: Brancheverduurzamingsplan Verpakken Thuiswinkel.org 2018-2022. Ede: Thuiswinkel.org ([downloadt hier](#)).

Van der Velden, L. & C. Stoker (2021). Explosie webwinkelen jaagt kartonprijs omhoog. Financieel Dagblad, 8 juni 2021 ([downloadt hier](#)).

Wikipedia (2021a). Geëxpandeerd polystyreen. Internetpublicatie Wikipedia ([downloadt hier](#)).

Wikipedia (2021b). Lijst van dichtheden van vaste stoffen. Internetpublicatie Wikipedia ([downloadt hier](#)).