



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Evaluatie van initiatieven in de circulaire economie op luchthaven terminals

Lisa de Hoon

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting ondernemerschap en management

PROMOTOR :

Prof. dr. Stephan BRUNS

BEGELEIDER :

dr. Silvie DANIELS

dr. Sumit MAHARJAN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2022
2023



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Evaluatie van initiatieven in de circulaire economie op luchthaven terminals

Lisa de Hoon

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting ondernemerschap en management

PROMOTOR :

Prof. dr. Stephan BRUNS

BEGELEIDER :

dr. Silvie DANIELS

dr. Sumit MAHARJAN

VOORWOORD

Deze masterproef is een onderdeel van de richting Handelswetenschappen aan de Universiteit Hasselt. In dit onderzoek heb ik kunnen werken rond het topic circulaire economie, een onderwerp dat mij heel interessant leek maar waarover ik nog niet veel wist. Ik wou de kans dus ook grijpen om mij volledig te verdiepen in het onderwerp. Op dit moment kan ik zeggen dat ik veel heb bijgeleerd en dat ik enorm geboeid ben door de circulaire strategieën die al bestaan.

Het is een heel proces geweest om dit opleidingsonderdeel te voltooien en ik stond er natuurlijk niet alleen voor. Eerst en vooral wil ik dr. Silvie Daniels bedanken voor haar constructieve feedback en goede begeleiding aangezien ze de eerste periode mijn begeleider was. Vervolgens wil ik ook graag promotor Prof. Stephan Bruns bedanken en de begeleider dr. Sumit Maharjan die mij vanaf februari begeleid heeft tot het einde. Zonder alle hulp en motiverende woorden was ik er niet geraakt.

Tot slot wil ik mijn medestudent Dina Kanto bedanken voor haar luisterend oor en de nuttige tips die ik wel degelijk kon gebruiken tijdens het opbouwen van deze thesis. Mijn familie en vrienden zijn hierin ook niet te vergeten. Ik kan niet in genoeg woorden beschrijven hoe dankbaar ik ben ten opzichte van alle personen die geholpen hebben. Ik hoop oprecht dat mijn thesis nuttige inzichten kan geven, en ik wens u veel leesplezier.

Lisa de Hoon, Juni 2023

SAMENVATTING

Het topic duurzaamheid wordt als maar belangrijker, de aarde warmt in een steeds sneller tempo op. Er zijn verschillende gevolgen van deze problematiek en er is verandering nodig op grote schaal. Zo is er de circulaire economie, het is een strategie om te verduurzamen. Dit wil zeggen dat er geen eindige grondstoffen worden uitgeput en dat bepaalde restanten terug de kringloop worden ingestuurd. Een deelaspect van de circulaire economie is afvalbeheer. Wereldwijd is de jaarlijkse afvalproductie een probleem, deze neemt toe door de urbanisatie en de snelle bevolkingsgroei. Het afvalprobleem vereist actie en bijvoorbeeld ook in de luchthavenindustrie. Het is één van de snelst groeiende sectoren en sommige luchthavens produceren evenveel afval als een kleine stad. De hoeveelheid en de soorten afval vormen een uitdaging om meer circulariteit te creëren en afvalbeheer is één van de belangrijkste duurzaamheidsproblemen waar luchthavens mee geconfronteerd worden.

Dat is de reden waarom deze thesis zich focust op circulaire afvalbeheersystemen op luchthaventerminals. Sommige luchthavens zijn in transitie maar onderzoek over afvalbeheer is toch nog te beperkt. De onderzoeksvraag van dit onderzoek is "Hoe kunnen bestaande circulaire initiatieven voor afvalbeheer vooropgesteld worden voor de luchthaventerminals?". De bestaande circulaire initiatieven worden in kaart gebracht om vervolgens een selectie te maken die toepasbaar kan zijn voor de terminals. Vervolgens wordt er weergegeven welke R-strategie, duurzame en economische indicatoren er verbonden zijn aan het initiatief zodat iedere luchthaventerminal zelf de berekeningen kan maken. Daarna wordt er een voorbeeldberekening gemaakt voor Brussels Airport Zaventem en ten slotte wordt de implementatie van iedere actie besproken aan de hand van de PDCA-cyclus.

In totaal zijn er 94 initiatieven gevonden, dit is natuurlijk nog niet ieder initiatief dat bestaat maar toch al een hele reeks. Er zijn dus veel circulaire initiatieven omtrent afvalbeheer in verschillende sectoren. Het gaat van insecten kweken met afvalresten tot een handleiding voor demontage in de bouw. Natuurlijk is niet ieder initiatief toepasbaar op de luchthaventerminal en het is daarom dat er een selectie is gemaakt van vier initiatieven. Er is gekozen voor het drinkwaterfontein, een campagne voor voedselverspilling, het verkopen van organisch afval aan varkensboerderijen en educatie over het sorteren van afval. Deze hebben vermoedelijk de grootste impact op het milieu en de economie. De circulaire R-strategieën verbonden aan deze initiatieven zijn het reduceren van afval, het weigeren van afval en het herbestemmen van afval. De selectie is gevormd op basis van enkele assumpties en onderzoeken, waaronder twee belangrijke. Het eerste onderzoek is een afvalonderzoek in een Amerikaanse luchthaven waaruit bleek dat vast stedelijk afval en plastic waterflesjes de grootste afvalbronnen waren. Er kon geconcludeerd worden uit het onderzoek dat veel mensen afval fout adresseren bij het restafval. Het is een assumptie dat de bevindingen uit het onderzoek ook gelden voor een Belgische luchthaven. Uit een ander onderzoek kwam er aan het licht dat er in Belgische foodservices 20kg voedselverspilling is per persoon per jaar. Op de luchthaventerminal zijn er ook verschillende faciliteiten waaronder foodservices waar er ook voedsel verspilt wordt. De onderbouwing van de selectie is niet enkel gebaseerd op deze twee onderzoeken, er zijn nog aanvullende onderzoeken die de keuze van de geselecteerde initiatieven versterken.

Ieder initiatief is onderverdeeld bij een circulaire R-strategie en hieraan zijn economische en duurzaamheidsindicatoren verbonden. Per initiatief worden de indicatoren getoond samen met de formules om berekeningen te maken. Een luchthaventerminal kan deze formules gebruiken om berekeningen te maken met de eigen cijfers zodat het de impact weergeeft van ieder geselecteerd initiatief. De vier initiatieven kunnen beoordeeld worden en op basis hiervan kunnen er één of meerdere initiatieven vooropgesteld worden uit de selectie. Er is een voorbeeldberekening gemaakt voor Brussel Airport Zaventem (BAZ) waarbij er twee indicatoren worden berekend voor het drinkwaterfontein. Deze berekening is gebaseerd op cijfers van BAZ en op enkele assumpties. De resultaten geven weer dat BAZ tussen de 276 – 1721 rolcontainers afval kunnen besparen en dat de uitstoot kan verminderen met meer dan 400 miljoen kg CO₂-eq. Het geeft weer hoe groot de impact kan zijn voor een luchthaventerminal.

Nadat bepaalde initiatieven worden vooropgesteld kunnen deze ook geïmplementeerd worden. De implementatie wordt besproken voor de 4 geselecteerde initiatieven aan de hand van de PDCA-cyclus; Plan – Do – Check – Act. Er moeten altijd keuzes worden gemaakt voor de implementatie van een initiatief. Bijvoorbeeld over het personeel en de tijd en soms moeten er ook bepaalde contracten in orde worden gemaakt met andere partijen met bepaalde afspraken. Het initiatief moet dan volgens plan worden uitgevoerd en daarna goed opgevolgd worden aan de hand van de indicatoren. Ook de effectieve werking van een initiatief moet in de gaten gehouden worden. Na een bepaalde periode kan er gekeken worden naar de evaluatie en kunnen er beslissingen worden gemaakt over het initiatief.

Het eindresultaat van dit onderzoek is een kader voor luchthaventerminals om circulaire initiatieven omtrent afvalbeheer voorop te stellen. Niet iedere luchthaventerminal is hetzelfde dus moeten deze zelf uit de selectie een initiatief of meerdere initiatieven vooropstellen aan de hand van de economische en duurzaamheidsindicatoren. Deze berekeningen maken de terminals zelf en tot slot kan er gekeken worden hoe elk initiatief geïmplementeerd kan worden.

Er kan geconcludeerd worden dat het kader en de initiatieven een eerste stap zijn in de goede richting maar er is nog een hele weg af te leggen. Een beperking van dit onderzoek is dat de selectie deels is gevormd op basis van assumpties en niet uitsluitend gevormd is op basis van feiten. De effectieve impact van een initiatief is ook heel afhankelijk van de keuzes die een luchthaventerminal zelf nog maakt voor de implementatie. Voor de berekening van BAZ was er niet voldoende data om alle indicatoren te berekenen, wat dus niet het volledige beeld weergeeft. Er is natuurlijk nog verder onderzoek nodig naar de circulaire afvalbeheersystemen op de luchthaven en de werking ervan. Er zijn casestudies nodig om de werkelijke impact van de initiatieven te meten in enkele specifieke gevallen. Er kan zo aan het licht komen waar er nog problemen of blokkades zitten om te komen tot meer circulariteit op de luchthaventerminals.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord.....	1
Samenvatting	2
Lijst met tabellen	6
Lijst met figuren.....	6
Inleiding.....	7
Probleemstelling en relevantie.....	7
Onderzoeksvragen	8
Methodologie	10
Literatuurstudie.....	12
Duurzaamheid.....	12
Circulariteit.....	14
Afvalbeheer.....	19
Afval luchthaventerminals.....	21
Vast stedelijk afval.....	21
Afval van bouw en sloop	21
Gevaarlijk afval	21
WC-afval	21
Ziekenhuisafval	22
Initiatieven circulaire afvalbeheersystemen.....	23
Algemeen	23
Bouw	24
Elektronica.....	25
Luchthavens.....	25
Maak en verpakkingsindustrie	26
Retail	27
Steden	27
Textiel.....	28
Transport en vervoersmiddelen	29
Voeding en horeca	30
Strategisch meetkader	32
R-strategieën	32

Indicatoren	33
Analyse	36
Selectie initiatieven.....	36
Drinkwaterfontein	36
Campagne voedselverspilling.....	38
Verkopen organisch afval.....	40
Educatie sorteren afval	42
Economische en duurzaamheidsimpact meten.....	43
Indicatoren drinkwaterfontein.....	43
Indicatoren campagne voedselverspilling	46
Indicatoren verkopen organisch afval	48
Indicatoren educatie sorteren afval	50
Voorbeeld: Brussels Airport Zaventem.....	52
Implementatie	54
Drinkwaterfontein	54
Campagne voedselverspilling.....	55
Verkopen organisch afval.....	55
Educatie sorteren afval.....	56
Conclusie en discussie.....	57
Beperkingen en aanbevelingen toekomstig onderzoek	58
Bibliografie	59

LIJST MET TABELLEN

Tabel 1: Zoekkanalen	10
Tabel 2: Zoektermen	10
Tabel 3: ReSOLVE framework	17
Tabel 4: R-strategieën	32
Tabel 5: Indicatoren per R-strategie	35
Tabel 6: Uitstoot per kilogram van een type voedsel	39
Tabel 7: Gewogen gemiddelde emissie per verwijderingsoptie.....	41
Tabel 8: Netto-emissie per verwijderingsoptie.....	41
Tabel 9: Voorbeeld berekening volume afval.....	52
Tabel 10: Voorbeeld berekening uitstoot broeikasgassen.....	53

LIJST MET FIGUREN

Figuur 1: Gewijzigde Triple Bottom Line	13
Figuur 2: Vlinderdiagram circulaire economie.....	15
Figuur 3: Afvalonderzoek San Diego Airport.....	36

INLEIDING

Probleemstelling en relevantie

Duurzaamheid wordt als maar belangrijker, het wordt steeds dringender om verandering te brengen in de wereld aangezien de aarde in een snel tempo opwarmt. Zo toont het nieuwe rapport van de Verenigde Naties (VN) dat de klimaatopwarming sneller loopt dan verwacht en dat deze ook intenser is. Er zijn verschillende gevolgen van deze problematiek zoals de negatieve invloed op de biodiversiteit en de ecosystemen, de ijskappen die smelten, de extremere weersomstandigheden, de klimaatvluchtelingen en nog veel meer (Torfs, 2021).

Zo is er bijvoorbeeld World Overshoot Day, dat is de dag van het jaar waar we alles hebben opgebruikt van wat de aarde in een jaar kan produceren of terug kan aanvullen. Afgelopen jaar viel dit op 28 juli, elk jaar valt deze dag vroeger, met uitzondering in 2020 door de coronacrisis. Dit toont hoe groot onze voetafdruk is door ons eigen gedrag en levenswijze (Torfs, 2022). Deze problematiek is een kans om verschillende modellen en systemen te beoordelen en grondig aan te pakken want deze lineaire economie is niet houdbaar op lange termijn (ICAO, 2019). Er is verandering nodig zodat we onze toekomst en die van andere generaties niet in gevaar brengen.

Ook bedrijven en andere economische actoren moeten mee in het verhaal van duurzaamheid. Een circulaire economie zou een strategie kunnen zijn voor de verduurzaming van België. Het concept circulaire economie wordt omschreven als "een regeneratief en herstellend model met als doel afval en verspilling te minimaliseren en met als doel producten, componenten en materialen optimaal te benutten" (Ellen MacArthur Foundation, 2015) (ICAO, 2019). Er zou afgestapt moeten worden van traditionele business modellen om zo weinig mogelijk verspilling te creëren en eindige hulpbronnen niet uit te putten. Een hogere circulariteit wil zeggen dat er minder druk is op het klimaat en dat er minder natuurlijke hulpbronnen gebruikt worden, wat een goede zaak is (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017). De verandering biedt zelfs op economisch vlak voordelen zoals een verbeterde economische groei, kostenbesparingen, potentiële werkgelegenheid en meer innovatie (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Toch zijn er nog enkele sectoren waar circulariteit nog een opkomend begrip is en waar er nog veel verbetering mogelijk is (ICAO, 2019).

Circulaire economie is een breed begrip en heeft verschillende onderdelen, afvalbeheer is één van de deelaspecten van een circulaire economie. Afval kan geplaatst worden onder de verschillende acties van het ReSOLVE framework dat een kader vormt voor de transitie naar een circulaire economie (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Wereldwijd blijft afval een probleem, zo verwacht The World Bank (2018) dat de jaarlijkse afvalproductie gaat toenemen met 73% tegen 2050 tot zo'n 3,88 miljard ton. De oorzaken van deze toename komt door de snelle populatiegroei en urbanisatie. Het is een universeel probleem aangezien het iedereen beïnvloedt. Het heeft invloed op onze gezondheid, op de natuur en de dieren die er zich bevinden maar het heeft ook invloed op economische aspecten zoals toerisme. Ook in België hebben we uitdagingen omtrent afval, dit bleek uit een rapport van het Verbond van Belgische Ondernemingen (VBO). Het vooruitgangrapport belicht dat België meer afval produceert ten opzichte van andere lidstaten binnen de Europese Unie (VBO, 2022). Het probleem vereist actie omtrent afvalbeheer op ieder niveau, niet enkel in België maar wereldwijd.

Deze thesis concentreert zich op de luchthavensector aangezien deze één van de snelst groeiende sectoren is ter wereld. Het heeft een jaarlijks gemiddeld groeipercentage van 4,4%, deze groei is niet te vermijden en het is te zien aan het aantal passagiers dat jaarlijks toeneemt. Het brengt natuurlijk ook uitdagingen met zich mee zoals de ecologische voetafdruk van de luchtvaartsector. Zo genereren sommige luchthavens evenveel afval als een kleine stad. De soorten en hoeveelheid afval vormen een grote uitdaging om deze sector meer circulair te maken (Sebastian & Louis, 2021). Natuurlijk zijn er nog andere dingen buiten het afval in de luchthaven maar in deze paper gaat het specifiek over het afvalbeheer in de luchthaventerminals.

Het luchthavengebouw of anders genoemd de luchthaventerminal is de plek waar mensen aankomen, vertrekken of overstappen en het heeft verschillende faciliteiten. Het gebouw heeft ook een hele transformatie achter de rug de laatste decennia, deze is uitgebouwd tot een plek met veel voorzieningen zoals restaurants, hotels, transport hubs, winkels en vele andere zaken. Door deze ontwikkeling en de toename in passagiers wordt er ook meer afval gecreëerd. Er zijn veel betrokken partijen binnen het gebouw en dit maakt het afvalbeheer alleen maar complexer. Er zijn veel circulaire initiatieven te vinden maar echter weinig over hoe deze terminals dit moeten identificeren en toepassen. Er zijn al veel luchthavens in transitie met alternatieven maar de literatuur over afvalbeheer is toch nog te beperkt (Sebastian & Louis, 2021).

Dat is de reden waarom deze thesis zich focust op circulaire afvalbeheersystemen om luchthaventerminals te verduurzamen. Er wordt in kaart gebracht welke systemen en initiatieven er zijn in verschillende sectoren omtrent afval voor de toepassing op de terminals. Uit deze lijst initiatieven worden enkele geselecteerd die vermoedelijk de grootste impact hebben. Deze geselecteerde initiatieven worden later onderverdeeld volgens het strategisch kader en er wordt weergegeven hoe iedere terminal zelf berekeningen kan maken met de bijhorende indicatoren zodat er initiatieven vooropgesteld kunnen worden. Ten slotte wordt de implementatie besproken. Deze thesis is een kader voor de luchthaventerminals met als doel het reduceren van afval om te helpen in het verduurzamingsproces.

Onderzoeksvragen

De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt "Hoe kunnen bestaande circulaire initiatieven voor afvalbeheer worden vooropgesteld voor de luchthaventerminals?"

Om deze centrale vraag te beantwoorden hebben we ook enkele deelvragen nodig. Eerst en vooral "Wat betekenen de constructen en welke afvalbeheerinitiatieven zijn er?" Er wordt gekeken naar de definities omtrent duurzaamheid, circulariteit en waste management. Er wordt ook gekeken naar welke soorten afval er precies aanwezig zijn op luchthaventerminals. Vervolgens wordt er onderzocht welke circulaire initiatieven er zijn omtrent afvalbeheer in verschillende sectoren zoals in de bouw, mode, voeding, enzovoort.

De volgende deelvraag is "Hoe toepasbaar zijn deze initiatieven op luchthaventerminals?" en hierbij wordt er gekeken of dat de circulaire afvalbeheersystemen in andere sectoren toegepast kunnen worden op de terminals. Logisch der wijze kan niet elk initiatief geïmplementeerd worden door bepaalde verschillen in de industrieën. Er worden enkele initiatieven geselecteerd die vermoedelijk de grootste impact leveren voor de luchthaventerminals.

“Hoe kan de impact van de geselecteerde initiatieven gemeten worden?” is de volgende deelvraag om in beeld te brengen hoe er gewerkt kan worden met de verschillende indicatoren van het strategisch kader. Op basis hiervan kan een luchthaventerminal zelf meten hoe groot de effectieve bijdrage is van een geselecteerd initiatief op het klimaat en de economie en uiteindelijk zelf een initiatief of meerdere vooropstellen.

Ten slotte wordt er gekeken naar “Hoe kunnen de belangrijkste initiatieven worden geïmplementeerd?” Voor de implementatie van de initiatieven zijn stappen nodig, sommige veranderingen vereisen planning en investeringen en die kunnen vaak niet van de ene op de andere dag. Deze kleinere onderdelen zouden een antwoord moeten bieden op hoe luchthaventerminals bepaalde initiatieven met een grote impact kunnen identificeren, evalueren en implementeren.

METHODOLOGIE

Eerst en vooral moet er grondig naar literatuur gezocht worden over de verschillende termen, de circulaire afvalbeheerinitiatieven, het strategisch kader en de economische en duurzaamheidscriteria. Er is een diepgaande literatuurstudie nodig om alle initiatieven in beeld te brengen en er moet dan ook gezocht worden via verschillende wegen.

Er wordt gezocht naar verschillende bronnen via de bibliotheek van de UHasselt, Google en Google scholar. De primaire bronnen zijn vooral de rapporten van overheidsinstanties en bepaalde Europese instituten. De secundaire bronnen zijn websites, wetenschappelijke artikels en tijdschriften, online krantenartikelen en rapporten van enkele organisaties. Hieronder een overzichtstabel via waar er literatuur gezocht wordt.

Zoekkanaal	Enkele voorbeelden
Bibliotheek UHasselt, Google scholar	<ul style="list-style-type: none"> • Wetenschappelijke artikels • Wetenschappelijke tijdschriften
Google	<ul style="list-style-type: none"> • Ellen MacArthur Foundation • Vito • PACE • ICAO • EPA • VBO • The World Bank • Vlaanderen Circulair • Belgium.be

Tabel 1: Zoekkanalen

Om literatuur te vinden, hebben we ook enkele zoektermen nodig online. De onderstaande termen worden gebruikt om te zoeken. Deze termen en combinaties ervan worden ingegeven bij de zoekkanalen in het Nederlands en in het Engels. In de onderstaande tabel worden enkele voorbeelden weergegeven.

Enkele zoektermen	
Afvalbeheer/ Waste management	Circulaire economie/ Circular economy
Afvalbeheersystemen/ Waste management systems	Initiatieven circulaire economie/ Initiatives circular economy
Afvalbeheer luchthavens/ Waste management airports	Verduurzaming/ Sustainability
Evalueren afvalbeheer/ evaluating waste management	Zero waste luchthavens/ zero waste airports
Duurzaamheidscriteria afvalbeheer/ sustainable criteria waste management	Zero waste initiatieven/ zero waste initiatives
Economische criteria afvalbeheer/ economic criteria waste management	Soorten afval op luchthavens/ sorts of waste at airports

Tabel 2: Zoektermen

Er wordt niet enkel gezocht via de verschillende kanalen, er is ook gebruik gemaakt van de sneeuwbalmethode. Bij deze methode wordt er gekeken naar de literatuurlijst van een wetenschappelijke bron om zo weer terecht te komen bij nieuwe bronnen. Dit proces blijft doorlopen tot dat het ergens vast loopt en er dus geen nuttige informatie meer gevonden wordt.

Vervolgens worden de artikels en bronnen gefilterd aan de hand van de betrouwbaarheid en de relevantie tot het onderzoek. Er wordt bekeken hoe relevant het is voor het afgebakend onderwerp, dit vooral door bronnen grondig door te nemen. Ook het publicatiejaar speelt een rol, in deze thesis wordt er gemikt op bronnen tussen de jaren 2017 – 2022 met een paar uitzonderingen die wel nog relevant zijn voor het onderzoek.

Nadat er voldoende literatuur is, kan er aan de slag gegaan worden met de analyse van de afvalbeheersystemen. Er wordt eerst een selectie gemaakt van een aantal initiatieven die vermoedelijk een grote economische en duurzame impact hebben op de luchthaventerminals. Dit soort onderzoek wordt experimenteel design genoemd. Er wordt vooraf een selectie gemaakt van de meest praktische initiatieven zonder dat er al berekeningen worden gemaakt. De reden van dit soort onderzoek en de selectie is dat niet ieder circulair afvalbeheerinitiatief even nuttig of toepasbaar is en deze hebben ook niet dezelfde impact op de luchthaventerminal.

Deze geselecteerde initiatieven worden vervolgens onderverdeeld onder het strategisch kader van van Potting et al. (2017), dit is een set van 10 strategieën gegroepeerd rond drie circulaire hoofdstrategieën. De 10 R-strategieën staan op volgorde van hoog naar laag naarmate hun niveau van circulariteit. Het kader wordt nog in detail besproken in de literatuurstudie. Deze strategieën zouden ervoor moeten zorgen dat er minder natuurlijke bronnen worden geconsumeerd en dat er minder afval wordt geproduceerd in organisaties.

Vervolgens wordt er gekeken naar de effectieve impact van deze initiatieven op de luchthaventerminals. Aan elke strategie van het strategisch kader zijn er economische en duurzaamheidsindicatoren gekoppeld om de impact te bepalen van de geselecteerde initiatieven. Er wordt getoond hoe de impact gemeten kan worden zodat terminals zelf een keuze kunnen maken om een initiatief of meerdere initiatieven voorop te stellen. Na de formules wordt er een voorbeeldberekening gemaakt voor Brussels Airport Zaventem (BAZ). Voor dit voorbeeld worden specifieke cijfers gebruikt van BAZ, algemene cijfers gebruikt en er worden enkele assumpties gemaakt. De berekeningen worden gemaakt in Excel.

De laatste stap van de analyse is het bespreken van de implementatie van ieder geselecteerd initiatief. Dit gebeurt op basis van de PDCA-cyclus; Plan – Do – Check – Act. Er wordt weergegeven wat er voor een initiatief moet gebeuren en wat de stappen zijn na het initiatief.

LITERATUURSTUDIE

Duurzaamheid

De definitie van een duurzame economie: "Een duurzame economie houdt rekening met maatschappelijke- en milieuaspecten om zo te beantwoorden aan de behoeften van vandaag, zonder toekomstige generaties te beletten om aan hun eigen behoeften te voldoen" (FOD Economie, sd). Uit de term duurzaamheid zijn afleidingen ontstaan zoals sociale duurzaamheid, ecologische duurzaamheid, duurzame ontwikkeling, duurzaam wonen enzovoort (Kopnina, 2015).

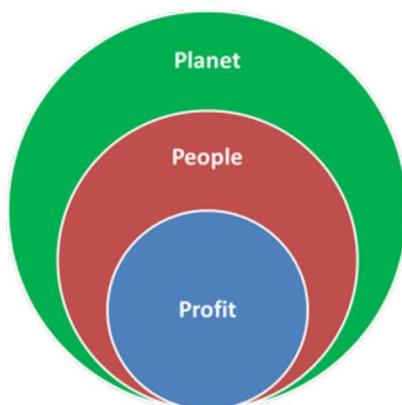
Er zijn verschillende uitdagingen waardoor duurzaamheid belangrijker wordt, zoals klimaatverandering en populatiegroei. Fossiele brandstoffen dragen een groot aandeel in de klimaatverandering aangezien veel industrieën en landen hier nog heel afhankelijk van zijn. Dit komt deels door de machtige industriële lobby's en de ontkenning van de klimaatverandering, ook wel klimaatscepticisme genoemd. Een omschakeling naar hernieuwbare energieën is nodig om echte duurzaamheid te bereiken (Kopnina, 2015). Deze vervuiling beperken is zeker niet het enige aspect, het is een onderdeel van een groter geheel (Elkington, 1997).

In 1994 kwam John Elkington (Elkington, 1997) met de Triple Bottom Line (TBL) theorie. Het bevat de 3P's: People, Planet, Profit. De essentie van de theorie is dat bedrijven zich buiten de focus op winst, ook kunnen focussen op de welvaart van de mens en de gezondheid van de planeet. De reden dat het kader werd ontwikkeld was om duurzaamheid te meten. Als bedrijf is het de bedoeling dat de prestatie van de 3P's gemeten wordt. Er zijn 7 drijfveren of revoluties waar de TBL afhankelijk van is en dat zijn de volgende:

- De markt
 - De eerste revolutie is concurrentie, deze wordt gedreven door de markt in het algemeen. Er is een soort van druk op bedrijven om de TBL op te nemen in hun bedrijfsvoering en te presteren. Dit is ook belangrijk voor het verdere bestaan van bedrijven.
- De waarden
 - De tweede revolutie wordt gevoed door de verandering in waarden en dit zou de omgeving kunnen wijzigen waarin er geleefd wordt. Bedrijven kunnen ten onder gaan door het feit dat ze geen aandacht schenken aan deze waarden.
- De transparantie
 - Deze derde revolutie wordt gedreven door de internationale transparantie die aan het toenemen is. Hierdoor ontstaat een grotere openbaring van de bedrijfsvoering van bedrijven en kunnen deze gerangschikt worden op basis van de TBL.
- De levenscyclustechnologie
 - De revolutie levenscyclustechnologie wordt gedreven door transparantie maar de omgekeerde werking geldt ook, deze drijven elkaar. Bedrijven moeten de levenscyclus van hun producten, materialen en technologieën beheren. De TBL moet opgenomen worden in de hele supply chain.
- De partnerschappen

- Door de vijfde revolutie zullen nieuwe samenwerkingsvormen ontstaan tussen bedrijven en/of organisaties.
- De tijd
 - De revolutie tijd wordt gedreven door duurzaamheid, er moet gekeken worden op langere termijn en niet op korte termijn. Voor bedrijven is dit lange termijn denken en plannen noodzakelijk en dringend.
- De corporate governance
 - De zevende revolutie wordt gevoed door de andere revoluties en zou een andere draai moeten geven aan de corporate governance van een bedrijf waarin de TBL wordt opgenomen.

John Elkington kwam in 2018 terug op het model en deze wijzigde naar een meer geïntegreerd geheel waarbij er meer samenhang is. Dit wordt weergegeven op Figuur 1. De reden van de wijziging was dat bepaalde bedrijven niet dieper nadachten over kapitalisme en het zagen als een soort van evenwichtsoefening. Dit was niet de bedoeling toen het model werd ontwikkeld, het doel was meer een systeemwijziging (Elkington, Harvard Business Review, 2018).



Figuur 1: Gewijzigde Triple Bottom Line

In de bedrijfscontext is er bijvoorbeeld een concept Corporate Social Responsibility (CSR) dat organisaties toepassen, dit is gelinkt aan duurzaamheid. Bedrijven nemen sociale en duurzame aspecten op in hun bedrijfsvoering. Dit kan bijvoorbeeld met sociale inclusie en milieuvriendelijker te werk gaan, soms is het ook een competitief voordeel. Bij CSR wordt er rekening gehouden met de stakeholders in de omgeving en wordt er regelmatig gecommuniceerd (Kopnina, 2015). Dit wordt gedreven door de revoluties markt en transparantie.

Een voorwaarde voor duurzaamheid is een circulaire economie, dit bleek uit een onderzoek van Geissdoerfer et al. (2017) waarbij de gelijkenissen en verschillen van duurzaamheid en circulaire economie werden weergegeven. Beide termen zijn globale modellen waarbij samenwerking met stakeholders vereist is en waarbij business model innovatie nodig is om de industrie te transformeren. De twee begrippen hebben een andere motivatie en een ander doel. Duurzaamheid heeft het doel om op grote schaal voordelen te creëren voor de 3P's terwijl circulaire economie het

doel heeft voordelen te creëren voor de economische actoren die het systeem toepassen. De motieven achter duurzaamheid zijn heel verschillend en breed terwijl de motivatie van circulaire economie is om grondstoffen efficiënter te benutten en afval te minimaliseren. Duurzaamheid is een breder begrip en circulaire economie kan een strategie zijn om meer duurzaamheid te creëren.

Circulariteit

Het huidige economische model van de meeste bedrijven blijft nog steeds het model van de lineaire economie, dit noemen ze ook wel het 'take – make – dispose' model. Het start bij het nemen van grondstoffen om te produceren en waarde te creëren en deze worden vervolgens na gebruik weggegooid. Eerder werd het belang van meer circulariteit al vermeld en er wordt nu dieper ingegaan op het begrip circulaire economie (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Volgens de Ellen MacArthur Foundation (2015) is circulaire economie "een economie die herstellend en regeneratief van opzet is en erop gericht is producten, componenten en materialen te allen tijde hun hoogste nut en waarde te laten behouden, en maakt daarbij onderscheid tussen technische en biologische cycli." Simpel gezegd is de biologische cyclus de kringloop waar dat de resten terug naar de natuur kunnen en zo hernieuwbaar zijn. De technische cyclus is de kringloop waarbij resten, materialen en producten opnieuw de cyclus ingaan zodat ze opnieuw gebruikt kunnen worden (MVO Vlaanderen , 2021).

Het Europees Parlement (2015) beschrijft circulaire economie als volgt "een model van productie en consumptie, waarbij bestaande materialen en producten zo lang mogelijk worden gedeeld, verhuurd, hergebruikt, hersteld, opgeknapt en gerecycleerd om meer waarde te creëren. Op deze manier wordt de levenscyclus van producten uitgebreid. In de praktijk betekent dit dat het afval tot een minimum wordt beperkt. Wanneer een product het einde van zijn levensduur bereikt, worden de materialen zoveel mogelijk binnen de economie gehouden. Deze kunnen keer op keer productief worden gebruikt, waardoor meer waarde wordt gecreëerd."

De circulaire economie bevat 5 karaktereigenschappen beschreven door de Ellen MacArthur Foundation (2015).

1. Afval staat gelijk aan voeding

De perceptie omtrent afval moet veranderen, voor de ene organisatie is bepaald afval een nuttige grondstof of hulpmiddel en andersom. Levensduren van bepaalde goederen kunnen zo verlengd worden aan het eind van de levensduur. Dit kan door het behoud, hergebruik, renovatie en recycling. Hierdoor wordt afval niet meer gezien als afval omdat er nog steeds veel gedaan mee kan worden.

2. Gebruik van hernieuwbare bronnen

Uit de hernieuwbare bronnen zou energie gehaald moeten worden zodat er een zekere onafhankelijkheid ontstaat wat betreft de uitputbare andere hulpbronnen. Hernieuwbare bronnen zoals zonne-energie, windenergie en bio-energie.

3. Veerkracht opbouwen door diversiteit

Diversiteit speelt een grote rol in de circulaire economie, zo zijn er verschillende types nodig van systemen.

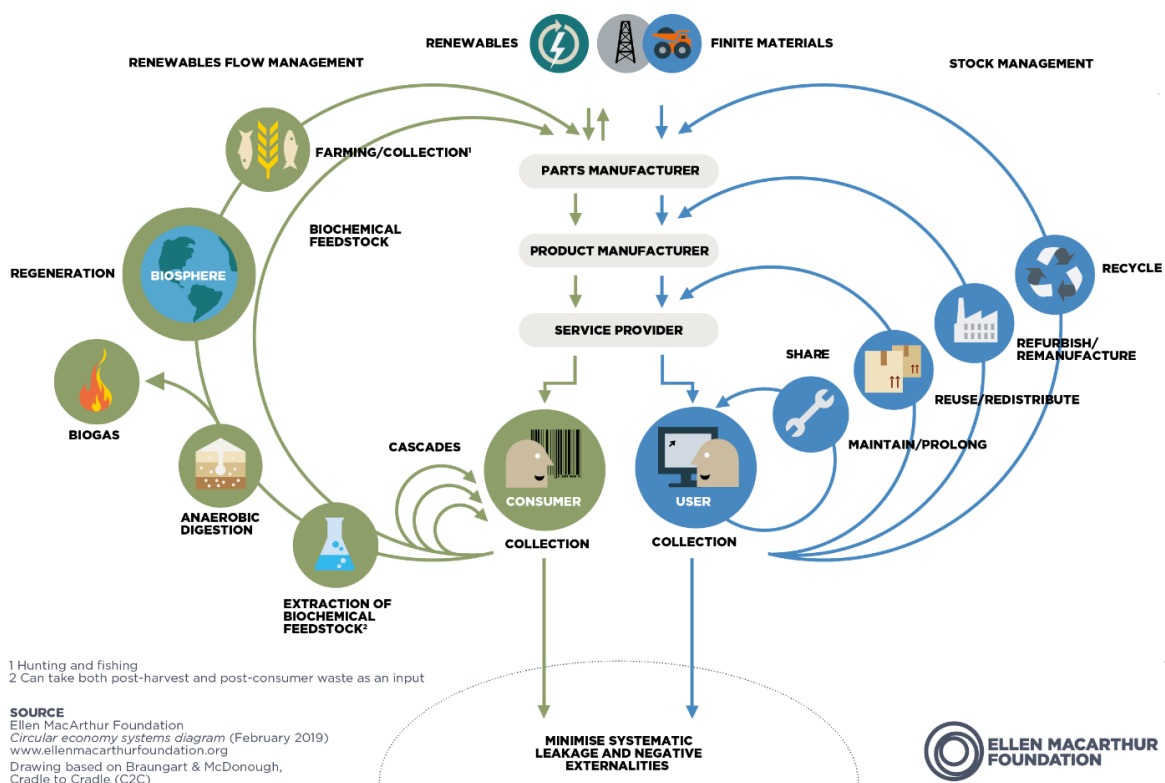
4. Denk in systemen

Samenwerking en breder denken is essentieel, niet alles bekijken op organisatieniveau maar op een veel grotere schaal. Zo wordt er gekeken naar hoe alles verbonden is met elkaar binnen één geheel, ecosysteem.

5. Werkelijke kosten moeten verrekend worden

De externe effecten moeten verrekend worden in de prijs van goederen, materialen en diensten om een duidelijke boodschap te creëren. Deze transparantie is nodig om te transformeren naar een circulaire economie.

Om nog duidelijker te maken wat dit begrip precies omvat, wordt het model weergegeven van de Ellen MacArthur Foundation (2015).



Figuur 2: Vlinderdiagram circulaire economie

De bovenstaande figuur is het vlinderdiagram van de circulaire economie (Ellen MacArthur Foundation, 2015), dit toont de flow van de circulaire economie. Volgens het model bestaat afval niet in de natuurlijke omgeving (Velenturf, et al., 2019) en het is gebaseerd op drie principes waaronder verschillende flows vallen, te zien op Figuur 2. De drie principes zijn de volgende:

1. Het beheren en behouden van natuurlijke grondstoffen en hulpmiddelen

Dit is het bovenste gedeelte van Figuur 2 en voorraadbeheer, managen van de hernieuwbare flow, hernieuwbare en eindige materialen vallen hieronder. Er wordt voor gezorgd dat eindige natuurlijke grondstoffen en hulpmiddelen niet worden uitgeput. Dit wil zeggen zuiniger omgaan met eindige voorraden en gebruik maken van hernieuwbare

grondstoffen. Hiervoor zijn andere systemen en technologieën nodig die deze hernieuwbare bronnen ondersteunen.

2. Optimaal benutten van materialen en producten door deze te laten circuleren in zowel de technische als biologische cyclus

In Figuur 2 valt heel het middelste gedeelte onder dit principe. In de technische cyclus wordt er geprobeerd om de technische componenten en materialen te laten circuleren, dit op allerlei manieren. Recycleren, hergebruiken, behouden, herstellen en terugwinnen zijn allemaal mogelijkheden om zoveel mogelijk materialen, grondstoffen en producten in de cyclus te houden. In de biologische cyclus ligt de nadruk op producten en materialen zo ontwerpen dat ze later bij de afbraak en consumptie nieuwe grondstoffen opleveren. Dit gebeurt op verschillende manieren bijvoorbeeld door anaerobe digestie en door bepaalde stoffen te onttrekken en te regenereren. Deze biologische cyclus omvat dus vooral hernieuwbare grondstoffen.

3. Het systeem en de omgeving in zijn geheel verzorgen en grondig bekijken

Indien er nog negatieve externe effecten zijn, moeten deze gedetecteerd worden en daar moet vervolgens iets aan gedaan worden. Bepaalde maatregelen zodat het systeem doeltreffend is, geen lekkages vertoont en schade aanricht aan de omgeving. Dit wordt vanonder weergegeven in Figuur 2.

Door het model is er een duidelijk overzicht van het concept waar bedrijven creatief mee aan de slag kunnen om werk te maken van een circulaire economie (Velenturf, et al., 2019). Toch blijft circulaire economie een opkomend begrip met uitdagingen/barrières en drivers. Er zijn verschillende uitdagingen voor een circulaire economie zoals de investeringen op korte termijn, het begrijpen van het concept, de structurele problemen in de supply chain, samenwerkingen vinden, de complexiteit van regelgeving, de technische kennis en expertise aanwezig hebben enzovoort (Velenturf & Jopson, 2019) (Bianchini, Rossi, & Pellegrini, 2019). Natuurlijk zijn er ook een reeks drivers van de circulaire economie zoals minder gevolgen voor het milieu, schaarste in grondstoffen beperken, concurrentie, loyaliteit van de klanten, verminderde kosten op lange termijn en bepaalde voordelen die je kan verkrijgen van de overheid (Velenturf & Jopson, 2019). Er is ook enige kritiek op het model dat het niet volledig gesloten gaat kunnen zijn aangezien je in het terugwinningsproces van materialen en producten kwaliteitsverlies kan hebben (Castro, Remmerswaal, Brezet, & Reuter, 2007). Ongeacht de kritiek zijn er toch vele voordelen verbonden aan de circulaire economie maar de transformatie vergt wel wat werk.

Door de Ellen MacArthur Foundation (2015) is er een framework voor de transitie naar een circulaire economie, genaamd het ReSOLVE framework, waaronder 6 acties vallen. Het is een kader om circulaire strategieën te creëren, ieder van de acties hieronder versterken elkaar qua prestatie. Deze acties zijn regenereren, delen, optimaliseren, loop/lus, virtualiseren en uitwisselen. De volgende tabel vertoont de acties en de tools die eraan verbonden zijn, deze worden letterlijk overgenomen van de Ellen MacArthur Foundation (2015).

6 acties	Tools
Regenereren	<ul style="list-style-type: none"> • Hernieuwbare energie en materialen • Terugvorderen, behouden en herstellen van de gezondheid van ecosystemen • Teruggewonnen hulpbronnen kunnen terug naar de biosfeer
Delen	<ul style="list-style-type: none"> • Delen van bezittingen • Hergebruik of gebruik tweedehands middelen • Verleng de levensduur van middelen door te herstellen en door ze anders te ontwerpen
Optimaliseren	<ul style="list-style-type: none"> • Prestatie en efficiëntie verbeteren van producten • Zo weinig mogelijk of zelfs geen afval creëren in het productieproces en de supply chain • Gebruik big data, automatiseer en maak gebruik van systemen
Loop	<ul style="list-style-type: none"> • Reproduceer producten en componenten • Recycle materialen • Stoffen halen uit organisch afval
Virtualiseren	<ul style="list-style-type: none"> • Dematerialiseer
Uitwisselen	<ul style="list-style-type: none"> • Vervang oude materialen met nieuwe niet-hernieuwbare materialen • Nieuwe technologieën gebruiken • Verkies nieuwe producten en services

Tabel 3: ReSOLVE framework

Buiten het framework voor de transitie zijn er vier bouwstenen om circulaire economie te bevorderen zodat het gehele systeem veranderingen vertoont. De vier bouwstenen zijn circulaire productdesign en productie, nieuwe business modellen, terugstroomcyclussen, sleutelfactoren en systeemvoorwaarden. Deze laatste is belangrijk voor een echte transformatie en hieronder vallen zaken zoals onderwijs, samenwerkingsplatformen en een nieuw economische kader waarbij bijvoorbeeld externe effecten verrekend worden in de prijs.

In de luchthaven is circulaire economie nog een opkomend begrip en de toepassing is overal nog niet vanzelfsprekend. Er is voldoende literatuur te vinden over het concept maar in de praktijk is het identificeren, selecteren, evalueren en implementeren van deze initiatieven nog niet wijd verspreid. Toch is dit van belang aangezien de luchthavensector een groeiende sector is met een jaarlijks gemiddeld groeipercentage van 4,4%. De primaire focus zou moeten liggen op de

luchthavens en de vliegtuigen (ICAO, 2019). In deze thesis ligt de focus op de eerste, de luchthavens, en in het specifiek de luchthaventerminals zoals al eerder vermeld.

Doordat de jaarlijkse passagiers toenemen op de luchthavens is er ook meer consumptie en afval op de luchthavens (ICAO, 2019). Zoals in de introductie al werd aangehaald, produceren sommige luchthavens evenveel afval als een kleine stad. (Sebastian & Louis, 2021) Dit toont de problematiek binnenin de luchthaventerminals omtrent afval en dit geeft aan dat afvalbeheer een cruciaal element is. Indien er circulaire afvalbeheerinitiatieven geïmplementeerd zouden worden dan zou dit de ecologische voetafdruk eveneens kunnen verlagen, wat weer een stap dichterbij een duurzamere luchthaventerminal (Sebastian & Louis, 2021).

Afvalbeheer

In het voorgaande deel werd het belang van afvalbeheer aangehaald in de luchthavensector. In dit hoofdstuk wordt verder besproken wat dit precies is, wat het belang van afvalbeheer is en wat de link is met een circulaire economie.

Afval wordt beschreven als alle ongewenste en ongebruikte materialen, producten en bijproducten die op een bepaalde manier behandeld worden (ICAO). Volgens de richtlijn afvalstoffen van het Europees Parlement (2008) is afvalbeheer "de inzameling, vervoer, nuttige toepassing, met inbegrip van sortering, en verwijdering van afval, met inbegrip van het toezicht op die handelingen en de nazorg voor de stortplaatsen na sluiting en met inbegrip van activiteiten van handelaars of makelaars". Volgens een andere richtlijn (Europees Parlement, 2014) omtrent afvalbeheer moet dit het doel hebben afval te minimaliseren door zoveel mogelijk materialen en producten maximaal te benutten en vervolgens afval dat overblijft correct te verwijderen.

Afvalbeheer heeft wel degelijk een effect op het klimaat, het aandeel in de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen is bijna 5%. De oorzaken hiervan zijn voedselverspilling en slecht beheer van afval. Indien hier simpele wijzigingen zouden zijn in afvalbeheer zou het aandeel kunnen zakken met zo'n 25% (The World Bank, 2018). Het succes van afvalbeheer is afhankelijk van de autoriteiten die een belangrijke rol spelen (Sebastian & Louis, 2021). Zo is er de Single Use Plastic Ban van de Europese unie, een belangrijk onderdeel van hun circulair actieplan. Deze richtlijn is ontstaan door te luisteren naar een groep actoren van verschillende generaties. Het doel is om zo het eenmalige gebruik van plastic te vermijden en alternatieven te laten doorgroeien (Cowan, et al., 2021).

De luchthavenindustrie is niet volledig vrij in het afvalbeheer, wanneer deze te maken heeft met gevaarlijk afval of internationaal afval dan valt dit onder bepaalde regelgeving. Onder gevaarlijk afval valt explosief, ontvlambaar, giftig en bijtend afval (ICAO). Dit afval moet gescheiden worden van de rest van het afval en mogen zeker niet gemixt worden met andere substanties. Niet enkel gevaarlijk afval valt onder de regelgeving van de Europese Unie maar afvalolie en bioafval valt daar ook onder (Europese Unie, 2008).

Luchthavens hebben de reputatie als grote vervuiler. Afvalbeheer is één van de meest belangrijke duurzaamheidsproblemen waar luchthavens mee geconfronteerd worden (Pitt, Brown, & Smith, 2002). Indien het afval gereduceerd wordt op luchthaventerminals dan brengt dit heel wat voordelen met zich mee zoals verminderde afvalkosten, vermindering van milieukosten op korte termijn en meer efficiëntere processen door deze te herbekijken (Pitt, Brown, & Smith, 2002).

Circulaire economie is een mogelijke oplossing om afval te reduceren op de luchthaventerminals (Velenturf, et al., 2019). Afval veranderen zodat het een bepaalde waarde levert en dit gebeurt op basis van de drie thema's van de circulaire economie; verkopen, verwijderen en voorbereiden. Afval doorverkopen aan bedrijven die het afval als grondstof kunnen gebruiken, een systeem waarbij je overbodig afval verwijdert bijvoorbeeld door minder grondstoffen te gebruiken en bedrijven moeten zich proactief bezig houden met afval te transformeren. De principes van de circulaire economie gaan verder dan de traditionele afvalbeheersystemen (Romero-Hernández & Romero, 2018).

Voor dat er besproken wordt welke circulaire afvalbeheerinitiatieven er zijn in verschillende sectoren, worden eerst de soorten afval besproken in de luchthavengebouwen.

Afval luchthaventerminals

Op de luchthaven zijn er verschillende soorten afval aanwezig en er zijn ook verschillende stromen vanwaar het afval vandaan komt. (Sebastian & Louis, 2021). Hieronder wordt de opdeling gebruikt van Sebastian & Louis (2021) met vier grote subcategorieën afval waaronder de soorten en stromen afval vermeld worden.

Vast stedelijk afval

Vast stedelijk afval bestaat als het alledaags afval dat wordt gecreëerd door huishoudens maar ook door bedrijven en andere instanties die dit weggooien. Dit houdt verschillende soorten afval in zoals plastic en glazen flesjes, blikjes, karton, papier, verpakkingszakken, textiel en composteerbaar afval (ICAO) (Sebastian & Louis, 2021).

Het vast stedelijk afval is voornamelijk afkomstig van de terminals op de luchthavens. Dit komt doordat er verschillende partijen en faciliteiten betrokken zijn zoals restaurants, cafés, winkels, vrachtverkeer, werkruimtes van luchtvaartmaatschappijen en andere huurders. Door de restaurants en andere eetgelegenheden die voedsel bereiden wordt een grote hoeveelheid composteerbaar afval gecreëerd op de luchthaventerminal (Sebastian & Louis, 2021).

Afval van bouw en sloop

Deze subcategorie bevat verschillende soorten afval zoals metalen, plastic, beton, stenen, grind, zand, asfalt, cement en vele andere soorten resten bij bouw en sloop (ICAO). Ook bij luchthavengebouwen zijn er vaak renovaties, ontwikkelingen en slopen waardoor dit soort bouwafval ontstaat. Er zijn installaties nodig om de scheiding te doen tussen bouwafval en vast stedelijk afval (Sebastian & Louis, 2021).

Gevaarlijk afval

Zoals eerder al vermeld, is er voor deze categorie afval strenge reglementering op nationaal niveau doordat deze stoffen giftig, brandbaar of bijtend kunnen zijn. Gevaarlijk afval omvat op de luchthaventerminals oliën, schoonmaakmiddelen, chemisch afval, verf, batterijen, metaalwerk enzovoort. Dit soort afval ontstaat door een aantal activiteiten zoals het schoonmaken van de vliegtuigen, het onderhoud en reparaties van vliegtuigen en vrachtverkeer aan de terminal (ICAO). Het is een onvermijdbare stroom afval doordat de operaties die het creëren nodig zijn (Sebastian & Louis, 2021).

WC-afval

Deze categorie afval bevat chemische en potentiële darmpathogenen en daardoor moet met dit soort afval ook anders worden omgegaan. Dit WC-afval moet gescheiden blijven van de rest aangezien het een risico kan vormen voor het milieu en voor de gezondheid van de mens doordat het afval ziektes kan verwekken. Logisch der wijze komt dit afval voort uit de toiletten van de luchthaventerminals zowel van reizigers als van de werkruimtes en kantoren (ICAO) (Sebastian & Louis, 2021).

Ziekenhuisafval

Voor de Covid19 uitbraak was deze categorie maar een klein onderdeel van het afval op luchthaventerminals zoals afval van de EHBO of de apotheek. Door het coronavirus is het aandeel aan medisch afval toegenomen zoals mondmaskers en andere bescherming, handschoenen, schilden, tests, schoonmaakmiddelen enzovoort. Dit medisch afval heeft ook een andere behandeling nodig en moet gescheiden worden van het vast stedelijk afval (Sebastian & Louis, 2021).

Initiatieven circulaire afvalbeheersystemen

Er bestaan veel verschillende initiatieven rond circulariteit, in het specifiek worden in dit onderdeel de activiteiten aangehaald omtrent circulaire afvalbeheersystemen. De verschillende initiatieven staan per industrie en worden hieronder kort opgesomd en uitgelegd. Bij de algemene groep staan initiatieven die in verschillende industrieën en huishoudens kunnen worden toegepast.

Algemeen

1. **Drinkwaterfontein**

Drinkwaterfonteinen kunnen worden geïnstalleerd om herbruikbare drinkbussen of bekers te vullen met water. Deze kunnen gezet worden op enkele strategische locaties binnen een bepaald gebouw (San Diego Airport, 2020).

2. **Warmtepomp**

Een warmtepomp haalt grondwater uit de grond en gebruikt deze voor verwarming en verkoeling (Greer, Rakas, & Horvath, 2020).

3. **Kaartjes voor online instructies**

Papieren documenten worden vervangen door kleine kaartje met de link naar online instructies. Zo is er een afname in de materiaalverbruik (Romero-Hernández & Romero, 2018).

4. **Gerecycleerd toiletpapier en dispensers**

Het gerecycleerd toiletpapier wordt gemaakt vanuit oud papier en de toiletdispenser wordt gemaakt van gerecycleerd plastic (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

5. **Gerecycleerde schriften en andere papierwaren**

Gebruiken van schriftjes en andere papierwaren gemaakt van oud papier en oude schrijfblokken op kantoor (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

6. **Zones om te sorteren waar vloeistoffen en etensresten apart gaan** (San Diego)

De zones bevinden zich op centrale plaatsen en de sortering van het afval gaat nog een stap verder dan papier, PMD en restafval. Mensen moeten ook hun resten eten en drinken, vloeistoffen scheiden in een aparte container (San Diego Airport, 2020).

7. **Olie- en waterscheiders en speciale afvalcontainers**

Andere machines en containers die olie en water kunnen scheiden en speciale afvalcontainer voor keukenresten. Dit om nog beter te sorteren en te recyclen (Sebastian & Louis, 2021).

8. **Genereren van olie uit plastic**

Het halen van olie uit plastic om te gebruiken voor andere doeleinden zoals in kleding of als brandstof (Sebastian & Louis, 2021).

9. **Technologie zuur uit water**

Met technologie humuszuur uit grondwater halen om deze vervolgens te verkopen als een bodemverbeteraar (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

10. **Installeren ledlampen**

Installeren of gebruiken van ledlampen in gebouwen voor energie-efficiënte verlichting (Greer, Rakas, & Horvath, 2020).

11. **Delen ijskasten, vriezers, wasmachines en drogers**

Het delen van verschillende huishoudmachines zoals vriezers, ijskaste, wasmachines en drogers door deze te zetten in centrale ruimtes van appartementen of gebouwen. Hierdoor hebben minder mensen zelf een apparaat waardoor er minder uiteindelijk bij sorteercentra terecht komen (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

12. **'Use as a service' contract voor ijskasten, vriezers, wasmachines en drogers**

Het contract 'use as a service' kan vergeleken worden met een huurcontract maar dan voor voorwerpen. Onderhoud, reparaties en renoveren zijn opgenomen in het contract (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

13. **Afvalresten gebruiken voor insecten te kweken**

Afvalresten kunnen gaan naar insectenkwekerijen, hierdoor worden deze resten nuttig gebruikt. Deze insecten worden gebruikt voor geneesmiddelen, diervoeder en andere voeding (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

14. **Paardenmest gebruiken om paletten van te maken**

Installaties om paardenmest te gebruiken voor het maken van paletten. De mest wordt in een vorm gegoten en transformeert zo naar een pallet (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

15. **Bioplastic produceren van huishoudelijk afval**

Het verzamelen van organisch huishoudelijk afval om bioplastic te genereren via een installatie (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Bouw

16. **Materialenpaspoort** (EMA constructie)

Op een materialenpaspoort staan de grondstoffen, de hoeveelheid, de montage en nog andere details. Hierdoor kunnen ze makkelijker opnieuw gebruikt worden of gerecycleerd (Ellen Macarthur Founcation, sd).

17. **Handleiding demontage onderdelen gebouw**

Indien een gebouw modulair is of veranderbaar dan kan een handleiding voor demontage van pas komen. Zo worden onderdelen of aspecten juist gedemonteerd zodat ze hergebruikt kunnen worden (Arup, sd).

18. **Product als een service voor onderdelen gebouwen**

De onderdelen blijven dan eigenaar van degene die onderhoud, herstellingen en reparaties komt doen. Het is een contract dat vergelijkbaar is met een huurcontract (Arup, sd).

19. **Tweedehands bouw materiaal gebruiken**

In de plaats van alle materialen en onderdelen nieuw te kopen, kunnen deze tweedehands worden gekocht (Arup, sd).

20. **Gebruik biogebaseerd bouw materiaal**

In gebouwen kan er gebruik gemaakt worden van biogebaseerd biomateriaal gemaakt van gras, hennep en schapenwol enzovoort (Arup, sd) (Circubuild, sd).

21. **Maak gebruik van verschuifbare muren**

In de plaats van vaste muren te bouwen, worden er verschuifbare muren geplaatst zodat het gebouw voor verschillende doeleinden gebruikt kan worden (Arup, sd).

22. **Gerecycleerd glas en toner afval voor koolstofarm asfalt**

Gebruik maken van gerecycleerd glas en afval van printtoners om koolstofarm asfalt te produceren (Sebastian & Louis, 2021).

23. Gerecycleerde materialen gebruiken

Gebruik maken van gerecycleerde olie-exploratiepijpen en andere materialen van gebouwen die gesloopt of afgebroken werden (Sebastian & Louis, 2021).

24. Alternatieve waterbronnen

Er zijn enkele alternatieven voor water zoals regenwater, grijswater en water dat gerecycleerd is (Greer, Rakas, & Horvath, 2020).

25. Slimme breektechnologie om cement terug te winnen uit betonhoop (Potting)

Een technologie gebruiken om cement terug te winnen uit een betonhoop en deze zou opnieuw hergebruikt kunnen worden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

26. Modulair verlichtingssysteem (EMA constructie)

Verlichtingssystemen modulair bouwen zodat deze verlichting ook voor andere doeleinden gebruikt kunnen worden (Arup, sd).

Elektronica

27. Richtlijn Ecodesign voor ICT en elektronica

Ecodesign is de richtlijn voor gsm's, tablets en computers die moeten ontworpen worden voor hergebruik, recyclage, reparaties, onderhoud, efficiëntie en duurzaamheid (European Commission, 2020).

28. Zelfde universele lader voor gsm's

Deze universele lader is een lader voor alle gsm's die langer meegaat. Hierdoor moet er niet telkens een nieuwe lader worden gekocht bij een nieuwe aankoop van een gsm. (European Commission, 2020).

29. Refurbish computers

Oude computers worden verzameld, terug opgeknapt en later verhuurd aan mensen zodat ze na gebruik terug gerecycleerd kunnen worden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

30. Service contract voor hoofdtelefoons

Een initiatief waarbij er een service contract is voor hoofdtelefoons, deze zijn ook modulair. De hoofdtelefoons worden gerepareerd, onderhouden en ten slotte op het einde van de levensduur kunnen deze worden gerecycleerd (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Luchthavens

31. Training werknemers en huurders afval

Onderwijs en training bieden over afval waarbij geleerd wordt hoe afval verwijderd moet worden en hoe deze gesorteerd moet worden. Een element dat toegevoegd moet worden is de bewustwording zodat er ook inspanningen ontstaan om afval te reduceren (San Diego Airport, 2020).

32. Afvalbericht naar locaties

De groepen en locaties waar het meeste afval aanwezig is, wordt een afvalbericht naartoe gestuurd. Door een systeem van badging met afval is er voldoende data om te weten waar het afval vandaan komt zodat er iets aan gedaan kan worden (San Diego Airport, 2020).

33. Leer passagiers omgaan met afval

Een bewustwordingscampagne lanceren op de luchthaven waarbij passagiers bewust worden gemaakt van de hoeveelheden, stromen afval en dat de passagiers ook weten hoe ze deze moeten sorteren (San Diego Airport, 2020).

34. **Displays wat recyclebaar is**

Displays bij centrale afvalbakken en containers zodat passagiers en werknemers duidelijk weten hoe ze bepaald afval moeten sorteren en weggooien (San Diego Airport, 2020).

35. **Verloren voorwerpen doneren**

De verloren voorwerpen van een luchthaven kunnen perfect gebruikt worden voor andere doeleinden na een bepaalde tijd, als niemand deze claimt. Deze kunnen bijvoorbeeld gedoneerd worden aan goede doelen (San Diego Airport, 2020).

36. **Gloeilampen en batterijen recycleren op luchthavens**

Het recycleren van batterijen en gloeilampen op de luchthaven zelf (Sebastian & Louis, 2021).

37. **Passagiers sorteren en werknemers sorteren**

De passagiers sorteren op de luchthavens en vervolgens gaan werknemers nog eens door het afval om verder te sorteren voor het naar een recyclagecenter gaat (Pitt, Brown, & Smith, 2002).

38. **Autodeling passagiers**

Enkele passagiers parkeren hun auto bij de luchthaven en kunnen deze dan verhuren aan andere passagiers. Hierdoor wordt de bezettingsgraad van de auto verhoogd en wordt deze maximaal gebruikt (ICAO).

39. **Elektrificeren voertuigen**

Het elektrificeren van aanwezige voertuigen op de luchthaven zoals shuttle-services en onderhoudsvoertuigen (Greer, Rakas, & Horvath, 2020).

40. **Geen papieren vliegticket meer**

Vervangen van papieren vliegtickets door een app of een digitaal vliegticket (ICAO).

41. **Digitale handleidingen**

Het verkrijgen van digitale handleidingen in de plaats van de papieren handleidingen. Dit zorgt voor een afname in papier dat eenmalig gebruikt wordt en daarna weggegooid (Sebastian & Louis, 2021).

42. **Huurders verbod van wegwerp plastic**

Het verbieden van wegwerp plastic voor huurders van luchthaventerminals. Deze regel moet vermeld worden in het huurcontract tussen beide partijen (Sebastian & Louis, 2021).

Maak en verpakkingsindustrie

41. **Gerecycleerde PET**

Gerecycleerde PET gebruiken voor het verpakken van goederen, er moet een take-backsysteem aanwezig zijn om PET-flessen op te vangen en deze te recycleren (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

42. **Tarief aangerekend op bepaalde verpakkingen**

Er wordt een bedrag aangerekend voor bepaalde onnodige verpakkingen zoals plastic zakjes, de helft van deze opbrengst gaat naar behoud en onderhoud van de natuur (Romero-Hernández & Romero, 2018).

43. Statiegeld op bepaalde verpakkingen

Er wordt eerst een extra bedrag aangerekend op bepaalde verpakkingen van goederen, indien consumenten deze terug brengen, krijgen de consumenten dat extra bedrag terug (Romero-Hernández & Romero, 2018).

44. Vermindering gewicht van verpakking voor blikjes (Max. the value of waste)

Door het gewicht te verminderen van de verpakking voor blikjes, worden er minder grondstoffen en materialen gebruikt en levert kostenbesparingen op (Romero-Hernández & Romero, 2018).

45. Geen wegwerp plastic

Het verbieden of reduceren van wegwerp plastic op luchthavens zoals zakjes, rietjes en andere zaken. Hiervoor kunnen wel alternatieven gebruikt worden (San Diego Airport, 2020).

46. Bioplastic of afbreekbaar plastic gebruiken

Het gebruiken van bioplastic of andere afbreekbare plastic die bij het gebruik voordelig kunnen zijn voor het milieu (European Commission, 2020).

47. Markt tweedehands grondstoffen

Een functionerende Europese markt creëren voor tweedehands grondstoffen en materialen (European Commission, 2020).

48. Verpakking van afval uit de natuur

Verpakkingen maken met plastic dat terug uit de zee, grachten of rivieren gevist wordt (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Retail

49. Enkel producten verkopen in milieuvriendelijke verpakking

Enkel producten verkopen in de winkel met milieuvriendelijke verpakking en verbieden van wegwerp zakjes voor rond de producten (Thongplew, Onwong, Kotlakome, & Suttipanta, 2022).

50. Datagedreven supply chain zodat er geen 'teveel is'

Om voedselverspilling tegen te gaan op detailhandelniveau kan er gebruik gemaakt worden van een datagedreven systeem zodat er op de juiste moment minder lang houdbare goederen bijbesteld worden en zodat er zeker geen 'teveel' ontstaat (Rincón-Moreno, Franco-García, Carpio-Aguilar, & Hernández-Sarabia, 2018).

Steden

51. Partnerschapsnetwerk

Een partnerschap aanmoedigen met meerdere actoren uit verschillende industrieën. Samen een netwerk creëren, workshops volgen en circulaire hubs oprichten (Paiho, et al., 2020).

52. CE principes in stedenbouwkundige planning

De CE principes moeten opgenomen worden in de stedenbouwkundige planning. De nieuwe gebouwen moeten herbruikbaar, recyclebaar en modulair worden ontworpen en opgebouwd. Ten slotte moet er ook gewerkt worden met hernieuwbare energie. De uitstoot moet verlaagd worden en het nut gemaximaliseerd (Paiho, et al., 2020).

53. Campagnes voor burgers om beter te sorteren

Campagnes om burgers attent te maken van de circulaire activiteiten en projecten die lopen in de stad. Ook kan dit gebruikt worden om de burgers meer bewust te maken van het afval juist te sorteren (Paiho, et al., 2020).

54. Onderwijs circulariteit

Circulariteit zou een opleidingsonderdeel moeten worden zodat toekomstige generaties leren over het concept maar hier later ook naar gaan handelen (Paiho, et al., 2020).

55. Platform om zaken te delen

Een platform waar zaken gedeeld of geruild kunnen worden zodat deze goederen niet in de vuilbak eindigen en toch nog nuttig hergebruikt worden (Paiho, et al., 2020).

56. Materialenbank

Een afvalbedrijf van het stad die materialen en de materialenstromen regelen voor de publieke sector zoals de ziekenhuizen en de scholen (Paiho, et al., 2020).

Textiel

58. Richtlijn Ecodesign voor textiel, meubels

Maatregelen voor textiel en meubels om deze circulair te maken. Bijvoorbeeld het gebruiken van tweedehands grondstoffen en het meer toegankelijker maken van reparatie en onderhoud voor consumenten (European Commission, 2020).

59. Redesign jeans

Het anders ontwerpen van jeans door gebruik te maken van gerecycleerde nylon, katoen en PET (Franco-García, Haanstra, Toxopeus, & Schuur, 2019).

60. Lease een jeans

Een jeans leasen om deze later terug te brengen zodat deze gerecycleerd of herwerkt kan worden in een nieuwe jeans (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

61. Take-backsysteem voor kleding

Een take-backsysteem voor kleding zodat consumenten hun kleding makkelijk terug kunnen binnenbrengen zodat deze gedoneerd kunnen worden of gerecycleerd tot nieuwe stoffen of kleding (Hvass & Pedersen, 2019).

62. Marketing Take-backsystemen

Niet enkel de take-backsystemen moeten aanwezig zijn maar hier moet ook reclame voor gemaakt worden. Hierdoor worden consumenten bewust van de opties die er zijn voor de kleding die niet meer gebruikt worden (Hvass & Pedersen, 2019).

63. Leveranciers kiezen met een groen imago

Selecteer leveranciers voor grondstoffen en materialen op basis van hun groen imago (Saha, Dey, & Papagiannaki, 2020).

64. Bewustwordingscampagnes 'fast fashion'

Campagnes om consumenten bewust te maken van de 'fast fashion' industrie waarbij de kleding heel snel in de winkelrekken ligt maar ook zeer goedkoop gemaakt is. Het maken van kleding verbruikt veel water en is vervuilend. Er moet in deze campagnes de focus liggen op de alternatieven (Chen, Memon, Wang, Marriam, & Tebyetekerwa, 2021).

65. Geen schoendozen meer en grote dozen voor transport

Schoenen worden los gebruikt en er zijn geen individuele schoendozen meer. De schoenen worden getransporteerd naar distributiecentra in grote dozen die later gerecycleerd worden (Romero-Hernández & Romero, 2018).

66. Non-synthetische stoffen in kleding

Deze non-synthetische stoffen zijn biologisch afbreekbaar en deze stoffen zouden gebruikt moeten worden in de plaats van de synthetische stoffen (Chen, Memon, Wang, Marriam, & Tebyetekerwa, 2021).

67. Biosorting of biorecycling

Biosorting is het gebruiken van levende organismen die een deel van vezels consumeren waardoor een rest is van een andere vezel. Biorecycling is het gebruiken van enzymen om het textielafval om te zetten in monomeren, dat een eenvoudig molecuul is (Chen, Memon, Wang, Marriam, & Tebyetekerwa, 2021).

68. Pillow recycling

Kussens verzamelen en recycleren tot meubels of bepaald isolatiemateriaal (Sebastian & Louis, 2021).

69. Plastic omzetten in uniformen en meubelen

Niet recyclebaar afval zoals voedselverpakking en plastic folie omzetten in uniformen en meubels door middel van een bepaalde technologie (Sebastian & Louis, 2021).

70. Verzamel tapijten voor te recycleren als brandstof cementsector

Het verzamelen van tapijten om deze vervolgens te recycleren als brandstof voor de cementindustrie of als andere grondstof voor een andere industrie (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

71. Meubels maken van gerecycleerd plastic

Gerecycleerd plastic in vormen gieten voor nieuwe meubels te maken (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

72. Meubels van afvalhout

Meubels maken van restjes hout die als afval geëindigd zijn (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

73. Refurbish meubels naar modulaire meubels

Ontwerpen maken om oude meubels te veranderen naar nieuwe meubels, die zelfs modulair zijn (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

74. Tapijttegels gemaakt van afval

Tapijttegels gemaakt van castorbonen, oude visnetten en garens. De tapijten kunnen later ook gerecycleerd worden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

75. Lenen exclusieve kleding

Een software voor het uitlenen van exclusieve kleding zodat deze kleding maximaal gedragen worden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Transport en vervoersmiddelen

76. Gerecycleerde fietsen verkopen

Fietsen verzamelen en deze demonteren, reinigen en terug opnieuw maken. Zo kunnen deze fietsen terug opnieuw gebruikt worden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

77. Autodelen

Auto's delen met verschillende gezinnen of zelfs delen van auto's tussen bedrijven.
Hiervoor is een digitaal platform wel cruciaal (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

78. Recyclage brommers

Het verzamelen van brommers om deze te demonteren en vervolgens te recyclen (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

79. Roetwinning oude banden voor nieuwe banden of andere doeleinden

Het verzamelen van oude banden om roet uit te halen en deze roet vervolgens gebruiken voor nieuwe banden of andere doeleinden (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Voeding en horeca

80. Bijproducten verzamelen en doorverkopen

Het verzamelen van bijproducten zoals koffiedik, schillen van fruit en andere organische materialen om die vervolgens door te verkopen. Met deze bijproducten worden door andere bedrijven cosmeticaproducten, biomaterialen en voeding (Ellen Macarthur Foundation, sd).

81. Organisch afval verzamelen voor varkensboerderijen

Het verzamelen van organisch afval om deze te verkopen aan lokale varkensboerderijen. Deze verwerken organisch afval in het eten van varkens (Pitt, Brown, & Smith, 2002) (Thongplew, Onwong, Kotlakome, & Suttipanta, 2022).

82. Etenresten en koffiedik naar faciliteit voor hernieuwbare energie

Etenresten en koffiedik versturen naar bedrijven die deze gebruiken om hernieuwbare elektriciteit op te wekken (Sebastian & Louis, 2021).

83. Donatie etenresten

Etenresten die nog steeds eetbaar zijn schenken aan voedselbanken om zo het organische afval te verminderen (San Diego Airport, 2020).

84. Bewustwordingscampagne voedselverspilling

Bewustwordingscampagnes voor voedselverspilling waarbij consumenten bewust worden gemaakt van de kosten zowel voor het milieu als voor het individu met als doel voedselverspilling te verminderen (PACE).

85. Herbruikbare borden en bestek

Het gebruiken van herbruikbare borden en bestek met vaatwassers op verschillende locaties. Hierdoor kan het eenmalig gebruik van bestek en borden verminderen en op lange termijn bespaart dit kosten (San Diego Airport, 2020).

86. Zones om te sorteren met etenresten

Duidelijke zones om te sorteren bij restaurants en eetgelegenheden met een aparte vuilnisbak voor etenresten (San Diego Airport, 2020).

87. Koffiekopje van recyclebaar materiaal

Koffiekopjes maken van recyclebaar materiaal zodat deze constant gerecycleerd kunnen worden na gebruik (ICAO).

88. Papieren wegwerpbeker van rietsuikerafval

Papieren wegwerpbekers ontwikkeld van rietsuikerafval, deze kunnen later vergist worden naar compost of biogas (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

89. Bamboebestek en roerstokjes

Het gebruiken van bamboebestek en roerstokjes in de plaats van wegwerp bestek en roerstokjes (Sebastian & Louis, 2021).

90. **Anaerobe digestie**

Organisch afval en materialen biologisch afbreken om biogas te produceren door middel van een bepaalde technologie (ICAO) (Rincón-Moreno, Franco-García, Carpio-Aguilar, & Hernández-Sarabia, 2018).

91. **Water hergebruiken binnen agricultuur**

Het hergebruiken van water binnen productieprocessen van de agricultuur (European Commission, 2020).

92. **Verbranding voedseloverschot**

Het verbranden van voedseloverschot en etensresten en vervolgens de energie gebruiken die hieruit vrijkomt voor andere doeleinden (Sebastian & Louis, 2021).

93. **Koffiedik voor produceren brandstof pellets** (UND)

Het verzamelen van koffiedik en deze zenden naar bedrijven die daarvan brandstof pellets maken (Sebastian & Louis, 2021).

94. **Oesterzwammen kweken op koffiedik**

Oesterzwammen kweken op koffiedik om deze later lokaal te verkopen aan consumenten (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

Strategisch meetkader

R-strategieën

Zoals reeds vermeld, bestaat er een strategische kader met 10 R-strategieën van Potting et al. (2017). Deze R-strategieën is een set strategieën die gegroepeerd zijn rond drie hoofdstrategieën.

- Slimmer gebruik en fabricage van producten
- Verlenging van de levensduur van producten, materialen en componenten
- Nuttig gebruiken van materialen

De 10 R-strategieën zijn geordend op basis van de mate van circulariteit, des te lager de R-nummer, des te hoger het niveau van circulariteit. De 10 verschillende R-strategieën worden weergegeven en toegelicht in de onderstaande kader (Potting, Hekkert, Ernst, & Aldert, 2017).

R-strategie	Betekenis
R0: Refuse – Weiger	Weigeren van producten door de functie overbodig te maken of heel andere producten aan te brengen met dezelfde functie.
R1: Rethink – Herdenk	Herdenken van producten door deze intensiever te gaan gebruiken.
R2: Reduce – Verminder	Verminderen van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen met als gevolg dat de efficiëntie van de productie en het gebruik toeneemt.
R3: Re-use – Hergebruik	Hergebruiken van weggegooiden producten in een goede staat en die nog functioneel zijn.
R4: Repair – Repareer	Herstellen en onderhouden van producten die defect zijn maar die gemaakt kunnen worden.
R5: Refurbish – Renoveer	Renoveren van oude producten zodat ze weer in staat zijn om gebruikt te worden.
R6: Remanufacture – Herproduceer	Herproduceren van materialen en onderdelen van weggegooiden producten door ze te gebruiken in producten met dezelfde functie.
R7: Repurpose – Herbestem	Herbestemmen van materialen en onderdelen door deze te gebruiken in andere producten met een andere functie.
R8: Recycle – Recycleer	Recycleren van materialen met een zelfde of lagere kwaliteit.
R9: Recover – Terugwinning	Terugwinnen van energie door materialen of producten te verbranden.

Tabel 4: R-strategieën

Des te lager de R-nummer, des te langer de producten, materialen en onderdelen in een keten blijven. Hierna kunnen deze opnieuw toegepast worden bij voorkeur met dezelfde kwaliteit die behouden is gebleven. Hierdoor zijn er minder natuurlijke hulpbronnen nodig en dat heeft als gevolg een goede impact op het milieu.

Zoals eerder al besproken worden enkele geselecteerde initiatieven bij de analyse onderverdeeld bij de R-strategieën. Vervolgens wordt weergegeven hoe de effectieve impact berekend kan worden met de gekoppelde set indicatoren. Deze worden weergegeven in het volgende hoofdstuk.

Indicatoren

Er zijn verschillende indicatoren om de uiteindelijke impact te meten van de geselecteerde circulaire afvalbeheerinitiatieven op de luchthaventerminals. Per R-strategie zijn er enkele indicatoren nodig om de impact op de economie en duurzaamheid te meten en te evalueren. Enkele indicatoren keren bij elke strategie terug en enkele zijn strategiegebonden. De reeks indicatoren worden hieronder weergegeven per strategie.

R-strategie	Economische en duurzaamheidsindicatoren
R0: Refuse – Weiger	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen
R1: Rethink – Herdenk	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen
R2: Reduce – Verminder	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Gebruik primaire grondstoffen en materialen
R3: Re-use – Hergebruik	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Percentage hergebruik
R4: Repair – Repareer	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost • Onderhouds- en herstellingskosten <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Extensie levensduur
R5: Refurbish – Renoveer	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost • Kost renoveren <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Extensie levensduur
R6: Remanufacture – Herproduceer	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost • Kost herproduceren <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Percentage herproduceren
R7: Repurpose – Herbestem	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Resource efficiëntie

	<ul style="list-style-type: none"> • Extensie levensduur
R8: Recycle – Recycleer	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Recyclegraad
R9: Recover – Terugwinning	<p>Economische indicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afvalkost • Arbeidskost • Investeringskost • Materiaalkost <p>Duurzaamheidsindicatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume afval • Uitstoot broeikasgassen • Terugwinningspercentage energie

Tabel 5: Indicatoren per R-strategie

VBO rapport (indicatoren)

Case evaluatie duurzaamheid (indicatoren economisch en ecologisch)

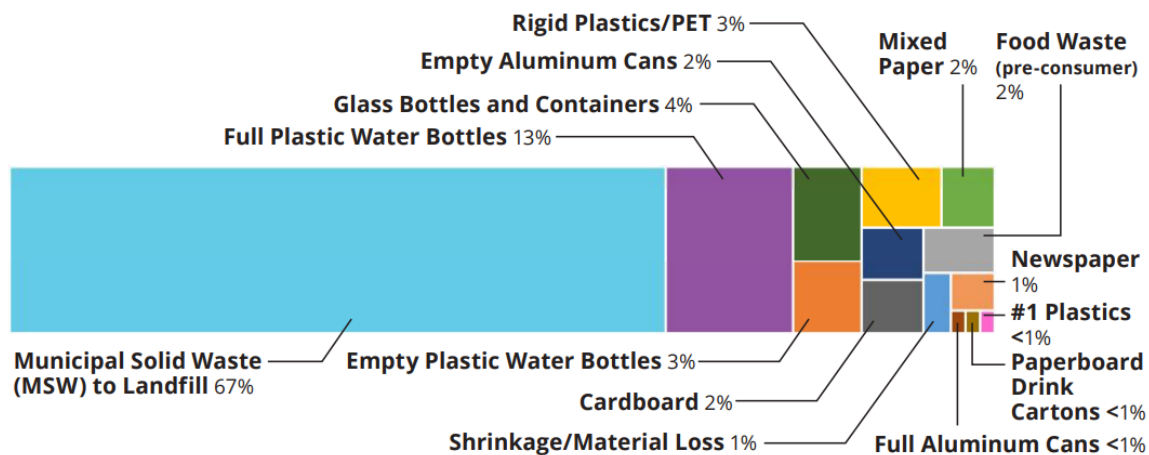
ANALYSE

Selectie initiatieven

Voordat er getoond wordt hoe de berekeningen worden gemaakt voor de impact van de initiatieven, worden er enkele geselecteerd. Deze selectie gebeurt op basis van vermoedelijk grote economische en duurzame impact. De gekozen initiatieven worden hieronder weergegeven in detail met de redenering en enkele cijfers die de selectie verantwoorden.

Drinkwaterfontein

Bij San Diego International Airport werd er onderzoek gedaan naar het afval en wat de karakteristieken waren. Het is een aanname dat de eigenschappen van het afval ook gelden voor andere luchthavens wereldwijd omdat bijvoorbeeld water drinken een basisbehoefte is voor mensen. Het onderzoeksbureau heeft een representatieve steekproef genomen uit het afval en daaruit kwamen de volgende resultaten, te zien op de onderstaande figuur (San Diego Airport, 2020).



Figuur 3: Afvalonderzoek San Diego Airport

Uit de resultaten van dit onderzoek kwam dat 3% van het afval lege waterflesjes waren en 13% van het afval volle waterflesjes waren. In totaal wilt dit zeggen dat 16% van het afval op de luchthaven plastic waterflesjes zijn. Dit is het één na grootste onderdeel van het afval, na vast stedelijk afval. Om dit probleem tegen te gaan, zijn er initiatieven nodig met alternatieve opties voor de plastic waterflesjes (San Diego Airport, 2020).

Een drinkwaterfontein is een vervanging voor het water in plastic flesjes in de automaten. Wanneer mensen water willen drinken op de luchthaventerminal moet de eigen drinkbus gevuld worden of kan er een drinkbus of beker gekocht worden. Dit betekent een ban op de plastic waterflesjes gemaakt van PET en dit wordt al toegepast in de luchthaven van San Francisco. In het specifiek wordt er gekozen voor een drinkwaterfontein dat is aangesloten op een waterzuiveringsinstallatie. Deze installatie reinigt het water en zorgt ervoor dat het water geschikt is als drinkwater. Het wordt gratis aangeboden aan iedereen die in de luchthaventerminal aanwezig is (Ye, Cheng, Li, & Chen, 2020).

In het specifiek hebben PET waterflesjes een negatieve impact op de natuur, dieren en mensen. Bij de productie van PET wordt er een overmatige hoeveelheid aardolie gebruikt, deze natuurlijke grondstof wordt steeds schaarser. Om aardolie uit de grond te halen, wordt er geboord en dit heeft een effect op de omgeving zoals bijvoorbeeld aardbevingen en olielekken in de zee. Het hele productieproces en het transport heeft een uitstoot van broeikasgassen en ten slotte is PET niet biologisch afbreekbaar. Om deze negatieve elementen tegen te gaan is het een goede optie om PET waterfles te verbieden, kort gezegd dat er een ban komt in de luchthaven.

Het drinkwaterfontein samen met een ban voor plastic waterflesjes is gekozen aangezien dit een positieve impact heeft op de natuur, dieren en mensen. Het brengt zowel voordelen voor het milieu als voordelen qua energie. Het vermindert het afval dat terechtkomt in de natuur, het reduceert het gebruik van natuurlijke grondstoffen in de productie zoals aardolie en vermindert de uitstoot door het transport ervan. Het reduceert de energie nodig in de fabrieken om plastic flesjes te produceren en ten slotte heeft dit enkele economische voordelen zoals minder kosten voor de afvalverwerking van de flesjes (Ye, Cheng, Li, & Chen, 2020).

Deze ban op plastic waterflesjes heeft ook een negatieve kant, het substitutie-effect. Dit wilt zeggen dat wanneer er een ban is op waterflesjes deze mensen kiezen voor frisdrank of andere drankjes in een flesje. Dit effect zwakt af wanneer er mensen zijn die meer aandacht schenken aan gezondheid en dus verkiezen voor water in de plaats van andere dranken. In de luchthaven van San Francisco werden er meer dan 100 waterfonteinen geplaatst, gekoppeld aan waterzuiveringsinstallaties. Uit het onderzoek blijkt dat des te meer waterfonteinen er zijn, des te minder mensen gebottelde flesjes drinken. Het hangt dus af van de dichtheid van de waterfonteinen (Ye, Cheng, Li, & Chen, 2020).

In het algemeen heeft dit initiatief een positieve impact, het vermindert de uitstoot en het gebruik van natuurlijke grondstoffen maar het brengt ook economische voordelen. Consumenten hebben hier ook voordeel bij doordat het water gratis ter beschikking wordt gesteld op de luchthaventerminal.

Campagne voedselverspilling

Ongeveer 30% van het eten dat wordt geproduceerd voor consumptie in de wereld wordt verspild. Deze voedselverspilling is aanwezig in de hele toeleveringsketen; bij de boeren, in de productie of verwerking, bij het transport, in de retail of detailhandel en bij de consument. In de meer geïndustrialiseerde landen ligt de verspilling meer op het niveau van de retail en de consument. De focus voor de campagne ligt bij de consument, of anders gezegd, het individu aangezien deze verantwoordelijk zijn voor de helft van de voedselverspilling in de geïndustrialiseerde landen (Pearson & Perera, 2018). Volgens the United Nations Environment Programme (2021) is de voedselverspilling van de consument in België ongeveer 50kg per persoon per jaar en in foodservices bedraagt dit 20kg per persoon per jaar.

Er zijn verschillende mogelijkheden om campagnes te voeren. Uit onderzoek van Pearson & Perera (2018) blijkt dat er een aantal elementen belangrijk zijn voor een effectieve campagne zoals feiten die de aandacht trekken en vermelden welke acties mensen kunnen ondernemen. Bijvoorbeeld de hoeveelheid voedsel dat wordt verspild, verspilling van geld door de verspilling van eten, impact op het klimaat door een kg eten dat wordt verspild, vermelden hoe mensen betere inschattingen maken van porties en mededelen dat restjes andere mensen kunnen voeden (Pearson & Perera, 2018).

De intentie om minder eten te verspillen hangt vast aan verschillende factoren en hangt dus niet enkel af van de boodschap in de campagne. Het is afhankelijk van de hele ervaring van de klant, de honger, de gewoontes en het bewustzijn van hun budget. Het tijdstip van de boodschap is een andere belangrijke factor, uit onderzoek blijkt dat de boodschap het best voor de maaltijd komt. De communicatiemodaliteit is dan weer afhankelijk van de timing van de boodschap, indien de boodschap voor de maaltijd is dan is de beste optie een geschreven bericht. Dit kan mogelijk gemaakt worden door bijvoorbeeld een poster, een pilaar in de wachtrij of een zin op de menu (Olavarria-Key, Ding, Legendre, & Min, 2021).

Belangrijk voor de luchthaventerminal is het analyseren van de reiziger en het gedrag bij foodservices. Door de analyse kunnen de campagnes specifiek toegepast worden op de passagier. In het specifiek voor deze campagne op de luchthaven wordt de optie gekozen om voor de maaltijd een specifieke boodschap te communiceren in de wachtrij bij foodservices aangezien dit het meest effectief is door middel van staande borden met bepaalde informatie en slagzinnen (Olavarria-Key, Ding, Legendre, & Min, 2021). Het doel van de campagne op de luchthaventerminal is informeren door mensen bewust te maken maar een nog belangrijker doel is het engageren van individuen. Het uiteindelijke doel is het verminderen van voedselverspilling (Pearson & Perera, 2018).

Dit initiatief is geselecteerd omdat voedselverspilling een negatieve impact heeft op het klimaat. In de hele toeleveringsketen is er verspilling wat dus ook wilt zeggen dat er een verspilling is van natuurlijke hulpbronnen, materialen, water en energie. Zelfs de verdere behandeling van etensresten heeft een uitstoot zoals bijvoorbeeld recycleren, verbranden voor energie of anaerobe digestie. Ieder soort voedsel heeft een andere uitstoot en ander volume binnen een afvalcontainer. In de onderstaande tabel worden de broeikasgassen weergegeven per kilogram van enkele soorten voedsel (Our World In Data).

Type	Kilogram CO2 equivalent per kilogram type voedsel
Aardappelen	0,46 kg
Appels	0,43 kg
Bananen	0,86 kg
Eieren	4,67 kg
Gerst	1,18 kg
Gevogelte	9,87 kg
Havermout	2,48 kg
Koffie	28,53 kg
Melk	3,15 kg
Noten	0,43 kg
Rundvlees	99,48 kg
Rietsuiker	3,20 kg
Rijst	4,45 kg
Tarwe	1,57 kg
Tofu	3,16 kg
Tomaten	2,09 kg
Vis	13,63 kg

Tabel 6: Uitstoot per kilogram van een type voedsel

Uit de tabel kan afgeleid worden dat er een groot verschil zit in bepaalde types voedsel. De uitschieters zijn rundvlees, koffie en vis aangezien de uitstoot veel hoger ligt. Het soort voedsel in een container op de luchthaventerminal is heel gemixt, net zoals een container thuis voor het groenafval. Als deze gemixte stroom van voedselverspilling gereduceerd kan worden dan bespaart dit afvalkosten en vermindert dit de negatieve impact op het klimaat.

Door mensen bewust te maken van het feit dat er ongeveer een derde van het eten verspild wordt en de impact ervan, kunnen deze zich gaan engageren door middel van gedragsveranderingen. Op de luchthaventerminal passeren dagdagelijks veel mensen waarvan een aandeel daar iets koopt om te eten of om effectief daar iets te eten. Hierdoor kunnen er veel mensen bereikt worden op korte termijn en heeft dit effect op de voedselverspilling.

Verkopen organisch afval

Zoals reeds eerder aangehaald wordt er ongeveer 30% voedsel verspild dat geproduceerd wordt voor consumptie. De consument heeft hier een aandeel in, maar ook de foodservices hebben hier een aandeel in zoals restaurants, brasseries en cafés. In 2019 was er zo'n 931 miljoen ton voedselverspilling waarvan gemiddeld 26% van food services. In België is er 20kg voedselverspilling per persoon per jaar gerelateerd aan food services. Onder deze voedselverspilling vallen zowel de eetbare als de niet eetbare etensresten en beide gaan bij de verkoop een eigen weg (United Nations Environment Programme, 2021).

Op verschillende luchthavens worden de etensresten verkocht via de app 'Too Good To Go' zodat deze resten nog geconsumeerd kunnen worden. Dit is een initiatief dat bijvoorbeeld Brussels Airport Zaventem aan het testen is met enkele eetfaciliteiten die daar aanwezig zijn (Brussels Airport Zaventem, 2022). Via deze weg wordt onnodig organisch afval van voedsel vermeden en brengt de reststroom geld op. Donatie en verkoop zijn voor eetbare reststromen de beste optie aangezien het eten zo nog geconsumeerd wordt (Moult, Allan, Hewitt, & Berners-Lee, 2018).

Het organisch afval van voedselbereiding kan naar verschillende doeleinden zoals bedrijven die bepaalde oneetbare reststromen van eten gebruiken als grondstoffen of naar boerderijen. Van appelschillen kan zeep of schoonmaakmiddelen worden gemaakt en koffiedik kan gebruikt worden bij faciliteiten van hernieuwbare energie zoals al eerder vermeld in de literatuurstudie. Andere opties zijn anaerobe digestie en verbranding om het op te vangen als energie. Elk van deze opties heeft ook een uitstoot door het transport, het omzettingsproces of door iets anders. Enkele opties met de opgelopen en gemitigeerde emissies worden hieronder weergegeven in Tabel 7. Vervolgens wordt van elke verwijderingsoptie de netto-emissie in Tabel 8 weergegeven (Moult, Allan, Hewitt, & Berners-Lee, 2018).

Verwijderingsoptie	Gewogen gemiddelde emissie
Dierenvoeder – opgelopen emissie <ul style="list-style-type: none"> • Transport • Voeder conversieproces 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 kg CO2 per ton • 7 kg CO2 per ton
Dierenvoeder – gemitigeerde emissie <ul style="list-style-type: none"> • Vervanging van gewassen in dierenvoeder 	<ul style="list-style-type: none"> • 369 kg CO2 per ton
Anaerobe digestie – opgelopen emissie <ul style="list-style-type: none"> • Transport • Anaerobe digestie proces 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 kg CO2 per ton • 89 kg CO2 per ton
Anaerobe digestie – gemitigeerde emissie <ul style="list-style-type: none"> • Vervanging netstroom • Vervanging minerale meststoffen 	<ul style="list-style-type: none"> • 317 kg CO2 per ton • 85 kg CO2 per ton
Compost – opgelopen emissie <ul style="list-style-type: none"> • Transport 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 kg CO2 per ton

<ul style="list-style-type: none"> Composteringsproces Compost – gemitigeerde emissie	<ul style="list-style-type: none"> 44 kg CO2 per ton
<ul style="list-style-type: none"> Vervanging minerale meststoffen 	<ul style="list-style-type: none"> 80 kg CO2 per ton
Verbranding – opgelopen emissie	
<ul style="list-style-type: none"> Transport Verbranding – gemitigeerde emissie	<ul style="list-style-type: none"> 16 kg CO2 per ton
<ul style="list-style-type: none"> Vervanging netstroom 	<ul style="list-style-type: none"> 74 kg CO2 per ton
Stortplaats, 70% CH4-opvang met gasbenutting – opgelopen emissie	
<ul style="list-style-type: none"> Transport CH4-vrijgave Stortplaats, 70% CH4-opvang met gasbenutting – gemitigeerde emissie	<ul style="list-style-type: none"> 4 kg CO2 per ton 791 kg CO2 per ton
<ul style="list-style-type: none"> Vervanging netstroom 	<ul style="list-style-type: none"> 222 kg CO2 per ton
Stortplaats, 40% CH4-vangst met affakkelen – opgelopen emissie	
<ul style="list-style-type: none"> Transport CH4-vrijgave 	<ul style="list-style-type: none"> 4 kg CO2 per ton 791 kg CO2 per ton

Tabel 7: Gewogen gemiddelde emissie per verwijderingsoptie

Verwijderingsoptie	Netto-emissie
Dierenvoeder	-347 kg CO2 per ton
Anaerobe disgestie	-314 kg CO2 per ton
Compost	-31 kg CO2 per ton
Verbranding	-58 kg CO2 per ton
Stortplaats, 70% CH4 opvang met gasbenutting	+573 kg CO2 per ton
Stortplaats, 40% CH4-vangst met affakkelen	+795 kg CO2 per ton

Tabel 8: Netto-emissie per verwijderingsoptie

Des te negatiever de waarde, des te positievere impact op de emissie. Uit deze studie blijkt dat de beste optie, voor organisch afval van voedselbereiding, de boerderij is waar het kan dienen als dierenvoeder aangezien deze de meest positieve impact heeft op de uitstoot. Dat is de reden waarom bij de uitwerking van deze analyse er wordt gekozen voor de verkoop aan varkensboerderijen (Moult, Allan, Hewitt, & Berners-Lee, 2018).

Dit initiatief is geselecteerd aangezien veel organisch afval van voedselbereiding verspild wordt in de voedselketen en door het te verkopen krijgen de reststromen toch nog een nuttig doel. De luchthaventerminal kan kosten besparen qua afval, verlaagt de uitstoot en de reststroom kan nog iets opbrengen door de verkoop.

Educatie sorteren afval

Uit een afvalonderzoek op de luchthaven van San Diego (2020) blijkt dat de grootste bron van afval vast stedelijk afval is. Dit is te zien op Figuur 3 en het bedraagt ongeveer 68% van het totaal. In dit onderzoek, dat eerder in deze thesis al aangehaald werd, werden stortcontainers geanalyseerd en daaruit blijkt dat ongeveer één derde fout gesorteerd is en fout geadresseerd is bij het restafval. Dit is een gemiste kans voor de verdere recycling van bepaalde resten. De grootste aandelen tussen het vast stedelijk afval waren restaurantafval, badkamerafval, toiletpapier, servetten en voedselafval na consumptie.

De oorzaak van dit probleem ligt bij de mensen, op de luchthaven kan er een onderscheid gemaakt worden tussen passagiers en huurders of werknemers. Beide groepen zijn verantwoordelijk voor het onvoldoende sorteren dat er gebeurt op de luchthaventerminal. Er zijn initiatieven nodig om het bewustzijn te verhogen zodat mensen bereid zijn om hun gedrag te veranderen en er zijn initiatieven nodig om de kennis te verhogen zodat mensen effectief juist sorteren (Wang, Chu, & Gu, 2021). Het gedrag van mensen om afval te scheiden is een belangrijke factor voor het streven naar een circulaire economie (Matiuk & Liobikiene, 2021).

Dat is de reden dat er gekozen werd voor educatie over het sorteren van afval om de kennis en het bewustzijn van mensen te verhogen. In het specifiek duidelijke signalisatie en infoborden voor beide groepen. Bij de signalisatie aan afvalcontainers is het belangrijk dat het in een oogopslag duidelijk is welk soort afval waar moet, dit maakt het voor mensen makkelijker om te sorteren. Uit een onderzoek blijkt dat informatie-interventies rechtstreeks de bereidheid om te sorteren beïnvloedt (Wang, Chu, & Gu, 2021). Uit een ander onderzoek blijkt dat enkel financiële en informatieve tools een significante impact hebben op het gedrag om afval te sorteren (Matiuk & Liobikiene, 2021). De boodschap van de infoborden mag niet beperkt blijven tot de redenen om afval te scheiden en de voordelen ervan. Het doel van deze infoborden is het populariseren van de kennis over de juiste scheiding van afval.

De hoeveelheid vast stedelijk afval neemt toe en dit heeft gevolgen zoals verontreinigde lucht, grond, oppervlakte- en grondwater. Ruimte gaat er ook verloren aangezien er meer plaats moet voorzien worden voor stortplaatsen. Door het storten van afval komt er CH₄ (methaan) vrij, wat schadelijk is voor het milieu en het draagt bij tot de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen. In de plaats van dat het fout geadresseerd vast stedelijk afval wordt achtergelaten op stortplaatsen zouden deze een ander nut kunnen krijgen zoals recycling of hergebruik. Een eerste stap om deze verandering in gang te zetten is zorgen dat mensen het afval juist scheiden (Shin Ho, et al., 2017).

Economische en duurzaamheidsimpact meten

Voor de berekening van de economische en duurzame impact is er wel wat data nodig die anders is in elke luchthaventerminal, daarom wordt er het bredere beeld van de indicatoren geschetst. Het is een kader voor luchthaventerminals om er zelf mee aan de slag te gaan, met hun eigen gegevens. Er wordt uitgelegd wat dit precies inhoudt, hoe dit berekend wordt en welke bewegingen een positieve of negatieve impact hebben op de indicator. Vervolgens is er een voorbeeld voor de uitwerking van enkele indicatoren voor de luchthaventerminal van Brussels Airport Zaventem.

Indicatoren drinkwaterfontein

R-strategie: refuse – weigeren

Afvalkost

Elke soort afval dat achterblijft in de vuilbak van de luchthaven heeft een bepaalde kost. Een afvalverwerkingsbedrijf komt afval ophalen en de prijs per kilogram voor een bepaald type afval wordt aangerekend. Dit plus een jaarlijkse administratiekost, de huur van containers, ... en dit allemaal inclusief btw.

Afvalkost = [(soort afval in kg per jaar x prijs per kg voor dit soort afval) + (jaarlijkse administratiekost) + (jaarlijkse kost voor de huur van containers)] + btw

De prijs voor de verwerking en de administratie zijn niet te beïnvloeden als bedrijf. Het aantal kilogram afval binnen de luchthaven is wel te beïnvloeden en zeker indien er initiatieven worden opgesteld met als doel afval te reduceren. De jaarlijkse kost voor de huur van containers is ook te beïnvloeden wanneer het aantal kilogram plastic vermindert, de containers zitten hierdoor minder snel vol en daardoor moeten er minder gehuurd worden. Dit aantal containers wordt verder berekend bij de indicator volume afval.

Arbeidskost

Bij het drinkwaterfontein is er geen arbeidskost. De reparaties en het onderhoud gebeurt door een gespecialiseerde firma, dit wordt bij de investeringskost gerekend.

Investeringskost

Dit is de som van alle kosten die er zijn bij het investeren in een drinkwaterfontein. Onder deze kost valt de prijs van een drinkwaterfontein, een waterzuiveringsinstallatie, onderhoud- en reparatiekosten en dit allemaal inclusief btw.

Investeringskost = [(aankoopprijs drinkwaterfontein + aankoopprijs waterzuiveringsinstallatie + jaarlijkse onderhoudskost + mogelijk jaarlijkse reparatiekost) + btw]

Bij de investeringskost moet er een schatting gemaakt worden voor de reparatie- en onderhoudskosten. Een andere optie is een leasingscontract aangaan waarbij er maandelijks een bedrag wordt betaald voor de drinkwaterfonteinen, het onderhoud en de reparaties.

Over de aankoopprijs van de drinkwaterfonteinen en zuiveringsinstallaties kan onderhandeld worden indien er een groter volume wordt aangekocht. Bij een leasingscontract zijn er ook verschillende opties voor de termijn en de maandelijkse betaling.

Materiaalkost

De materiaal kost omvat hier de kosten aan materiaal die bespaard worden door het invoeren van het initiatief. In dit geval zijn dat de plastic waterflesjes dat worden aangekocht voor in de automaten.

Materiaalkost bespaard = [aantal mensen die een waterflesje kopen x aankoopprijs waterflesje inclusief btw]

Door de ban op plastic waterflesjes worden, het aantal mensen die waterflesjes kopen, gereduceerd tot nul. Het initiatief zorgt ervoor dat er geen waterflesjes meer moeten worden aangekocht voor in de automaten, de kost valt volledig weg.

Anderzijds moet hier vermeld worden dat de opbrengstenstroom van de waterflesjes ook wegvalt maar deze kan opgevangen worden door de afvalkost die bespaart wordt.

Volume afval

Om te weten hoeveel containers plastic dit gaat besparen, wordt er eerst het volume afval berekend van plastic waterflesjes voor het initiatief. Wanneer het initiatief wordt ingevoerd, wordt het volume afval van de waterflesjes gelijk aan nul. Het volume afval voor het initiatief kan vervolgens omgerekend worden in het aantal containers dat het bespaart.

Volume afval voor het initiatief = [volume afval van een waterflesje van 500ml x het aantal mensen dat een waterflesje kopen]

Het volume afval van een waterflesje van 500ml kan variëren afhankelijk van of het flesje is platgedrukt of niet. Er kan hier gerekend worden met een range met als ondergrens dat iedereen het flesje platdrukt en als bovengrens dat niemand dit doet. De range is dan in het specifiek 0,08L – 0,5L. Een standaard rolcontainer in België is bijvoorbeeld 1100 liter.

Reductie in aantal containers = [het totale volume afval voor het initiatief/ het volume van de container]

Door de ban op plastic waterflesjes is er geen mogelijkheid dat waterflesjes volume opnemen in een container. Er gaan jaarlijks x aantal containers minder zijn aan afval, het totaal volume van afval neemt dus ook af.

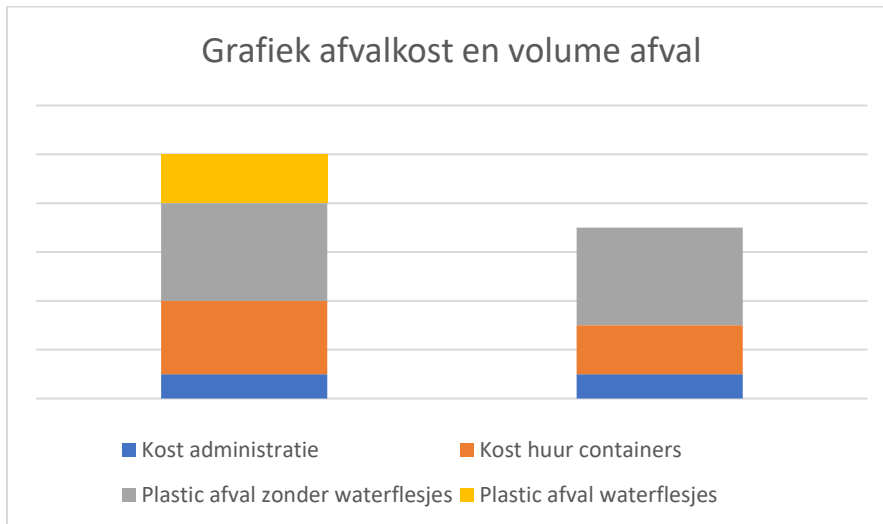
Uitstoot broeikasgassen

Broeikasgassen zijn gassen zoals CO₂ en CH₄. Deze stoffen houden een deel warmte vast van de zonnestraling die op de aarde schijnt. Ieder product of dienst heeft een andere uitstoot en deze kan berekend worden.

Uitstoot broeikasgassen = [uitstoot van één waterflesje x het aantal mensen dat een waterflesje kopen]

De uitstoot per waterflesje kan als luchthaven niet beïnvloed worden maar wel de hoeveelheid flesjes dat gekocht wordt door de passagiers en het personeel. Door het invoeren van een drinkwaterfontein en de ban op plastic waterflesjes wordt deze hoeveelheid gereduceerd tot nul waardoor de uitstoot van broeikasgassen ook verlaagd.

Grafiek afvalkost en volume afval



Deze illustratieve grafiek vat samen dat de huur van de containers vermindert en het plastic afval door waterflesjes verdwijnt na het invoeren van het initiatief. De administratiekosten en ander plastic afval verandert niet door het initiatief.

Indicatoren campagne voedselverspilling

R-strategie: reduce – verminderen

Afvalkost

De kost van organisch afval van voedsel is anders dan de kost voor plastic. De prijs per kilogram varieert per type afval maar de formule blijft hetzelfde.

Afvalkost = [(soort afval in kg per jaar x prijs per kg voor dit soort afval) + (jaarlijkse administratiekost) + (jaarlijkse kost voor de huur van containers)] + btw

De kostprijs per kilogram is niet te beïnvloeden, de hoeveelheid afval is wel te beïnvloeden. In dit geval wordt de hoeveelheid organisch afval van voedsel gestuurd door de voedselverspillingscampagne. De jaarlijkse kost voor de huur van de containers wordt ook beïnvloedt wanneer het aantal kilogram organisch afval van voedsel vermindert.

Arbeidskost

Bij de voedselverspillingscampagne is er wel een arbeidskost, het marketingpersoneel dat het design van de campagne doet met bepaalde slogans. Vervolgens moet het personeel de posters en de pilaren gaan verspreiden in de luchthaventerminal. Om een campagne uit te rollen zijn er enkele maanden nodig.

Arbeidskost = $\sum [(aantal\ maanden\ dat\ personeelslid\ i\ werkt\ aan\ de\ campagne\ x\ loon\ personeelslid\ i) + loonkost\ personeelslid\ i]$

Bovenop het loon dat op de rekening van de werknemer komt zijn er nog andere loonkosten voor de werkgever zoals bijvoorbeeld werknemersverzekeringen.

Het loon van een werknemer is meer constant gedurende het uitrollen van een campagne terwijl het aantal maanden en het aantal personeelsleden wel kunnen variëren. Des te langer en des te meer personeelsleden er zijn voor aan de campagne te werken, des te hoger de kost. Wat niet wilt zeggen dat het aantal personeel en de tijd voorzien te beperkt moet zijn want de kwaliteit van de campagne mag hier niet onder lijden.

Investeringskost

De investeringskost zijn de posters die gedrukt moeten worden. Daarnaast zijn er de pilaren die gemaakt moeten worden voor in de wachtrijen van een food service op de luchthaventerminal.

Investeringskost = [(aantal posters x prijs per poster) + (aantal pilaren x prijs per pilaar)] + btw

De prijs van de materialen voor de campagne hangt af van via welk kanaal deze worden aangekocht, ook de hoeveelheid materiaal kan anders zijn per luchthaven. Er kan gedacht worden aan ongeveer 2 pilaren en één poster per food service als minimum. De investeringskosten zijn sterk afhankelijk van de keuzes die worden gemaakt.

Materiaalkost

Bij dit initiatief zijn er geen bespaarde materiaalkosten.

Volume afval

Het volume van organisch afval zou moeten verminderen door de bewustwording van de passagiers en van het personeel op de luchthaventerminal. Omwille van deze reden zijn containers ook minder snel gevuld.

Reductie in aantal containers = verschil in volume voor en na het initiatief/ het volume van de container

Het volume van elk type voedsel in een container is anders en daarom is het belangrijk om een nulmeting te doen van de totale hoeveelheid organisch afval van voedsel, voor het invoeren van het initiatief. Na het invoeren van het initiatief kan er dan ook worden gemeten zodat het exacte verschil in volume duidelijk wordt.

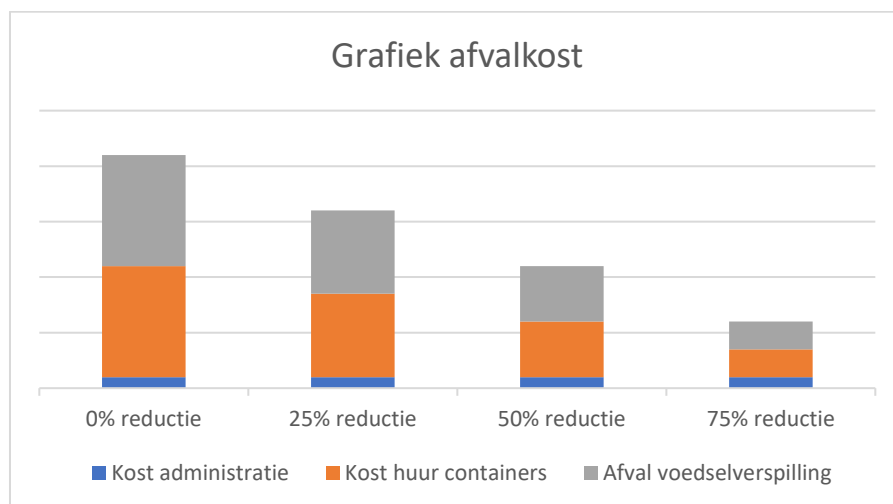
Uitstoot broeikasgassen

Elk type voedsel heeft een andere uitstoot, voor de formule kan er wel gerekend worden met een gemiddelde uitstoot per kilogram organisch afval van voedsel.

Uitstoot broeikasgassen = [organisch afval van voedsel in kilogram x gemiddelde uitstoot van organisch afval van voedsel]

De gemiddelde uitstoot per kilogram van organisch afval van voedsel kan niet worden beïnvloed door het initiatief maar het aantal kilogram wordt wel beïnvloedt. Door de bewustwording van de campagne wordt voedselverspilling gereduceerd en dit vermindert de uitstoot van broeikasgassen.

Grafiek afvalkost



Deze grafiek is een illustratief voorbeeld om aan te tonen wat het effect kan zijn op de afvalkost. De grootte van het effect is afhankelijk van de keuzes die de luchthaventerminals zelf maken. De eerste staaf is de afvalkost voor het implementeren van het initiatief, een voedselverspillingsreductie van 0%. De volgende staven geven het effect weer op de afvalkost wanneer er wel sprake is van een reductie van de voedselverspilling, na het toepassen van het initiatief. Het aantal kg voedselverspilling en de huur van de containers vermindert na het invoeren van het initiatief, waardoor de totale afvalkost afneemt. De administratiekost blijft gelijk voor en na de implementatie.

Indicatoren verkopen organisch afval

R-strategie: repurpose – herbestemmen

Afvalkost

Het organisch afval van voedselbereiding belandt niet in de vuilbak en de afvalkost voor deze stroom kan verminderd worden tot nul.

Afvalkost organisch afval van voedselbereiding voor het initiatief = [(soort afval in kg per jaar x prijs per kg voor dit soort afval) + (jaarlijkse administratiekost) + (jaarlijkse kost voor de huur van containers)] + btw

De kostprijs van het afval per kilogram is eerder een vast gegeven, de hoeveelheid afval is wel te beïnvloeden. Dit initiatief zorgt ervoor dat de stroom geëlimineerd wordt dus is de afvalkost na het initiatief ook nul.

Arbeidskost

Er is een personeelskost aangezien iemand van de werknemers de verkoop moet regelen van het organisch afval van voedselbereiding en er moet iemand verantwoordelijk zijn voor het regelen van het transport naar de varkensboerderij. Dit is eerder een aandeel van een takenpakket en is geen full time job.

Arbeidskost = [(aantal uren per maand van een werknemer die sales en transport regelt x loon van een werknemer per uur) + aandeel loonkost werkgever]

Deze kost wordt sterk beïnvloed door het aantal uren dat aan de taak besteed wordt, de arbeidskost wordt groter naarmate de werknemer een langere tijd doet over het regelen van de verkoop en transport.

Investeringskost

Transport moet bij elke verkoop geregeld worden, dit kan gezien worden als een wekelijkse of maandelijkse investering. Het transportbedrijf rekent kosten aan voor het vervoer, de kosten hangen af van de prijs per transport en de frequentie. Doordat organisch afval van voedselbereiding koel getransporteerd moet worden zodat het niet bederft, ligt de prijs hoger.

Investeringskost = [aantal keren transport per maand x prijs per transport] + btw

Er moet gezocht worden naar een optimaal punt voor de transportkosten en voorraadkosten. Luchthaventerminals hebben niet veel plek om grote hoeveelheden organisch afval te bewaren maar bij elke stroom transporteren heeft ook een hoge kost.

Materiaalkost

Bij dit initiatief is er geen bespaarde materiaalkost dus deze formule wordt niet weergegeven.

Volume afval

Het volume afval voor organisch afval van voedselbereiding varieert net zoals het organisch afval van voedsel. Elk type voedsel neemt een ander volume in. Er gebeurt best een meting voor het initiatief en na het initiatief om het effect te meten.

Reductie in containers = verschil in volume voor en na het initiatief/ het volume van de container

Uitstoot broeikasgassen

Elk type voedsel heeft een andere uitstoot, daarom wordt er in deze formule een gemiddelde uitstoot gebruikt.

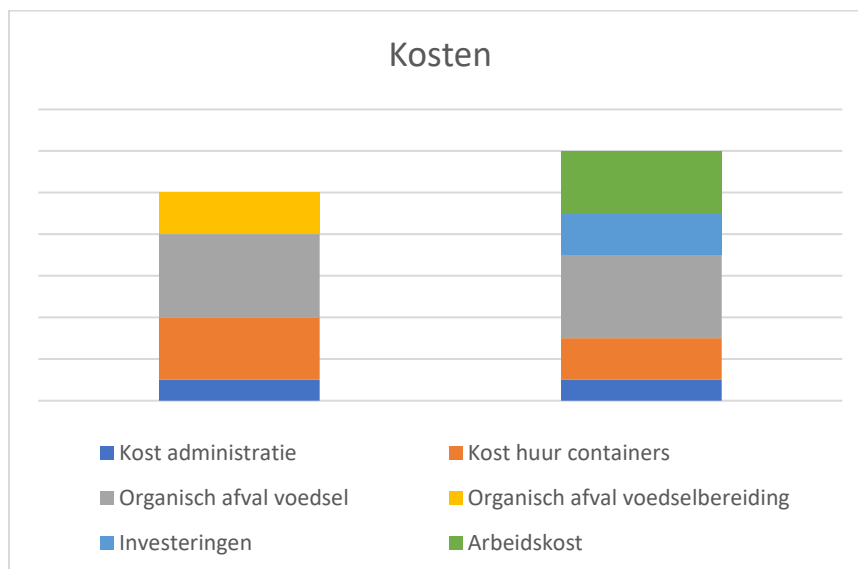
Uitstoot broeikasgassen = [organisch afval van voedselbereiding in kilogram x gemiddelde uitstoot per kilogram organisch afval van voedselbereiding]

De hoeveelheid organisch afval van voedselbereiding wordt gereduceerd tot nul, wat wilt zeggen dat de uitstoot van deze stroom voor de luchthaven ook naar nul gaat.

Extensie levenscyclus

De reststroom wordt herbestemd volgens de R-strategieën. Deze stroom wordt direct geconverteerd naar voer voor dieren. Dit voer wordt gegeten door de varkens en de reststroom is verdwenen. De levensduur wordt slechts kortstondig verlengd, dus een berekening is niet relevant.

Grafiek kosten



Deze illustratieve grafiek weergeeft alle kosten voor en na het initiatief. Na het implementeren van het initiatief blijven de administratiekosten hetzelfde, de afvalkosten daalt waardoor ook de huur van de containers afneemt maar er zijn ook extra kosten en investeringen. De grootte van de arbeidskosten en investeringen zijn afhankelijk van de keuzes van de luchthaventerminal en daarom zijn de kosten met het initiatief hoger. Buiten de kosten van het initiatief zijn er ook opbrengsten, deze hangen af van de onderhandelingen met de varkensboerderij en worden niet weergegeven op de grafiek.

Indicatoren educatie sorteren afval

R-strategie: reduce – verminderen

Afvalkost

Bij dit initiatief gaat het om vast stedelijk afval dat een andere kostprijs heeft dan organisch of plastic afval. Om de impact te meten van het initiatief wordt er een nulmeting gedaan vooraf. Nadien volgen er regelmatige metingen om het effect op de afvalkost te weten.

Afvalkost voor het initiatief = [(soort afval in kg per jaar x prijs per kg voor dit soort afval) + (jaarlijkse administratiekost) + (jaarlijkse kost voor de huur van containers)] + btw

Afvalkost na het initiatief = [(soort afval in kg per jaar x prijs per kg voor dit soort afval) + (jaarlijkse administratiekost) + (jaarlijkse kost voor de huur van containers)] + btw

Door de bewustwording en door passagiers en werknemers bij te leren over sorteren, vermindert de hoeveelheid dat foutief gesorteerd wordt bij het restafval. De kost van restafval daalt en er zijn minder containers nodig dus het aantal containers dat gehuurd moet worden daalt ook.

Arbeidskost

Er is een kost voor het personeel die de signalisatie en infoborden ontwerpen. Vervolgens wordt de signalisatie gehangen bij elke vuilbak en de infoborden op een strategische plek gezet. Eén of meerdere maanden wordt hier iemand van het personeel op ingezet.

Arbeidskost = [(Aantal maanden voor ontwerp en uitwerking dat personeelslid i besteedt x het loon van het personeelslid i) + loonkost van personeelslid i]

De arbeidskost kan beïnvloedt worden door de hoeveelheid tijd dat de werknemer krijgt voor de afronding van het werk. Er moet gezocht worden naar een termijn van een aantal maanden waarbij de kwaliteit van de educatie gegarandeerd kan worden, anderzijds mag de termijn ook niet te lang zijn.

Investeringskost

De investeringskost omvat infoborden en signalisatie voor de hele luchthaventerminal. De hoeveelheid hangt af van de grootte van het gebouw en het aantal strategische plaatsen binnenin het gebouw.

Investeringskost = [(aantal infoborden x prijs per infobord) + (aantal signalisaties x prijs per signalisatie)] + btw

De investeringskost is afhankelijk van de hoeveelheid infoborden en signalisatie maar ook van de prijs want deze schommelt naargelang waar de aankoop gebeurt.

Materiaalkost

Bij dit initiatief is er geen bespaarde materiaalkost, deze formule wordt dan ook niet weergegeven.

Volume afval

Het volume afval tijdens en na het initiatief wijzigt door meer bewustwording en kennis. Ook hier is een nulmeting noodzakelijk om het effect te meten. Het verschil tussen voor en na het initiatief kan uitgedrukt worden in een aantal containers.

Reductie in aantal containers = verschil tussen voor en na in liter/ het volume van de container

Er wordt getracht het volume restafval te verminderen door de hoeveelheid te beïnvloeden dat foutief wordt gesorteerd bij het restafval. Om dit doel te bereiken is er educatie in de vorm van signalisatie en infoborden.

Uitstoot broeikasgassen

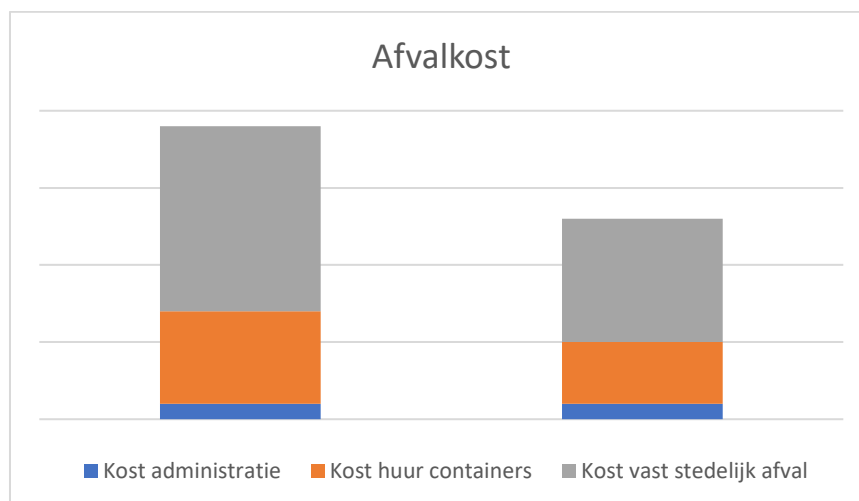
Bij de verwerking van restafval komen broeikasgassen vrij. Indien de foute sortering vermeden kan worden, daalt de uitstoot. De reductie in broeikasgassen is het verschil in uitstoot voor en na het invoeren van het initiatief.

Uitstoot broeikasgassen voor het initiatief = [aantal kilogram restafval x uitstoot CO₂ per kg door de verdere verwerking van restafval]

Uitstoot broeikasgassen na het initiatief = [aantal kilogram restafval x uitstoot CO₂ per kg door de verdere verwerking van restafval]

De uitstoot per kilogram door de verdere verwerking van restafval valt niet te beïnvloeden, de hoeveelheid restafval van passagiers of huurders of personeel is al meer beïnvloedbaar doordat de juiste informatie op de juiste plek aanwezig is.

Grafiek afvalkost



Deze grafiek is een illustratief voorbeeld om aan te tonen dat de afvalkost vermindert na het implementeren van het initiatief. Het vast stedelijk afval is de grootste bron afval waarvan één derde fout geadresseerd is. De tweede staaf toont het ideaal beeld dat die één derde juist wordt gesorteerd na het implementeren van het initiatief. Ook hier kan geconcludeerd worden dat het effect afhangt van de keuzes die luchthaventerminals maken met betrekking tot dit initiatief.

Voorbeeld: Brussels Airport Zaventem

Brussels Airport (BA) is een luchthaven in België en heeft in 2022 18.930.698 passagiers gehad (Brussels Airport Zaventem). In 2019 was er 124 gram afval per passagier, meer dan 2,3 miljoen kilogram afval in totaal en dan is er nog niet gesproken over het afval van de huurders en de werknemers binnen de luchthaventerminal (Brussels Airport Zaventem). Voor deze luchthaven is een voorbeeld uitgewerkt met 2 indicatoren.

Volume van afval – drinkwaterfontein

Het volume afval per jaar wordt berekend aan de hand van de formule. De indicator wordt berekend voor het initiatief aangezien er na de ban van waterflesjes niemand nog een waterflesje kan kopen. Er wordt een range gebruikt van 0,08 – 0,5 liter voor één waterflesjes van 500 ml. Het is een assumptie dat 20% van de passagiers op de luchthaven een waterflesje koopt. De 20% wordt genomen van het totaal aantal passagiers op BA in 2022. Vervolgens wordt het totaal volume aan waterflesjes per jaar weergegeven in de tabel en deze worden omgerekend in aantal containers. Een standaard grote rolcontainer heeft een volume van 1100 liter en dit formaat wordt gebruikt bij de berekeningen.

Voor het initiatief	Een perfect platgedrukt waterflesje	Een niet platgedrukt waterflesje
Volume van een waterflesje (500 ml)	0,08 liter	0,5 liter
Gewicht van een waterflesje (500ml)	19,1 gram	19,1 gram
Aantal mensen die een waterflesje kopen	3.786.140 mensen	3.786.140 mensen
Totaal volume van afval door waterflesjes	302.891,2 liter	1.893.070 liter
Totaal gewicht van afval door waterflesjes	72.315,27 kilogram	72.315,27 kilogram
Aantal containers gevuld door waterflesjes	275,35 containers	1720,97 containers

Tabel 9: Voorbeeld berekening volume afval

Door het drinkwaterfontein en de ban op waterflesjes kunnen er 276 tot 1721 containers bespaard worden. Het totale volume plastic afval vermindert met 302.891,2 – 1.893.070 liter afval. In termen van massa is dit 72.315,27 kilogram plastic afval.

Uitstoot broeikasgassen – drinkwaterfontein

De uitstoot van broeikasgassen wordt berekend voor de implementatie van het initiatief aangezien dat er na de ban geen waterflesjes meer zijn. De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in CO₂/kg en een waterflesje van 500 ml weegt ongeveer 19,1 gram. Deze gegevens worden gebruikt om de volgende berekeningen te maken.

Voor het initiatief	
Ecologische voetafdruk van plastic waterflesjes (PET)	6400 kg CO ₂ -eq /kg
Uitstoot per waterflesje (500 ml)	122,24 kg CO ₂ -eq
Aantal mensen die een waterflesje kopen	3.786.140 mensen
Jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen door waterflesjes	462.817.753,6 kg CO ₂ -eq

Tabel 10: Voorbeeld berekening uitstoot broeikasgassen

De uitstoot per waterflesje is 122,24 CO₂. Wanneer het initiatief 'drinkwaterfontein' wordt geïmplementeerd dan wordt er ongeveer 462.817.753,6 CO₂-eq bespaard. CO₂-eq is een verzameling van de broeikassen die op dezelfde eenheid zijn gezet en die bijdragen aan de opwarming van de aarde.

Implementatie

Na de selectie en de formules om impact te meten, moeten de initiatieven worden geïmplementeerd. De verschillende stappen worden weergegeven in een PDCA-cyclus; Plan – Do – Check – Act. De cyclus wordt weergegeven per initiatief.

Drinkwaterfontein

Fase PDCA-cyclus	Uitleg
Plan	<ul style="list-style-type: none">• De strategische punten moeten bepaald worden op basis van de route van passagiers in de terminal.• Er moet gepland worden hoeveel drinkwaterfonteinen er geplaatst worden op deze strategische plaatsen.• De leverancier en het type contract moet bepaald worden (aankoop of leasing)• Er moet een algemeen bericht geplaatst worden op sociale media en de website over de drinkwaterfontein en de ban van plastic waterflesjes.
Do	<ul style="list-style-type: none">• De drinkwaterfonteinen worden aangekocht of geleased en worden geïnstalleerd.
Check	<ul style="list-style-type: none">• De indicatoren moeten iedere maand bekeken worden.• De verkoop van andere dranken in plastic flesjes moet ook in de gaten gehouden worden.• Er moet gekeken worden naar iedere drinkwaterfontein; staan er wachtrijen, wordt deze gebruikt, enzovoort.
Act	<ul style="list-style-type: none">• Na een half jaar eventueel nieuwe drinkwaterfonteinen zetten of enkele verplaatsen.

Campagne voedselverspilling

Fase PDCA-cyclus	Uitleg
Plan	<ul style="list-style-type: none"> Marketing personeel die twee verschillende campagnes maken met een poster en een pilaar met een slogan. Een leverancier kiezen die de posters en pilaren gaan maken.
Do	<ul style="list-style-type: none"> Voor de campagne een nulmeting: meten hoeveel voedselverspilling er is bij elke food service. Het laten drukken van posters en het laten maken van pilaren voor in de wachtrij. De posters en de pilaren moeten gezet worden bij de food services in de luchthaven.
Check	<ul style="list-style-type: none"> De indicatoren moeten elke week bekeken worden voor beide campagnes. Meten hoeveel voedselverspilling er is bij elke food service.
Act	<ul style="list-style-type: none"> Na een half jaar kijken wat voor type boodschap het beste werkt bij passagiers en hierop terug een nieuwere campagne bouwen die effectiever gaat werken over heel de terminal.

Verkopen organisch afval

Fase PDCA-cyclus	Uitleg
Plan	<ul style="list-style-type: none"> Hotspots vinden op de luchthaventerminal die grote hoeveelheden organisch afval van voedselbereiding hebben. Een varkensboerderij vinden die deze reststromen wil aankopen, met deze boer kan onderhandeld worden. Een contract afsluiten met een transportbedrijf voor het vervoer. (afspraken rond de frequentie en de prijs)
Do	<ul style="list-style-type: none"> Reststromen verzamelen en vervolgens moeten deze getransporteerd worden naar de varkensboerderij.
Check	<ul style="list-style-type: none"> De indicatoren moeten elke maand bekeken worden voor beide campagnes.

Act	<ul style="list-style-type: none"> • Na een jaar in kaart brengen of het initiatief goed verloopt en of er aanpassingen zijn of het de moeite is om het verder te zetten.
-----	--

Educatie sorteren afval

Fase PDCA-cyclus	Uitleg
Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Een grafisch sterke signalisatie ontwerpen en een overzichtelijk infobord maken. • Strategische punten bepalen voor de infoborden. • Een leverancier kiezen die de signalisatie en infoborden maakt.
Do	<ul style="list-style-type: none"> • Nulmeting: hoeveel % wordt fout gesorteerd in de vuilbakken van de terminal. • Het plaatsen van signalisatie bij vuilbakken en het plaatsen van infoborden bij strategische punten.
Check	<ul style="list-style-type: none"> • De indicatoren moeten elke maand bekeken worden voor beide campagnes. • Meten: hoeveel % wordt fout gesorteerd in de vuilbakken van de terminal.
Act	<ul style="list-style-type: none"> • Het laten zijn zoals het is, aanpassingen maken aan de signalisatie en borden of een andere manier zoeken om mensen te stimuleren voor beter te sorteren.

CONCLUSIE EN DISCUSSIE

Dit onderzoek had als doel om een kader te bieden aan de luchthaventerminals zodat circulaire afvalbeheerinitiatieven vooropgesteld kunnen worden om uiteindelijk afval te reduceren en te helpen in het verduurzamingsproces. Het onderzoek gebeurde aan de hand van experiment design, op voorhand een selectie maken van degene die een vermoedelijk grote impact hebben. Deze selectie werd verder onderbouwd, verder uitgewerkt met formules om indicatoren te berekenen en tot slot werd de implementatie besproken aan de hand van de PDCA-cyclus. Het resultaat is een kader waarmee luchthaventerminals aan de slag kunnen gaan.

Tussen de vele initiatieven die er vandaag de dag zijn in de verschillende sectoren, zijn er 4 initiatieven geselecteerd die van toepassing kunnen zijn op de luchthaventerminal. Deze selectie werd verder onderbouwd en uitgewerkt aan de hand van academische literatuur en een afvalonderzoek in een Amerikaanse luchthaven. De circulaire strategieën gekoppeld aan deze initiatieven zijn het herbestemmen, het weigeren en het verminderen van het afval. De geselecteerde initiatieven hebben vermoedelijk de grootste impact op basis van de duurzame en economische indicatoren.

De formules per initiatief werden uitgewerkt in een overzicht zodat de luchthaventerminals zelf de effectieve impact kunnen berekenen. De eigen cijfers, schattingen en keuzes worden dan gebruikt en dit heeft wel degelijk een effect op de uiteindelijke impact van een initiatief. Na deze berekeningen kan iedere terminal een initiatief of meerdere initiatieven vooropstellen. Om een duidelijk beeld te schetsen bij een mogelijke uitkomst van enkele indicatoren werd er een voorbeeld uitgewerkt. In het voorbeeld voor Brussels Airport Zaventem zijn 2 indicatoren berekend voor het initiatief drinkwaterfontein, volume afval en uitstoot van broeikasgassen. Het aantal containers afval dat bespaard kan worden door het initiatief zit tussen de 276 - 1721 containers per jaar. Meer dan 400 miljoen kg CO₂-eq kan bespaard worden per jaar met het drinkwaterfontein. Met deze twee indicatoren kan al aangetoond dat er wel degelijk een impact kan zijn voor het initiatief met het drinkwaterfontein en de ban op plastic waterflesjes.

Na het vooropstellen van de initiatieven kunnen deze geïmplementeerd worden, de stappen werden vermeld bij de implementatie. Natuurlijk stopt het niet na de implementatie, met de resultaten van een actie kunnen er wijzigingen worden toegebracht zodat het nog beter wordt of misschien is er de conclusie dat het volledig anders moet. Het is mogelijk dat een initiatief het doel niet bereikt of dat er veel verbetering mogelijk is. Dit is de laatste stap van de PDCA-cyclus, op de basis van de resultaten en de metingen een beslissing nemen. De hele cyclus is een continu proces.

Er kan geconcludeerd worden dat er voor de luchthaventerminals nog een hele weg af te leggen is in het verduurzamingsproces. Circulariteit is een strategie om als luchthaven duurzamer te zijn. De luchthavenindustrie is een vervuilende industrie maar dit wil niet zeggen dat er geen stappen kunnen ondernomen worden. De 4 circulaire initiatieven omtrent afvalbeheersystemen kunnen al een stap zijn in de goede richting. Bepaalde afvalstromen worden onbestaande, sommige worden hergebruikt en andere worden herbestemd. Dit zorgt er allemaal voor dat het afval wordt gereduceerd op de luchthaventerminal en dit zorgt voor meer circulariteit. Toch gaat het nog veel

tijd, werk en onderzoek vragen om het hele circulaire verhaal te verwezenlijken in de luchthavensector.

Beperkingen en aanbevelingen toekomstig onderzoek

De selectie van de initiatieven gebeurde op basis van assumpties en feiten. De initiatieven hebben een vermoedelijke grote impact, terwijl dit nog afhankelijk is van de keuzes die luchthavens zelf maken. Er is bewust gekozen voor 4 initiatieven uit te werken in dit onderzoek, natuurlijk zijn dit niet de enige die een impact kunnen hebben.

Er worden formules weergegeven voor de indicatoren te berekenen zodat iedere luchthaven dit zelf kan berekenen met eigen cijfers. Alle berekeningen in het voorbeeld konden niet gemaakt worden doordat niet alle cijfers van BAZ beschikbaar zijn online. Er zijn offertes aangevraagd voor de kostprijs van afval maar ook deze werden niet bemachtigd. De initiatieven moeten nog uitgewerkt worden op detailniveau door het personeel van de luchthaven, de kosten gebonden aan de specifieke uitwerking is dus afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden. Er was onvoldoende data beschikbaar om dit zelf uit te werken voor één terminal.

Er is wel aangetoond hoe luchthaventerminals zelf kunnen selecteren, evalueren en implementeren. Het is stapsgewijs opgebouwd zodat er zelf verder gewerkt kan worden aan de circulaire afvalbeheersystemen en een duurzamere luchthaventerminal.

Er is verder onderzoek nodig naar de werkelijke impact van deze initiatieven aan de hand van een casestudy. Vervolgens kan er aangetoond worden hoe groot de impact is in enkele specifieke gevallen. Er kan via dit onderzoek aangetoond worden waar er nog problemen zitten voor een circulaire economie.

BIBLIOGRAFIE

- Arup. (sd). *Circular Transport Toolkit* . Opgehaald van <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/strategies>
- Bianchini, A., Rossi, J., & Pellegrini, M. (2019, October 12). Overcoming the Main Barriers of Circular Economy: Implementation through a New Visualization Tool for. *Sustainability*, p. 33. doi:<https://doi.org/10.3390/su11236614>
- Brussels Airport Zaventem. (2022, September 23). Opgehaald van <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Brussels Airport Zaventem . (sd). *Fun Facts*. Opgehaald van <https://brusselsairportinnnumbers.brusselsairport.be/nl#we-love-numbers>
- Brussels Airport Zaventem . (sd). *Maandelijkse verkeercijfers* . Opgehaald van <https://www.brusselsairport.be/nl/onze-luchthaven/cijfers-weetjes/maandelijkse-verkeerscijfers>
- Castro, M., Remmerswaal, J., Brezet, J., & Reuter, M. (2007, January 8). Exergy losses during recycling and the resource efficiency of product systems. *Elsevier*, p. 15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.01.014>
- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021). Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry. *Materials Circular Economy*, p. 9. doi:<https://doi.org/10.1007/s42824-021-00026-2>
- Circubuild. (sd). *Correlatie biobased materialen en circulaire bouwmaterialen?* Opgehaald van <https://www.circubuild.be/nl/faq/wat-is-de-correlatie-tussen-biobased-materialen-en-circulaire-bouwmaterialen/>
- Cowan, E., Booth, A., Misund, A., Klun, K., Rotter, A., & Tiller, R. (2021, August 16). Single-Use Plastic Bans: Exploring Stakeholder Perspectives on Best Practices for Reducing Plastic Pollution. *Environments* , p. 16. doi:<https://doi.org/10.3390/environments8080081>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks*.
- Elkington, J. (1999). *Cannibals with forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business* (New edition ed.).
- Elkington, J. (2018, June 25). Opgehaald van Harvard Business Review: <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>
- Ellen MacArthur Foundation. (sd). *Circular Buildings Toolkit* . Opgehaald van <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/circular-buildings-toolkit>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Opgehaald van <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

- Ellen Macarthur Foundation. (sd). *Making new products from urban organic waste streams: De Clique*. Opgehaald van <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/de-clique>
- European Commission. (2020). *Circular Economy Action Plan*. Opgehaald van https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf
- Europees Parlement . (2008, November 19). Opgehaald van EMIS Navigator : <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?woId=45909>
- Europees Parlement . (2014, Mei 16). Opgehaald van EMIS Navigator : <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?woId=85594>
- Europese Unie. (2008). Opgehaald van https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-law_en
- FOD Economie. (sd). *Duurzame economie* . Opgehaald van <https://economie.fgov.be/nl/themas/ondernemingen/duurzame-economie>
- Franco-García, M.-L., Haanstra, W., Toxopeus, M., & Schuur, B. (2019). Social and Environmental Life Cycle Assessment (SELCA) Method for Sustainability Analysis: The Jeans Global Value Chain as a Showcase. In *Towards Zero Waste* (p. 274). Opgehaald van https://link-springer-com.bib-proxy.uhasselt.be/content/pdf/10.1007/978-3-319-92931-6_11?pdf=chapter%20toc
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Elsevier*, p. 12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Greer, F., Rakas, J., & Horvath, A. (2020). *Airports and environmental sustainability: a comprehensive review*. *Environmental Research Letters*. doi:10.1088/1748-9326/abb42a
- Het Europees Parlement . (2015). *Circulaire economie: definitie, belang en voordelen*. Opgehaald van <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/economy/20151201STO05603/circulaire-economie-definitie-belang-en-voordelen>
- Hvass, K. K., & Pedersen, E. R. (2019). Toward circular economy: Experiences from a brand's product. *Journal of Fashion Marketing and Management* , p. 21. doi:DOI 10.1108/JFMM-04-2018-0059
- ICAO. (2019). *Introduction to Circular Economy*. Opgehaald van ICAO: https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg275-278.pdf
- ICAO. (sd). *Waste Management at Airports: Eco Airport Toolkit*. p. 12. Opgehaald van <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/ecairports.aspx>
- Kopnina, H. (2015, October 27). Sustainability: new strategic thinking for business. *Environment, Development and Sustainability*, p. 17. doi:<https://doi.org/10.1007/s10668-015-9723-1>

- Matiuk, Y., & Liobikiene, G. (2021). The impact of informational, social, convenience and financial tools on waste sorting behavior: Assumptions and reflections of the real situation. *Journal of Environmental Management*, p. 7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113323>
- Moult, J., Allan, S., Hewitt, C., & Berners-Lee, M. (2018). Greenhouse gas emissions of food waste disposal options for UK retailers. *Food Policy*, p. 9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.04.003>
- MVO Vlaanderen . (2021, April 27). Opgehaald van <https://www.mvovlaanderen.be/thema/circulaire-economie>
- Olavarria-Key, N., Ding, A., Legendre, T. S., & Min, J. (2021). Communication of food waste messages: The effects of communication modality, presentation order, and mindfulness on food waste reduction intention. *International Journal of Hospitality Management*, p. 10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102962>
- Our World In Data. (sd). Opgehaald van <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- PACE. (sd). *How to Transition to a Circular Economy for Food*. Opgehaald van <https://pacecircular.org/action-agenda/food>
- Paiho, S., Mäki, E., Wessberg, N., Paavola, M., Tuominen, P., Antikainen, M., . . . Jung, N. (2020). Towards circular cities—Conceptualizing core aspects. *Elsevier*, p. 19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102143>
- Pearson, D., & Perera, A. (2018). Reducing Food Waste: A Practitioner Guide Identifying Requirements for an Integrated Social Marketing Communication Campaign. *Social Marketing Quarterly*, p. 13. doi:<https://doi.org/10.1177/1524500417750830>
- Pitt, M., Brown, A., & Smith, A. (2002, May 1). Waste Management at Airports. *Emerald*, p. 10. doi: <https://doi.org/10.1108/02632770210426684>
- Potting, J., Hekkert, M. P., Ernst, W., & Aldert, H. (2017, January). Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain. *Planbureau voor de Leefomgeving*, p. 46.
- Rincón-Moreno, J., Franco-García, M.-L., Carpio-Aguilar, J. C., & Hernández-Sarabia, M. (2018). Towards Zero Waste.
- Romero-Hernández, O., & Romero, S. (2018, February 8). Maximizing the value of waste: From waste management to the circular economy. *Wiley*, p. 8. doi: <https://doi.org/10.1002/tie.21968>
- Saha, K., Dey, P. K., & Papagiannaki, E. (2020, May 28). Implementing circular economy in the textile and clothing industry. *Wiley*, p. 34. doi:DOI: 10.1002/bse.2670
- San Diego Airport. (2020). *Zero Waste Plan*. Opgehaald van <https://www.sandiego.gov/sites/default/files/legacy/mayor/pdf/2015/ZeroWastePlan.pdf>
- Sebastian, R., & Louis, J. (2021). Understanding waste management at airports: A study on current practices. *Elsevier*, p. 19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111229>

- Shin Ho, W., Hashim, H., Shiun Lim, J., Tin Lee, C., Chiin Sam, K., & Ting Tan, S. (2017). Waste Management Pinch Analysis (WAMPA): Application of Pinch Analysis for greenhouse gas (GHG) emission reduction in municipal solid waste management. *Applied Energy*, p. 9. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.044>
- The World Bank. (2018). *What A Waste 2.0*. Opgehaald van <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>
- Thongplew, N., Onwong, J., Kotlakome, R., & Suttipanta, N. (2022, September 2). Approaching circular economy in an emerging economy: a solid-waste reutilization initiative in a small fresh market in Thailand. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, p. 15. doi:<https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2110677>
- Torfs, M. (2021, Augustus 9). Alarmerend nieuw VN-rapport: "Klimaatopwarming gaat sneller dan verwacht, is wijdverspreid en wordt intenser". *Vrtnews*. Opgehaald van <https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2021/08/05/nieuw-ippc-rapport-ar6/>
- Torfs, M. (2022, Juli 28). Vanaf vandaag leeft de wereld op krediet: het is Earth Overshoot Day, opnieuw één dag vroeger dan vorig jaar. . *Vrtnews*.
- United Nations Environment Programme. (2021). *Food Waste Index Report*. Opgehaald van <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- VBO. (2022). *Vooruitgangsrapport Circulaire Economie 2022*. Opgehaald van <https://www.vbo-feb.be/publicaties/voortgangsrapport-circulaire-economie-2022/>
- Velenturf, A., & Jopson, J. (2019). Making the business case for resource recovery. *Elsevier*, p. 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.224>
- Velenturf, P., Archer, S., Gomes, H., Christgen, B., Lag-Brotons, A., & Purnell, P. (2019). Circular economy and the matter of integrated resources. *Elsevier*, p. 7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.449>
- Wang, C., Chu, Z., & Gu, W. (2021). Participate or not: Impact of information intervention on residents' willingness of sorting municipal solid waste. *Journal of Cleaner Production*, p. 17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128591>
- Ye, J., Cheng, Y., Li, J., & Chen, H. (2020). No More PET Bottles? Modeling on Single-Serving Water Bottles Future Usage and Environmental Effects. *Earth and Environmental Science*, p. 14. doi:[10.1088/1755-1315/512/1/012086](https://doi.org/10.1088/1755-1315/512/1/012086)