

Volume II

Verzameling van goed beoordeelde student-papers over circulaire concepten in de praktijk.

Module: Een Circulaire Supply Chain

aan de

Hogeschool Rotterdam

Instituut voor de gebouwde omgeving

Opleiding Logistics Management, deeltijdvariant

Studiejaar 2020-2021

Onder begeleiding van

- Drs. Karlo Heijnen
- Ir. Josanne Heeroma

Inhoudsopgave

Introductie begeleidend docenten.....	3
1. Een Tweede Leven Voor Witgoed.....	4
2. Het Circulair Toepassen van Het Onderschat Object in de Wereldeconomie: de Pallet.....	12
3. Duurzaam slopen en bouwen van installaties.....	20
4. Materiaalstromen Beheersen in een Circulaire Supply Chain.....	28
5. De Verduurzaming van de Wereldwijde Lederproductie.....	36
6. Vergelijking Recyclingsmethode tussen Zacht PVC en Biologisch Afbreekbaar Nitril.....	45
7. Wat is de Noodzaak om als Planeet te Verduurzamen en welk Aandeel heeft de Industriële Sector in Nederland?.....	54
8. Re-using Waste Heat in the Steel Industry.....	64
9. Kan het Recyclen van Schroot in Nederland Beter?.....	72
10. Modal Shift van Weg naar Duurzaam Alternatief.....	81

Introductie begeleidend docenten

De overheidsagenda's voor 2030 en 2050 waarin Nederland Circulair wordt aangekondigd, begint in steeds meer organisaties door te dringen. In de module 'Een Circulaire Supply Chain' verkennen studenten vanuit de logistieke en bedrijfseconomische achtergrond de betekenis van een circulaire economie. Dit doen ze in het bijzonder voor hun organisatie en in het algemeen vanuit hun vakgebied. Het vakgebied van Logistics Management en Supply Chain Management moet zich immers nog verhouden tot circulaire concepten en business modellen.

Deze tweede bundel bevat papers waarin circulaire *best* en *emerging practices* gekoppeld zijn aan kansen voor verschillende industrieën. Dit is ook gekoppeld aan de onderzoeksagenda van de opleiding Logistics Management van de Hogeschool Rotterdam en het Kenniscentrum duurzame Havenstad.

Deze *best* en *emerging practises* passen in de circulaire hiërarchie van *reduce, re-use, recycle* (MacArthur, 2020)¹. Hierbij is ook steeds de economische haalbaarheid bekeken voor de betreffende industrie.

De papers zijn geschreven door derdejaars studenten die de profileringsruimte 'Een Circulaire Supply Chain' volgen binnen het deeltijdprogramma van Logistics Management aan de Hogeschool Rotterdam, instituut voor gebouwde omgeving. De papers zijn een onderdeel van een circulaire ontwerpopdracht waarin de studenten een toekomstbeeld moeten schetsen van een mogelijke circulaire interventie binnen hun eigen organisatie.

De papers moesten aan de volgende criteria voldoen: Minstens tien referenties gebruiken; Waarvan minstens drie peer-reviewed artikelen; Maximaal acht pagina's exclusief titel en bibliografie; toepassing van APA-richtlijnen.

De papers die met een 7 of hoger zijn geselecteerd voor deze bundel:

-
- Een tweede leven voor witgoed
 - Het circulair toepassen van het onderschat object in de wereldeconomie: de Pallet
 - Duurzaam slopen en bouwen van installaties
 - Materiaalstromen beheersen in een Circulaire Supply Chain
 - De verduurzaming van de wereldwijde lederproductie
 - Vergelijking Recyclingsmethode tussen zacht PVC en biologisch afbreekbaar Nitril
 - Wat is de noodzaak om als planeet te verduurzamen en welk aandeel heeft de industriële sector in Nederland?
 - Re-using Waste Heat in the Steel Industry
 - Kan het Recyclen van Schroot in Nederland Beter?
 - Modal Shift van weg naar duurzaam alternatief.
-

¹ MacArthur, E. (2020, augustus 23). [ellenmacarthurfoundation.org. From What is the circular economy?:
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy)

1. Een Tweede Leven Voor Witgoed

Anne Schipper

Juneth Saddal

Rotterdam University of Applied Science

Circulaire Supply Chains

IGOCSC01D

Abstract

Duurzaam ondernemen komt steeds hoger op het lijstje te staan van ondernemers. Zo worden wetten met de jaren aangepast zodat er milieuvriendelijker wordt geopereerd of producten beter te repareren zijn. Ook voor het imago wordt duurzaam ondernemen steeds belangrijker. Op het gebied van bruin/grijs- goed producten is het refurbishen inmiddels al daily business. Voor witgoed producten echter nog niet. Deze paper gaat in op het hergebruiken van witgoed producten, wat de obstakels zijn en de diverse wet en regelgeving die op deze producten van toepassing is. Zowel voor manufacturers als retailers. 28-01-2021

Keywords

Wetgeving, Repair, Circulair, Retailen, Refurbishment, Recycling, Remanufacturing, Witgoed, Repareren, Verkopen, Circulaire Supply Chain en Circulaire Retail.

Een Tweede Leven Voor Witgoed

Tegenwoordig speelt duurzaam ondernemen een steeds belangrijkere rol. Al is het maar voor het imago van het bedrijf. Zo vindt 72% van de consumenten duurzaamheid bij bedrijven belangrijk (TGTHR, 2017). Het is een niet meer weg te denken begrip dat staat voor meer aandacht voor de gevolgen van ondernemingen op mens en milieu (Zwalde-Erades,

2015). In deze paper wordt stilgestaan bij het duurzaam ondernemen met betrekking tot een tweede leven voor witgoed producten. Een witgoed product is een verzamelnaam voor alle apparaten die in het huishouden gebruikt worden die stroom als voeding nodig hebben zoals; drogers, koelkasten en (af)wasmachines (Dekkers, 2019). In 2019 werd wereldwijd voor 53,6 miljoen ton aan elektronica weggegooid. Dat is 21

meer dan 5 jaar geleden en die groei lijkt te verdubbelen, waarschuwen de Verenigde Naties (IPSNEWS, 2020). Ook het United Nations Environment waarschuwt dat de winning van hulpbronnen van 85 miljard ton in 2020 zal stijgen tot 186 miljard ton in 2050 (Union, 2017). Om de ambitieuze doelstelling om in 2050 klimaatneutraal te zijn te realiseren is er dringend actie nodig. Refurbishment is één van de (noodzakelijke) mogelijkheden om deze doelstelling te behalen (Konstantinou, 2017). De paper gaat in op het hergebruiken van witgoed producten en de diverse regelgeving voor fabrikanten en retailers om het hergebruiken mogelijk of zelfs verplicht te maken.

Literature Review

Walter Stahel's Product-Life instituut schets een hoofddoelstelling om nieuwe grenzen van economische te ontwikkeling te openen naar een prestatie economie (Stahel, 2013). Dit kan bereikt worden door het combineren van keten ontwerp, technische en commerciële innovatie, het optimaliseren van bedrijfsmodellen en het hergebruiken van goederen. Zo maak je gebruik van closed loops en cradle to cradle. Belangrijk in deze is bijvoorbeeld het verlengen van de levensduur van de goederen en componenten (Catherine Weetman, 2017). In een closed loop Supply Chain worden de goederen geretourneerd naar de supplier om bruikbare onderdelen te hergebruiken. Het Cradle to Cardle concept staat voor producten die (oneindig) kunnen worden hergebruikt, of milieuvriendelijk worden afgebroken (Catherine Weetman, 2017).

Hoe werkt dit met Witgoed?

In Nederland wordt beweerd dat bijvoorbeeld geretourneerde wasmachines gerefurbished worden. Zo schrijft Refurbished Nederland (2020) dat de machine door specialisten wordt gecontroleerd, getest en waar nodig worden gerepareerd. Tevens wordt de wasmachine van binnen en buiten goed schoongemaakt. Voor een Elektro- Retailer zit daar echter een kostenpost aan vast, waar de marges al niet groot zijn. Zo komen er bijvoorbeeld voorrijkosten van de specialist bij kijken die al tussen de €25,- en €100,- zijn (BNNVARA, 2020). Het komt veelvuldig voor dat retailers door kostenoverweging ervoor kiezen om het product weg te gooien in plaats van te repareren (Openloop). Hiervoor dient men te voldoen aan de Europese WEEE en in Nederland RAEEA-richtlijn(en) waar alle producentenverantwoordelijkheid voor elektrische en elektronische apparaten staat beschreven (Rijkswaterstaat, 2020).

Regelgeving

Om op deze kosten te besparen en gebruik te maken van closed loop, remanufacturing, refurbishing of recycling zou de retailer de nodige activiteiten in eigen beheer kunnen nemen. Vanuit Europese regelgeving is de wet Ecodesign Directive van toepassing (Rijkswaterstaat, 2020). In deze wetgeving staan de voorwaarden vastgelegd waar apparaten aan moeten voldoen, en zijn de producenten verplicht zich aan deze voorwaarden te houden. Zo zijn er regels in opgenomen voor repareerbaarheid. Producenten zijn verplicht producten te ontwerpen die makkelijker te repareren zijn en zijn de producenten verplicht om minimaal 10 tot jaar na datum onderdelen beschikbaar te hebben (Natuur&Milieu, 2020). Naast de algemene productveiligheidseisen is er Europese regelgeving voor productgroepen met specifieke risico's, zoals Elektronische producten (Overheid, 2019). Elk product dat voldoet aan de in 1985 opgestelde essentiële eisen met betrekking tot productveiligheid en worden voorzien van een CE-markering en mag daarmee toegelaten worden tot de Europese markt.

CE staat voor Conformité Européenne (Staatvan, 2020). Wanneer sommige componenten niet te refurbishen zijn, zal de retailer deze alsnog willen afstoten. Hiervoor is ook bepaalde regelgeving van toepassing zoals “afvalstoffenhouder, afvalstoffenproducent, hergebruik en verwerking” (Rijkswaterstaat, 2021). Helaas is de huidige regelgeving nog niet voldoende. Recent is er nog een artikel in de Trouw gepubliceerd waarin aangegeven wordt dat om het klimaatdoel in 2050 te halen, er nog meer veranderd moet worden in hoe wij, de consument, om gaat met elektronica. Jelmer Vierstra, programmaleider Circulaire Economie bij milieuorganisatie Natuur en Milieu, zegt hierover het volgende; “Recyclen is natuurlijk een belangrijk onderdeel om als EU de klimaatdoelen te bereiken, maar het is eigenlijk beter om ervoor te zorgen dat de producten die wij gebruiken, zo lang mogelijk meegaan. En als ze dan toch een keertje echt ‘op’ zijn, dat ze dan op de goede manier worden gerecycled (Froger, 2020).

Impact op de schakel in de keten

Het begint bij de reverse logistics. Reverse logistics is de logistieke beheersing van retourstromen voor het hergebruik van producten en verpakkingen. Dit kan zowel betrekking hebben op repareerbare producten als op stromen goederen die op milieutechnische redenen teruggaan naar de bron van verkoop (Amstel, A.R., & Amstel, 2014). Volgens Weetman (2017) kan je het best een circulaire supply chain op zetten door het hergebruiken (reuse) van producten of via remanufacturing. Bij remanufacturing wordt het originele product als basis gebruikt. Onderdelen worden vervangen of gerepareerd om het product weer zo goed als nieuw te krijgen. Wanneer het onderdeel niet te repareren is of niet op voorraad ligt kan het onderdeel opnieuw worden ingekocht bij de leverancier. Vervolgens wordt het product opnieuw geassembleerd waardoor de basis volledig intact blijft (Hollins, 2020).

Case Study

In veel huishoudens zijn groot witgoed apparaten te vinden. Zo heeft 50% een vaatwasser, 95% een wasmachine en 60% een droger. Een wasmachine bestaat uit verschillende componenten die worden hergebruikt. Zo is een trommel gemaakt van roestvaststaal (combinatie van chroom & staal), koper, tin, aluminium en gietijzer. Het is prachtig dat de apparaten intensief worden gebruikt, maar wat gebeurt er als het apparaat wordt afgedankt? Recyclen (Wecycle, 2021).

Door recyclen worden schadelijke stoffen verwijderd en grondstoffen behouden. Voor een groot witgoed apparaat geldt dat zelf 75% van het apparaat opnieuw kan worden gebruikt (Wecycle, 2021). WeCycle is zo'n afvalverwerker.

Het recyclen van witgoed apparaten begint bij de klant. De klant kan deze apparaten inleveren in de winkel of milieustraat of zelfs kosteloos laten ophalen door een elektro retailer (Admin, 2019). Na het inzamelen gaan deze apparaten naar regionale sorteercentra. Hier worden de apparaten gesorteerd op klein huishoudelijk witgoed of koelkasten, wasmachines en drogers. Na deze sortering gaan de apparaten naar gespecialiseerde recyclingbedrijven. Bij deze bedrijven gaan de producten door een shredder die plet en vermaalt. Hier worden kleine ferro en non-ferro deeltjes teruggewonnen (Wecycle, 2021). Zelfs het kleinste stukje koper van de printplaat komt terug door middel van het gebruiken van nieuwe technieken zoals; Elektromagneten, Optische Sensoren, water en lucht. Het teruggewonnen metaal gaat weer naar de smelterij waarmee de cirkel weer rond is. Hiermee wordt het milieu ontlast en voorkomt het dat er geld en energie wordt gestoken om nieuwe grondstoffen te delven.

Discussion

De case study gaat over gaat over witgoed apparaten die worden afgedankt en terecht komen in een recyclingcyclus. Wel is het een feit dat het product een lange weg heeft te gaan tot het gerecycled is. Deze lange weg verloopt via diverse ketenpartners en brengen de nodige

transportbewegingen en de daarmee gemoeide uitstoten met zich mee. Om dit te minimaliseren is het beter om het product eerder in de keten opnieuw in de cyclus te brengen. Denk hierbij aan reparatie, refurbishen en/of hergebruik. De wetgeving in de literatuurstudie laat zien dat zowel leveranciers als retailers zich al meer moeten richten op het verlengen van de levensduur en hergebruik van apparaten. Recycling zou een goede optie kunnen zijn wanneer onderdelen niet meer te bestellen zijn bij de fabrikant.

Conclusion

Duurzaam ondernemen is iets bij veel bedrijven hoog op de lijst staat. Duurzaam betekent vaak ook kosten. De regelgeving is in de laatste jaren dusdanig veranderd dat bedrijven zo goed als verplicht zijn om duurzaam te opereren. Zo is een retailer verplicht om oude apparaten mee te nemen bij het leveren van een nieuw apparaat. Voor witgoed producten wordt nog vaak gekozen om de producten weg te gooien. Reparateurs rekenen vaak hoge voorrijkosten, of zijn de transportkosten naar een reparateur al erg hoog. Gecombineerd met een kleine marge is dit vaak niet rendabel waardoor vaak voor afstoot wordt gekozen. De leverancier is verplicht om 10 jaar onderdelen te bewaren en moeten producten dusdanig gemaakt worden dat ze makkelijker te repareren zijn en loont het om te streven naar een optimale levensduur. Om transportbewegingen en kosten af te laten nemen kan een retailer zelf apparaten gaan repareren en een tweede leven aanbieden. Dit is wel van invloed op de supply chain om het rendabel te maken. De inkoop moet afgestemd worden op componenten in plaats van volledige machines en dienen retailers te doen aan wet en regelgeving om te mogen repareren. Hiernaast is er ook enige kennis en kunde nodig waardoor er een lange transitieperiode overheen gaat. Hergebruik in combinatie met reparatie zal nog duurzamer zijn en kan gecombineerd worden met nieuwe verdienmodellen zoals lease, outlet of een tweede kans.

References

- Catherine Weetman. (2017). *A Circular Economy Handbook for Business and Supply Chains*. London & New York: Kogan Page Limited. Opgeroepen op Januari 18, 2021
- Admin. (2019, December 3). *Inzamelen producten*. Opgehaald van Elektromagazine: <https://www.elektroretailmagazine.nl/consumenten-weten-niet-altijd-welke-producten-ingezameld-moeten-worden/>
- Amstel, M. v., A. v., & Amstel, W. v. (2014). *Fysieke Distributie*. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- BNNVARA. (2020). *Voorrijkosten*. Opgeroepen op Januari 8, 2021, van Kassa: <https://www.bnnvara.nl/kassa/discussie-reeele-voorrijkosten>
- Dekkers, E. (2019, April 15). *Verschil wit en bruingoed*. Opgehaald van Elsdekkers: <https://elsdekkers.nl/verschil-tussen-witgoed-en-bruingoed-witgoed-reparatie/>
- Froger, S. (2020, December 31). *Duurzaamheid-natuur*. Opgehaald van Trouw: <https://www.trouw.nl/duurzaamheid-natuur/een-barst-in-je-telefoonscherm-dat-moet-je-voortaan-zelf-kunnen-repareren~bee4495a/>
- Hollins, O. (2020). *Remanufacturing*. Opgehaald van Remanufacturing: <https://www.remanufacturing.eu/about-remanufacturing.php>
- IPSNEWS. (2020, Juli 2). *Actueel*. Opgehaald van StichtingWitgoed: <https://stichtingwitgoed.nl/actueel/we-gooien-steeds-meer-elektronisch-afval-weg>
- Konstantinou, T. (2017). *Support the Design of Residential Energy Upgrades*. Delft: TU Delft. doi:10.7480
- Natuur&Milieu. (2020, December 18). *Right to repair wetgeving*. Opgehaald van Natuur&Milieu: <https://www.natuurenmilieu.nl/themas/grondstoffen/projecten-grondstoffen/elektrische-apparaten/right-to-repair-wetgeving/>
- Overheid. (2019, December 27). *Aanpassingswet richtlijn inzake elektronische handel*. Opgehaald van Overheid: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0016726/2004-06-30>
- Refurbished Nederland. (2020). *Refurbished - Wasmachine*. Opgehaald van Refurbished Nederland: <https://www.refurbishednederland.nl/refurbished-wasmachine/>
- Rijkswaterstaat. (2020, December 17). *Europese Richtlijn Ecodesign*. Opgehaald van Afvalcirculair: <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/beleid-circulaire/europese-richtlijn/>
- Rijkswaterstaat. (2021, Januari 5). *Wet-milieubeheer*. Opgehaald van Afvalcirculair: <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/afvalregelgeving/wet-milieubeheer/>
- Staatvan. (2020, November 16). *Productveiligheid*. Opgehaald van Staatvan: <https://www.staatvan.nl/productveiligheid/index.php?page=5>

Stahel, W. (2013, April 1). *Welcome*. Opgehaald van Product-Life: <http://www.product-life.org/>

TGTHR. (2017, Oktober 10). *Dossier-Duurzaam*. Opgehaald van tgthr: <https://tgthr.nl/dossier-duurzaam-2017/>

Union, E. (2017). *Promoting Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse*. Brussel: European Union. doi:10.2779/181003

Wecycle. (2021). *Over ons*. Opgeroepen op Januari 19, 2021, van Wie zijn wij: <https://www.wecycle.nl/wie-wij-zijn>

Zwalde-Erades, H. (2015). *Maatschappelijk verantwoord ondernemen in Nederland*. Tijdschrift voor omgevingsrecht. doi:10.5553/TO/156850122015015001005

2. Het Circulair Toepassen van Het Onderschat Object in de Wereldeconomie de Pallet

Erik Holierhoek 0900020

Rotterdam University of Applied Science

Circulaire Supply Chain

IGOCSC01D

Abstract

28-2-2021

Er wordt gekeken op wat voor wijze pallets als ladingdragers in een circulaire economie gebruikt kunnen worden. Pallets worden vrijwel in elke supply chain gebruikt. Het onderzoek wijst uit of het mogelijk is om pallets te recyclen, hergebruiken of refurbishen.

Keywords

Pallet; Circulaire Economie; Pooling; Duurzaam; Wereldwijd; CO2-reductie; Toepassing pallets; Refurbishen; Recyclen; Life cycle assessments; Milieubelasting ; Globalisering

Algemene lineaire proces van pallets

Het lineaire proces van pallets bij logistieke dienstverleners/vervoerders is ingericht om voorspelbaar te zijn en men weet wat de in-en output is. Hierdoor kan er niet snel genoeg worden ingespeeld op de vraag van verandering op gebied van verduurzaming van materialen, of het toepassen van refurbished componenten. “Snel veranderende klantbehoeften, concurrentie uit nieuwe landen en politieke spanningen maken deel uit van de huidige supply chain. Hierbij zal voorspelbaarheid en efficiëntie niet de succesfactoren zijn in 2020, maar zullen de winnaars van het nieuwe decennium investeren in flexibiliteit en de ultieme klantenervaring.” (Logistyx Technologies, 2020) Als men inhoudelijk kijkt naar het lineaire proces kan geconstateerd worden dat de pallets worden ingekocht. Daarbij wordt gekeken naar de benodigde hoeveelheid voor het vervoeren van de producten en het volume. Hierbij wordt niet voldoende gekeken of de pallets gerecycled, hergebruikt of gerefurbished kunnen worden. Na levering bij de klant zal men ook niet verder aandacht besteden aan wat er met de pallets gebeurt en wat de klant ermee doet. In de onderstaande literatuurstudie zal worden ingegaan op verschillende methoden. Hierbij zal gekeken worden hoe men de circulaire processen heeft ingeregeld.

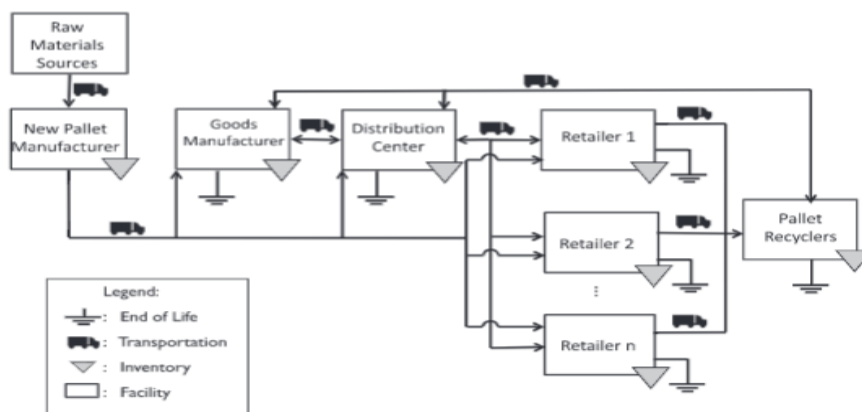
Toepassing pallets

Globalisering is medeverantwoordelijk voor het klimaatprobleem en biedt onder andere een verhoogde uitstoot van broeikasgassen. De belangrijkste bronnen van broeikasgasuitstoot zijn stroomvoorziening, industriële productie en transport (KBC, 2020). Globalisering zorgt voor een toename in transport wat op zijn beurt zorgt voor een toename in de fysieke distributie van goederen. Door deze toename neemt het gebruik van de meest bekende ladingdrager, de pallet sterk toe. Jaarlijks wordt er in het hedendaagse transport veel gebruik gemaakt van pallets. Hout is daarbij een veel voorkomend materiaal dat wordt gebruikt om pallets mee te maken. De pallets worden gebruikt om producten te

dragen/verplaatsen en veilig te kunnen vervoeren. Vanaf het moment dat de pallets worden gebruikt tot aan de klant is het een lineair proces. Daarna dienen pallets als stuwage materiaal voor logistieke dienstverleners/vervoerders.

Life cycle assessments (LCA's)

Om duidelijk in kaart te krijgen welke impact de verschillende soorten pallets hebben op het milieu is gekeken naar de life cycle van pallets. Hierbij worden wel verschillende soorten pallets gebruikt. Sommige pallets zijn simpel gemaakt en dienen voor lichte stuwage materiaal gebruik. Terwijl andere pallets door een engineer zijn ontworpen voor ballastende producten beter te kunnen ondersteunen. In figuur 1 is de algemene life cycle flow weergegeven. (L.Carrano, Thorn, & Woltag)



Figuur 1 Life Cycle Flow – Pallets (L.Carrano, Thorn, & Woltag)

Pallet gebruik wereldwijd

Elk jaar worden er ongeveer 508 miljoen nieuwe pallets gefabriceerd. Er worden ongeveer 2,6 miljard pallets in de VS en 280 miljoen pallets in de EU gereviseerd (Rabbaland & Aldaz-Carroll, 2005). Een van de belangrijkste voordelen van houten pallets is dat ze meerdere keren kunnen worden gerepareerd en individuele componenten kunnen ook vervangen worden. Dit vergroot hun levensduur vóór verwijdering. Bovendien kan het hout van pallets aan het einde van hun levensduur ook voor andere doeleinden worden gebruikt. (Mazeika Bilbao, Carrano, Hewitt, & Thorn, 2011) Vanwege de economische en ecologische voordelen is het reviseren van pallets financieel aantrekkelijk. (Bush & Araman, 2009). Jaarlijks worden er meer dan 350 miljoen pallets doorverkocht aan palletgebruikers. Daarbij wordt minder dan 1% van de alle pallets gestort en wordt meer en deels weer hergebruikt voor andere activiteiten. Voor het onderzoeken van hoeveel bomen er paar jaar worden bespaard is er een schatting genomen hoeveel hout er nodig is om een pallet te fabriceren. Voor de berekening wordt aangehouden dat een boom twee stammen van ongeveer 300 cm kan worden gemaakt. Daarbij is omgerekend dat uit een houtblok minstens 4 pallets kunnen worden geproduceerd. Als er dan 350.000.000 pallets worden gerepareerd dan zijn er 87.000.000 boomstammen gebruikt voor het fabriceren van deze pallets. Als elke boom twee stammen bevatte dan kon zo'n 43,5 miljoen aan bomen bespaard blijven. Maar als gekeken wordt naar hoeveel pallets die er nodig zijn om de helft van de bomen te besparen, moeten er minimaal 350 miljoen aan pallets worden gerecycled. (Milieuwijzer, 2018)

Closed-loop systemen

Om continue pallets in omloop te houden is een closed-loop systeem een goeie uitkomst. Hierbij worden verschillende methodes gebruikt om de pallets terug te krijgen door pooling of buy-back programma's. Door pallet management systemen kunnen pallets teruggehaald worden wanneer ze niet meer worden gebruikt door de klant. Ze worden dan

geïnspecteerd op hun kwaliteit te verifiëren en verzonden voor reparatie, hergebruik of definitief verwijdering. Om de duurzaamheid van de closed-loop te garanderen moet er wel strategisch gekeken worden naar de economische en ecologische voordelen van hergebruik. Het hiermee beoogde uitstel van end-of-life moet worden vergeleken met pallet reverse logistieke milieu- en economische kosten. (Tornese, 2018)

Milieubelasting pallet gebruik

Om de milieubelasting tegen te gaan aan de hand van een closed-loop-systeem is het de bedoeling dat dit ook bijdraagt aan de terugdringing van de CO₂ uitstoot. Daarbij zijn er twee soorten pallets de stringer en de blok pallet. Onder alle omstandigheden (van het fabriceren tot reparatiewerkzaamheden) wordt gemiddeld 1,83 kg CO₂-eq met stringer pallets uitgestoten en 7,25 kg CO₂-eq met blok pallets. De CO₂-eq uitstoot van blokpallets als die van stringer-pallets is hier bijna vier keer zo hoog. Dit komt doordat blokpallets langer mee gaan en meer reparaties ondergaan. Daarnaast komt bij het reviseren van een blok pallet meer uitstoot vrij dan bij de reparatie van een stringer-pallet, vanwege de verschillende materialen en bewerkingen. (Carrano & Pazour, 2015) Daarbij heeft de afstand tussen de locaties in de supply chain ook een grote waarde. Een manier om de invloed van de af te leggen afstand voor revisie te bepalen is het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse. Voor beide pallet types en alle scenario's wordt de analyse voor de volgende afstanden gedaan 15 km, 25 km, 50 km, 150 km, 200 km, 300 km, 400 km. Afstanden zijn opgenomen in een range waarvoor de realisatie van een closed-loop voor palletrevisie nog economisch en ecologisch haalbaar is (Tornese, 2018) De kortere afstanden zijn bedoeld om te overwegen dat revisiescenario's worden uitgevoerd door nabijgelegen lokale depots. Op grotere afstanden is het beter om de pallets naar een centrale faciliteit te brengen met een grotere faciliteit die doorgaans worden gebruikt als poolingbedrijven.

Case study ‘De Rijke’

De Rijke is een logistiek dienstvervoerder van pallets en stuwage materiaal aan producenten die leveren in binnen -en buitenland. De Rijke schaft pallets aan die worden gebruikt om ladingen te zekeren. Nadat de trailer met de ferry naar Engeland verscheept is en de lading is afgeleverd worden de pallets verzameld op het afleveradres en worden deze mee teruggenomen. De Rijke gebruikt de pallets dan voor een volgende transport. Pallets die kapot zijn gegaan bij het transporteren, worden bekeken of deze kunnen dienen als stuwage materiaal. Zo worden onderdelen gebruikt van pallets om stuwage materiaal te verschaffen voor transport. De Rijke collecteert pallets en stuwage materiaal die niet meer bruikbaar zijn aan te bieden aan handelaren. De organisaties waar dit aangeboden wordt zijn fabrikanten die de kapotte pallets en stuwage materiaal onderdelen weer kunnen refurbishen tot nieuwe pallets. Componenten die er te slecht aan toe zijn zullen worden gerecycled door geschikte afvalverwerker organisaties.

Discussie

Voor logistieke dienstverleners/vervoerders is het een uitdaging om te kijken welke optie het beste binnen het proces past om ervoor te zorgen dat het circulair wordt. Daarbij moet gekeken worden naar eventuele teruggave van pallets of het aanbieden van andere alternatieven. Doormiddel van een closed-loop blijven de pallets in het proces en zullen deze niet terecht komen op de stort of bij de klant blijven liggen. Hiermee dring je de productie van nieuwe pallets terug en kunnen reparaties worden toegepast waar dat nodig blijkt te zijn. De reparaties zijn wel afhankelijk van waar de pallets zich op dat moment bevinden. De pallets die dichtbij de klant kunnen worden gemaakt kunnen bij een lokale ondernemer worden gere refurbished en bij een te grote afstand kan het naar een centraal punt gebracht/gehaald worden en daar door een poolingbedrijf verder verwerkt worden. Dit kan betekenen dat deze organisaties de pallets overnemen of refurbishen en zodoende weer terug komt in de closed-

loop. In beide gevallen moet gekeken worden naar het soort type pallet en de afstand van waar het kan worden gerepareerd. Dit is van toepassing op de uitstoot van CO₂ te reduceren en kan ook gezien worden om transportkosten te beperken.

Conclusie

Logistieke dienstverleners/vervoerders staan voor een lastige keuze voor het hergebruiken van pallets die langer meekunnen gaan, maar meer uitstoot creëren of pallets die korter meegaan en minder vaak te refurbishen zijn. Toch is de voorkeur dat de pallets zolang mogelijk kunnen worden gebruikt en dat deze kunnen worden gerepareerd bij aangewezen locaties. Daarbij zijn mogelijkheden om een Circulaire supply chain te realiseren die een prima bijdrage kan leveren aan het verloop van het huidige proces. Maar er moeten wel partners worden aangewezen die zich willen mengen met dit circulair proces. Mocht dit niet het geval zijn is het lastig om de circulaire supply chain op gang te helpen en moeten logistieke dienstverleners/vervoerders meer concessies doen om dit te bewerkstelligen. Mochten pallets niet meer te repareren zijn kunnen deze gebruikt worden als ‘waste is food’. Pallets kunnen daarmee een andere bestemming krijgen en kunnen dienen als een ander product waarvoor het eigenlijk was bedoeld. Zo wordt de pallet gerecycled en kan het binnen een andere branche gebruikt worden voor andere doeleinden. Verder valt het op dat niet alle logistieke dienstverleners/vervoerders dit eerder in kaart hebben gebracht. Het is zonde om deze kansen om een bijdrage te leveren aan duurzaamheid te laten liggen. Daarbij kunnen er zelfs de benodigde kosten en efficiëntie gewonnen worden.

References

- Bush, R., & Araman, P. (2009). *Pallet recovery, repair and remanufacturing in a.Chaning Industry*. Pallet Entrepreneur, <https://palletenterprise.com/>.
- Carrano, & Pazour, A. (2015, June). *Selection of pallet management strategies based on carbon emissions impact*. Retrieved from ScieneDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527314003405>
- Europees Parlement. (2020, 10 03). *Belangrijke feiten en voordelen van de economische globalisering in Europa*. Retrieved from www.europarl.europa.eu: <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/economy/20190603STO53520/belangrijke-feiten-en-voordelen-van-de-economische-globalisering-in-europa>
- KBC. (2020, 10 07). *Globalisering: ook deel van de oplossing voor de klimaatproblematiek*. Retrieved from kbc.com: <https://www.kbc.com/nl/economics/publicaties/globalisering-ook-deel-van-de-oplossing-voor-de-klimaatproblematiek.html>
- L.Carrano, Thorn, K., & Woltag, H. (n.d.). *Characterizing the Carbon Footprint of Wood Pallet Logistics*. Material Industry of America (MHIA) Research Grant.
- Logistyx Technologies. (2020, 11 02). Retrieved from Kennisportal: <https://www.kennisportal.com/kp/logistyx/Logistyx-7-logistics-trends-that-will-radically-change-manufacturing-2020.pdf>
- Mazeika Bilbao, A., Carrano, A., Hewitt, M., & Thorn, B. (2011, October 4). *On the environmental impacts of pallet management operations*. Retrieved from Emerald: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01409171111178765/full/html>
- Milieuwijzer. (2018, september 13). *HOEVEEL BOMEN WORDEN ER GERED MET HET RECYCLEN VAN PALLETS?* Retrieved from Milieuwijzer: <https://www.milieuwijzer.nl/hoeveel-bomen-worden-er-gered-met-het-recyclen-van-pallets/>
- Rabbaland, G., & Aldaz-Carroll, E. (2005, february). *How Do Differing Standards Increase Trade Costs? The Case of Pallets*. Retrieved from SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=665064
- Slate. (2012, 08). *The Single Most Important Object in the Global Economy*. Retrieved from www.slate.com: <https://slate.com/business/2012/08/pallets-the-single-most-important-object-in-the-global-economy.html>
- Tornese, F. (2018). *Investigating the environmental and economic impact of loading conditions and repositioning strategies for pallet pooling providers*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617323466>

3. Duurzaam slopen en bouwen van installaties

Marcel Koopman 0874617

Ricky Fräsdorf 0955366

Hogeschool Rotterdam Academieplein

Minor Circulaire Supply Chain

IGOSCS01D

Abstract

In deze literatuurstudie is gezocht naar manieren om slopen op een duurzame wijze uit te voeren. Hierbij is selectief slopen de methode gebleken waarbij de meeste milieuvoordelen behaald worden. Ook kan doormiddel van selectief slopen in het nieuwbouwtraject bepaalde elementen uit de bestaande bouw worden meegenomen en herstemd. De milieuvoordelen die voortvloeien uit selectief slopen zijn wel sterk afhankelijk van de lokale aanpak van de sloop.

Keywords

Wet en regelgeving afvaltransport, wet en regelgeving regulier transport, soorten afval,
duurzaam slopen, duurzaam bouwen.

Duurzaam slopen en bouwen

Nederland schakelt over van fossiele energiebronnen naar duurzame energiebronnen. Hierbij wordt het gebruik van wind en zonne-energie gestimuleerd door de overheid. Voor energieleveranciers levert dit problemen op daar elektrische energie door consumenten niet alleen meer wordt afgenomen maar ook wordt teruggewonnen middels bijvoorbeeld zonne-energie. Om deze terugwinning van elektrische energie te kunnen verwerken slopen energieleveranciers de huidige distributie stations om hier vervolgens een nieuw station te plaatsen welke de terugwinning van elektrische energie kan verwerken. Door middel van dit literatuuronderzoek wordt dieper ingegaan op duurzaam slopen, waarop antwoord gegeven wordt op de vragen wanneer mag sloopafval worden getransporteerd? Welke soorten afval zijn er? En hoe kan duurzaam worden gesloopt en gebouwd?

Literature Review Transport van afval

Wanneer een transportbedrijf goederen vervoert in opdracht van derden, betaald krijgt voor het vervoer van goederen en een laadvermogen van meer dan 550kg heeft is een zogeheten Eurovergunning van de NIWO benodigd. Deze Eurovergunning is een vergunning voor transportbedrijven die actief zijn in het beroepsgoederenvervoer. Om aanspraak te kunnen maken op deze vergunning moet kunnen worden aangetoond dat er een reële vestiging van de organisatie zich in Nederland bevindt. Ook moet worden aangetoond dat de ondernemer vakbekwaam is, betrouwbaar is en genoeg financieel vermogen heeft. Aanvullend hierop zal om afval te mogen vervoeren aan aanvullende eisen moeten worden voldaan. Zo is een registratie nodig op de zogeheten VIHB lijst. Organisaties moeten op deze lijst worden geregistreerd wanneer zij zich bezighouden met het vervoeren, inzamelen, handelen en bemiddelen in bedrijfsafvalstoffen of gevaarlijke afvalstoffen. (*Eurovergunning | NIWO, Nationale en Internationale Wegvervoer Organisatie, z.d.*) (*NIWO, Nationale en Internationale Wegvervoer Organisatie, z.d.*)

Wanneer vervolgens gekeken wordt naar de diversiteit in afval is deze te onderscheiden in 22 soorten afval te weten.

1	Banden	12	Kartonnen bekers
2	Bioclips	13	Kunststof
3	Bouw en sloopafval	14	Papier en karton
4	Folie	15	PMW
5	Gevaarlijk afval	16	Puin
6	Glas	17	Restafval
7	Groen en tuinafval	18	Schroot
8	Groente tuin en fruit	19	Steenwol
9	Grofvuil	20	Swill
10	Hout	21	Vertrouwelijk papier
11	Materassen	22	Ijzer

(Afvalstromen - Soorten afval hergebruiken | Renewi, z.d.)

Duurzaam slopen

Wanneer aan duurzaam slopen wordt gedacht dan wordt uitgegaan van selectief slopen. Toch is de mate van duurzaamheid voor selectief slopen erg afhankelijk van de aanpak. Zo worden geen milieuvoordelen gehaald uit selectief slopen wanneer de gesorteerde afvalstoffen niet goed worden beheerd doormiddel van het maximaliseren van de recycling en het minimaliseren van de transportafstand. Voor het minimaliseren van de transportafstand is het transport zelf een cruciale factor hierin. Zo moet het sloopafval naar de dichtstbijzijnde recyclinglocatie worden gebracht om de milieuvoordelen van selectief slopen in stand te houden. Ook het gebruik van mechanische machines welke functioneren op fossiele brandstoffen kunnen de milieuvoordelen van selectief slopen volledig tenietdoen. Ook wanneer te slopen gebouwen uit diverse soorten materialen bestaan moeten deze tijdens de sloop goed worden gesorteerd om de effectiviteit van selectief slopen te kunnen waarborgen. (Pantini & Rigamonti, 2020, p. 172) (Roussat et al., 2009, p. 18)

Duurzaam bouwen

Ook bij de ontwikkeling van nieuwe gebouwen wordt al gedacht aan het duurzaam slopen aan het einde van de levensduur. Hierbij is het belangrijk dat een ontwerp opgebouwd is uit zo veel als mogelijk geprefabriceerde bouwelementen, maar ook het gebruik van demonteerbare verbindingen. Deze elementen worden meegenomen in het ontwerp van een gebouw zonder dat de vorm of de constructie van het gebouw nadelig wordt beïnvloed. (Akinade et al., 2015, p. 170)

Case Study

Wanneer aan de hand van de literatuur wordt gekeken naar een praktisch voorbeeld van soorten afval en hoe deze bij sloop op een duurzame selectieve wijze worden hergebruikt in het nieuwbouwproject is de organisatie Beelen een goed voorbeeld van de toepassing van de literatuur. Beelen past 99,45% van (sloop)afval weer nuttig toe. Dit doen zij door de materiaalcirkels te sluiten door een viertal stappen te doorlopen namelijk: te slopen gebouwen in kaart brengen om materiaal te kunnen hergebruiken, anderen materialen aanbieden via een eigen webshop, materialen die niet gelijk kunnen worden verwerkt verwerken tot producten met een vergelijkbare toepassing en de laatste materialen scheiden zodat deze als grondstof kunnen worden ingezet.

Een voorbeeld van dit stappenplan is de sloop en ontmanteling van de Bijlmer Bajes welke in 2016 is ontmanteld om plaats te maken voor een nieuw project genaamd het Bajes Kwartier. Tijdens het project zal 98% van de materialen worden hergebruikt. Hier zijn de oude celdeuren in samenspraak met de architecten hergebruikt als bruggen in het nieuwe complex. Ook de verlichting, sportvelden, metalen trappen en betonelementen krijgen een nieuwe bestemming in het nieuwe complex. Materiaal wat niet direct kan worden hergebruikt zoals andere betonplaten is direct verwerkt tot betongranulaat welke weer wordt verwerkt als grondstof van het nieuwe beton van het project. Andere producten zoals metaal en hout wordt

als grondstof aangeboden bij producenten welke hier weer nieuwe producten van kan maken. Als bijkomend voordeel wordt door de lokale aanpak een hoop transport en dus onnodige uitstoot van CO₂ bespaard. (Beelen Group, 2019, pp. 1–3) (Beelen.nl, z.d.)

Discussion

Wanneer aan de hand van de casus gekeken wordt naar de literatuur kan worden opgemerkt dat Beelen bewust bezig is met het scheiden van sloopafval bij de bron. Zo worden zo lokaal als mogelijk direct op de slooplocatie sloopdelen hergebruikt of verwerkt tot grondstof. Wat beide weer verwerkt wordt in het nieuwbouwproject. Pas na verwerking gaat het materiaal op transport zodat deze een zo kort mogelijke route aflegt. Echter is het duurzaam slopen nog geen succes wanneer alleen wordt gekeken naar het scheiden van sloopafval bij de bron. Ook het materieel voor de sloop en het aanvullende materieel voor de verwerking en het transport moeten op zo min mogelijke fossiele brandstoffen functioneren daar anders het milieuvoordeel van selectief slopen teniet wordt gedaan. In de casus wordt dit slechts beperkt besproken en functioneert het materieel voor het grootste deel op dieseltechniek.

Conclusion

Deze literatuurstudie laat zien dat duurzaam slopen sterk afhangt van de mate waarin de sloopafval beheerd wordt. Selectief slopen is een goed voorbeeld van de sloop aan de bron. Echter is de selectief slopen erg afhankelijk van het lokaal herbestemmen van materialen, het lokaal hergebruiken van grondstoffen en de transportafstand naar de diverse lokale recyclingcentra. Met name de lokale aanpak is bepalend over de milieuvoordelen welke selectief slopen op deze wijze met zich meebrengen. Tegelijkertijd brengt het meedenken van de architecten bij het ontwerp van het nieuwe gebouw ook milieuvoordelen met zich mee omdat elementen uit het te slopen gebouw worden meegenomen in de nieuwbouw en dat geprefabriceerde bouwelementen zo veel mogelijk worden toegepast zodat aan het einde van

de levensduur makkelijk selectief gesloopt kan worden. Terugkomend op de sloop van de distributie stations die plaats maken voor nieuwe stations waarbij de terugwinning van energie kan worden verwerkt zal de aandacht bij de sloop vooral liggen op het lokaal scheiden en verwerken van het sloopafval evenals het minimaliseren van de transportafstand van de reststromen. Bij het ontwerp van de nieuwe distributiestations zal ook moeten worden gedacht aan het hergebruiken van materialen uit de oude stations zoals koper, stalen deuren enzovoort. Ook zal in het nieuwe ontwerp het hergebruik van materialen voorop staan wanneer zich in de toekomst nog een energie transitie voor zal doen.

References

- Afvalstromen - Soorten afval hergebruiken | Renewi.* (z.d.). Renewi. Geraadpleegd op 28 januari 2021, van <https://www.renewi.com/nl-nl/zakelijk/soorten-afval>
- Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Ajayi, S. O., Owolabi, H. A., Alaka, H. A., & Bello, S. A. (2015). Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS). *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.018>
- Beelen Group. (2019). *Duurzaamheidsverslag 2019 Circulariteit de norm. Veiligheid een vanzelfsprekendheid.*
- Beelen.nl. (z.d.). *Circulaire aanpak van Beelen.nl in Bajes Kwartier.* Geraadpleegd op 28 januari 2021, van <https://www.beelen.nl/referentie-projecten/circulaire-aanpak-van-beelennl-in-bajes-kwartier>
- Eurovergunning | NIWO, Nationale en Internationale Wegvervoer Organisatie.* (z.d.). NIWO. Geraadpleegd op 28 januari 2021, van <https://www.niwo.nl/pagina/211/aanvragen/wegvervoer/eurovergunning.html>
- NIWO, Nationale en Internationale Wegvervoer Organisatie.* (z.d.). NIWO. Geraadpleegd op 28 januari 2021, van <https://www.niwo.nl/pagina/112/aanvragen/afvalstoffen/vihb-registratie.html>
- Pantini, S., & Rigamonti, L. (2020). Is selective demolition always a sustainable choice? *Waste Management*, 103, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.033>

Roussat, N., Dujet, C., & Méhu, J. (2009). Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. *Waste Management*, 29(1), 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.010>

4. Materiaalstromen Beheersen in een Circulaire Supply Chain

Oscar van der Borden 0937565

Leroy Patje 0945044

Rotterdam University of Applied Science

Circulaire Supply Chain

IGOCSC01D

Abstract

De supply chains in verschillende sectoren zijn vaak nog lineair ingericht. Deze paper gaat in op de beheersingsmethoden voor materiaalstromen en onderzoekt hoe de materiaalstromen circulair ingericht worden. De literatuurstudie heeft uitgewezen dat het materiaalpaspoort wordt ondersteunt door de Cradle to Cradle filosofie. In dit paspoort staat tot op detailniveau informatie over het materiaal, waardoor er materiaalmanagement kan worden toegepast en een organisatie beter in staat is de materiaalstromen te beheersen. De case study gaat in op de wijze waarop Maersk de nieuwgebouwde schepen voorziet van het materiaalpaspoort. In deze paper wordt duidelijk welke methoden organisaties kunnen gebruiken om een circulaire materiaalstroom te maken.

Keywords

Circular Material; Circular Supply Chain; Material Flow; Material Tagging; Material Labelling; Reuse; Remanufacture; Recycling; Sharing

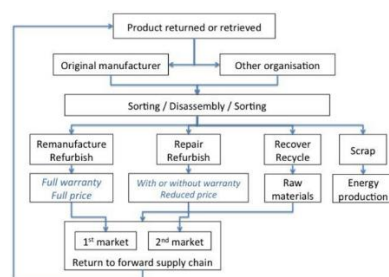
Materiaalstromen Beheersen in een Circulaire Supply Chain

Het circulair maken van materiaalstromen is een belangrijk onderdeel om het overmatig gebruik van grondstoffen te verminderen (Dura Vermeer, 2020). Op het moment dat de materiaalstromen van begin tot eind inzichtelijk zijn, kunnen de stromen worden

geëvalueerd en worden bijgestuurd op circulariteit. Door hier materiaal-management op toe te passen kunnen de materiaalstromen ook beter worden beheerst. Met behulp van verschillende literatuur is er een onderzoek verricht naar het hiervoor benoemde. Ook is er een case study gedaan op een toepassing binnen de organisatie van Maersk waarbij schepen circulair worden gebouwd.

Opties en mogelijkheden voor inzage en beheersen materiaalstroom

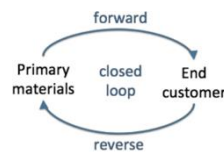
Het volgen van de producten of materialen slaat op de downstream van het ‘8S-principe-model’. In dit model zijn er acht (ontwerp)principes uitgelegd voor een circulaire supply chain waarbij de downstream over distributie, gebruik en de omgekeerde logistiek gaat (Weetman, 2017). De omgekeerde logistiek, ook wel retourketen genoemd, kan op meerdere manieren ingevuld worden afhankelijk van de bruikbaarheid van het product (Meer & Amstel, 2016). Het model van Frei (2015) (fig. 1) geeft weer welke stroom de minste devaluatie van een product genereert. De processen Remanufacture en Repair/Refurbish geven het minste waardeverlies, terwijl de processen Recover/Recycle en Scrap het meeste waardeverlies opleveren. Het is van belang om de processen Recover/Recycle en Scrap zo veel als mogelijk te vermijden (Frei, 2015). De voorwaartse en de achterwaartse supply chain (fig. 2) vormen een gesloten cirkel als de processen Remanufacture/Refurbish, Repair/Refurbish en Recover/Recycle (fig 1.) gevolgd worden.



Figuur 2 Generiek model van reverse supply chains (Frei, 2015)

Het is ook mogelijk dat een grondstof zich door meerdere gesloten cirkels beweegt (Weetman, 2017). Een voorbeeld uit een onderzoek wat hierop van toepassing is, zijn spoorstaven van gewalst staal (Ensie, 2020). Deze kunnen via het proces

Remanufacture/Refurbish teruggebracht worden in de supply chain om een ander proces te volgen zoals Repair/Refurbish. Een spoorstaaf kan dan hergebruikt worden op een ander spoordeel, vervolgens worden gebruikt als grondstof in een meubelstuk, welke mogelijk nog een keer gerepareerd wordt om daarna te worden gerecycled tot een gietijzeren pan (COMBEKK, 2019). De spoorstaaf circuleert hierdoor dan minstens vier keer door de cirkel (fig. 2).



Figuur 3 gesloten cirkel (Frei, 2015)

Een hulpmiddel om ervoor te zorgen dat er inzicht is in de materialen, is het materiaalpaspoort (Cirdax, 2020). In dit paspoort staat tot op het benodigde detailniveau informatie over het materiaal, waarbij een Bill of Material ontstaat (Weetman, 2017). Een Bill of Material (BoM) is een productbeschrijving waarbij componenten worden benoemd met de gebruikte of nodige grondstoffen. Dit is input voor een productieplanning en beheerssysteem (Chapman, Gatewood, Arnold, & Clive, 2016). Hiermee kan ook een Life Cycle Analysis (LCA) worden uitgevoerd waarbij het product of proces wordt geëvalueerd door de gebruikte energie, materialen en vrijkomend afval te identificeren en de mogelijkheden te evalueren om verbeteringen gericht op het milieu door te voeren (Cetindamar & Phaal, 2016). Bij de LCA worden ook de totale kosten van bezit en de levensduur van het materiaal of component meegenomen (Gelderman & Hart, 2017).

De informatie die in het paspoort wordt vastgelegd is afhankelijk van het doel van het paspoort en de aard van het materiaal (Cirdax, 2020). Met het paspoort weet men ook welk materiaal er vrijkomt bij sloop-, onderhouds- of vervangingsprojecten (Dura Vermeer, 2020). Het vastleggen van het materiaalpaspoort kan binnen de eigen organisatie, maar ook in algemene platforms zoals het Madaster of Cirdax. Indien de database van materiaalpaspoorten binnen de eigen organisatie blijft, dan blijft het materiaal binnen de ‘close loop’ van de supply

chain (Meer & Amstel, 2016). Een algemene database geeft de circulariteit van de materialen aan in de ‘open- én close-loop’ van de supply chain (Frei, 2015).

Een circulaire filosofie die het gebruik van een materiaalpaspoort ondersteunt is de Cradle to Cradle (C2C) filosofie van W. McDonough en M. Braungart waarbij het motto “Alles is een bron voor iets anders, waste is food” centraal staat. In de natuur is het afval van het ene systeem namelijk het voedsel van een ander systeem. Datzelfde kan ook in de bouw en industrie gerealiseerd worden waarbij de hoogwaardige materialen na gebruik als grondstof kunnen dienen voor nieuwe producten (McDonough, 2020).

De C2C-filosofie heeft geleid tot het invoeren van het Cradle to Cradle (C2C) certificering. Om de certificering te verkrijgen wordt het materiaal beoordeeld op vijf categorieën, te weten: gezondheid van materialen; hergebruik van materialen; hernieuwbare energie en koolstofbeheer; waterbeheer en sociale rechtvaardigheid (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2020) (Niero, Negrelli, Hoffmeyer, Olsen, & Birkved, 2016). De certificeringseisen zijn ook voldoende om producten te ontwikkelen welke worden gemaakt van milieuvriendelijkere materialen. De certificering kan ook worden gebruikt als een hulpmiddel om de aanwezigheid van gevaarlijke materialen in de samenleving en ecosystemen te verminderen en om niet-gevaarlijke producten te onderscheiden (Llorach-Massana, Farreny, & Oliver-Solà, 2015).

Case Study

Om materiaalstromen te beheersen is een paspoort voor het gebruikte materiaal een geschikte toepassing wat ook de organisatie van Maersk Line heeft ondervonden. De organisatie heeft een C2C-paspoort ontwikkeld voor hun transportschepen naar aanleiding van de grilligheid van de staal- en brandstofmarkt waardoor de prijzen onbetrouwbaarheid werden. Een onderzoek toont aan dat de staalproductie kwetsbaar is voor herbruikbare bronnen (Wang, Li, & Kara, 2015). De schepen welke geproduceerd worden, bestaan uit 98%

staal en hadden al een recyclingproces maar men kwam erachter dat het traceren van de materialen in het huidige proces niet haalbaar was. Hierdoor ontstond de behoefte aan het beheer ervan (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Met behulp van dit paspoort is Maersk Line in staat om effectiever de materialen te sorteren, dit met betere kennis te verwerken en de samenstelling van het materiaal van haar schepen beter te beheersen. Door hergebruik van materiaal wordt hierdoor minder ‘nieuw’ staal geproduceerd en meer hoogwaardig gerecycled staal gebruikt (Ellen MacArthur Foundation, 2017). De resultaten uit een onderzoek naar de grootste staalproducent China, bevestigen dat het aandeel van de secundaire (gerecycled) staalproductie zal toenemen samen met het aanbod van gerecycled staal op de langere termijn (Wang, Li, & Kara, 2015). Hierop speelde de organisatie van Maersk tijdig in.

Met het paspoort wordt niet alleen bruikbare informatie teruggekoppeld richting ingenieurs voor het ontwerp, maar heeft dit ook voor een nieuwe rangschikking van staal gezorgd. Tot slot heeft de bewustwording ertoe geleidt dat de interne organisatie het kwetsbare lineaire proces heeft aangepakt. Hierdoor is dit proces beter beheerst door het nieuw verkregen inzicht (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Discussie

De organisatie Maersk Line heeft met de invoering van de toepassing hun eigen variant van een materiaalpaspoort gemaakt. Met dit paspoort is het bouwen, slopen en opnieuw bouwen van schepen volledig circulair geworden. Hiermee wordt de “Technical Nutriënts” cyclus gevolgd, zoals beschreven door McDonough (2020). De organisatie heeft op eigen kiel ontdekt wat het invoeren van het materiaalpaspoort betekent en wat er nodig is om een circulaire bedrijfsvoering te hebben. Wellicht hebben de financiële redenen hierbij geholpen om het eigen proces te valideren. De vraagstukken die de literatuur beschrijft zijn door Maersk Line beantwoord binnen hun eigen organisatie. Het gedetailleerde niveau dat

nodig is voor een degelijk materiaalpaspoort is hierin beschreven, gedocumenteerd en opgeslagen in een digitaal platform (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Ook de facetten die voorgeschreven zijn om de materialen te voorzien van het C2C-certificaat zijn al ontdekt en onderkend (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2020). Het is interessant om te zien wat de score is voor de materialen van Maersk Line als hiervoor het C2C-certificaat wordt aangevraagd. Op dat moment kan er gemeten worden in welke mate het paspoort van Maersk Line overeenkomt met de C2C-filosofie van McDonough (McDonough, 2020).

Conclusie

De supply chains zijn in vele sectoren (nog) vaak lineair ingericht en er wordt slechts beperkt materialen hergebruikt. Het generieke model van reverse supply chains volgens Frei (2015) geeft aan dat er meerdere mogelijkheden zijn om de materialen terug te brengen in een organisatie of supply chain voordat deze gerecycled worden (Frei, 2015). Het inrichten van een circulaire supply chain zorgt voor een duurzamer beleid van de organisatie zelf en haar keten. Een hulpmiddel om de supply chain circulair in te richten en de materiaalstromen te beheersen, is het materiaalpaspoort (Madaster, 2020). In dit paspoort staat tot op het benodigde detailniveau informatie over het materiaal, waarbij een Bill of Material (BoM) ontstaat waardoor materiaalmanagement wordt toegepast en een organisatie beter in staat is de materiaalstroom te beheersen. De C2C-certificering helpt een organisatie te kunnen meten of alle mogelijkheden voor circulariteit optimaal worden benut (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2020).

References

- Cetindamar, D., & Phaal, R. (2016). *Technology Management* (2e editie). Macmillan Publishers.
- Chapman, S. N., Gatewood, A. K., Arnold, J. R. T., & Clive, L. M. (2016). *Introduction to Materials Management, Global Edition* (8e editie). Pearson Education Limited.
- Cirdax. (2021). *Over Cirdax*. <https://www.cirdax.com/>

- COMBEKK. (2020). *COMBEKK uit Breda maakt pannen van rails* | Combekk.
<https://www.combekk.com/blog/combekk-uit-breda-maakt-pannen-van-rails>
- Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2020). *What is Cradle to Cradle Certified™?*
<https://www.c2ccertified.org/>
- Dura Vermeer. (2020). *Materialenpaspoort stap dichterbij*.
<https://www.duravermeer.nl/nieuws/sluitstuk-materialen-expeditie-brengt-materialenpaspoort-stap-dichterbij/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Using Product Passports to improve the recovery and reuse of shipping steel*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/using-product-passports-to-improve-the-recovery-and-reuse-of-shipping-steel>
- Ensie. (2020). *Bovenbouw - de betekenis volgens Prorail*.
<https://www.ensie.nl/prorail/bovenbouw>
- Frei, R. (2015). *Performance of reverse supply chains*. University of Portsmouth.
https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/3616774/Performance_of_reverse_supply_chains.pdf
- Gelderman, K., & Hart, H. (2017). *Business marketing* (6de editie). Noordhoff.
- Llorach-Massana, P., Farreny, R., & Oliver-Solà, J. (2015). Are Cradle to Cradle certified products environmentally preferable? Analysis from an LCA approach. *Journal of Cleaner Production*, 93, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.032>
- Madaster. (2020). *Material passport*. <https://madaster.com/material-passport/>
- Meer, V. C. J., & Amstel, P. W. (2016). *Werken met supply chain management* (2de editie). Noordhoff.
- Niero, M., Negrelli, A. J., Hoffmeyer, S. B., Olsen, S. I., & Birkved, M. (2016). Closing the loop for aluminum cans: Life Cycle Assessment of progression in Cradle-to-Cradle certification levels. *Journal of Cleaner Production*, 126, 352–362.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.122>

Visser, H., & Goor, A. (2015). *Werken met logistiek - Werken met logistiek* (7de editie). Noordhoff.

Wang, P., Li, W., & Kara, S. (2017). Cradle-to-cradle modeling of the future steel flow in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 45–57.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.07.009>

Weetman, C. (2017). *A Circular Economy Handbook*. Kogan Page.

William McDonough. (2017). *Cradle to Cradle*. <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>

5. De Verduurzaming van de Wereldwijde Lederproductie

Jaimy Neefs 0965208

Robin Santos 0970759

Rotterdam University of Applied Science

Circulaire Supply Chain

IGOCSC01D

Abstract

De sieradenindustrie is wereldwijd een enorme branche. Sieraden worden iedere dag in grote getalen aangeschaft en om aan ieders behoefte te voldoen worden er veel verschillende sieraden geproduceerd. Een materiaal dat veel gebruikt wordt binnen de sieradenindustrie is leer. De leerindustrie is enorm en vindt voornamelijk plaats in derde wereld landen. Daarnaast staan zij erom bekend een slechte impact te hebben op het milieu, wegens de grote hoeveelheid afvalstoffen die vrijkomen tijdens het leerlooierproces. In deze paper wordt er gekeken naar de mogelijkheden om tot een efficiënt proces te komen, waarbij de afvalstoffen verminderen of hergebruikt kunnen worden om op deze manier de leer- en sieradenindustrie handvaten te geven voor verduurzaming. Na een korte introductie van de leerindustrie zullen er mogelijkheden worden aangedragen om het looiproces van het leer circulair te maken. Hierna zal een voorbeeld worden gegeven van hoe een Westers bedrijf een duurzaam looiproces heeft opgezet. Tot slot zal deze paper afgesloten worden met een korte discussie.

Keywords

Sustainable; Leather Production; Circulair Supply Chain; Circulair Economy; Recycle; Reuse; Recover; Reduce; Industrial Ecology; Chrome; Water; Tannery;

De verduurzaming van de wereldwijde leerproductie

Het mooiste voorbeeld van een gesloten, circulaire keten is het ecosysteem van de aarde. Ons ecosysteem recyclet de meest noodzakelijke grondstoffen en mineralen, en gebruikt hiervoor als enige energiebron de zon (Hu et al., 2011). In het ecosysteem is het afval van de ene soort, het voedsel voor de volgende soort. Op deze manier is er dus weinig tot geen sprake van afval in het ecosysteem. Een ideale situatie dus.

De traditionele industrie creëert bijproducten die bijdragen aan de vervuiling en aantasting van ons ecosysteem. De productie, distributie, en consumptie van producten overal ter wereld beïnvloeden het milieu, en dus het ecosysteem op een negatieve manier. In het onderzoek van Kleindorfer et al.(2009) is gebleken dat een “closed-loop supply chain” (CLSC) een grote bijdrage kan leveren aan de realisatie van duurzame ondernemingen. De focus van deze paper ligt op het verduurzamen van de leerproductie, door de leerproductie door Circulaire Economie te implementeren. CE is een systeem waarbij hulpbronnen en omgevingsfactoren worden geïntegreerd in economische groei en ontwikkeling, waarbij de focus ligt op “materialistisch metabolisme”. Dus door het recycle systeem van het ecosysteem te imiteren binnen de industrie.

De impact van leerlooiërijen op het milieu

De leerindustrie heeft geen goed imago wat betreft haar rol in het vervuilen van het milieu, vanwege de schadelijke bijproducten die ontstaan tijdens de productie van leer (Hu et al., 2011). Hierom is het van groot belang dat de leerproductie een transitie ondergaat van een “traditionele industrie” naar een zogenoemde “industriële ecologie” (Hu et al., 2011), waarbij reststromen van de productie worden gebruikt als grondstof voor een ander product. De leerindustrie is een lastige industrie om te veranderen, omdat het gekenmerkt wordt door hoge input en consumptie van de markt. Aan de ene kant is de leerindustrie economisch gezien zeer

efficiënt en creëert het in (voornamelijk) derde wereldlanden welvaart. Aan de andere kant is deze industrie zeer belastend voor het milieu vanwege de vervuiling en de hoge verspillingsgraad van de betrokken hulpbronnen. Bij de productie van de leer, komen er namelijk veel verschillende afvalstoffen en chemicaliën vrij. Jaarlijks wordt er gemiddeld $1,5 \times 10^{10}$ kg huiden en vellen gebruikt, waarbij de hoeveelheid afvalwater per dag dezelfde hoeveelheid is ($1,5 \times 10^{10}$ kg). Deze enorme hoeveelheid watergebruik heeft een grote impact op het milieu en op de landen, zeker nu de wereld zich inzet voor watergebruik vermindering (Troy et al., 2005). Naast het watergebruik ontstaan er jaarlijks 6×10^9 kg vaste afvalstoffen uit het leerlooierijproces (Hu et al., 2011), en komen er schadelijke gassen vrij tijdens het productieproces. Het afval van de lederproductie zelf bestaat voornamelijk uit vaste materialen zoals lederslib, afvalleder en chroom (Moktadir et al., 2018). Bij het chroomlooien ontstaat zeer vervuild afvalwater wat wederom een slechte impact heeft op het milieu als dit wordt weggegooid en niet wordt hergebruikt (Morera et al., 2011).

Manieren van recyclen

Binnen industrieel recyclen ligt de focus op de “4R’s; Reduce, Reuse, Recover, en Recycle (El-Sabbagh & Mohamed, 2011). Reduce legt de focus op het verminderen van het gebruik van de hulpbronnen, en de productie van het (rest)afval, of simpelweg om het verminderen van de consumptie van het product. Reuse gaat om het hergebruiken van het product in dezelfde functie, of door het eindproduct een langere leeftijd te geven door bijvoorbeeld het ontwerp van het product. Recycle draait om het gebruiken van afval van het product zelf na een behandeling of regeneratie, als grondstof. Bij recover ligt de focus op het hergebruiken van reststromen. Dit kan zijn door de reststromen van de productie direct of na aanpassing te gebruiken als bron voor een nieuw product. In deze paper wordt de focus gelegd op Reduce en Reuse. Ten eerste omdat deze opties hoog staan op de ladder van Lansink, en hoe hoger de maatregel staat op deze ladder, hoe minder nadelige gevolgen dit heeft voor het milieu (van

Leeuwen et al., 2018). Ten tweede omdat hier de meeste mogelijkheden liggen voor de twee grootste vervuilers binnen het looiproces; chroom en water, omdat beiden kunnen worden teruggewonnen uit het proces en vervolgens hergebruikt kunnen worden.

Reduce

De eerst mogelijke optie om de leerproductie milieuvriendelijker te maken is het verminderen van afvalwater in het leerlooierijproces. Onder begeleiding van Reduce kan een leerlooierij een technologie implementeren waarbij water efficiëntie gemaximaliseerd wordt. Dit kan behaald worden door een aangepaste belading, trommelsnelheid en de vlotter verhouding als vervanging voor extra water en was tijd. Dit resulteert in een besparing van 1000 kg water per wasbeurt en dat zorgt voor een vermindering van de waterkosten, maar vermindert ook de afvalwaterbehandeling. Daarnaast heeft het verminderen van watergebruik nog een voordeel.

Door gebruik van minder water kunnen niet-structureel eiwit, vuil materiaal en zout beter verwijderd worden uit de huiden. Hierdoor worden in de processen voor het beitsen een betere uitputtingssnelheid bereikt, waardoor er strakker en voller leer wordt gecreëerd. Er zijn verder niet veel chemicaliën in het afvalwater die de afvalwaterbehandeling doet verminderen (Hu et al., 2011).

Reuse

In vergelijking met afval naar de stort brengen is het hergebruik van hulpbronnen of secundaire grondstoffen een goede manier voor zowel de milieuverontreiniging als voor verspillingen (Santos & Gutterres, 2007). Er zijn veel afvalstoffen die hergebruikt kunnen worden in het leerlooierproces, maar uit onderzoek is gebleken dat hergebruik van chroomafval een van de meest opleverende opties is (Kanagaraj et al., 2008). Chroom valt terug te halen doormiddel van het gebruiken van gemodificeerd vlechtextract. Het vlechtextract moet zes uur lang bezinken in afgewerkte vloeistof waardoor de hoeveelheid chroom naar de bodem zinkt. Met het chroom dat teruggewonnen is, kan er nieuw huid

gelooïd worden. Het vlechtexttract dat in het bad is achtergebleven, kan weer worden gebruikt voor het post-looiproces, maar ook het meest efficiënt zijn door de terugwinning van stoffen om te hergebruiken binnen het productie proces. Met dit proces wordt het chroom en vlechtexttract volledig benut. Het gebruik van chemicaliën om te kunnen hergebruiken is hierbij geen vervuiling voor het milieu (Kanagaraj et al., 2008).

Naast het hergebruik van chroom en vlechtexttract kan water hergebruikt worden. Hier zijn wel de nodige criteria en kwaliteitsnormen aan gesteld. Hoewel het een lastig proces is, levert het risicoreductie voor het milieu en kostenbesparing op (de Aquim et al., 2019).

Case Study

Het bedrijf Hulshof Royal Dutch Tanneries is de enige overgebleven leerlooierij in Nederland. De focus van dit bedrijf is om de leerlooierij zo duurzaam mogelijk te laten verlopen, en de afvalstromen te minimaliseren. Dit doen zij door zoveel mogelijk reststromen van de leerlooierij te gebruiken om nieuwe producten van te maken. De reststromen worden gebruikt binnen de eigen organisatie, maar een deel wordt ook verkocht als grondstof aan andere partijen (Agro&Chemie, 2021).

Zo is Hulshof sinds 1999 ook eigenaar van HPT, een bedrijf dat collageen produceert. De grondstof voor collageen wordt gehaald uit vleesresten van de huidgedeelten die overblijven van de leerlooierij. Een huid die binnenkomt bij Hulshof bestaat uit 3 lagen; de bovenste laag wordt verwerkt tot leder, de middelste laag gaat naar HPT en wordt verwerkt tot collageen, en de onderste laag bestaat voornamelijk uit vlees en vet. Deze van de onderste laag wordt het vet omgezet in smeerolie voor de voedingsmiddelenindustrie, en wordt het overige afval gebruikt om biogas te produceren. Dit biogas wordt vervolgens weer gebruikt om de stoomketels in de leerlooierij te verwarmen. Het proces van Hulshof wordt door Agro&Chemie als volgt samengevat: *“groen leer voor rijken, voedsel voor de rest en biogas voor moeder aarde”*.

Discussie

Het bedrijf Hulshof Royal Dutch Tanneries is een mooi voorbeeld van duurzaamheid in de leerlooierij. De genoemde punten van (Agro&Chemie, 2021) kunnen gecategoriseerd worden onder Reuse, want elk onderdeel van de huid wordt hergebruikt en weer iets nieuws mee geproduceerd. In het geval van Hulsof wordt het afval alleen niet voor eigen gebruik hergebruikt. Als er gekeken wordt naar de literatuur over Reuse is het niet compleet te vergelijken met de processen van Hulsof, vooral omdat er hergebruikt wordt met verschillende materialen. Dat neemt niet weg dat Hulsof het goed doet, want zij (her)gebruiken wel alles van de huid. Het enige onderdeel wat vraagtekens opwekt is het feit dat Hulsof zich niet uitlaat over het hergebruiken van water. Zoals in de literatuur review benoemd wordt er veel liter water gebruikt tijdens het leerlooierproces. Als een bedrijf zich erg focust op duurzaamheid, dan wordt er toch verwacht dat er ook naar het watergebruik wordt gekeken. Op basis van de 4R's is het voor derdewereldlanden het makkelijkst om het watergebruik te verminderen door simpelweg de instellingen van de nu al aanwezige machines aan te passen. Des te vreemder is het dat Hulshof dit nog niet heeft toegepast.

Conclusie

Er is gebleken dat er nog veel stappen te zetten zijn om te komen tot een circulair proces wat betreft de leerproductie. De uitdaging hierin ligt in het feit dat een groot deel van de wereldwijde lederproductie plaatsvindt in lageloonlanden en dat het in deze landen een uitdaging kan zijn om het proces te optimaliseren vanwege de benodigde investeringen. Het Nederlandse bedrijf Hulshof is een mooi voorbeeld van hoe een leerlooierij zich op een circulaire manier kan vormgeven, maar uiteraard is dit bedrijf niet gevestigd in de derde wereld.

Uit het onderzoek is gebleken dat er op een relatief makkelijke manier water bespaard kan worden in het productieproces, door de belading, trommelsnelheid en vlotter verhouding

van de machines aan te passen. Aangezien er ontzettend veel water wordt gebruikt tijdens de productie, is de aanbeveling voor lageloonlanden om zich te focussen op het verminderen van het water gebruik. Dit omdat de investeringen die hier aan verbonden zijn relatief laag zijn. Deze investeringen zullen verder onderzocht moeten worden. Mocht de investering te groot zijn voor een bedrijf, of is de benodigde opleiding voor het personeel lastig uitvoerbaar, dan is de aanbeveling om water te hergebruiken. Ondanks dat hier de nodige criteria en kwaliteitsnormen aan gesteld zijn, levert het risicoreductie voor het milieu, en kostenbesparing op. Op dit moment wordt vooral de directe omgeving van looierijen aangetast doordat de bodem- en waterkwaliteit hier verslechterd vanwege de afvalstromen. Derdewereldlanden leggen nu vooral de focus op de inkomsten, maar door het besparen van water (dus ook de inkoopkosten hiervan) binnen het proces kan een looierij ook bijdragen aan het verduurzamen van zijn omgeving.

References

- Agro&Chemie. (2021, 23 februari). *De groenste looierij ter wereld*. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/de-groenste-looierij-ter-wereld/>
- de Aquim, P. M., Hansen, V., & Gutterres, M. (2019). Water reuse: An alternative to minimize the environmental impact on the leather industry. *Journal of Environmental Management*, 230, 456–463. doi:10.1016/j.jenvman.2018.09.077
- El-Sabbagh, S. H., & Mohamed, O. A. (2011). Recycling of chrome-tanned leather waste in acrylonitrile butadiene rubber. *Journal of Applied Polymer Science*, 121(2), 979–988. doi:10.1002/app.33692
- Hu, J., Xiao, Z., Zhou, R., Deng, W., Wang, M., & Ma, S. (2011). Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. *Journal of Cleaner Production*, 19(2–3), 221–228. doi: 10.1016/j.jclepro.2010.09.018
- Kanagaraj, J., Chandra Babu, N., & Mandal, A. (2008). Recovery and reuse of chromium from chrome tanning waste water aiming towards zero discharge of pollution. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1807–1813. doi: 10.1016/j.jclepro.2007.12.005
- Kleindorfer PR, Singhal K, van Wassenhove LN (2005) Sustainable operations management. *Prod Oper Manag* 14:482–492
- Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Ali, S. M., & Paul, S. K. (2018). Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1366–1380. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.063

- Morera, J. M., Bartolí, E., Chico, R., Solé, C., & Cabeza, L. F. (2011). Minimization of the environmental impact of chrome tanning: a new process reusing the tanning floats. *Journal of Cleaner Production*, 19(17–18), 2128–2132.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.018>
- Pringle, T., Barwood, M., & Rahimifard, S. (2016). The Challenges in Achieving a Circular Economy within Leather Recycling. *Procedia CIRP*, 48, 544–549. doi: 10.1016/j.procir.2016.04.112
- Santos, L. M., & Gutterres, M. (2007). Reusing of a hide waste for leather fatliquoring. *Journal of Cleaner Production*, 15(1), 12–16. doi: 10.1016/j.jclepro.2006.01.025
- Stindt, D., & Sahamie, R. (2012). Review of research on closed loop supply chain management in the process industry. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 26(1–2), 268–293. doi: 10.1007/s10696-012-9137-4
- Troy, P. N., Holloway, D., Randolph, W., & University of New South Wales. City Futures Research Centre. (2005). *Water Use and the Built Environment*. City Futures Research Centre.
- van Leeuwen, K., de Vries, E., Koop, S., & Roest, K. (2018). The Energy & Raw Materials Factory: Role and Potential Contribution to the Circular Economy of the Netherlands. *Environmental Management*, 61(5), 786–795. doi:/10.1007/s00267-018-0995-8

6. Vergelijking Recyclingsmethode tussen Zacht PVC en Biologisch Afbreekbaar Nitril

David Prook 0958788

Matthew Vleghaar 0961475

Rotterdam University of Applied Science

Circulaire Supply Chain

IGOCSC01D

Abstract

In deze paper wordt zacht PVC voor de toepassing van industriële handschoenen vergeleken met biologisch afbreekbaar nitril.

De belangrijkste voor- en nadelen van beide methoden worden onderzocht en aan de hand van een case study worden de mogelijkheden voorgelegd bij een bedrijf in de petrochemische industrie, die momenteel veel gebruik maakt van de PVC-handschoenen.

Keywords

Circulaire Supply Chain; Soft PVC; Recycling; Nitril; Degradable; Sustainable; Alternatives; Bio-degradable; Active-landfills;

Vergelijking Recyclingsmethode tussen zacht PVC en Biologisch Afbreekbaar Nitril

Circulaire processen en duurzaamheid zijn tegenwoordig belangrijke begrippen geworden in onze economie, daarnaast zal het belang van deze begrippen alleen maar toenemen. Het maximaal (her)gebruiken en benutten van producten en grondstoffen, terwijl daar juist zo min mogelijk grondstoffen voor worden gebruikt, kan er voor zorgen dat de aarde niet uitgeput raakt terwijl de economie voorzien blijft van de nodige input. Voor elk proces kunnen verschillende circulaire opties ingezet worden. Dit geldt ook voor de beschermende

handschoenen in de petrochemische industrie. Is het beter om de huidige PVC handschoen te recyclen, of is een handschoen gemaakt van biologisch afbreekbaar nitril een beter alternatief? Deze paper weegt beide opties tegen elkaar af; wat zijn de recyclmethoden van beide grondstoffen en wat zijn de bijbehorende voor- en nadelen? Het eerste deel van de literature review behandelt PVC recycling, het tweede deel biologisch afbreekbaar nitril recycling. Dit wordt gevolgd door een case study, discussion en conclusion.

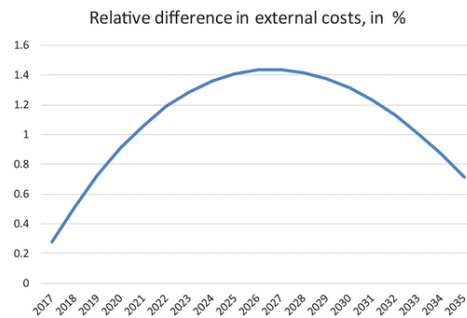
Literature Review PVC Recycling

Bij het recyclen van PVC, is het belangrijk om de verschillende additieven in het PVC duidelijk in beeld te hebben. Er zijn veel verschillende soorten PVC, met verschillende additieven. Deze zorgen voor de verschillende materiaaleigenschappen van een specifiek product. (Markarian, 2007, p. 23) Door de jaren heen zijn er verschillende substituten gevonden voor slecht recyclebare additieven in PVC. De materiaaleigenschappen van PVC worden dus steeds geschikter voor recycling omdat slecht recyclebare additieven worden vervangen door goed recyclebare additieven. Een voorbeeld hiervan is lood in zacht PVC. (Sevenster et al., 2019, p. 6) Dit is een resultaat van het Vynilplus project, dat zich inzet voor de duurzame ontwikkeling van de PVC-industrie in Europa. (Teppfa, 2020)

Bij het Chemisch recyclen wordt gemiddeld 90% aan HCl teruggewonnen. De overige materialen worden verbrand bij een energie rendement van 50% (VinylPlus, 2015). PVC kan ook mechanisch gerecycled worden, hier worden de moleculen niet afgebroken maar wordt de PVC fijngemalen tot fijne deeltjes. De bruikbare deeltjes worden gebruikt om nieuwe pvc-producten van te maken. Het nadeel hiervan is dat de materiaaleigenschappen achteruitgaan; naar schatting kan PVC op deze manier maximaal 8x gerecycled worden (VinylPlus, z.d.). Aan het recyclen van PVC zitten ook nadelen. De totale kosten die verbonden zijn aan het recyclen van PVC zijn op dit moment hoger dan het verbranden van PVC. In deze kosten zijn allerlei aspecten meegenomen waaronder impact op het milieu en impact op de gezondheid.

De verwachting is dat over ongeveer 20 jaar het recycleproces zodanig is ontwikkeld dat de totale kosten van recycling gelijk zullen zijn aan de reguliere afvalstroom (afbeelding 1).

Vanaf 2026 zal het dus voordeliger worden om te gaan recyclen dan om PVC te verwerken via de reguliere afvalstromen (Brignon, 2021, p. 5).



Afbeelding 1: Relatief verschil totale kosten tussen recyclen en 'business-as-usual' bron: (Brignon, 2021, p. 5)

Biologisch Afbreekbaar Nitril Recycling

Nitril wordt vooral gebruikt in producten zoals pakkingen, slangen en wegwerphandschoenen.

Nitril heeft een eigenschap dat een goede weerstand heeft tegen koolwaterstofvloeistof zoals benzine en olie. Door de eigenschap van nitril moeten de producten die worden gebruikt binnen de productieprocessen flexibel en slagvastheid hebben (Mackey & Jorgensen, 2000).

Uit recent onderzoek is er naar voren gekomen dat 227,5 duizend ton aan handschoenen zijn gebruikt tijdens de COVID 19 pandemie (Li et al., 2020, p. 4). De persoonlijke

beschermingsmiddelen (PBM) worden vaak maar één keer gebruikt en daarna weggegooid.

Nitril is pas na 100 jaar volledig afgebroken met de juiste omstandigheden (Globus (Shetland) Ltd, z.d.). Nitril is voor 95% recyclebaar en heeft daarnaast de gewenste keurmerken voor het gebruik als PBM. (Mikolay et al., 2020, p. 4). Showagroup geeft aan dat met

hun Ecobest technologie Nitril 100% biologisch afbreekbaar is. Door deze technologie toe te passen op hun handschoenen zal het product in slechts 5 jaar biologisch worden afgebroken op biologische actieve stortplaatsen. Door dit naar biologische actieve stortplaatsen met installaties te kunnen verwerken zal er nieuwe energie opgewekt kunnen worden in de vorm van bio-gas. Hierdoor zal het een toevoeging geven op de circulariteit van het product

Nitril (Showagroup, z.d.). De technologie van Showagroup zorgt ervoor dat vervuiling sterk wordt verminderd met 95 jaar en dat het product hergebruikt kan worden om nieuwe energie op te wekken op een duurzame manier. Bij gebruik van Nitril als PBM moet er gedacht worden aan de veiligheid van de gebruiker. Hiervoor is binnen Europa een keurmerk opgesteld; het CE-keurmerk. Wanneer dit keurmerk op een PBM staat dan weet je als gebruiker dat het is toegelaten binnen Europa en voldoet aan de eisen waar de PBM voor bedoeld is (Certification-Experts, z.d.). De producten van Showagroup voldoen aan de eisen van de EU en hierdoor mogen deze producten verkocht worden op de markt. Voor het gebruik binnen de verschillende branches kan er gekozen worden tussen de juiste producten met de verschillende keurmerken zoals en 388:2003; dit beschermt de gebruiker tegen mechanische risico's bijvoorbeeld de snijweerstand, dit is waar de PBM de gebruiker voor moet beschermen tegen scherpe materialen. Maar voor de chemische industrie is ook het keurmerk EN 374 belangrijk. Hieraan is te zien dat de handschoenen zelfs met het Ecobest technologie nog sterk genoeg zijn voor chemische producten en dus gebruikt kunnen worden (Ejendals, 2017).

Wanneer er gekeken wordt naar stortplaatsen van het product Nitril zal er gekeken moeten worden naar de actieve stortplaatsen. Actieve stortplaatsen kunnen doormiddel van aanpassing van de uitstoot van Methaan emissie omgezet worden naar elektriciteit (Jaramillo & Matthews, 2005, p. 7371). Doordat het hoge kosten meebrengt aan het plaatsen van de reactor moeten de eigenaren overtuigd zijn dat de kosten gecompenseerd worden en dat er toekomstige economische voordelen uit voortvloeien (Berge et al., 2009, p. 1563). Hierdoor moet er gekeken worden of dit voordelen geeft voor de eigenaren maar ook voor de vervuiling in de lucht. Doordat het gas teruggewonnen kan worden als elektriciteit zal dit helpen aan de circulariteit.

Case Study

Royal Dutch Shell, een van de grootste spelers ter wereld binnen de petrochemische industrie, is op dit moment een grootverbruiker van de chemisch bestendige PVC handschoenen. Op de locatie Shell Pernis belanden elk jaar 22500 handschoenen bij het restafval. De kosten die hieraan hangen zijn €1140,- per jaar (Plusonderzoek, 2018) en de CO₂ uitstoot bedraagt 5025 kg CO₂ per jaar (PreZero Impact Checker, z.d.). De handschoenen zijn benodigd voor de uitvoering van verschillende activiteiten binnen verschillende processen bij Shell. De inrichting van het proces dat afdelingen binnen Shell voorziet van handschoenen is op dit moment niet circulair. De handschoenen worden centraal ingekocht bij een externe partner, vervolgens worden ze op verschillende afdelingen om veiligheidsredenen slechts eenmalig gebruikt waarna de handschoenen bij de restafvalstromen worden gevoegd. Om dit proces te verbeteren qua circulariteit worden twee opties voorgesteld; een recycle-proces inrichten voor de huidige PVC handschoen, of overstappen naar de chemisch bestendige handschoen gemaakt van biologisch afbreekbaar nitril.

Discussion

Om het huidige lineaire proces circulair te krijgen staat Shell nu voor de uitdaging om een onderbouwde keuze te maken tussen de huidige PVC handschoenen of de handschoenen gemaakt van biologisch afbreekbaar nitril. Bij het maken van deze keuze moet er gelet worden op een aantal belangrijke aspecten. In elk geval moet de handschoen voldoen aan de veiligheidseisen die Shell stelt. Het gaat hier om een minimale snijweerstand van 2 millimeter en de handschoen moet bestendig zijn tegen chemische stoffen. Beide handschoenen voldoen hieraan. Het behoudt van de PVC handschoenen betekent dat er geen nieuwe afspraken gemaakt hoeven te worden met een nieuwe leverancier. Echter zal het einde van de keten aangepast moeten worden om het circulair te maken. Zo moeten er aparte stromen ingericht worden om de PVC handschoenen in te zamelen om zodoende te kunnen recyclen (zelf of via een partner). De literatuurstudie toont ook aan dat de totale kosten voor recycling nu ongeveer

1% hoger zijn dan de handschoenen verwerken via de reguliere afvalstromen. Op de lange termijn zal dit verbeteren. De keuze om over te stappen naar de handschoenen van biologisch afbreekbaar nitril komt ook met een aantal onzekerheden. Afspraken moeten gemaakt worden met een nieuwe betrouwbare leverancier, zodat de bedrijfsprocessen niet stil komen te liggen. Ook moet bij deze keuze een ‘return proces’ ingericht worden; de handschoenen moeten worden ingezameld en op een actieve stortplaats terecht komen. De kosten hiervan liggen rond de €15,- per m³ actieve stortplaats. (Stichting duurzaam storten, 2006). Als laatste speelt de mogelijke vervuiling van de handschoenen een rol. Deze mogen niet verontreinigd ingezameld worden in beide van de mogelijke opties en zullen dus eerst gereinigd moeten worden voor verdere verwerking plaatsvindt.

Conclusion

Voor organisaties in de petro-chemische industrie, waarbij gebruik van chemisch bestendige handschoenen noodzakelijk is voor de uitvoering van diverse bedrijfsprocessen, zijn er twee reële opties onderzocht om het proces rondom de handschoenen meer circulair te maken. De keuze tussen deze opties hangt af van aspecten zoals de kosten die ermee gemoeid zijn, de herinrichting van de logistieke keten en eventuele leveranciersafspraken. Voor de handschoenen geldt dat reiniging geen optie is, omdat dit slijtage veroorzaakt waardoor ze niet aan de veiligheidseisen voldoen, en dus niet meer bruikbaar zijn binnen de processen van Shell. Voor de PVC handschoenen is het duidelijk dat de kosten zullen toenemen wanneer het proces circulair wordt gemaakt door middel van het recyclen van de handschoenen. Ook is het recycle proces nog niet rendabel met betrekking tot de totale (externe) kosten. Hierin wordt milieu en gezondheid ook betrokken. Voor de handschoenen gemaakt van biologisch afbreekbaar nitril geldt er meer directe kosten gemaakt gaan worden. Omdat deze handschoenen binnen 5 jaar biologisch afbreekbaar zijn, belasten deze handschoenen in veel mindere mate de gezondheid en het milieu, waardoor de totale (externe) kosten lager zullen

uitvallen. In het geval van beide opties moet de logistieke keten aangepast worden; een return-proces zal moeten worden ingericht om de handschoenen na gebruik op de locaties te krijgen waar het recycle-proces aanvangt. Voor de PVC handschoenen geldt dat er heden een betrouwbare partner is gevonden die de handschoenen levert. Dit moet nog verzekerd worden voor wat betreft de handschoenen van biologisch afbreekbaar nitril. De handschoenen gemaakt van biologisch afbreekbaar nitril lijken een gamechanger te worden in deze industrie; het circulair maken van deze handschoenen blijkt tot nog toe veel minder belastend voor het milieu en de gezondheid dan de huidige PVC handschoenen en geniet daarom de voorkeur.

References

- Berge, N. D., Reinhart, D. R., & Batarseh, E. S. (2009). An assessment of bioreactor landfill costs and benefits. *Waste Management*, 29(5), 1558–1567.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.12.010>
- Brignon, J. M. (2021). Costs and benefits of recycling PVC contaminated with the legacy hazardous plasticizer DEHP. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 5–7. <https://doi.org/10.1177/0734242x211006755>
- Certification-Experts. (z.d.). *CE-certificering voor PBM's*. Geraadpleegd op 17 april 2021, van <https://certification-experts.com/nl/ce-marking/pbm/>
- Correa, C. A., de Santi, C. R., & Leclerc, A. (2019). Green-PVC with full recycled industrial waste and renewably sourced content. *Journal of Cleaner Production*, 229, 1397–1411. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.383>
- Ejendals. (2017). *Regels, normen en CE-markeringen*. <https://www.ejendals.com/partner-tools/en-standards-safety-gloves/>

Globus (Shetland) Ltd. (z.d.). *Biodegradable Gloves* | Globus. Geraadpleegd op 2 mei 2021, van <https://www.globus.co.uk/biodegradable-gloves>

Jaramillo, P., & Matthews, H. S. (2005). Landfill-Gas-to-Energy Projects: Analysis of Net Private and Social Benefits. *Environmental Science & Technology*, 39(19), 7365–7373. <https://doi.org/10.1021/es050633j>

Li, C. H., Mak, S. L., Tang, W. F., Wu, M. Y., & Lam, S. K. (2020). Development of IoT-based Smart Recycling Machine to collect the wasted Non-woven Fabric Face Mask (NFM). *2020 IEEE International Symposium on Product Compliance Engineering-Asia (ISPCE-CN)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ISPCE-CN51288.2020.9321851>

Mackey, D., & Jorgensen, A. H. (2000). Nitrile Rubber. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, <https://doi.org/10.1002/0471238961.1409201813010311.a01>

Markarian, J. (2007). PVC additives – What lies ahead? *Elsevier Ltd.*, 23–24. <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.hro.nl/science/article/pii/S1464391X07701538>

Mikolay, S., Chen, F., Gershon, M., Khalil, T., Riddell, J., & Jung, J. Y. (2020). Nitrile Glove Recycling Assessment. *UBC Social Ecological Economic Development Studies (SEEDS) Student Report University of British Columbia. VOL 400, 4.* <https://doi.org/10.14288/1.0392732>

PlusOnderzoek: Afval, waarom is de ene gemeente veel duurder dan de. (2018, 24 augustus). PlusOnline. <https://www.plusonline.nl/belastingen/plusonderzoek-afval-waarom-is-de-ene-gemeente-veel-duurder-dan-de-andere>

PreZero Impact Checker. (z.d.). impactchecker. Geraadpleegd op 13 juni 2021, van <https://impactchecker.nl>

Sevenster, A., Stone, V., & Schratt, H. (2019). VinylPlus® and the VinylPlus Product Label.

Could the industry label be integrated into independent sustainability certification schemes? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012148>

Showagroup. (z.d.). *Eco Best | Showa*. Geraadpleegd op 17 april 2021, van

<https://www.showagroup.eu/nl/technologien/nl/eco-best>

Stichting duurzaam storten. (2006, mei). *Bioreactor; stortplaats voor overwegend organisch*

afval. https://duurzaamstorten.nl/wp-content/uploads/2016/07/Basisdocument_Bioreactor_final_april2006_lay_out.pdf

Teppfa. (2020, 4 juni). *VinylPlus 2020 progress report steering PVC industry circular*

economy. <https://www.teppfa.eu/latest-news/vinylplus-steering-the-pvc-industry-towards-the-circular-economy/>

VinylPlus. (2015). *PVC recycling technologies*.

<https://vinylplus.eu/uploads/Modules/Documents/2015-04-20-pvc-recycling-brochure--english.pdf>

VinylPlus. (z.d.). *Sustainable & Recyclable*. www.vinylplus.eu. Geraadpleegd op 17 april

2021, van <https://vinylplus.eu/recycling/a-smart-material/sustainable-recyclable>

7. Wat is de Noodzaak om als Planeet te Verduurzamen en welk Aandeel heeft de Industriële Sector in Nederland?

Dave Drent 0972301

Bryan Greuter 0968968

Rotterdam University of Applied Science

Circular Supply Chain Literatuurstudie

IGOCSC01D

Abstract

In dit document valt te lezen wat de noodzaak is om als planeet te verduurzamen en welke aandeel de industriële sector in Nederland moet en wil nemen. Het Parijsakkoord is als basis en inspiratiebron gebruikt voor dit document. Om als sector te verduurzamen zijn er door TNO vier routes bepaald om de uitstoot van CO₂ te reduceren. Tevens wordt geschetst wat de gevolgen kunnen zijn als de klimaatdoelen niet behaald worden en welke sancties daarop zullen volgen. In de case study is een praktijkvoorbeeld gegeven van een onderneming die circulair werkt en opereert, dit welke volledig in lijn staat met de vierde aangedragen route.

Keywords

Nederlandse industrie; Parijsakkoord; Duurzaam; Circulariteit; Circulaire Economie;

Broeikasgassen; CO₂-reductie; Maatschappelijke druk; Klimaatdoelen;

Wat is de noodzaak om als planeet te verduurzamen en welk aandeel/beweeegreden heeft de industriële sector in Nederland?

In 2015 hebben verschillende landen de klimaatdoelen van Parijs opgesteld, ook wel het Parijs-akkoord genoemd. Deze doelen zijn opgesteld om de opwarming van de aarde tegen te gaan en om ervoor te zorgen dat de aarde weer in balans komt. Het doel van dit akkoord is om de opwarming van de aarde met 1,5 tot 2 graden Celsius te beperken. Het akkoord is op 12 december 2015 gepresenteerd op de klimaatconferentie van Parijs. Op deze conferentie tekende maar liefst 195 landen het klimaatakkoord. De rijkere landen hebben toegezegd dat zij per jaar 91 miljard doneren aan het klimaatfonds van de Verenigde Naties (Ree van der et al., 2020). Voor Nederland betekent dit dat er grote verduurzamingsmaatregelen benodigd zijn waarin met name de industriële sector een groot aandeel heeft (verantwoordelijk voor 31% van de landelijke uitstoot van broeikasgassen). Ten eerste gaat de Nederlandse industrie vanaf 2021 een CO₂-belasting betalen. Ten tweede gaan vanaf 2030 alle kolencentrales in Nederland dicht en tot slot moeten in 2050 alle energievoorzieningen volledig duurzaam zijn. Voor de inwoners betekent dit dat de belasting op gas omhooggaat en dat de heffing op elektriciteit wordt gereduceerd. Hiermee hoopt de Nederlandse overheid het gebruik op gas te de-stimuleren (NOS, 2019). Om deze maatregelen te kunnen realiseren, zal de Nederlandse industrie moeten ombuigen naar een circulaire economie. Een circulaire economie betekent in deze een verlaging van 20% broeikasgassen in de lucht. Dit zal een structurele bijdrage leveren voor het behalen van de afspraken van het Parijsakkoord (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Als de druk op het milieu verder zal stijgen, zal het zich uitdrukken in klimaatverandering, uitputting van natuurlijk kapitaal en een vertraging van de biodiversiteit (Planbureau voor de Leefomgeving, 2018). Een circulaire economie is een economisch systeem van gesloten kringlopen, waarin

producten, onderdelen en grondstoffen zo min mogelijk hun waarde verliezen. Er wordt hierin doelgericht gestuurd op hernieuwbare energiebronnen en systeemdenken staat centraal (Het Groene brein, 2019). Het Nederlandse Klimaatakkoord moet vijf sectoren beslaan: elektriciteit, gebouwde omgeving, industrie, transport en landbouw. Elke sector moet een bijdrage tot 2030 leveren om de Parijsdoelstellingen in 2050 te kunnen halen. Deze paper zal zich focussen op de industriector in Nederland (VEMW, z.d.).

Literature Review

In onderstaande literatuurstudie wordt beschreven wat het belang is en wat de gevolgen zijn als de landelijke klimaatdoelen niet behaald worden. Tevens wordt benoemd dat de Nederlandse industrie een groot aandeel heeft in de uitstoot van broeikasgassen en verplicht is om ideeën aan te dragen om de CO₂ uitstoot te reduceren. Daarnaast worden er vier routes aangedragen om de industrie verder te verduurzamen, vanuit een onafhankelijk onderzoek van TNO. Daaropvolgend wordt er een voorbeeld geschetst in de case study aangaande één van de genoemde routes. Hierbij wordt de literatuur met een praktijkvoorbeeld gekoppeld.

Wat als de industriector zijn doelen niet haalt

Zonder het klimaatakkoord en zonder de commitment van de grootste sector zal de uitstoot niet verder reduceren dan 165 miljoen ton CO₂ (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2021). In 2019 werd van de totale hoeveelheid broeikasgassen 31 procent door de industrie uitgestoten (Planbureau voor de leefomgeving, 2020). In 1990, waar het klimaatakkoord de huidige uitstoot mee vergelijkt, was de uitstoot 228 miljoen ton CO₂. In 2030 is de doelstelling gesteld van 116 miljoen ton. Hetgeen laat zien dat de Nederlandse industrie een groot aandeel heeft in het wel of niet behalen van de klimaatdoelen. De Nederlandse industrie is door het akkoord verplicht om ideeën aan te dragen om de uitstoot van CO₂ te minimaliseren. Indien dit niet gedaan wordt, volgt er een boete (Winterman,

2019). De maatschappelijke opinie is wellicht de belangrijkste beweegreden om als bedrijf of sector significant te verduurzamen. Het maatschappelijk gedrag van ondernemingen speelt een steeds grotere rol bij de keuze van allerlei stakeholders. Werknemers en sollicitanten waarderen er mede hun baan op, klanten worden erdoor beïnvloed in hun consumptiegedrag en aandeelhouders geven de aandacht in hun investeringsbeleid. De aandacht gaat daarbij vooral uit naar Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO). Voor de industriële sector gaat het om het duurzaam inrichten van de eigen bedrijfsvoering; zo schoon, eerlijk en tegelijkertijd winstgevend mogelijk (*Het strategisch belang van maatschappelijke verantwoordelijkheid*, 2009).

Vier routes naar een CO2 neutrale industrie

Op weg naar een duurzame en circulaire industrie heeft de onafhankelijke onderzoeksorganisatie TNO vier routes uitgewerkt. De Nederlandse industrie is vrijwel geheel afhankelijk van het gebruik van fossiele brand- en grondstoffen. TNO biedt met de vier routes verschillende oplossingen aan om de industrie uitstoot van CO₂ in 2050 tot nul te reduceren (TNO, z.d.). De eerste route is gefocust op de elektrificatie van productieprocessen. De elektrificatie van productieprocessen is niet te negeren om de industrie CO₂-neutraal te maken. Elektrificatie vermindert de uitstoot van fossiele CO₂. Dat is vooral te danken aan de verdere verduurzaming van de geproduceerde elektriciteit via windmolens en zonnepanelen (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, z.d.). De tweede route richt zich op de verduurzaming van industriële warmtehuishouding. Het onderscheid zich in procesefficiëntie, hergebruik en opwaardering van restwarmte en het verduurzamen van het warmteaanbod. De derde route richt zich op de afvang, hergebruik en opslag van CO₂. De opslag van CO₂ in gasvelden op de Noordzee is hierin een goede tussenoplossing voordat bedrijven volledig CO₂ neutraal kunnen produceren. TNO heeft de kennis en expertise in huis om bedrijven te helpen dat kostenefficiënt te realiseren. De laatste route focust zich op efficiëntie en

circulariteit. Veel industriële processen zijn inefficiënt met het gebruik van energie en grondstoffen. TNO biedt scheidings- en conversietechnologieën aan om reststoffen terug te winnen en te hergebruiken in het proces. Deze reeds succesvolle onderzochte technologieën zorgen voor een energie efficiënte industrie en biedt tegelijkertijd kansen voor nieuwkomers op industriemarkt.

Case Study Nederlandse Spoorwegen

Het Nederlandse spoorwegbedrijf, NS, is primair operationeel in de transportsector. Echter, heeft NS in 2017 Nedtrain overgenomen waardoor zij secundair operationeel zijn geworden binnen de industriële sector, met name voor de maak-industrie. Zij verminderen het gebruik van grondstoffen en van ieder treinstel wordt 96% van de materialen hergebruikt. Er wordt naar gestreefd om ook voor de laatste 4% afval een nieuwe functie te vinden, dit wat in de filosofie zit van NS. Zij geven hier invulling aan de vierde route van een CO2 neutrale industrie van TNO. De visie en het doel van de NS is, om in 2030 circulair in te kopen, om de materialen wanneer nodig te kunnen gebruiken en her te gebruiken. Aan de hand hiervan heeft de brancheorganisatie in 2015 de “Train to Paris” overhandigd aan de Staatssecretaris. Dit geeft invulling op het Parijsakkoord. Als het rollend materiaal oud wordt, wordt het gerenoveerd of zorgen zij ervoor dat de demontage en de verkoop op een milieuvriendelijke manier verloopt. Daarnaast kijken zij ook kritisch naar de inkoop van producten en hun samenstelling. Belangrijk hierin is de mogelijkheid om het product te hergebruiken en of producten of materialen wel of niet nodig zijn (NS, 2020).

Discussion

De discussie die nu gevoerd wordt in de industriële sector heeft als onderwerp of ondernemingen de noodzaak voelen om hun strategie aan te passen naar een duurzame bedrijfsvoering. Het Parijsakkoord is een pressiemiddel voor ondernemingen om voor 2050 volledig duurzaam te opereren. Daarnaast is het Parijsakkoord niet het enige pressiemiddel dat

van toepassing is. De maatschappelijke druk is groter dan ooit en zorgt het voor meer impact op de strategie en bedrijfsvoering dan de doelstellingen die eerder genoemd zijn in het Parijsakkoord. Vanwege de hoge maatschappelijke druk worden ondernemingen gedwongen om zichtbaar te verduurzamen. Statements als “wij nemen het op in onze bedrijfsstrategie” worden niet meer door de maatschappij geaccepteerd. Anno 2021 worden grote industriële bedrijven voorgedragen in rechtbanken, met als doel om hun CO₂ uitstoot significant terug te dringen. Mede door deze ontwikkeling zullen ondernemingen zich zichtbaar willen verduurzamen zodat een rechtszaak vermeden zal worden. Door de introductie van het Parijsakkoord worden ondernemingen gedwongen te innoveren op het gebied van het winnen en gebruiken van duurzame energiebronnen, het gebruik maken van efficiënte processen, het hergebruiken van materialen te intensiveren en volledig CO₂ neutraal te produceren voor 2050. Door zowel de maatschappelijke druk als het Parijsakkoord, heeft de NS doen besluiten om met ingang van 2018 in meerdere sectoren klimaatneutraal te opereren als onderneming. Organisaties ontkomen er niet meer aan om sociaal en duurzaam te ondernemen. Royal Dutch Shell heeft onlangs een rechtszaak verloren in de rechtbank van Den Haag. De rechter beveelt Shell om in 2030 zijn CO₂-uitstoot met netto 45% terug te hebben gebracht. Het is voor het eerst dat een bedrijf zijn beleid in lijn moet brengen met het Klimaatakkoord van Parijs. Dat is een mega-doorbraak die wereldwijd gevolgen gaat hebben (milieudefensie, 2021). Door deze nieuwe ontwikkelingen worden bedrijven gedwongen om aan de hand van regelgeving en maatschappelijke druk sneller te verduurzamen.

Conclusion

Door de toenemende maatschappelijke druk kunnen ondernemingen zich niet meer verschuilen achter de oorspronkelijke plannen vanuit het Klimaatakkoord. De maatschappelijke druk zorgt ervoor dat ondernemingen hun plannen versneld moeten uitvoeren. De klimaatdoelen blijven een belangrijke leidraad voor het ontwikkelen van een

duurzaam en strategisch beleid. Als de doelen niet behaald worden, zal dat zich uitdrukken in klimaatverandering, uitputting van natuurlijk kapitaal en biodiversiteit. Als oplossing heeft TNO vier routes aangedragen om als sector de gestelde klimaatdoelen te behalen. Deze routes bestaan uit elektrificatie, verduurzaming warmtehuishouding, afvang/hergebruik/opvang CO₂ en efficiëntie en circulariteit. “Be part of the solution, not part of the pollution”.

Bibliography

Het Groene brein. (2020). *Circulaire economie: een definitie en uitleg van het concept*.

Kenniskaarten - het Groene Brein.

<https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/is-definitie-circulaire-economie/>

Het strategisch belang van maatschappelijke verantwoordelijkheid. (2009, 6 april).

Management Scope. <https://managementscope.nl/opinie/maatschappelijk-betrokken-ondernemen>

Milieudefensie. (2021, 26 mei). Jaaaa! Milieudefensie wint revolutionaire rechtszaak - Shell

moet vergroenen. <https://milieudefensie.nl/actueel/breaking-news-milieudefensie-wint-revolutionaire-rechtszaak-shell-moet-vergroenen>

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2021, 26 januari). *Wat is het doel van het*

Klimaatakkoord? Klimaatakkoord.

<https://www.klimaatakkoord.nl/klimaatakkoord/vraag-en-antwoord/wat-is-het-doel-van-het-klimaatakkoord>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021, 24 maart). *Circulaire economie essentieel*

voor behalen van klimaatdoelen van Parijs. Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl.

<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/03/24/circulaire-economie-essentieel-voor-behalen-van-klimaatdoelen-van-parijs>

NOS. (2019, 28 juni). *Klimaatplannen van kabinet bekend: dit betekenen ze voor jou*.

<https://nos.nl/artikel/2291080-klimaatplannen-van-kabinet-bekend-dit-betekenen-ze-voor-jou>

NS. (2020). *Circular enterprise* | Sustainability | About NS | NS. Dutch Railways.

<https://www.ns.nl/en/about-ns/sustainability/circular-enterprise>

Planbureau voor de Leefomgeving. (2018, januari). *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten*. PBL. <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>

Planbureau voor de leefomgeving. (2020). *Klimaat- en Energieverkenning 2020*. Uitgeverij PBL. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-klimaat-en-energieverkenning2020-3995.pdf>

Ree van der, J., Honing, E., Uijt De Haag, P. A. M., Kelfkens, G., & van de Ven, M. F. (2020). Klimaatakkoord: effecten op veiligheid, gezondheid en natuur. *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu*. Published. <https://doi.org/10.21945/RIVM-2019-0076>

Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (Z.d.). *Elektrificatie industrie | RVO.nl | Rijksdienst*. Geraadpleegd op 14 mei 2021, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/industrie/elektrificatie-industrie>

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Published. <https://doi.org/10.21945/RIVM-2019-0076>

Stereov, N. (2019). NEW INDUSTRIAL BUSINESS MODELS: FROM LINEAR TO CIRCULAR ECONOMY APPROACH. *Trakia Journal of Sciences*, 17(Suppl.1), 511–523. <https://doi.org/10.15547/tjs.2019.s.01.082>

TNO. (Z.d.). *4 manieren om de industrie CO2 neutraal te maken*. Geraadpleegd op 14 mei 2021, van <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/co2-neutrale-industrie/4-manieren-om-de-industrie-co2-neutraal-te-maken/#>

VEMW. (Z.d.). *Klimaatakkoord*. Kenniscentrum en belangenbehartiger voor zakelijk energie- en watergebruikers. Geraadpleegd op 4 mei 2021, van <https://www.vemw.nl/Homesliders/Klimaatakkoord.aspx>

Winterman, L. K. \. P. (2019, 13 maart). *Planbureau: klimaatdoel waarschijnlijk niet gehaald*. Het Parool. <https://www.parool.nl/nieuws/planbureau-klimaatdoel-waarschijnlijk-niet-gehaald~bdd8473d/>

8. Re-using Waste Heat in the Steel Industry

Duiker, Raymon 0968923

Schreurs, Juul 0949809

Rotterdam University of Applied Sciences

Supply Chain Management in a Circular Economy

IGOCSC01D

Abstract

This paper provides a deeper understanding in the waste heat that is emitted throughout the sintering process from Tata Steel, and the potential use of this energy. Furthermore, this paper provides a couple of technologies that can be used within the business to improve the internal energy efficiency, and the use of this energy for external purposes.

Keywords

Waste Heat Recovery; Energy Efficiency Improvement; Circular Economy; Reheating Furnaces; Environmental Aspects; Thermo-Economic; Circular Economy Targets; Circular Economy Strategies; Resource Efficiency; Emission Reduction; Industrial Application;

Multigrade Waste Heat

Re-using Waste Heat in the Steel Industry

Waste heat recovery (WHR) is a technique where heat, that normally will be emitted into the environment, gets a second chance of usage because it still has value. The definition of waste heat according to Jouhara et al. (2018) is "Industrial waste heat is the energy that is generated in industrial processes which is not put into any practical use and is lost, wasted and dumped into the environment". In addition to that, reusing heat that normally is seen as waste, will significantly improve the energy efficiency of an organization. Therefore, WHR is one of the techniques that contributes positively to the climate goals that we face in the world today. Nevertheless, WHR is still far from known everywhere within the industry where large amounts of energy are used. For this paper, the waste heat of Tata Steel will be revised. Within the sintering process 750.000 Nm³/h is emitted into the environment (Tata Steel, 2021). This is the equivalent of 63.757.100 m³/Y natural gas with which, in theory, 42.500 households can be heated (Dit is het gemiddeld gasverbruik van een huishouden, z.d.) This represents a value of €13.400.000,- annually (GoedkopeEnergieenGas.nl, 2021).

Firstly, the aim of this paper is to summarize the different WHR technologies, and what influence the addition of nanofluids (NF) has on the efficiency of these technologies. Secondly, this paper will describe the different possibilities of WHR for cooling and heating purposes. Finally, the paper identifies possible opportunities for Tata Steel for future purposes to become more sustainable.

Literature Review

The first topic the scholars agree on is the fact that a lot of waste heat is emitted in the environment, and therefore is lost. Jouhara et al. (2018) points out that many businesses are looking for opportunities to recover this waste heat. The second topic the scholars agree on is

the fact that there are several technologies for the recovery of waste heat. The first is a regenerative burner (Jouhara et al., 2018) which captures and re-uses the waste heat. The second is an economizer (Spirax Sarco, 2011) which reduces fuel consumption. The third is a heat pump (Chua et al., 2010) which upgrades the waste heat to a higher temperature and quality. Depending on the temperature of the waste heat that is emitted, one technology is more applicable than another. But the use of NF could improve the efficiency of the technology it is used in (Olabi et al., 2021).

Waste heat recovery technologies

This section describes the available technologies for WHR. Jouhara et al. (2018) state that a substantial field of research for many industrial processes is the reduction of fuel consumption, improve production efficiency and lower harmful emissions. Therefore, many businesses are looking for technologies to recover the waste heat that emerges from their core processes. Waste heat can be classified into three different levels high ($>400\text{ }^{\circ}\text{C}$), medium ($100 - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$), and low ($<100\text{ }^{\circ}\text{C}$) temperature and different WHR systems are applicable for a specific heat grade or multiple heat grades.

Jouhara et al. (2018) describe a wide range of technologies, but for this paper the three most relevant technologies will be highlighted. The first is a regenerative burner, which is a burner for high temperatures that captures and reuses the waste heat that is produced through the exhaust gas of the burner. Once the full capacity of waste heat storage is reached the burner uses this energy to start the combustion for the burner. Therefore, fuel can be saved, and the efficiency of combustion is improved. The second are the so-called economizers. Economizers are used for low and medium temperatures. This system is in the duct, which is carrying the exiting exhaust gases. The system exists of different sections containing tubes filled with liquid. The liquid is then heated by the waste heat exhaust gases and fed back to the system.

A study conducted by Spirax Sarco (2011) shows that the fuel consumption for a boiler system can be reduced by 5-10% if an economizer is installed. The third are heat pumps which is a thermo-dynamic device which collect heat from a heat source and transfers it to a heat sink. Heat pumps can collect heat from air, water or ground and can be used as an efficient alternative for heating or cooling a specific environment. Chua et al. (2010) states that heat pumps offer economical and efficient alternatives for the recovery of waste heat from different sources and can improve overall efficiency. Heat pumps are highly recommended for use in low temperatures. Baraday et al. (2015) explains that the capability of a heat pump to upgrade waste heat to a higher temperature and quality is almost 2.5-11 times exceeding other WHR systems using equal heat input.

Enhanced waste heat recovery with nanofluids

As mentioned above there are several systems for the recovery of waste heat. Olabi et al. (2021) points out that the use of NF in the WHR systems improves the efficiency between 11-30% depending on the system and the kind of NF. Approximately 75% of the Energy losses is through waste heat. These losses can be recovered for other practical uses. The applications of NF are growing due to the improved thermophysical properties in relation to base fluids. Therefore, NF can be used as high-performance heat transfer fluid and it will increase the thermal conductivity, and ultimately have a higher heat transfer rate (Ali et al., 2018). The use of NF results in higher energy conversion and thus improves the efficiency of the WHR method by 11-30% as mentioned before depending on the type of NF and WHR method.

Waste heat recovery for cooling purposes

Waste heat can be used for many purposes. One of them is waste heat cooling. Especially in the industries where raw materials are processed such as the steel industry or paper plants a lot of heat is wasted in large amounts. Waste heat can be used for a technology

called absorption cooling, and this kind of cooling is applicable for systems that need substantial cooling such as data centres (Gupta et al., 2021). The technology is using waste heat to exchange or supplement a Computer Room Air Conditioning unit (CRAC) which will cause a reduction in the use of power for the system to run. Another option for recovering waste heat are the so-called vapor absorption systems. There are two types of systems, the single effect absorption cycle, and the double effect vapor absorption system. The difference between the two systems is that the first is using less hot water temperatures for the cooling effect (Aphornratana & Sriveerakul, 2007).

Waste heat recovery for heating purposes

Another solution to recover waste heat or low-energy heat sources is a so-called absorption heat transformer, also known as absorption heat pump type II. This technique can boost the temperature of low-energy heat with a negligible amount of electrical power. The basis of this technology is vapor absorption. The absorption heat transformer process is exactly the opposite of the absorption heat pump process, which is commonly known for its usage in the domestic area. The main components are an absorber, condenser, evaporator, solution heat exchanger, solution valve, refrigerant pump, and solution pump. Although this kind of system is not very well known in the industry, 43 of these installations are in use globally and produce approximately 1,34MW nowadays (Cudok et al., 2021). This fact immediately implies the great possibilities for the enormous energy consuming steel industry. Not only several thousand tons of CO₂ emission can be avoided. There is also certainly an economic benefit that can be achieved. Cudok et al. (2021) state that the Return on Investment (ROI) of such installations lies between the 1 and 4 years. After this ROI, the operational savings will be in the range of several hundred thousand euros annually.

Case Study

To decide what options are applicable for the recovery and use of waste heat, a case study of Shell Pernis is used to point out an option that can make a huge impact on the environment for Tata Steel (Shell, 2017). Shell is collaborating with the heat company Rotterdam and the harbour company

Rotterdam to collect the waste heat of the oil refinery and use it for district heating. The amount of energy that is produced is 20MW (0,6PJ). This is enough energy for 16.000 households, and the carbon footprint is reduced with 35.000T. The potential energy that could be collected from Tata Steel's sintering process is enough energy for 42.500 households as mentioned above. The main downside of district heating are the high costs (Problemen Stadsverwarming, 2015). These costs consist of heat losses, new installation every fifteen years, the closing rate is not regulated and the price is determined on the basis of the gas price of the three most expensive suppliers. All of these costs are for the energy consumer.

Discussion

For Tata Steel it is important that the sustainability development goals they introduced within their organization are met. One of the options for Tata Steel to achieve these goals is a collaboration with a heat company and the local municipality so that the waste heat can be used in the domestic sector. If the same methodology is being used as Shell did within their company, Tata Steel can have a substantial positive sustainable influence on their environment. A couple of technologies were described in this paper, but not all technologies are applicable for the use in the domestic sector. The absorption heat pump is one of the technologies that can be used for heating in the domestic sector. If NF are used for this technique, the efficiency can be improved for another 11-30%. The other technologies are mostly suitable for the use in internal processes. Tata Steel has already implemented a lot of technologies within their processes and therefore the internal options are less attractive for further investigation.

Conclusion

To conclude, WHR is a technology which can reduce the energy consumption for businesses. Internally there are a couple of technologies that can be used to improve the efficiency of the processes within Tata Steel, or for heating and/or cooling purposes. Furthermore, the waste heat can be used for external purposes such as district heating. This

second solution seems to be the most energy efficient and sustainable option. Therefore, Tata Steel should investigate district heating possibilities and in this process they should investigate possible solutions for the high costs as mentioned in the case study. In this way Tata Steel will keep reducing their carbon footprint in the future and could in this way contribute to the sustainable development goals.

References

- Ali, N., Teixeira, J. A., & Addali, A. (2018). A Review on Nanofluids: Fabrication, Stability, and Thermophysical Properties. *Journal of Nanomaterials*, 2018, 1–33.
<https://doi.org/10.1155/2018/6978130>
- Aphornratana, S., & Sriveerakul, T. (2007). Experimental studies of a single-effect absorption refrigerator using aqueous lithium–bromide: Effect of operating condition to system performance. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 32(2), 658–669.
<https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2007.08.003>
- Chua, K., Chou, S., & Yang, W. (2010). Advances in heat pump systems: A review. *Applied Energy*, 87(12), 3611–3624. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.06.014>
- Cudok, F., Giannetti, N., Ciganda, J. L. C., Aoyama, J., Babu, P., Coronas, A., . . . Ziegler, F. (2021). Absorption heat transformer - state-of-the-art of industrial applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110757. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110757>
- Dit is het gemiddeld gasverbruik van een huishouden.* (z.d.). ENGIE. Geraadpleegd op 17 mei 2021, van <https://www.engie.nl/product-advies/gemiddeld-energieverbruik/gemiddeld-gasverbruik>
- GoedkopeEnergieenGas.nl. (2021, 6 januari). *Gasprijs 2021 - Hoe hoog ligt de (gemiddelde) gasprijs per m3?* <https://goedkopeenergieengas.nl/energie/gas/>

Gupta, A., Sankhla, V. S., & Sharma, D. (2021). A comprehensive review on the sustainable refrigeration systems. *Materials Today: Proceedings*, 1–5.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.700>

Jouhara, H., Khordehgah, N., Almahmoud, S., Delpech, B., Chauhan, A., & Tassou, S. A. (2018). Waste heat recovery technologies and applications. *Thermal Science and Engineering Progress*, 6, 268–289. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.04.017>

Olabi, A. G., Elsaid, K., Sayed, E. T., Mahmoud, M. S., Wilberforce, T., Hassiba, R. J., & Abdelkareem, M. A. (2021). *Application of nanofluids for enhanced Waste heat recovery: A review*. *Nano Energy*, 84, 105871. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2021.105871>

Problemen stadsverwarming. (2015, 14 april). Stadswarmte. <https://stadswarmte.wordpress.com/112-2/>

Shell gaat restwarmte aan regio Rotterdam leveren. (2017, 31 maart). Haven van Rotterdam. <https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/shell-gaat-restwarmte-aan-regio-rotterdam-leveren>

Spirax Sarco. (2011). *An explanation of specialist boiler types and other specialist features*, Cheltenham

Tata Steel IJmuiden B.V. (2021). *Tata Steel LINKK meetrapport*. Velsen-Noord, Nederland: Tata Steel.

9. Kan het Recyclen van Schroot in Nederland Beter?

Brantjes, J. (0936169)

Klein, D. (0936167)

Koster, J. (0960006)

Rotterdam University of Applied Science

Supply Chain Management in een Circulaire Economie

IGOCD01D

Abstract

Met dit paper is er een verdiepingsslag gemaakt over het recyclen van schroot. Schroot wordt in Nederland in grote hoeveelheden ingezameld voor recycling en dit paper legt de nadruk op een aantal aspecten die komen kijken bij het recyclen. Deze zijn als volgt: De verschillende soorten schroot, de gevaren voor milieu en gezondheid die ontstaan bij het recyclen van schroot en de uiteindelijke bestemming van het gerecycled schroot. Door in dit paper deze onderwerpen aan te kaarten wordt de urgentie aangetoond dat het recyclen van het (vervuilde) schroot in Nederland de goede kant op gaat, maar dat er nog wel ruimte voor verbetering is.

Keywords

(Vervuild) Schroot, recyclen, metalen, ferro en non-ferro, Chroom6, asbest, CO2

Kan het Recyclen van Schroot in Nederland Beter?

Schroot is de gebruikelijke naam voor metaalafval. Schroot ontstaat doordat producten geheel of gedeeltelijk bestaan uit metalen die aan het einde van hun levensduur zijn gekomen of ontstaat als afval uit een productieproces. Nederland produceert jaarlijks 1415 kiloton 'end of life schroot' en 392 kiloton productieschroot, waarvan 558 kiloton vervuild is. Dit schroot wordt meestal geëxporteerd naar onbekende buitenlandse bestemmingen (Teurlings, 2019). Schroot kan bestaan uit diverse soorten producten, van verpakkingsmaterialen, bedrijfsafval tot gehele afgedankte installaties. Door de grote hoeveelheden schroot is er een uitgebreide handel ontstaan in het verwerken en recyclen van schroot. Met dit paper wordt aangetoond welke verschillende soorten schroot er zijn en waarom het zo belangrijk is om deze soorten schroot nog beter te gaan scheiden in Nederland met het oog op mens en milieu.

Literature Review

De wereldwijde toename van recycling van metaalafval wordt veroorzaakt door het feit dat bij recycling, of secundaire productie van metalen, minder energie verbruikt wordt dan bij de productie uit Virgin materialen. Dit heeft als gevolg dat de milieu-impact wordt geminimaliseerd en het gebruik van natuurlijke hulpbronnen wordt verminderd. (Bendikiene, Ciuplys, & Kavaliauskiene, 2019). Recyclen van schroot heeft meerdere voordelen, Doordat er minder Virgin grondstoffen worden gebruikt ontstaat er minder uitstoot van CO₂ en is dit beter voor het milieu. Dit komt namelijk wel vrij wanneer er opnieuw geproduceerd moet worden. Het recyclen van schroot kan ook erg winstgevend zijn en is daarom erg aantrekkelijk voor zowel bedrijven en consumenten. Schrootverwerkers betalen namelijk voor het ontstane schrootafval om deze naar bewerking weer te verkopen aan de industrie (Waarom recyclen, 2013). In 2017 werd in Nederland 216 kiloton metalen verpakkingsmaterialen op de markt gebracht, waarvan 205 kiloton bestond uit teruggewonnen materiaal. Dit geeft aan dat 95% van de metalen verpakkingsmaterialen gerecycled is. Het

metaalschroot komt via de verschillende inzamelpunten, oud ijzerhandelaren, milieustraten en gescheiden inzameling terug in de samenleving (Thoden van Velzen, Smeding, & Brouwer, 2019). Recyclen van schroot draagt bij aan een beter milieu. Zo zijn er minder vervuilde stortplaatsen nodig en is de uitstoot van schadelijke stoffen bij het productieproces van nieuwe metalen minder (Melo, 1999, p. 92). Het toevoegen van schroot bij het produceren van metalen reduceert de CO₂ uitstoot met 75% ten opzichte van het maken van metaal via ertsen (Teurlings, 2019). De uitstoot van CO₂ van de Nederlandse staalindustrie bedraagt jaarlijks 10,7 miljoen ton CO₂ (Bouma, 2012). In Europa komt ongeveer 15% van de industriële uitstoot door staalbedrijven. Deze uitstoot bedraagt ongeveer 200 miljoen ton CO₂ per jaar. (Terugdringen emissies staalindustrie, 2020). CO₂ is industrieel afval en is één van de grootste oorzaken van de wereldwijde klimaatverandering (Waarlo, 2019). Door bewerkingen van metalen raakt het ontstane afvalschroot vervuild met radioactief materiaal (RIVM, Stoop, Overwater, & Roobol, 2014). Naast radioactiviteit kan er ook chroom 6 en asbest voorkomen in schroot. Hiervan is bekend dat dit ernstige gezondheidsrisico's kan veroorzaken (de Kezel, 2013). Dit is een veel voorkomend probleem bij het recyclen van schroot en alleen al in Nederland komen er jaarlijks tienduizenden tonnen vervuild schroot vrij. Dit schroot is voornamelijk afkomstig van gebouwen, schepen, treinen en industriële installaties. Dit vervuilde schroot kan niet op de normale manier gerecycled worden en beland daarom op een daarvoor bestemde stortplaats en komt niet meer terug in de keten (Rook, 2020). Een nieuwe wet is vanaf januari 2021 ingegaan om het storten van vervuild schroot tegen te gaan (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Vanaf dat moment is het storten van schroot verboden en dient dit via een andere weg te worden verwerkt. Momenteel is er maar één bedrijf ter wereld die vervuild schroot kan verwerken tot schone en herbruikbaar schroot. Dit bedrijf, gevestigd in Delfzijl, heeft een capaciteit om 150.000 ton vervuild schroot per jaar te verwerken. Door middel van een verhittingsproces worden

gevaarlijke stoffen uit de metalen verwijderd en blijft er een schoon stuk metaal over wat gebruikt kan worden voor de staalindustrie.

Soorten schroot

Schroot wordt wereldwijd verhandeld en uit onderzoek van Bureau of International Recycling is de hoeveelheid verhandelde schroot in 2020 ongeveer 630 miljoen ton (Purified Metal Company, 2021). Er zijn verschillende soorten metalen die worden onderscheiden door de eigenschappen van het metaal en hun toepasbaarheid. Er wordt onderscheid gemaakt tussen Ferro metalen en non-ferrometalen. Onder Ferro metalen verstaan we ijzer en metalen die meer dan 50% ijzer bevatten. Non-ferrometalen en legeringen bevatten geen of minder dan 50% ijzer. Nederland produceert 1032 kiloton aan Ferro metalen en 217 kiloton non-ferrometalen. Voor 558 kiloton is het niet duidelijk wat voor metaal het is en wordt dit gezien als vervuild staal (Teurlings, 2019). Non-ferrometalen kunnen onderscheiden worden in pure metalen, bestaande uit edelmetalen lichte of zware metalen. Of kunnen bestaan uit bepaalde metaallegeringen, onderverdeeld in gegoten of gesmede legeringen (Geertsma, 2013). Het recyclen en scheiden van deze ongelijksoortige metalen is hierdoor een complexe operatie.

Inzet van gerecycled schroot

Er zijn belangen bij de inzet van gerecycled schroot. Grote staalbedrijven gebruiken het schroot als toevoeging aan het productieproces van ruwijzer. Naast het verminderen van nieuwe grondstoffen is een mooie bijkomstigheid dat het toevoegen van schroot een koelende werking heeft binnen het proces. Mede hierdoor is een andere energiebron niet meer nodig (Terugdringen emissies staalindustrie, 2020). Op dit moment is 50% van alle staal- en ijzerproductie verkregen uit gerecycled schroot (Struijk, 2019). Dit betekent nog steeds dat de andere helft bestaat uit nieuwe grondstoffen. Het winnen van deze nieuwe grondstoffen is een uitdaging, waarbij kosten en innovaties steeds belangrijker worden. Onduidelijk is hoeveel grondstoffenvoorraad er uiteindelijk beschikbaar is, maar wel dat het winnen hiervan steeds

complexer wordt (Visscher, 2017). Schroot is dus meestal goed te recyclen. In een toekomstige circulaire economie moet het mogelijk zijn om de gehele staalbehoefte te voorzien uit schroot en zijn er geen ‘virgin’ grondstoffen meer nodig (Broadbent, 2016).

Case Study

EMR Group (EMR) is een toonaangevend internationaal bedrijf op het gebied van metaalrecycling. (EMR Group, 2019). EMR's voornaamste werkzaamheden zijn het inkopen en verkopen van schroot. Dit schroot kan bestaan uit diverse metalen, zowel Ferro metalen als ijzer en staal en non-Ferro metalen. Deze metalen zijn afkomstig uit verpakkingsmaterialen en metalen uit industriële installaties en ook koopt EMR afgedankte elektrische en elektronische apparatuur die ze via een gecertificeerde externe partij laten verwerken volgens de richtlijnen van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019). EMR verwerkt dit schroot daarna tot meer dan 200 nieuwe duurzame grondstoffen. Naast Nederland en Engeland is EMR nog werkzaam in vier landen en hebben ze diverse kantoren wereldwijd (EMR, 2017). Door hun wereldwijde aanwezigheid zijn ze een belangrijke speler in de schroot recycling en door de inzet van moderne machines is de verwerking van het schroot geoptimaliseerd. Hierdoor is het schroot, naast dat dit schroot sneller geschikt kan worden gemaakt voor hergebruik, ook zo verwerkt dat dit geschikt is voor efficiënt transport om hiermee de impact van dit transport op het milieu te verkleinen. Binnen EMR borgen ze dit door een aantal certificaten op basis van erkende ISO-normen zoals ISO 14001 (ISO Register, 2019), waarbij de organisatie zowel intern als extern gestructureerd meewerkt aan en waarborgen heeft voor een passend milieubeleid.

Discussion

Het inzamelen van schroot voor recycling is makkelijker gezegd dan gedaan. Er moet rekening worden gehouden met verschillende soorten staal en de bewerkingen hiervan. Wanneer het schroot niet op de juiste manier gerecycled is kunnen schadelijke stoffen

ontstaan. Bedrijven die veel schroot produceren moeten daarom onderscheid maken in de soorten schroot bij het afvoeren naar de verwerkers. Dit kan voor organisaties onnodig werk opleveren door weigering bij afvoer en het opnieuw moeten sorteren. Wanneer dit niet op de juiste manier gebeurt kan dit impact hebben op de gezondheid van mensen en heeft dit negatieve invloed op het milieu. Vervuild staal heeft invloed op de kwaliteit en de levensduur bij gebruik in het maak proces van nieuw staal.

Conclusion

Met dit paper is aangetoond dat de recycling van schroot erg belangrijk is voor de metaalindustrie. Het inzetten van gerecycled schroot bespaart kostbare grondstoffen en besparingen bij het productieproces. Hierdoor is het recyclen van schroot een uitgebreide industrie met veel economische belangen. Ondanks een aantal uitdagingen, zoals de diverse soorten metalen en vervuiling, is recycling van schroot al in een ver gevorderd stadium. Door nieuwe wet- en regelgeving is er steeds meer mogelijk tot het verwerken van schroot. De inzet van nieuwe fabrieken, zoals die in Delfzijl, kan meehelpen tot het verhogen van de hoeveelheid schroot wat hergebruikt kan worden. Klimaatverandering en het verminderen van de CO₂-uitstoot is maatschappelijk een belangrijk onderwerp. Dit kan bedrijven overhalen om meer aan recycling te doen. Hoewel het recyclen van schroot dus al in een ver gevorderd stadium is, blijft het belangrijk om te kijken wat voor schroot er vrijkomt en hoe deze bij de bron is te scheiden om hiermee vervuiling van het schroot tot een minimum te beperken.

References

- Bendikiene, R., Ciuplys, A., & Kavaliauskiene, L. (2019). Circular economy practice: From industrial metal waste to production of high wear resistant coatings. *Journal of Cleaner Production*, 229, 1225–1232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.068>
- Bouma, J. (2012, 13 december). *Staal maken kan met minder CO2-uitstoot*. Geraadpleegd op 14 april 2021, van <https://www.trouw.nl/nieuws/staal-maken-kan-met-minder-co2-uitstoot~b67390bd/>
- Broadbent, C. (2016). Steel's recyclability: Demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(11), 1658–1665. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1081-1>
- De Kezel, E. (2013). *ASBEST, GEZONDHEID EN VEILIGHEID*. 2013 Intersentia. Geraadpleegd van <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/275520>
- EMR. (2017). *Waar Wij Werkzaam Zijn | EMR Metaalrecycling Reimagined*. EMRGroup. <https://nl.emrgroup.com/over-ons/waar-wij-werkzaam-zijn>
- EMR Group. (2019). *Wie Wij Zijn | EMR Metaalrecycling Reimagined*. emrgroup. <https://nl.emrgroup.com/over-ons/wie-wij-zijn>
- ISO Register. (2019, 1 september). *Overzicht ISO Normen*. <https://isoregister.nl/overzicht-iso-normen/>
- Melo, M. T. >. (1999). Tatistical analysis of metal scrap generation: thecase of aluminium in GermanyM.T. Melo *Systems Analysis and Technology E6aluation,Research Centre Ju"lich,D-52425Ju"lich,GermanyReceived 23 October 1998; accepted 24 November

Ministerie van Algemene Zaken. (2021, 7 april). *Informatie van de Rijksoverheid - Rijksoverheid.nl*. Geraadpleegd op 12 april 2021, van <https://www.rijksoverheid.nl>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2019, 1 november). *Toezicht op verwerking (afgedankte) elektrische en elektronische apparatuur*.

Producentenverantwoordelijkheid | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

<https://www.ilent.nl/onderwerpen/producentenverantwoordelijkheid/toezicht-op-verwerking-elektrische-en-elektronische-apparatuur>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2020, 26 juni). *Staatscourant 2020, 34238* |

Overheid.nl > Officiële bekendmakingen. Geraadpleegd op 11 april 2021, van

<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2020-34238.html>

Purified Metal Company. (2021, 9 maart). Geraadpleegd op 18 april 2021, van

<https://www.purifiedmetal.com/>

Rook, M. (2020, 28 oktober). *Recyclingfabriek voor vervuild staal draait*. Geraadpleegd op

14 april 2021, van [https://industrielinqs.nl/recyclingfabriek-voor-vervuild-staal draait\](https://industrielinqs.nl/recyclingfabriek-voor-vervuild-staal-draait/)

Struijk. (2019, 10 september). *Recycling oud ijzer*. Geraadpleegd op 18 april 2021, van

<https://oudijzer-metaal.nl/recycling-oud-ijzer/>

Terugdringen emissies staalindustrie. (2020). Geraadpleegd op 14 april 2021, van

<https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/co2-neutrale-industrie/co2-uitstoot-terugdringen-door-afvang-gebruik-en-opslag/terugdringen-emissiesstaalindustrie>

Teurlings, C. (2019, 6 augustus). *Export van 100 volgeladen vrachtwagens metaalschroot per dag*. Geraadpleegd op 4 mei 2021, van

<https://amsterdameconomicboard.com/nieuws/export-van-100-volgeladen-vrachtwagens-metaalschroot-per-dag>

Thoden van Velzen, E. U., Smeding, I. W. S., & Brouwer, M. T. (2019). *Verkenning effect verschuiven meetpunt recycling verpakkingen* (1). Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. <https://doi.org/10.18174/503911>

Van den Handel, G., & van Krieken, G. (2017). De bereiding van staal. *Materialenkennis voor de laspraktijk 2, 2017*, 5–6. Geraadpleegd van https://www.nil.nl/wp-content/uploads/2017/04/De-bereiding-van-staal_0417.pdf

Visscher, M. (2017, 29 april). *Ecomodernisme: de aarde raakt nooit op*. Trouw. <https://www.trouw.nl/nieuws/ecomodernisme-de-aarde-raakt-nooit-op~b1f1b453/>

Waarlo, N. (2019). *Wat je allemaal kunt met CO₂: CO₂ kan óók een nuttige grondstof zijn. Vijf toepassingen.* | TNO Publications. Geraadpleegd op 14 april 2021, van <https://repository.tno.nl/islandora/object>

Waarom recyclen? (2013, 20 december). Geraadpleegd op 12 april 2021, van <https://www.milieubewust.net/recycleren/waarom-recyclen/>

10. Modal Shift van Weg naar Duurzaam Alternatief

Tim van den Burg - 0964454

Mark van Santen - 0976567

Hogeschool Rotterdam, Instituut Voor Gebouwde Omgeving

Supply Chain Management in een Circulaire Economie

Abstract

Duurzaamheid wint aan terrein en is steeds prominenter aanwezig in het bedrijfsleven. Deze paper is gericht op de mogelijkheden tot een modelshift van wegvervoer naar een duurzamer alternatief voor containervervoer. Uit onderzoek blijkt dat alternatieven voor wegvervoer vaak niet in staat zijn om van vertrekpunt tot eindbestemming te leveren, vandaar dat intermodaal transport een serieuze optie wordt. Het uitvoeren van een modal shift kan bijdragen aan een lagere uitstoot van schadelijke stoffen en hierdoor een positief effect hebben op de realisatie van de klimaatdoelstellingen voor de transportsector.

Keywords

Modal shift; Transport; CO2 reductie; Transitie; Wegvervoer; Binnenvaart;
Goederenvervoer

Modal Shift van weg Naar Duurzaam Alternatief

Deze paper brengt de modal shift van wegvervoer naar een duurzaam alternatief in kaart, waar de reductie van CO2-uitstoot centraal staat. Een modal shift is een verschuiving van transport modaliteit. Deze paper richt zich met name op het verschuiven van wegtransport naar de binnenvaart of het spoor en de kansen die dit biedt ter realisatie van de verduurzaming van

transport. Aan de hand van een literatuurstudie wordt er ingegaan op de alternatieven voor wegvervoer, vervolgens inzicht gegeven in brandstofalternatieven voor de binnenvaart en tot slot het verschil in CO₂-uitstoot van transportmodaliteiten. De voornaamste doelstelling van een modal shift op het gebied van duurzaamheid is een reductie van CO₂-uitstoot. Dit zorgt voor een positieve bijdrage aan het realiseren van de klimaatdoelstellingen van Parijs. Vanuit de casus studie van Bakker Barendrecht wordt er gekeken naar de voor- en nadelen van een modal shift in de praktijk en een succesvolle implementatie hiervan. De voornaamste tegenwerpingen zijn de doorlooptijd en de kosten voor het realiseren van een modal shift, dit wordt tijdens de discussie toegelicht. In de conclusie worden de bevindingen gerapporteerd.

Literatuur beoordeling

Duurzame alternatieven voor wegvervoer

Er zijn verschillende duurzame alternatieven beschikbaar voor wegvervoer. Een veelgenoemde mogelijkheid is containervervoer over binnenwater per Barge. Deze vervoersmodaliteit is een schoner vervoersmiddel dan wegtransport (Kolkman, 2009). Vervoer per barge neemt meer tijd in beslag dan wegtransport, dit heeft te maken met de noodzaak dat een barge volledig geladen is voordat er een afvaart plaatsvindt. Daardoor is vervoer per barge niet voor elke goederensoort een goed alternatief (Otten, 't Hoen & den Boer, 2017). Een ander duurzaam alternatief is het railvervoer in combinatie met wegvervoer, dit betekent dat het een intermodale transportmethode is. De modal shift van wegvervoer naar intermodaal vervoer kan ervoor zorgen dat de CO₂-uitstoot met twintig tot vijftig procent verminderd (Larsson & Kohn, 2012, p. 41). Bij de modal shift van wegvervoer naar spoor is de verschuiving pas interessant als de afstand meer dan vijftig kilometer is. Het grootste gedeelte van de containerstromen legt minder dan vijftig kilometer af, op deze korte afstand blijkt de modal shift naar het spoor niet haalbaar te zijn vanwege de overslagkosten en overslagtijd (Harmsen, Fransen & Smit, 2017, p. 10). De overheid stimuleert om 2000 vrachtwagens per dag van de weg naar het water te verplaatsen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021), en de financiële voordelen die

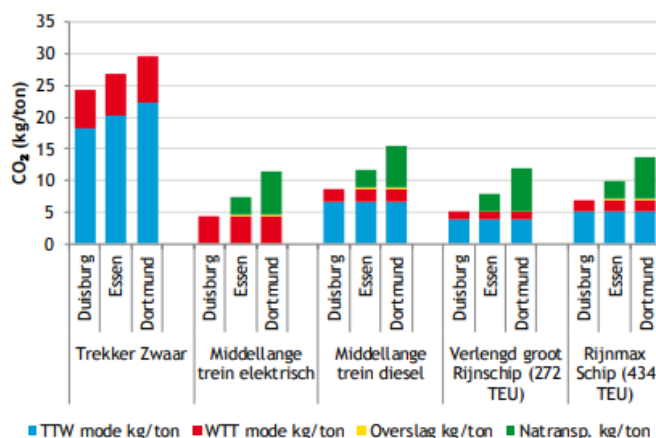
hiermee gepaard gaan wel biedt wel kansen voor de barge. Door deze stimulans wordt het voor organisaties aantrekkelijk om te kijken naar alternatieven voor het wegtransport.

Brandstofalternatieven in de binnenvaart

Volgens Medda en Trujillo (2010, p. 301) is het brandstofverbruik economischer voor een binnenvaartschip ten opzichte van wegtransport, op deze manier zorgt de binnenvaart voor een lagere uitstoot van schadelijke stoffen. Volgens Paixão, Casaca & Marlow, (2005, p. 378) is er de mogelijkheid om zogeheten “powertrains” te installeren op de barge, waardoor fossiel brandstofverbruik wordt geminimaliseerd. Deze “powertrains” zorgen ervoor dat vervoer per barge een hybride transportmodaliteit wordt. Volledig elektrisch varen is nog niet te realiseren op korte termijn (MacHaris, Van Mierlo, & Van Den Bossche, 2007, p. 320). Er wordt door de binnenvaart momenteel op verschillende alternatieve brandstoffen ingezet, zo wordt er ingezet op LNG of waterstof. Zo is volgens Bicer en Dincer (2018, p. 1188) een reductie van 27% te realiseren in CO₂-uitstoot indien LNG als brandstof wordt gebruikt in combinatie met traditionele brandstof. Als er gebruik wordt gemaakt van waterstof kan dit oplopen tot 40% reductie van de CO₂-uitstoot in ton per kilometer. Dit maakt het verplaatsen van goederen vanaf de weg naar de binnenvaart interessant, de duurzame binnenvaart is in een volwassener stadium dan het wegtransport, bij het wegtransport ligt de focus op CO₂ neutraal transport in de stedelijke distributie.

CO₂-uitstoot van de beschikbare transportmodaliteiten

In een rapport dat geschreven is in opdracht van de Topsector logistiek zijn verschillende transportmodaliteiten met elkaar vergeleken. De elektrische trein behaalt de laagste CO₂-uitstoot (Otten, 't Hoen & den Boer, 2017). Vervoer over binnenwater kan ook interessant zijn, mits de afstand tussen haven en



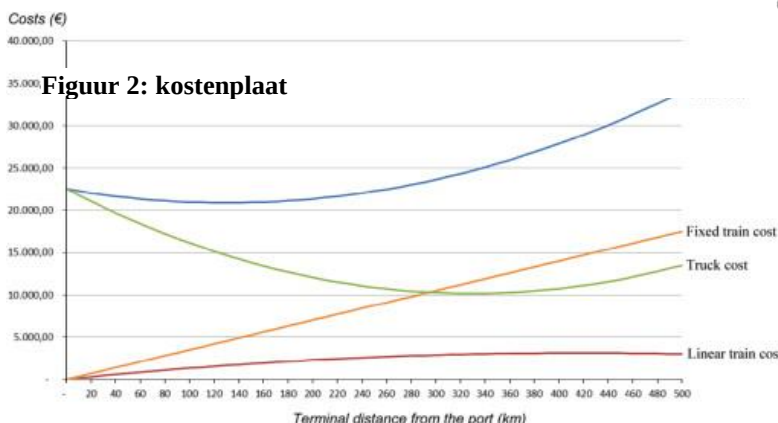
Figuur 4: Uitstoot per modaliteit

plaats van bestemming niet groter is dan 260 kilometer (Bouchery en Fransoo, 2015, p. 395). De hoogte van de uitstoot is afhankelijk van onder anderen de afstand van het transport en de grootte van het vervoersmiddel. Vervoer per trein en vervoer per schip zijn beide intermodale vervoersmiddelen vanwege het natransport per vrachtwagen. In een onderzoek van Scherpenzeel (2008) is naar voren gekomen dat de Europese Commissie het spoorvervoer wil stimuleren vanwege een relatief lage uitstoot van deze transportmodaliteit. Echter, zal voor de realisatie de infrastructuur van het spoor moeten worden verbeterd.

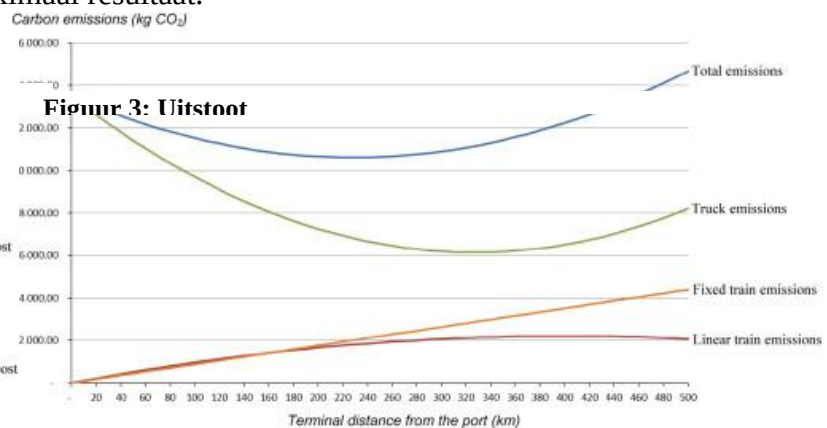
Kosten en baten modal shift

De kosten en baten zijn een belangrijke factor in de keuze voor een modal shift. Volgens Bouchery en Fransoo (2015, p. 395) is een afweging van de balans een belangrijke basis voor een modal shift. Dat wil zeggen, met het maximaliseren van de verschuiving van transportmodaliteit wordt niet direct minimalisatie van de totale CO₂-uitstoot gerealiseerd, dit gaat met een curve. Deze verhoudingen zijn weergegeven in figuur 2 en 3. Zo kan worden gezien dat er een groot belang tussen de afstand, de terminal en het losadres is. Het gaat niet direct om het maximaliseren van een modal shift, het is afhankelijk van het traject welke mate van modaliteitsverschuiving gaat zorgen voor maximaal resultaat.

Figuur 2: kostenplaat

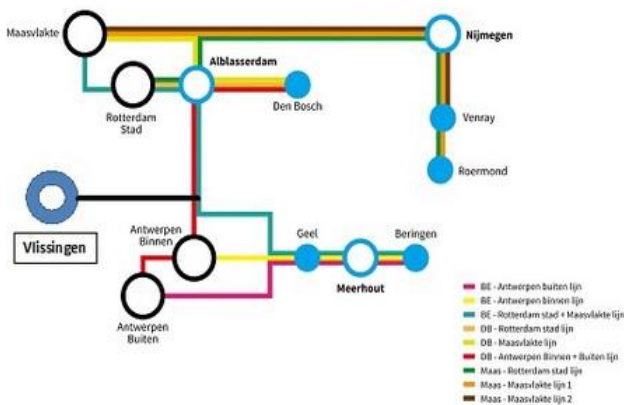


Figuur 3: Uitstoot



Case studie

Bakker Barendrecht is een logistiek dienstverlener. Deze heeft een modal shift weten te realiseren voor hun klant, retailer Albert Heijn, door middel van een samenwerking met



Figuur 4: Vernieuwde keten Chiquita bananen

branchegenoot Kloosterboer en container terminal BCTN (Jorritsma, 2019). Door middel van deze samenwerking via zowel horizontale als verticale ketenintegratie is een reductie in de CO₂-uitstoot gerealiseerd. Volgens AGF (2019) is er door middel van deze samenwerking een verschuiving van wekelijks

veertig trucks van de weg naar de barge gerealiseerd. Deze verschuiving heeft een reductie van 50% CO₂-uitstoot per container als resultaat. Deze reductie geeft een praktijkvoorbeeld hoe een samenwerking zorgt voor de verduurzaming van een keten. Het geeft ook het belang aan van samenwerken met verschillende partners binnen en buiten de keten. Er is veel mogelijk mits er gezamenlijk wordt gekeken naar de mogelijkheden van transportoptimalisatie in de keten. Ook draagt deze CO₂ reductie bij aan het realiseren van de duurzaamheids-doelstellingen van de ketenpartners en het klimaatakkoord van Parijs.

Discussie

Er wordt door tegenstanders van de modal shift gesproken over de beperkte flexibiliteit, dit komt voort uit de beperkte loslocaties en veelal langere doorlooptijd, welke vervoer per barge met zich mee brengt (Kaack, Vaishnav, Granger Morgan, Azevedo, & Rai, 2018). Daarnaast is de scheepvaart niet dusdanig fijnmazig dat het magazijn van ketenpartners direct kan worden bereikt, hierdoor is natransport via wegvervoer noodzakelijk. Dit verlaagt de duurzaamheid. Er kan wel worden gesteld dat het tegenwoordig gebruikelijker is om autonome auto's te laten rijden zoals bekend is in de haven van Rotterdam. Daarnaast wordt er gesproken dat kleinere boten <250 ton volgens (Kaack, et al, 2018) vervuilender zijn dan wegtransport. Echter wordt

deze wijze voornamelijk gebruikt in ontwikkelingslanden. Een belangrijke pijler is de kosten-batenanalyse, volgens De Jong (2010) heeft dit de grootste impact op de wijze van vervoer van de goederen. Een bedrijf zal dus een weloverwogen keuze moeten maken tussen het belang van kosten en duurzaamheid.

Conclusie

De keuze van de transportmodaliteit is afhankelijk van de af te leggen afstand en grootte van het vervoersmiddel. Ook de infrastructuur speelt een grote rol, vervoer per spoor en vervoer per schip zullen hier nog flinke stappen moeten maken om de concurrentie aan te gaan met wegvervoer. Daarentegen blijkt uit onderzoek dat een modal shift van wegvervoer naar intermodaal transport de CO₂-uitstoot met twintig tot vijftig procent kan verminderen. Daarmee kan dit een positieve bijdrage leveren aan de klimaatdoelstellingen. Duurzame alternatieven zijn momenteel nog niet in staat om het wegvervoer volledig te vervangen, er kan geconcludeerd worden dat intermodaal transport een serieus alternatief is voor vervoer dat alleen per weg plaats vindt. Echter blijkt dat in de keuze voor de juiste transportmodaliteit de kosten-batenanalyse een belangrijkere rol speelt dan het CO₂ neutraal maken van de keten. Al met al is het realiseren van een modal shift aantrekkelijk voor organisaties waarin de duurzaamheidsdoelstellingen hoog in het vaandel staan. Uiteindelijk blijkt dat een langer traject via de weg een grotere kans heeft dat er een voordeel in transportkosten is te realiseren naast de reductie van CO₂-uitstoot.

Literatuurlijst

Bicer, Y., & Dincer, I. (2018). Clean fuel options with hydrogen for sea transportation: A life cycle approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(2), 1179–1193.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.157>

Bouchery, Y., & Fransoo, J. (2015). Cost, carbon emissions and modal shift in intermodal network design decisions. *International Journal of Production Economics*, 164, 388–399. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.017>

de Jong G, Schroten A, van Essen H, Otten M and Bucci P (2010). *Applied transport economics, a management and policy perspective. The price sensitivity of road freight transport: a review of elasticities* (Antwerp: De Boeck)

De verkeersonderneming. (2018, 21 maart). Van Rees richt transport slim in.

Geraadpleegd op 3 april 2021, van

<http://www.verkeersonderneming.nl/nieuws/rees-richt-transport-slim/>

Harmsen, J., Fransen, R., & Smit, T. (2017, April). *Modal shift van weg naar spoor Potentie tot 2050 en effect op CO2-uitstoot*. TNO.

<https://kennisbank.topsectorlogistiek.nl/storage/app/uploads/public/5f5/28c/a64/5f528ca64640e641018216.pdf>

Jorritsma, A. (2019, 3 oktober). *Minder CO2 in bananen supply chain AH door modal shift*. Geraadpleegd van <https://www.logistiek.nl/supply-chain/nieuws/2019/10/minder-co2-in-bananen-supply-chain-ah-door-modal-shift-101169680>

Kaack, L., Vaishnav, P., Granger Morgan, M., Azevedo, I., & Rai, S. (2018, 18 September). Decarbonizing intraregional freight systems with a focus on modal shift. Geraadpleegd op 11 april 2021, van <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aad56c/meta>

Kolkman, J. (2009, juli). *Binnenvaart en containerlogistiek* - Publicatiedatabank IenW.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

<http://publicaties.minienm.nl/documenten/binnenvaart-en-containerlogistiek>

Larsson, F., & Kohn, C. (2012). Modal shift for greener logistics - the shipper's perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 36-59.

doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.hro.nl/10.1108/09600031211202463>

MacHaris, C., Van Mierlo, J., & Van Den Bossche, P. (2007). Combining Intermodal Transport With Electric Vehicles: Towards More Sustainable Solutions. *Transportation Planning and Technology*, 30(2-3), 311-323.

<https://doi.org/10.1080/03081060701395618>

Medda, F., & Trujillo, L. (2010). Short-sea shipping: an analysis of its determinants. *Maritime Policy & Management*, 37(3), 285-303.

<https://doi.org/10.1080/03088831003700678>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021, 31 maart). *2,5 miljoen voor verplaatsing goederenvervoer naar water en spoor*. Geraadpleegd op 23 mei 2021, van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/04/01/25-miljoen-voor-verplaatsing-goederenvervoer-naar-water-en-spoor>

Otten, 't Hoen & den Boer. (2017). *STREAM Goederenvervoer 2016*. CE Delft.

https://www.ce.nl/publicatie/stream_goederenvervoer_2016/1854

Paixão Casaca, A. C., & Marlow, P. B. (2005). The competitiveness of short sea shipping in multimodal logistics supply chains: service attributes. *Maritime Policy & Management*, 32(4), 363-382. <https://doi.org/10.1080/03088830500301469>

Scherpenzeel, M. (2008) CO2-uitstoothandel in de transportsector - University of Twente

Student Theses. University of Twente. <https://essay.utwente.nl/59251/>