

Ontwerpen en produceren voor waardebehoud in een circulaire economie

Over de rol van het lectoraat Circular Design & Manufacturing in het versnellen van de transitie naar een circulaire economie

Marcel den Hollander

Lector Circular Design & Manufacturing

Rotterdam, 31 januari 2023



Hogeschool Rotterdam Uitgeverij

1e druk, 2023

Dit boek is een uitgave van Hogeschool Rotterdam Uitgeverij
Postbus 25035
3001 HA Rotterdam

© Marcel den Hollander

Ontwerp
Jargo Design

Omslagfoto: Adobestock

ISBN: 9789493012363



9 789493 012363 >

De copyrights van de afbeeldingen (figuren en foto's) berusten bij Hogeschool Rotterdam en de makers tenzij anders vermeld.

Deze publicatie valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie.



Inhoudsopgave

Ten geleide	7
1. Op dezelfde voet doorgaan is het begin van het einde	11
1.1. Vier dringende redenen voor verandering	12
Schade aan ecosystemen	14
Exploitatie van medemensen	17
Systemische waardestructie	19
Bedreiging van (geo-)politieke stabiliteit, vrede en economische continuïteit	21
2. Een circulaire economie als mogelijk antwoord	25
2.1. Slimmer, efficiënter en bewuster	25
2.2. De circulaire economie als veelbelovend alternatief	27
2.3. De verschillen tussen nu en straks	28
Nu: lineaire economie	28
Straks: circulaire economie	29
2.4. De transitie naar circulair gaat niet snel genoeg	31
2.5. Circulair potentieel van de Nederlandse maakindustrie	32
3. Waardebehoud als kenmerkend (handelings)perspectief voor de circulaire economie	35
3.1. Waarde: perceptie, creatie en realisatie	35
3.2. Waardeverloop	37
Waardeverloop en relatieve duurzaamheid in een lineaire economie	37
Waardeverloop en absolute duurzaamheid in een circulaire economie	39
3.3. Waardebehoud als centraal handelingsperspectief	41
4. Drie praktische ingangen voor bedrijven om een succesvolle transitie naar een circulaire economie mogelijk te maken	45
4.1. Ontwerpen en produceren voor waardebehoud	47
Ontwerpen voor waardebehoud op productniveau	48
Lange levensduur: inbouwen van weerstand tegen afdanken	49
Verlengde levensduur: inbouwen van mogelijkheden tot uitstellen van afdanken	50
Hernieuwde levensduur: inbouwen van mogelijkheden om afdanken om te keren	51

4.2. Inzetten van businessmodel archetypen voor waardebehoud	54
4.3. Inzetten en ontwikkelen van (bio-) circulaire materialen voor eco-impact reductie	62
4.4. Communicatie en multidisciplinaire samenwerking als sleutels tot adoptie van de circulaire economie	66
5. Versnellen van de transitie: integratie en verankering van een circulair perspectief in Hogeschool Rotterdam	69
5.1. Hogeschool Rotterdam en de Rotterdamse regio	70
5.2. Circulair perspectief binnen Hogeschool Rotterdam	71
5.3. Doorwerking in Onderwijs	73
Circulariteit als integraal onderdeel van eerstejaars curricula	73
CIRCO teacherclasses en lespakket voor het hoger beroepsonderwijs	74
Keuzevakken en programmalijnen voor latere jaren	75
Afstudeeratelier Circulair	75
5.4. Uitwerking in Onderzoek	75
5.5. Samenwerking met Praktijk	77
5.6. Lange termijnvisie en impact-ambitie voor het lectoraat	79
Dankwoord	81
Literatuurlijst	82
Over de Auteur	87

Ten geleide

Met elk van onze individuele acties, hoe klein ook, veranderen wij mensen de samenstelling van het aardoppervlak en de atmosfeer. Zolang het ecosysteem van onze Aarde de effecten hiervan kon verwerken en een dynamisch evenwicht kon bewaren rond een evenwichtstoestand die wij mensen als prettig ervaren, was dat geen probleem. Echter, met onze massale collectieve industriële activiteiten belasten wij sinds de eerste Industriële Revolutie onze Aarde op een manier die momenteel het corrigerend vermogen van haar ecosysteem te boven lijkt te gaan. De werking van ons huidige, industriële, economische systeem kan, enigszins oneerbiedig maar treffend, worden samengevat als het in hoog en toenemend tempo winnen van grondstoffen om die vervolgens te verbranden, verbruiken en verspreiden ter verhoging van welzijn en welvaart van een beperkte groep mensen. Dit economische systeem laat zich visualiseren als een rechte lijn van grondstof via product naar afval en wordt daarom ook wel een 'lineaire economie' genoemd. Het gevolg van deze lineaire benadering is dat het evenwicht in lokale ecosystemen (en daarmee uiteindelijk in het wereldwijde ecosysteem) meer en meer verschuift in een richting die voor ons mensen onwenselijk is. Geconcentreerde grondstofreserves raken uitgeput terwijl reeds gewonnen grondstoffen over alle windstreken verspreid worden in de vorm van afval, vervuiling en uitstoot. Denk hierbij aan de vervuiling van lucht (bijvoorbeeld te veel CO₂-uitstoot), water (bijvoorbeeld de 'plasticsoep' in onze oceanen) en aarde (bijvoorbeeld olie lekkages in de Nigerdelta en overvolle afvalstortplaatsen met afgedankte consumptiegoederen).

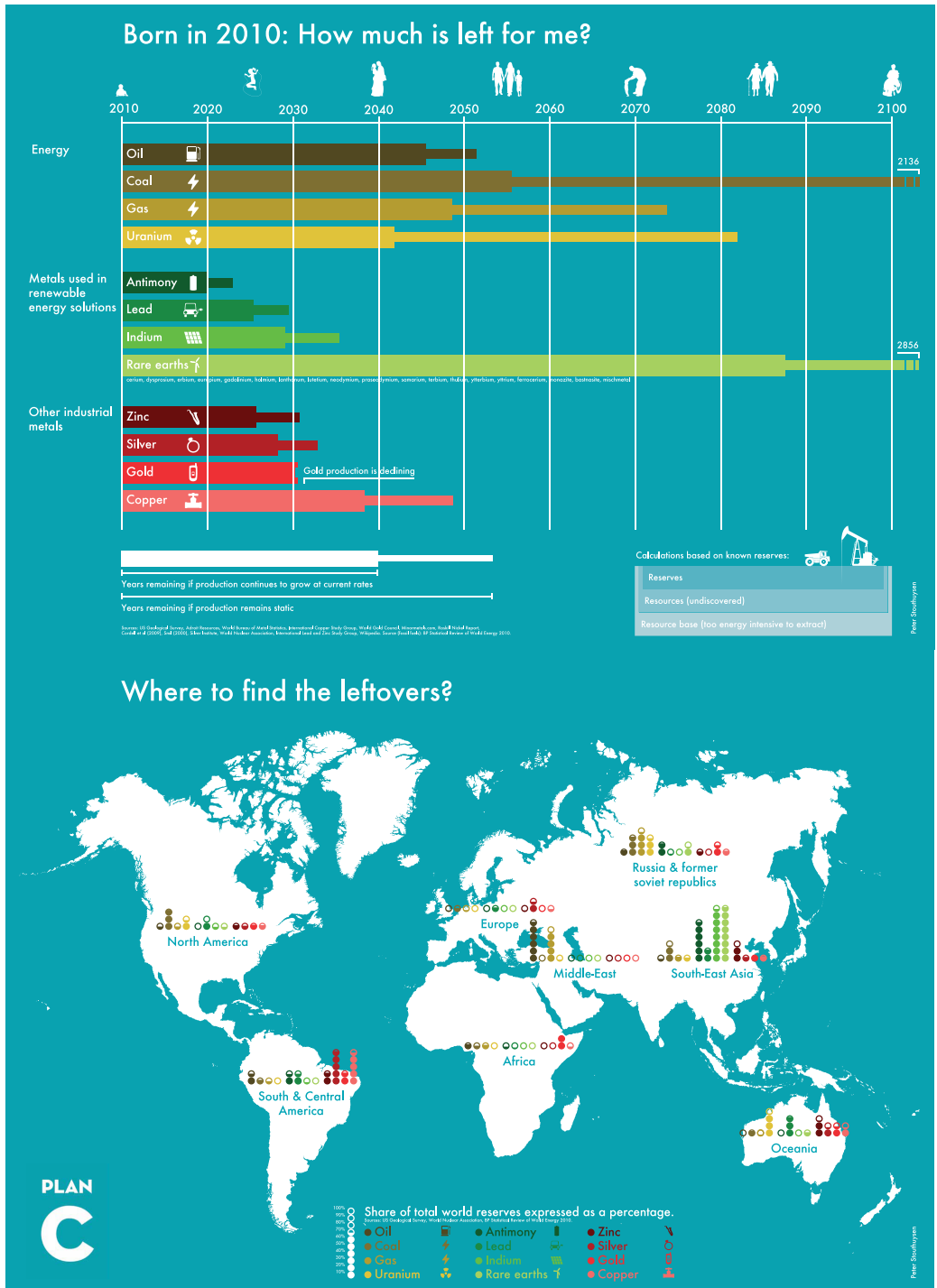
Onze huidige manier van omgaan met schaarse natuurlijke hulpbronnen heeft niet alleen negatieve gevolgen voor onze gezondheid, de biodiversiteit en ons klimaat. Uiteindelijk vormt het ook een bedreiging voor onze economische en maatschappelijke orde. Denk hierbij aan de economische effecten van een tekort aan goedkope grondstoffen en energie en de maatschappelijke effecten van grote aantallen klimaatvluchtelingen die zich over de wereld zullen verplaatsen, op zoek naar betere leefomstandigheden.

Zolang onze industriële activiteiten niet uitsluitend gebruik maken van energie uit duurzame bronnen (bijv. uit wind en zon en, volgens sommige definities, kernenergie) en hernieuwbare grondstoffen (bijvoorbeeld hout, grassen of algen) zullen deze negatieve effecten blijven voortbestaan en, zeer waarschijnlijk, zelfs toenemen.

Het concept van een 'circulaire economie', een economisch systeem te visualiseren als een serie van lussen waarin afgedankte producten en de daarin opgesloten grondstoffen keer op keer teruggevoerd worden in het economische proces, biedt ons een mogelijkheid om die negatieve effecten te reduceren. Misschien niet tot nul, maar dan in ieder geval tot een voldoende laag niveau en zonder dramatische achteruitgang

in welzijn en welvaart. Een niveau dat ons meer tijd geeft om te komen tot een situatie waarin onze economische activiteiten zoveel mogelijk in lijn zijn met de capaciteit van het ecosysteem van onze Aarde.

Mijn openbare les zal ik beginnen met een bespreking van de problemen die veroorzaakt worden door ons huidige, lineaire, economische systeem (Hoofdstuk 1). Daarna zal ik in meer detail ingaan op de verschillen tussen een lineaire en een circulaire economie (Hoofdstuk 2). Vervolgens zal ik uitleggen waarom het concept van waardebehoud centraal staat in een circulaire economie (Hoofdstuk 3) en drie mogelijke ingangen voor bedrijven in de maakindustrie om meer circulair te opereren introduceren (Hoofdstuk 4). Tot slot zal ik bespreken hoe het lectoraat Circular Design & Manufacturing van Hogeschool Rotterdam een belangrijke bijdrage gaat leveren aan het realiseren en versnellen van de noodzakelijke transitie (Hoofdstuk 5).



Figuur 1.1: Een overzicht van de resterende voorraad en vindplaatsen van niet-hernieuwbare grondstoffen in de wereld (Bron beeldmateriaal: Plan C, infographic Peter Stouthuysen.)

Als gevolg van de uitputting van de bekende reserves kan voor veel materialen en energiebronnen de resterende economische beschikbaarheid inmiddels worden uitgedrukt in enkele tientallen jaren. Waar verstoringen van bevoorradingsketens in het verleden vooral veroorzaakt werden door incidenten, zoals ongelukken en oorlogen, zullen in de toekomst structurele aspecten, zoals uitputting van reserves en een gebrek aan winningscapaciteit, hier meer en meer een rol in gaan spelen.

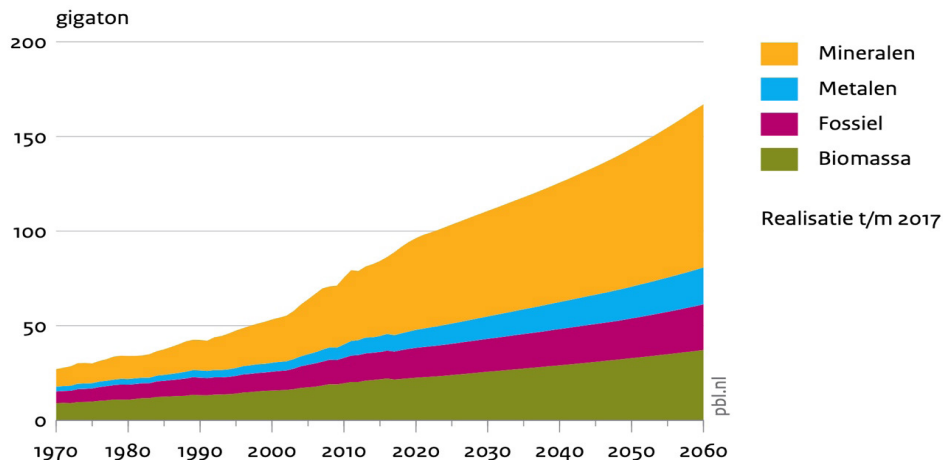
Op dezelfde voet doorgaan is het begin van het einde

In de afgelopen tijd hebben diverse incidenten en geopolitieke ontwikkelingen ons aan den lijve laten ondervinden hoe afhankelijk, en daarmee kwetsbaar, we - als samenleving, onderneming en individu - zijn voor verstoringen in de toevoer van goedkope energie, grondstoffen en producten. De oliecrisis en de bijbehorende autoloze zondagen uit de jaren '70 van de vorige eeuw zijn inmiddels alweer lang geleden. De recente vertragingen in leveringen van producten en de enorme prijsstijgingen van materialen, energie en voedingsmiddelen vormden daarom voor velen een eerste kennismaking met het feit dat een constante toevoer van grote hoeveelheden goedkope grondstoffen, halffabrikaten en energie essentieel is voor het voortbestaan en überhaupt functioneren van onze industriële samenleving.

De bovengenoemde verstoringen waren veelal het gevolg van natuurrampen, oorlogen of ander menselijk falen, zoals bijvoorbeeld de overstromingen in Thailand, het militaire conflict tussen Rusland en de Oekraïne, of de blokkade van het Suezkanaal door het containerschip *Evergiven*. In de nabije toekomst zullen het waarschijnlijk niet alleen maar dit soort incidenten zijn die een bedreiging vormen voor de continuïteit van onze toevoer van goedkope grondstoffen en energie. Inventarisaties van onze voorraad van natuurlijke hulpbronnen (BBC, 2012; Plan C, 2010) laten zien dat voor veel van de door ons gebruikte materialen en energiebronnen de resterende beschikbaarheid inmiddels kan worden uitgedrukt in enkele decennia (zie figuur 1.1). Wanneer we op dezelfde manier en in, naar het zich laat aanzien, toenemend tempo (OECD, 2019) doorgaan met het verbruik van deze grondstoffen zullen daarom ook structurele aspecten meer en meer een rol gaan spelen bij verstoringen van bevoorradingsketens.

Deze structurele aspecten hebben niet alleen betrekking op de totale hoeveelheid resterende bekende reserves, maar ook op het tempo waarin, en de kosten waartegen, de resterende reserves gewonnen kunnen worden. De problemen in de samenleving ten gevolge van de incidentele verstoringen die we de afgelopen tijd hebben meegemaakt, tonen ons welbeschouwd slechts een glimp van de maatschappelijke ontwrichting en onrust die structurele tekorten teweeg zouden kunnen brengen. Hopelijk helpen ze ons te beseffen hoe bepalend technologische voorzieningen in de afgelopen honderdvijftig jaar geworden zijn voor hoe wij onze levens kunnen leiden en inrichten. Onze samenleving is tot in de haarvaten doordrongen van technologie, volgens

Mondiaal grondstoffengebruik



Bron: OECD 2019, Global Material Resources Outlook to 2060

Figuur 1.2: Het grondstoffenverbruik is wereldwijd toegenomen en blijft naar verwachting ook de komende decennia nog sterk groeien. (Bron beeldmateriaal: Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021, Planbureau voor de Leefomgeving)

sommigen zelfs teveel. Maar hoe je het ook wendt of keert, materialen en energie zijn letterlijk van levensbelang. Niet alleen om onze 'Westerse' levensstandaard, die wellicht in veel opzichten zelfs best een tandje minder kan, op peil te houden, maar zeker ook om de kwaliteit van leven op andere, tot op heden minder fortuinlijke plekken in de wereld omhoog te brengen.

In het licht van de afnemende economische beschikbaarheid en stijgende behoefte, is het dus hoog tijd voor een transitie naar een nieuw economisch systeem. Een economisch systeem dat ons in staat stelt het tempo waarin we niet-hernieuwbare grondstoffen en energie verbruiken drastisch omlaag te brengen zonder al te veel aan welzijn in te boeten.

1.1. Vier dringende redenen voor verandering

Sinds het begin van de eerste Industriële Revolutie aan het einde van de 18e eeuw, is - in naar 'Westers' model gebouwde samenlevingen - het tempo waarin we natuurlijke hulpbronnen in ons huidige, lineaire, economisch systeem omzetten in afval exponentieel omhooggegaan. Over diezelfde periode zijn activiteiten die het omgekeerde proberen te bereiken, zoals bijvoorbeeld inzameling, materiaalscheiding, hergebruik en innovaties gericht op energiebesparing, schonere productie en productlevensduurverlenging, echter schromelijk achtergebleven. In toenemende mate veroorzaakt deze *mismatch* spanningen in de relaties tussen de mens en de planeet en tussen mensen onderling.



Figuur 1.3: Afvalstortplaats (Bron beeldmateriaal: Shutterstock)

En hoewel sommige van de schadelijke praktijken die dadelijk in meer detail besproken zullen worden al meer dan honderd jaar aan de gang zijn, is het maatschappelijk bewustzijn van, en de verontwaardiging over, de misstanden die daar het gevolg van zijn pas in recente jaren gegroeid. Dit onder invloed van campagnes van overheden en NGO's (Non-Gouvernementele Organisaties zonder winstdoel die zich meestal inzetten voor het milieu, armoedebestrijding en mensenrechten zoals bijvoorbeeld Stichting Urgenda, Greenpeace, UNICEF en Oxfam Novib) in zowel de traditionele als de relatief nieuwe sociale media. Ruim 200 jaar na het begin van de eerste Industriële Revolutie lijken de maatschappelijke bezorgdheid over het welzijn van toekomstige generaties, de staat van onze planeet en het mededogen met slachtoffers van huidige misstanden, een niveau te hebben bereikt waarop actie onontkoombaar is. Anno 2022 vertaalt deze bezorgdheid zich richting bedrijven in concrete bedreigingen voor hun winstgevendheid en voortbestaan. Zowel via de markt als via NGO's en de overheid, zien bedrijven zich geconfronteerd met eisen voor een meer duurzame en ethische manier van opereren. Individuen laten hun invloed gelden middels aankoopbeslissingen en de keuze voor welke bedrijven ze al of niet willen werken. Meer en meer investeerders nemen duurzaamheid op in hun selectiecriteria, NGO's spannen rechtszaken aan tegen vervuilende bedrijven en Europese wet- en regelgeving op het gebied van duurzaamheid wordt voortdurend verder aangescherpt.

Wat zijn nu precies de redenen voor die bezorgdheid en roep om verandering? De vier belangrijkste redenen om te veranderen zijn: 1. Schade aan ecosystemen, 2. Exploitatie van mensen, 3. Systemische waardestructuur en 4. Bedreiging van (geo-) politieke stabiliteit, vrede en economische continuïteit. Met de kanttekening dat het vrijwel onmogelijk is om ze volledig los van elkaar te bezien en naar prioriteit te ordenen, worden deze vier redenen voor verandering hieronder verder uitgewerkt.

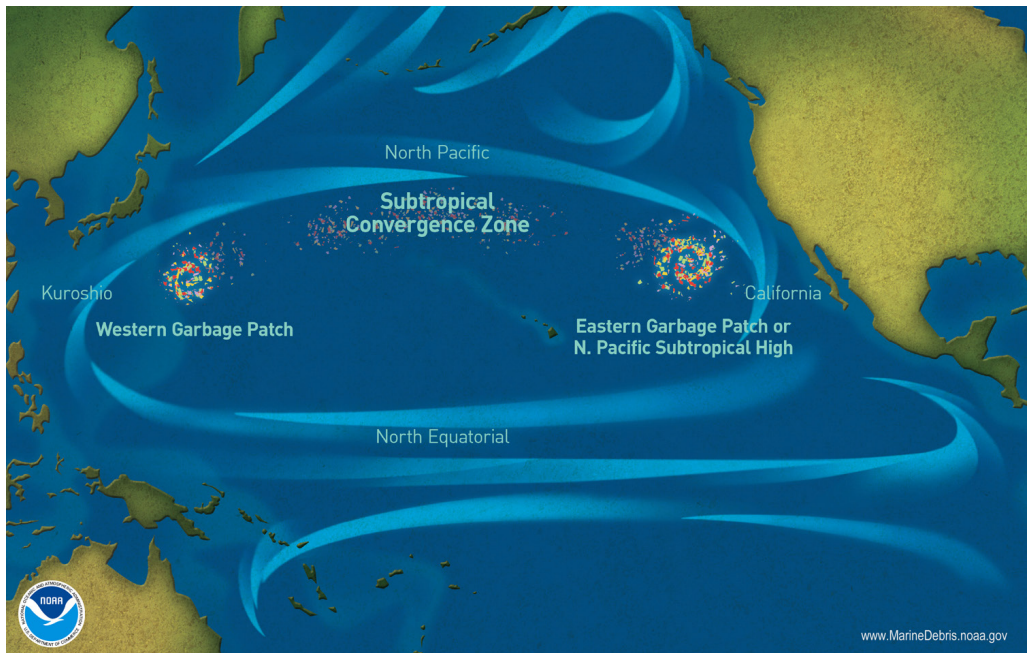
Schade aan ecosystemen

Op dit moment in onze geschiedenis hebben de instroom van niet-hernieuwbare grondstoffen en energie en uitstroom van schadelijke afval (afgedankte producten en reststoffen) een niveau bereikt waarop hun invloed op onze samenleving niet alleen vanuit economisch (schaarste) oogpunt, maar ook gezien vanuit milieu (vervuiling) en ethiek (schending mensenrechten) merkbaar en problematisch is geworden.

Aan de voor- of productiekant van ons economisch systeem trekt de continue instroom van nieuwe grondstoffen en energie die nodig zijn voor producten en processen in het economisch systeem een zware wissel op ecosystemen wereldwijd. Zo zijn vrijwel alle producten waarmee wij ons omringen op de één of andere manier verbonden met niet-hernieuwbare, fossiele grondstoffen. Niet alleen omdat ze ervan worden gemaakt (zoals bijvoorbeeld plastic dat wordt gemaakt van aardolie), maar ook omdat ze ermee geproduceerd, vervoerd of gewonnen worden (bijvoorbeeld met hulp van voertuigen en machines op dieselbrandstof). Hoe groot precies de schade is die wij wereldwijd veroorzaken is - om een veelheid van redenen - vrijwel onmogelijk te bepalen. Wat wél duidelijk is, op basis van de constatering dat de situatie op allerlei vlakken eigenlijk alleen maar verslechterd (denk bijvoorbeeld aan de afname van biodiversiteit, de verandering van ons klimaat en de toename van zowel wereldbevolking als van consumptie), is dat deze schade aanzienlijk is, en veel groter dan het herstellend vermogen van het ecosysteem van de Aarde aankan (Bradshaw, Ehrlich, Beattie et al., 2021).

De schade aan ecosystemen ontstaat echter niet alleen aan de instroom- of de productiezijde van ons economisch systeem. Veel van onze producten verbruiken energie tijdens gebruik en bijna allemaal veroorzaken ze na hun gebruik, aan de uitstroom- of afdankkant van ons huidige economisch systeem, grote problemen. De schade aan ecosystemen ontstaat daar deels door de uitstoot, of het overblijven, van schadelijke stoffen bij gecontroleerde vormen van afvalverwerking, zoals bijvoorbeeld het storten van afval (zie figuur 1.3) of - in Nederland - de verbranding ervan. Echter, vele malen problematischer is de schade die ontstaat aan ecosystemen als resultaat van niet- of onvoldoende gecontroleerde afvalstromen. Die stromen ontstaan bijvoorbeeld door het illegaal dumpen van afval door bedrijven of burgers, het op straat weggooien van verpakkingen (zwerfvuil) of door ingrediënten in producten die

via riolering in het milieu terechtkomen (denk bijvoorbeeld aan medicijnen of de minuscule kunststof balletjes in sommige cosmeticaproducten). Zo drijven er bijvoorbeeld inmiddels twee gigantische eilanden van plastic (zwerf)afval op onze wereldzeeën (zie figuur 1.4). De beide eilanden, samen de 'Great Pacific Garbage Patch' genoemd, tellen miljoenen vierkante kilometers in oppervlak en zijn elk ongeveer drie keer zo groot als Frankrijk.



Figuur 1.4: De 'Great Pacific Garbage Patch', bestaande uit de 'Eastern Garbage Patch' die reikt van Californië tot aan Hawaii, en de 'Western Garbage Patch', die zich uitstrekt van Hawaii tot aan Japan (Bron beeldmateriaal: <https://education.nationalgeographic.org/resource/great-pacific-garbage-patch>)

Dit plastic bedreigt niet alleen direct het welzijn van vogels en (zee)dieren (zie figuur 1.5), maar indirect ook dat van mensen, omdat een deel van het plastic uiteindelijk als micro- en nano-deeltjes in onze voedselketen belandt.

Ook dichterbij huis is dit laatste niet langer slechts een theoretisch scenario: onderzoekers van de Vrije Universiteit Amsterdam en het Universitair Medisch Centrum Amsterdam hebben begin 2022 als eersten ter wereld aangetoond dat ook in de praktijk van ons dagelijks leven zowel micro- als nano-formaat plastic deeltjes uit onze leefomgeving in meetbare hoeveelheden in onze bloedbaan terecht kunnen komen (Leslie, Van Velzen, Brandsma et al., 2022). Een ander voorbeeld van de milieuschade



Figuur 1.5: Dode zeevogel met maag vol plastic Foto uit serie 'Midway: Message from the Gyre' door Chris Jordan, www.chrisjordan.com (Bron beeldmateriaal: Foto uit serie)

die onstaat door hoe wij, in onze huidige op 'Westerse' leest geschoeide wegwerpmaatschappijen, consumptie hebben ingericht en consumptie stimuleren, bevindt zich in het noorden van Chili. Ten gevolge van 'fast fashion', een combinatie van snel wisselende en intensief gehypte modetrends die uitdrukking vindt in veelal goedkope kledingstukken die en masse geproduceerd, geconsumeerd en afgedankt worden, is de Atacama-woestijn verworpen tot één van de grootste illegale kledingstortplaatsen ter wereld (zie figuur 1.6). Tot overmaat van ramp bestaan de metershoge bergen niet slechts uit afgedankte of beschadigde kleding.

Tussen de tonnen kleding die jaarlijks vanuit Europa, Noord-Amerika en Azië op deze dumpplaats belanden bevinden zich ook splinternieuwe kledingstukken, vaak met de labels er nog aan. De materialen en vele chemicaliën in de kleding zijn vaak niet biologisch afbreekbaar en slijpen langzaam door in ondergrondse waterreservoirs. Op die manier vormen een bedreiging voor de drinkwatervoorziening en gezondheid.



*Figuur 1.6: Gedumpte kleding in de Atacama woestijn Chili, soms met labels er nog aan.
(Bron beeldmateriaal: Jason Mayne)*

Ook worden de kledingbergen met regelmaat door de plaatselijke bevolking in brand gestoken in een poging het probleem te verkleinen, met averechts effect. De giftige stoffen die vrijkomen tijdens het verbrandingsproces vormen ironisch genoeg juist een extra gezondheidsgevaar voor de lokale bevolking.

Ik zal ze hier niet allemaal noemen, maar er zijn zo nog talloze voorbeelden van hoe de samenstelling van, en onze manier van omgaan met, onze producten een aanslag vormen op onze ecosystemen en menselijke gezondheid. De voorbeelden lopen uiteen van hele grote producten (het slopen van zeeschepen op de sloopstranden van India, Pakistan en Bangladesh) tot uiterst kleine producten (denk aan de eerdergenoemde minuscule kunststof balletjes, ook wel 'nano-beads' genoemd, in sommige cosmetica en verzorgingsproducten). Alleen al het beperken van deze enorme schade aan onze ecosystemen zou reden genoeg moeten zijn voor een overgang naar een minder vervuilend economisch systeem.

Exploitatie van medemensen

De schade aan onze ecosystemen is helaas niet de enige schaduwzijde van de schier onstillbare honger naar goedkope grondstoffen en producten van onze Westerse of naar 'Westers' model ontwikkelde economieën.

Veel zeldzame aardmetalen bijvoorbeeld, die wij nodig hebben voor onze *high-tech* elektronica producten, worden veelal onder ongezonde omstandigheden gewonnen met behulp van uiterst primitieve hulpmiddelen. In de regio's van de wereld waar zeldzame aardmetalen (zoals bijvoorbeeld kobalt en lithium) worden aangetroffen, zijn machtshebbers en overheden vaak niet in staat of niet genegen om in te grijpen bij arbeidsomstandigheden die in ons rijke Westen absoluut als onacceptabel zouden worden gekwalificeerd. Ook de inzet van zeer jonge kinderen, zoals bijvoorbeeld bij het delven van kobalt (zie figuur 1.7) wordt hierbij niet geschuwd.



Figuur 1.7: Kinderen delven kobalt, een grondstof die onder andere gebruikt wordt in mobiele telefoons (Bron beeldmateriaal: <https://www.indy100.com/science-tech/this-is-the-true-cost-of-your-mobile-phone-7288996>)

De vindplaatsen van veel kritische delfstoffen bevinden zich bovendien in veel gevallen op plekken in de wereld waar de ontwikkeling van democratische overheden – door omstandigheden of juist vanwege de aanwezigheid van deze delfstoffen – (nog) niet, of onvoldoende, plaats heeft kunnen vinden. Op deze turbulente plekken zijn kostbare grondstoffen dan ook vaak een rijke bron van inkomsten voor strijdende partijen, met alle gevolgen van dien.

Er zijn gelukkig in toenemende mate bedrijven die hun uiterste best doen om de grondstoffen voor hun producten te betrekken uit landen en van leveranciers, die niet op dergelijke mensonterende manier met hun werknemers omgaan. Dit is natuurlijk een bijzonder positieve ontwikkeling, ongeacht of deze keuze nu uit eigen overtuiging

voortkomt (zoals bijvoorbeeld bij het Nederlandse Fairphone) of ingegeven wordt door minder ideële beweegredenen (zoals kantelende publieke opinie of stringenter regelgeving). Vaak is het echter, alle goede bedoelingen ten spijt, moeilijk en zelfs bijna onmogelijk om volledige transparantie in de keten af te dwingen. De exploitatie van medemensen blijft niet beperkt tot de winning van delfstoffen. Ook in de productiefase zijn arbeidscondities en -voorwaarden in sommige landen en bedrijven nog ver beneden wat door ons als acceptabel wordt beschouwd. Allemaal kennen we helaas maar al te goed de nieuwsberichten over kinderarbeid, brandgevaarlijke *sweatshops* en elektronicafabrieken waar werknemers soms uit pure wanhoop over hun leef- en werkcondities een einde aan hun leven proberen te maken.

Systemische waardestructie

Onze huidige manier van omgaan met grondstoffen is het gevolg van ruim tweehonderd jaar lineair denken en optimaliseren. Niet alleen bij bedrijven en financiële instellingen, maar ook door overheden. Dit laatste wordt bijvoorbeeld geïllustreerd door het feit dat (gebruik van) arbeid vooralsnog hoger belast wordt dan (gebruik van) grondstoffen. Zolang het maken van nieuwe producten (gebruik van grondstoffen) meer winst oplevert dan het onderhouden of repareren van bestaande producten (gebruik van arbeid) zullen producenten immers weinig moeite doen om de levensduur van hun producten te verlengen. In het, door fossiele brandstoffen aangedreven, industriële tijdperk telden en tellen vooralsnog vooral productiesnelheden, verkoopvolumes en financieel gewin voor de directe aandeelhouders. De meeste bedrijven die hun geld verdienen met tastbare producten doen dat nog steeds op basis van drie simpele regels die stammen uit het begin van de eerste Industriële Revolutie: 1. Produceer een product zo goedkoop mogelijk, 2. Verkoop dit product tegen de hoogst haalbare prijs en 3. Herhaal dit zo vaak en zo lang mogelijk. Alles wat na het moment van verkoop en incasseren van winstmarge nog met of aan een product moet gebeuren wordt in dit zogeheten 'Sell More, Sell Faster' model veelal gezien als kostenpost en, waar mogelijk, afgewenteld op de samenleving.

Recente ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld verhandelbare emissierechten voor CO₂ waarmee bedrijven hun schadelijke uitstoot – in ieder geval op papier – kunnen compenseren, de Europese Green Deal, het uitbreiden van producentenverantwoordelijkheid, de *Sustainable Development Goals 2030* en het stijgende belang van ESG (*Environment, Sustainability & Governance*) rapportages voor investeerders, zijn een stap in de goede richting. Maar ook deze initiatieven hebben nog niet kunnen zorgen voor de benodigde omwenteling. Bedrijven worden namelijk nog steeds in hun werkwijze gefaciliteerd door het onvermogen van onze huidige systemen voor economische waardering om milieuaspecten in heldere, en vooral ook algemeen door de industrie geaccepteerde, financiële termen uit te drukken. Wat is bijvoorbeeld de economische boekwaarde van schone lucht of een natuurlijk landschap met een

gezonde flora en fauna? Hoe neem je schade aan het ecosysteem op als financiële post op de balans? Zolang dit soort zaken niet als kosten op de balans terecht komt en winsten drukt, verschijnen ze niet of nauwelijks op de radar van de financiële stakeholders van commerciële bedrijven. Door dit gebrek aan gevoelde ecologische en economische noodzaak heeft het overgrote deel van de bedrijven nooit eerder hoeven leren hoe omzet te creëren en tegelijkertijd milieu-impact te verlagen door middel van levensduurverlenging en hergebruik van hun producten en de daarin opgesloten, waardevolle grondstoffen.

De lineaire manier van produceren en verkopen zorgt ervoor dat er bijna misdadig veel producten ieder jaar opnieuw ogenschijnlijk achteloos worden afgedankt en er heel veel kostbare materialen daarbij verloren gaan. Alleen al aan kleine elektrische en elektronische apparaten, denk bijvoorbeeld aan staafmixers en smartphones, wordt wereldwijd per jaar ongeveer 50 miljard kilo aan afval geproduceerd. Dergelijke aantallen laten zich wellicht moeilijk voorstellen, maar per jaar is dat meer afval dan het totale gewicht van alle verkeersvliegtuigen die ooit op de wereld zijn geproduceerd (UNEP, 2022).

Vanuit economisch perspectief is het echter ook uiterst onverstandig om op een dergelijke manier met kostbare grondstoffen om te gaan. Alleen al de veelal zeldzame en kostbare grondstoffen, opgesloten in die enorme berg elektronica-afval die in één jaar geproduceerd wordt, vertegenwoordigen een economische waarde van ruim 55 miljard euro (UNEP, 2022). En dit is zelfs nog een conservatieve inschatting van het economisch potentieel dat jaarlijks vernietigd wordt. Afhankelijk van het type product, kan de waarde opgesloten in afgedankte producten zelfs nog vele malen hoger uitpakken. Dit hangt af van het zogeheten '*recovery-niveau*' van de manier van herwinning. Bij bijvoorbeeld '*re-use*' (hergebruik op onderdeel- of productniveau) of '*refurbishment*' (opknappen), is het economisch potentieel het grootst. Het zijn namelijk beide interventies op een hoog *recovery-niveau*, waarbij het grootste deel van het product behouden blijft. Extra energie en grondstoffen zijn slechts nodig voor het vervangen van een beperkt aantal (onder)delen. *Recycling*, daarentegen, is een interventie op het laagste *recovery-niveau*. Het product wordt hierbij volledig ontmanteld en helemaal teruggebracht naar materiaalniveau. Daarom vergt het bij *recycling* veel meer energie en grondstoffen om weer tot een verhandelbaar product te komen dan bij interventies op hogere *recovery-niveaus*. Vergeleken met andere *recovery* interventies, zoals *re-use*, *refurbishment* en *remanufacturing* (het produceren van - vaak zelfs beter dan - nieuwe, producten met gebruik van zoveel mogelijk eerder gebruikte onderdelen), levert *recycling* zowel ecologisch als economisch veel minder op.

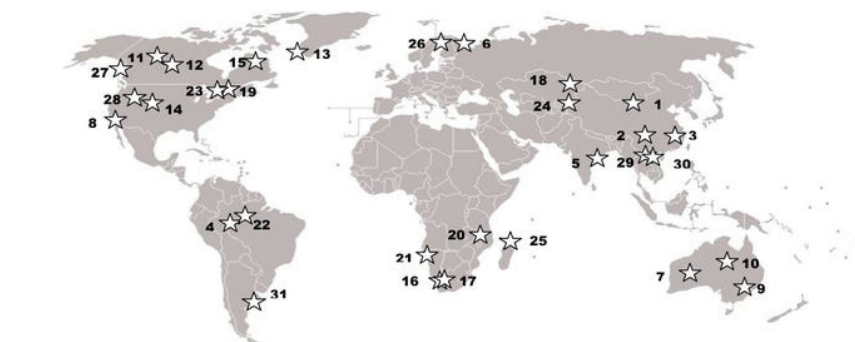
Met bovenstaand gegeven als uitgangspunt zijn er dus grote economische kansen via de route van waardebehoud. Wereldwijd wordt jaarlijks 32.600 miljard kilo afval geproduceerd (Circle Economy, 2022). Dit is nog exclusief uitstoot van gassen en

verliezen in de vorm van minuscule vaste deeltjes die niet teruggewonnen kunnen worden, zoals bijvoorbeeld bij slijtage aan autobanden. Als we voor deze enorme hoeveelheid afval de mogelijkheden voor herwinning met waardebehoud in ogenschouw nemen, wordt duidelijk wat een enorme gemiste kans de immense huidige waardedestructie eigenlijk vertegenwoordigt. Zelfs wanneer we extreem laagwaardige vormen van hergebruik meerekenen, denk hierbij aan gebruik van afval als vulmateriaal onder (wegen)bouwprojecten, wordt momenteel slechts minder dan een kwart van al ons afval daadwerkelijk hergebruikt in producten, onderdelen of grondstof. Veruit het grootste deel van ons afval eindigt op afvalstortplaatsen of wordt verbrand. De ernst en waanzin van deze situatie worden alleen maar groter wanneer we ons realiseren dat deze enorme destructie van waarde niet incidenteel is, maar structureel en, sterker nog, systemisch. De waardedestructie is een integraal en essentieel onderdeel van het lineaire economische systeem, dat gebaseerd is op de voortdurende en snelle vervanging van oude producten door nieuwe(re). In ons huidige lineaire economische systeem worden producten veelal slechts gezien als 'dragere van, en noodzakelijke voorwaarde voor, eenmalige verkooptransacties in dienst van oneindige economische groei'. Met de kennis van nu is eindeloze economische groei echter simpelweg geen optie meer. In een wereld waarin de economisch beschikbare grondstoffen en energie schaarser en duurder worden en we de negatieve effecten daarvan op milieu en klimaat niet meer kunnen ontkennen, kunnen we het ons eenvoudigweg niet meer permitteren om jaar in jaar uit zoveel waarde verloren te laten gaan.

Bedreiging van (geo-)politieke stabiliteit, vrede en economische continuïteit

Naast de directe impact op mens en milieu van onze honger naar goedkope energie en grondstoffen, is er nog een vierde belangrijke reden waarom we veranderingen zouden moeten aanbrengen in de manier waarop ons economisch systeem werkt. Deze vierde reden komt voort uit het feit dat de locaties waar grondstoffen gewonnen worden veelal niet hetzelfde zijn als de locaties waar de producten die gemaakt worden uit die grondstoffen gebruikt worden. Zoals te zien is in figuur 1.8, zijn de vindplaatsen van bijvoorbeeld zeldzame aardelementen die essentieel onderdeel uitmaken van veel van onze *high-tech* producten niet gelijkmatig verdeeld over de wereld.

Naast een onrechtvaardige verdeling van welvaart heeft dit in veel gevallen ook nog andere negatieve gevolgen voor de lokale bevolkingen, zoals de politieke instabiliteit en de (soms gewapende) machtsstrijd waar dit vaak in resulteert. De landen met de meeste natuurlijke hulpbronnen zijn er vaak het slechts aan toe. Er spelen hier echter ook nog andere aspecten die een grote invloed op de economische, culturele en politieke stabiliteit in ons deel van de wereld kunnen hebben. Nu nog worden veel van de zeldzame aardmetalen en andere delfstoffen gewonnen in andere landen en



Company	Project	Resources	Production Capacity	Completed Engineering
1	Baogang Rare Earth	56,382,000	55,000	Production
2	Various	9,303,300	55,000	Production
3	Vanous	510,000	10,000	Production
4	CBMM	11,730	650	Production
5	Indian Rare Earths Limited	N/A	12,700	Expansion
6	JSC Sevedmet	1,150,000	4,000	Production
7	Lynas Corp	1,183,400	22,000	Construction
8	Molycorp Minerals	1,840,000	42,402	Construction
9	Alkane Resources	545,340	2,580	DFS
10	Aralura	848,400	20,000	PFS
11	Avalon Rare Metals	3,057,000	9,296	PFS
12	Great Western	62,208	5,000	RD
13	Greenland Minerals	4,889,900	43,700	PEA
14	Rare Element Resources	398,860	10,000	PEA
15	Quest Rare Minerals	1,147,082	12,120	PEA
16	Frontier Rare Earths Limited	947,000	17,039	RD
17	Great Western	29,400	2,500	RD
18	Kazatomprom/Sumitomo	N/A	13,608	RD
19	Matamec Explorations	31,800	N/A	RD
20	Montero Mining	N/A	N/A	RD
21	Nambria Rare Earth Inc.	N/A	N/A	RD
22	Neo Materials/Mitsubishi	N/A	N/A	RD
23	Pele Mountain Resources	67,222	N/A	RD
24	Stans Energy	N/A	1,000	RD
25	Tantalus Rare Earths AG	N/A	N/A	RD
26	Tasman Metals	326,700	5,000	RD
27	Ucore Uranium	N/A	N/A	RD
28	US Rare Earths	567,455	N/A	RD
29	Vietnam Gov't	11,740,000	30,000	RD
30	Vietnamese Gov't Toyota Tsusho/Sojitz	759,000	7,000	PEA
31	Wealth Minerals Ltd	1,176,000	N/A	RD

Figuur 1.8: Vindplaatsen van zeldzame aardelementen in de wereld. (Bron beeldmateriaal: <https://www.businessinsider.com/rare-earth-map?international=true&r=US&IR=T>)

gebieden dan waar de producten waarvoor ze nodig zijn geconsumeerd worden. In figuur 1.8 is de afwezigheid van vindplaatsen van zeldzame aardelementen in West-Europa en Noord-Amerika opvallend. Voor de nabije toekomst zijn er echter verschuivingen in globale demografie voorspeld, die dermate groot zijn dat ze de instroom van materialen in ons economisch systeem zullen beïnvloeden. Groeiende populaties, stijgende welvaart en een opkomende middenklasse in juist die landen waar zeldzame aardmetalen en ander delfstoffen worden gewonnen (zoals bijvoorbeeld China, India, Rusland en verschillende Afrikaanse landen), zullen vrijwel zeker gaan leiden tot een verandering van de economische beschikbaarheid van een groot aantal grondstoffen voor bijvoorbeeld Noord-Amerika en West-Europa. Dergelijke veranderingen zullen de toekomstige toegang tot natuurlijke hulpbronnen voor onze West-Europese economie op z'n minst meer onzeker, maar naar alle waarschijnlijk aanmerkelijk slechter, maken.

Een verminderde beschikbaarheid van energie en grondstoffen is niet alleen risicovol vanuit het oogpunt van (bedrijfs)economische continuïteit maar zeker ook vanuit het oogpunt van (geo-) politieke stabiliteit. De geschiedenis laat namelijk zien dat militaire conflicten helaas maar al te vaak hun oorsprong vinden in het verminderen, ontzeggen of zelfs ontnemen van toegang tot materiële hulpbronnen en energie. Wanneer landen geen toegang meer tot natuurlijke hulpbronnen hebben (tegen een redelijke prijs), zal dit resulteren in onvrede en onrust onder hun bevolking omdat niet meer in de dagelijkse behoeften van burgers (bijvoorbeeld drinkwater) of van bedrijven (denk aan grondstoffen voor productie) kan worden voorzien. De onvrede polariseert de maatschappij en maakt de positie van de zittende machten onzeker en kwetsbaar. Vaak ontstaat er een roep om, of gevoelde noodzaak tot, actie, met militaire conflicten tot gevolg. Door de geschiedenis heen zijn daarom maatregelen, verdragen en interventies nodig geweest om de (geo-)politieke stabiliteit te helpen waarborgen of herstellen. De Europese Unie bijvoorbeeld, vond haar oorsprong in de Kolen- en Staalunie. Een poging om, na de verschrikkingen van twee wereldoorlogen, militaire conflicten over hulpbronnen, in ieder geval binnen Europa, voor altijd uit te bannen. Naast hopen dat toekomstige verdragen en afspraken ons voor een nieuwe oorlog om grondstoffen kunnen behoeden, kunnen we er echter ook voor kiezen om proactief een bijdrage te leveren aan het verhogen van (geo-)politieke stabiliteit. Dit kunnen we bijvoorbeeld doen door ons huidige, lineaire, economische systeem tijdig te transformeren naar een circulair systeem dat minder gulzig is naar een contante stroom van goedkope grondstoffen en energie. Dit is misschien geen gemakkelijke uitdaging, maar wél één die de moeite waard lijkt. Want dát we nieuwe (militaire) conflicten en oorlogen over grondstoffen koste wat kost zouden moeten voorkomen, spreekt voor zich.

In het licht van bovenstaande ontwikkelingen en voorspellingen die de noodzaak tot verandering benadrukken, wordt het hoog tijd om de overlevingsstrategieën van onze menselijke soort, en vooral ook hoe we daar cultureel en maatschappelijk vorm aan hebben gegeven en in de toekomst vorm aan willen geven, eens kritisch onder de loep te nemen en te evalueren. Want hoewel het op het eerste gezicht misschien nog wat overdreven lijkt, zijn het uiteindelijk wel deze zaken die op het spel staan: het overleven van onze menselijke soort en het voortbestaan van onze culturele patronen. Ongeacht uw (politieke) overtuigingen, persoonlijke drijfveren of situatie, of u nu milieuactivist, klimaatscepticus, arm, rijk, ondernemer, ouder, jongere, globalist of juist anti-globalist of wat dan ook bent; de ecologische en economische realiteit van de materiële eindigheid van onze Aarde raakt ons - linksom of rechtsom - uiteindelijk allemaal. Het al of niet in vrede kunnen beschikken over materialen, energie, zuiver drinkwater en schone lucht is immers bepalend voor de kwaliteit van ieders leven.

Hoe brengen we het materiaal- en energieverbruik van ons economisch systeem tijdig terug naar een niveau dat - in principe - eindelijk in stand gehouden kan worden door onze Aarde en behouden of vergroten we tegelijkertijd het vermogen van ons economisch systeem om welvaart en welzijn voor allen te creëren?

Een circulaire economie als mogelijk antwoord

De problemen zoals geschetst in het voorgaande hoofdstuk maken duidelijk dat de huidige manier van omgaan met grondstoffen, energie en producten niet langer houdbaar of zelfs verdedigbaar is. De lineaire manier van denken is echter niet zomaar ontstaan maar heeft zich vanaf de eerste Industriële Revolutie zo snel en wijdverbreid kunnen ontwikkelen omdat het vanuit het perspectief van producenten lange tijd de minst complexe en meest kosten efficiënte oplossing leek. Met de kennis van nu weten en zien we dat dat niet zo is. We moeten dus op zoek naar een alternatieve grondslag voor ons economisch systeem. Maar, hoe ziet zo'n alternatief eruit, waarin verschilt het van onze huidige benadering en wat betekent een eventuele transitie voor de Nederlandse maakindustrie?

2.1. Slimmer, efficiënter en bewuster

In het domein van duurzaamheid, milieu en klimaat proberen verschillende onderzoekers en auteurs ons al jaren op indringende wijze duidelijk te maken dat de fictie van eindeloze economische groei van onze 'Westerse' wegwerpcultuur niet in lijn is met de realiteit van een eindige Aarde: van 'Limits to Growth' (Meadows, Meadows, Randers en Behrens III) in 1972, 'The Performance Economy' (Stahel) in 2010, 'Prosperity without Growth' (Jackson) in 2009 tot 'Doughnut Economics' (Raworth) in 2018, om maar enkele markante voorbeelden te noemen (Zie figuur 2.1).

Zoals overal, zijn er ook hier proponenten van een andere visie, één waarin economische groei niet beperkt hoeft te worden, soms zelfs juist gestimuleerd dient te worden, om duurzaamheid en welvaart te bevorderen. Voorbeelden van deze benadering zijn 'More from Less' (McAfee, 2019), 'Meer - Hoe overvloed de wereld juist duurzamer en welvarender maakt' (Boersma en Bodelier, 2020) en 'False Alarm' (Lomborg, 2020) (zie figuur 2.12). Over twee dingen zijn vrijwel alle verschillende oplossingsrichtingen die geschetst worden in de literatuur het echter eens: 1. Het dringende advies dat we er verstandig aan zouden doen slimmer, efficiënter en bewuster om te gaan met onze natuurlijke hulpbronnen en 2. Het belangrijke inzicht dat economie en ecologie nooit los van elkaar gezien kunnen worden. De steeds terugkerende kernvraag en uitdaging in al deze beschouwingen over onze toekomst zou geformuleerd kunnen worden als: "Hoe brengen we het materiaal- en energieverbruik van ons economisch systeem tijdig terug naar een niveau dat - in principe - eindeloos in stand gehouden kan worden door onze Aarde en behouden of vergroten we tegelijkertijd het vermogen van ons economisch systeem om welvaart en welzijn voor allen te creëren?".



Figuur 2.1: Enkele voorbeelden uit de veelheid van geschreven waarschuwingen dat ons economisch systeem moet veranderen en suggesties voor hoe het anders kan (Bron beeldmateriaal: auteurs/uitgevers van betreffende werken zoals vermeld in literatuurlijst)

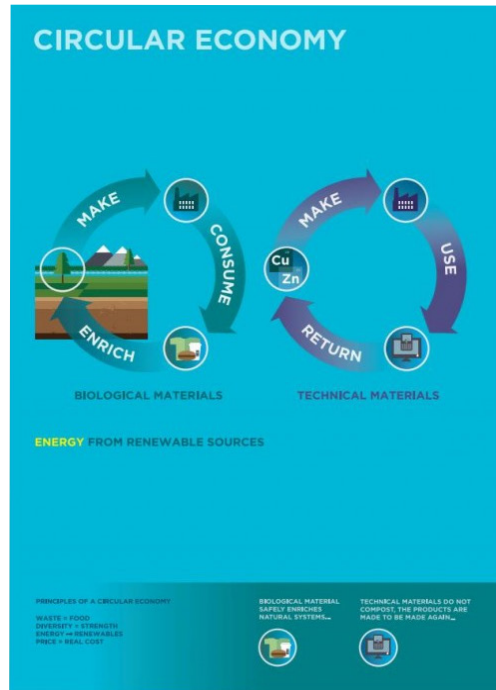
In onze huidige wereld worden grondstoffen en energie van overal en nergens betrokken. Ook vervuiling trekt zich niets van landsgrenzen aan. Het 'allen' uit de bovenstaande vraag dient dan ook gelezen te worden als 'de wereldbevolking'. Globalisering en het grensoverschrijdende karakter van milieuvervuiling maken dat positieve en negatieve effecten van ons economisch handelen niet meer in isolatie bekeken kunnen worden, maar dat zowel op nationaal als globaal niveau, een systeembenadering gehanteerd moet worden. Het ziet er echter niet naar uit dat fossiele grondstoffen, zowel in hun rol als brandstof of grondstof, binnen 20-30 jaar volledig uitgeput en uitgefaseerd zullen zijn (MAHB, 2022). Ook de mogelijkheden om metalen, zeldzame aardmetalen en elementen op korte tot middellange termijn te vervangen door alternatieven lijken op basis van onderzoek uiterst gering (Greadel, 2002). Veel van onze technologieën zijn gebaseerd op specifieke natuurkundige en chemische eigenschappen van de toegepaste metalen en andere elementen. Tot er schonere alternatieven beschikbaar zijn, is het dus zaak de schade die bij winning, transport, gebruik en afdanken aan ecosystemen ontstaat (denk hierbij aan uitstoot van CO₂ en equivalenten, verliezen tijdens productie en gebruik en niet afbreekbaar afval) tot een minimum te beperken. Belangrijk is hierbij dat we dit proberen te realiseren zonder het vermogen van ons economisch systeem om welvaart, en vooral welzijn, te creëren te veel aan te tasten. Eén van de meest veelbelovende opties om dit te bereiken is om de hoeveelheden waarin de niet-hernieuwbare grondstoffen en energiebronnen gebruikt worden voor productie en transport naar een zo laag mogelijk niveau te brengen door levensduurverlenging op product- en materiaalniveau (Den Hollander, 2018). Minder grondstoffen langer gebruiken, of meer doen met minder, in de woorden van McAfee (2019), klinkt in de basis misschien eenvoudig. In werkelijkheid

vraagt het echter om een complex en gecoördineerd samenspel tussen de ontwerpers en makers van producten, de bedrijven die ze op de markt brengen en de consumenten die de producten uiteindelijk gebruiken.

2.2. De circulaire economie als veelbelovend alternatief

Het perspectief van waaruit ik met het lectoraat Circular Design & Manufacturing naar deze uitdaging kijk is dat van de 'circulaire economie', een concept dat in 2010 werd geïntroduceerd door de Ellen McArthur Foundation. Het merendeel van de ideeën die samen het circulaire economie concept vormen is echter niet nieuw. Sterker nog, de meesten bestaan al vele decennia. Echter, door het beste van de verschillende bestaande benaderingen te verenigen onder het paraplu-concept van een 'circulaire economie' is de Ellen McArthur Foundation er in de jaren volgend op de introductie in geslaagd een hernieuwde interesse voor deze ideeën te genereren. Bijzonder is bovendien dat, waar eerdere ideeën omtrent duurzaamheid vooral opgang vonden in het academische, die hernieuwde interesse zich ditmaal ook uitstrekt tot buiten de academische wereld. Dit is niet in de laatste plaats te danken aan de slimme positionering en naamgeving van het concept en aan de expliciete koppeling van duurzaamheid en economisch verdienpotentieel. De introductie van de nieuwe term 'circulair' maakte het mogelijk om de nieuwe manier van denken af te zetten tegen de huidige, nu als 'lineair' te typeren, benadering. Het visuele contrast tussen de lijn als representatie van de oude lineaire economie en de cirkel als representatie van de nieuwe circulaire economie spreekt tot de verbeelding en helpt zo bij de communicatie en het begrip van het basisidee van het concept, ook buiten de academische wereld (Zie figuur 2.2).

Daarnaast is er in opdracht van de Ellen McArthur Foundation door het adviesbureau McKinsey een schatting van het economisch potentieel van een circulaire economie gemaakt die - al of niet terecht - dermate positief was, dat ook bij het bedrijfsleven en overheden de interesse voor het concept onmiddellijk gewekt werd. Inmiddels is het circulaire economie concept geadopteerd door Europese overheden en heeft het zijn weg gevonden naar diverse beleidsstukken en doelstellingen, zowel op nationaal als Europees niveau. Zo heeft Nederland zich bijvoorbeeld tot doel gesteld om in 2030 50% circulair te zijn, met als einddoel 100% circulariteit in 2050 (Rijksoverheid, 2022). Op dit moment weet eigenlijk niemand wat dat nu eigenlijk precies betekent en wat de volledige implicaties zijn, maar gezien de populariteit en alomtegenwoordigheid van de term 'circulair' heeft het in ieder geval een effect gehad dat te vergelijken is met dat van John F. Kennedy's befaamde '**moonshot**' uit zijn speech op Rice University van 12 september 1962 (John F. Kennedy presidential library and museum, 2022): een uitdagende doelstelling voor de gehele natie om mee aan de slag te gaan.



Figuur 2.2: Lineaire economie en Circulaire economie concepten gevisualiseerd (Bron beeldmateriaal: Ellen MacArthur Foundation)

2.3. De verschillen tussen nu en straks

Om beter te begrijpen waarom een circulaire economie (een deel van) het antwoord zou kunnen zijn op de eerder genoemde kernvraag, kijken we naar wat nu de belangrijkste verschillen zijn tussen onze huidige, lineaire economie en de circulaire economie van de toekomst.

Nu: lineaire economie

De kortste verbinding tussen twee punten is een rechte lijn. In geval van onze lineaire economie zijn deze punten 'natuurlijke hulpbronnen' en 'afval'. Gedreven door economische en efficiëntieoverwegingen heeft de lijn een duidelijke voorkeursrichting, namelijk die van natuurlijke hulpbron naar afval en is de afstand tussen deze twee punten bij voorkeur zo kort mogelijk.

In een lineaire economie worden natuurlijke hulpbronnen gewonnen, ingezet in processen en omgezet in producten. Deze producten worden, op hun beurt, vaak na een relatief kort leven, en in de meeste gevallen bovendien nog in werkende staat

(Oswald & Reller, 2010; Chapman 2005), afgedankt en weggegooid. In het Engels wordt deze benadering vaak aangeduid als 'Take, Make, Waste'.

De drijvende kracht achter dit eenrichtingsverkeer is een economisch mechanisme waarin de meeste bedrijven die producten op de markt brengen hun opbrengsten realiseren door hun producten zo goedkoop mogelijk te produceren, zo duur en in zo groot mogelijke aantallen te verkopen en dit zo lang mogelijk vol te houden. In deze benadering zijn omzet en winst direct gerelateerd aan de aantallen producten die per tijdseenheid geproduceerd en verkocht worden. En vooral dit laatste is een belangrijk punt. Op het moment van verkoop van een product, wordt de volledige economische meerwaarde die tijdens productieprocessen toegevoegd is gerealiseerd, dat wil zeggen, in geld omgezet. Vanaf de overdracht van eigendom hebben bedrijven geen zeggenschap en geen commercieel belang meer, op merk-imago na, bij wat er vervolgens met het product en de daarin opgesloten grondstoffen gebeurt. Veelal vormen garantieverplichtingen de enige - bij wet verplichte - band die een onderneming met haar verkochte producten moet onderhouden. In een dergelijke context valt het te begrijpen dat de lineaire benadering vanuit het perspectief van producerende bedrijven de meest voor de hand liggende is.

Het is belangrijk te beseffen dat het concept van een lineaire economie niet vooraf bedacht is als proces om zoveel mogelijk schade aan mens en milieu toe te brengen. De lineaire benadering van productie en consumptie is organisch ontstaan, als de meest optimale en economisch winstgevende werkwijze op basis van de kennis en in het licht van de condities zoals die bestonden tijdens het ontstaan en de ontwikkeling van onze industriële samenleving. Nu die kennis en condities echter zijn veranderd, als gevolg van het economisch succes van de lineaire benadering (zie hoofdstuk 1), wordt meer en meer duidelijk dat het tijd is voor verandering.

Straks: circulaire economie

Een cirkel heeft, in tegenstelling tot een vector of lijnstuk, geen begin- of eindpunt. Dit eindeloze, gesloten, karakter van een cirkel is de kerngedachte die ten grondslag ligt aan het idee en de naamgeving van een circulaire economie: eenmaal binnen, blijven materiële hulpbronnen en energie in theorie voor altijd onderdeel van het economische systeem. Net als in de Natuur, vormen in een ideale circulaire economie de restproducten van het ene proces de voedingsstoffen voor één of meerdere andere processen en komt de benodigde energie uitsluitend van hernieuwbare bronnen, *ad infinitum*. Uitgedrukt in de terminologie van 'Cradle-to-Cradle', zoals in 2002 geïntroduceerd door Michael Braungart en William McDonough: 'Afval is Voedsel. Binnen het concept van een ideale circulaire economie bestaat de notie van afval dan ook niet meer. De adoptie van dit ogenschijnlijk simpele gegeven als absoluut einddoel van een circulaire economie, heeft grote consequenties voor het economisch handelen in (de transitie naar) een circulaire economie.

Het mag duidelijk zijn dat dit *de facto* verbod op afval (of positiever geformuleerd, dit streven naar maximaliseren van waardebehoud) ingrijpende consequenties heeft voor hoe er in een circulaire economie met natuurlijke hulpbronnen, energie, producten en processen moet worden omgegaan. Zeker wanneer bekeken vanuit het perspectief van een lineair economisch systeem. De enorme veranderingen die hiervoor nodig zijn, betreffen niet alleen de eigenlijke producten en (productie)processen. Ook de manier waarop deze vermarkt, ingezet en – in het geval van producten – afgedankt worden speelt een belangrijke rol. Hoe zorg je er bijvoorbeeld voor dat mensen niet per se eigenaar willen zijn van een product, maar ook volledig tevreden zijn als ze het product (tegen betaling) kunnen gebruiken wanneer en voor zolang als ze willen? Is het erg om een product, zoals bijvoorbeeld een auto of een scooter, te delen in plaats van voor jezelf alleen te hebben? Moet een kinderwagen altijd splinternieuw zijn of kunnen kersverse grootouders ook een tweedehands exemplaar cadeau geven? Hoewel de grondgedachte van een circulaire economie dus vooral betrekking heeft op (het conserveren van) materiaal en energie, zijn de verschillen tussen een lineaire en een circulaire economie, en de veranderingen nodig voor een succesvolle transitie, daarmee niet alleen van technische-, maar zeker ook van economische-, psychologische- en sociale aard.

In een reële circulaire economie is het streven, om natuurlijke hulpstoffen en resulterende (rest)producten, misschien niet eindeloos en voor altijd, maar dan in ieder geval toch zo lang mogelijk, in het economisch systeem te houden en te hergebruiken. Het doel is om zo te zorgen dat de benodigde instroom van nieuwe natuurlijke hulpstoffen en uitstroom van niet herbruikbare reststoffen tot een minimum beperkt kan blijven. Bij voorkeur op een zodanig laag niveau dat het corrigerend vermogen van het ecosysteem van onze Aarde niet overschreden wordt (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018). Een belangrijke onderliggende aanname daarbij is, dat een product of materiaal niet als afval uit het economisch systeem zal verdwijnen zolang het waarde heeft, hetzij economisch dan wel emotioneel. Niemand gooit tenslotte graag geld of welzijn weg. Het streven naar waardebehoud en het unieke (handelingen)perspectief dat hieruit ontstaat staan centraal in deze openbare les en de doelstellingen van het lectoraat Circular Design & Manufacturing en vormen een terugkerend thema in alle volgende hoofdstukken.

2.4. De transitie naar circulair gaat niet snel genoeg

Hoewel het concept van de circulaire economie een weg heeft gevonden naar de academische wereld, (inter)nationale overheden en het bedrijfsleven, blijft de adoptie en implementatie van het circulaire gedachtegoed in de praktijk achter. In het Circularity Gap Report 2022 (Circle Economy, 2022) (de 2022 editie van een jaarlijkse, internationale, publicatie waarin gepoogd wordt de mate van circulariteit op landelijk en globaal niveau in kaart te brengen) valt te lezen dat het globale niveau van

circulariteit tussen 2018 en 2021 is gedaald van 9,1% naar 8,6%. Voor Nederland schat het rapport het niveau van circulariteit in op 24.5%. Het goede nieuws is dat dit niveau ongeveer drie keer hoger is dan het globale gemiddelde. Het slechte nieuws is dat, wanneer we in het huidige tempo door zouden gaan met de transitie, de snelheid van verandering te laag is om de door de Nederlandse overheid gestelde doelen van 50% circulair in 2030 en 100% circulair in 2050 te halen.

Nu zijn er meerdere redenen aan te voeren waarom een 100% circulaire economie een theoretisch maximum is dat in de praktijk waarschijnlijk nooit gerealiseerd kan worden. Zo is de verwachting dat we er nooit in zullen slagen om residuen van onze voedselproductie en consumptie volledig circulair te verwerken. Een andere reden is dat we er niet aan ontkomen dat een groot deel van de in onze economie gebruikte materialen en grondstoffen niet zullen circuleren, maar voor lange tijd opgesloten zullen zijn in gebouwen en infrastructuur. Ook hebben we tot op heden geen oplossing voor de uitstoot die gegenereerd wordt bij de verbranding van fossiele brandstoffen. De laatste reden is dat ook *recycling* energie en *virgin* grondstoffen vergt. De machines en voertuigen die nodig zijn voor verwerking en transport verbruiken immers energie. Daarnaast zal er vrijwel altijd een bepaalde mate van kwaliteitsverlies optreden bij de *recycling* van materialen. Bij veel recyclingprocessen zal het daarom noodzakelijk zijn om *virgin* grondstoffen toe te voegen tijdens het proces, om uiteindelijk hoogwaardige gerecyclede materialen te verkrijgen.

Ondanks deze beperkingen zou het echter volgens de laatste berekeningen van het Circularity Gap Report Initiative (Circle Economy, 2022) mogelijk moeten zijn om de Nederlandse economie in 2050 voor 70% circulair te laten opereren. Dit niveau van circulariteit kan echter alleen *dán* tijdig bereikt worden, wanneer we onze transitie activiteiten maximaal opschalen door optimaal gebruik te (leren) maken van alle mogelijkheden die er zijn om meer circulair te opereren in alle sectoren van onze economie.

Zoals in hoofdstuk 5 uitgebreider zal worden toegelicht, is de inzet van het lectoraat Circular Design & Manufacturing om middels praktijkgericht onderzoek, onderwijs en samenwerking met de praktijk een bijdrage te leveren aan een tijdige en zo volledig mogelijke transitie naar een circulaire economie.

2.5. Circulair potentieel van de Nederlandse maakindustrie

De Nederlandse maakindustrie voorziet in 600.000 banen en creëert een toegevoegde economische waarde van 47 miljard euro per jaar. Om die waardecreatie te realiseren gebruikt de maakindustrie 277 miljoen kiloton aan materialen per jaar en stoot ze, als gevolg van de verschillende bewerkingen die met en op deze materialen worden uitgevoerd, jaarlijks 24 megaton aan CO₂ en equivalenten uit (Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie, 2020).

Al deze productie-activiteit vindt plaats in een veelheid aan bedrijfstakken, zoals bijvoorbeeld de metaalindustrie, de transportmiddelenindustrie, de elektrische apparatenindustrie, de bouwmaterialenindustrie en de reparatie en installatie van machines. In veel van deze bedrijfstakken is sprake van complexe, soms internationale, ketenrelaties omdat er halffabrikaten voor toelevering worden geproduceerd of, omgekeerd, juist sprake is van assemblage uit inkoopdelen.

De bovengenoemde aantallen en bedragen, in combinatie met een circulariteitsniveau van 24,5% voor de Nederlandse economie als geheel, maken duidelijk dat er zowel een taak als een enorm potentieel liggen voor de Nederlandse maakindustrie om een substantiële bijdrage te leveren aan een succesvolle transitie naar een circulaire economie. De Nederlandse maakindustrie is dan ook niet voor niets onderwerp van één van de vijf transitieagenda's van de Nederlandse overheid.

De Nederlandse maakindustrie is zeer divers en bestrijkt het hele traject van grondstof naar eindproduct. Elk van de vier algemene, bestaande basis benaderingen om grondstoffen en/of energie verbruik terug te dringen kan daarom een aanknopingspunt bieden om met een bedrijf of binnen een keten meer circulair te opereren. De eerste benadering is *'Narrowing the Loop'* en gaat over het verminderen van materiaalgebruik door af te zien van producten, deze te delen of ze efficiënter te maken. De tweede, *'Slowing the Loop'*, gaat over het verlengen van de nuttige levensduur van producten door robuust construeren, hergebruik, onderhoud, reparatie of *remanufacturing*. *'Closing the Loop'* heeft betrekking op het sluiten van kringlopen door *recycling* van materialen. De laatste benadering, *'Substitution'*, gaat over het vervangen van niet-hernieuwbare grondstoffen of materialen die een hoge eco-impact hebben, door materialen die hernieuwbaar zijn en een lage milieudruk veroorzaken (Bocken, De Pauw, Bakker & van der Grinten, 2016).

Het is natuurlijk altijd moeilijk om concrete voorspellingen van mogelijke materiaalbesparingen te doen. Eerder onderzoek van TNO (2021) (op basis van een beperkt aantal cases/maakbedrijven) heeft echter laten zien dat met innovaties en slim toepassen van combinaties van bovenstaande basis benaderingen reducties van broeikasgas-emissies (ook ten gevolge van verminderd materiaal gebruik) van 25 tot 70% kunnen worden behaald. Er zijn dus zeker mogelijkheden voor de Nederlandse maakindustrie om bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie.

In tegenstelling tot het stimuleren van de vluchtigheid van producten in een lineaire economie, zullen bedrijven in een circulaire economie moeten zoeken naar manieren om de waarde van hun producten, zoals die gezien wordt door de ogen van gebruikers, zo lang mogelijk, zo hoog mogelijk te houden.

Waardebehoud als kenmerkend (handelings) perspectief voor de circulaire economie

Kenmerkend voor het concept van een circulaire economie is het uitgangspunt dat, in een 100% circulaire economie, het concept 'afval' niet meer bestaat. Hoewel dit op het eerste gezicht misschien slechts een pleidooi voor intensivering van recycling zou kunnen lijken, is het in werkelijkheid een uitgangspunt met veel grotere consequenties en vormt het de basis voor het op waardebehoud gerichte (handelings)perspectief op de circulaire economie. 'Geen afval' betekent dat voor elk deel van een afgedankt product een (soms kostbare) circulaire verwerkingsoplossing moet worden gevonden. Vanuit economisch en ecologisch oogpunt wordt het om die reden belangrijk om zo lang mogelijk, zo veel mogelijk waarde te behouden met behulp van interventies die zo min mogelijk grondstoffen, energie en geld kosten. Dat betekent dat de volgorde van *recovery*-, of *herwinnings*-, interventies ineens heel belangrijk wordt. Dus eerst interventies met een hoge *recovery*-waarde (zoals bijvoorbeeld *re-use*, *repair* en *remanufacturing*) en pas later, wanneer waardebehoud op productniveau echt niet meer mogelijk is, over te gaan op waardebehoud op materiaalniveau, beter bekend als *recycling*.

3.1. Waarde: perceptie, creatie en realisatie

Omdat waardebehoud zo'n centrale rol speelt in de circulaire economie, is het belangrijk om een beeld te hebben van wat waarde nu eigenlijk is en hoe het ontstaat. In elk economisch systeem zijn er twee vormen van waarde: waarde als subjectieve perceptie en (economische) waarde als financiële grootheid. In een gezond economisch systeem is elke actie gericht op het creëren, behouden en het tussen partijen uitruilen van deze twee verschijningsvormen van waarde. Energie wordt opgewekt en grondstoffen worden gewonnen en verwerkt om uiteindelijk te komen tot producten en diensten waarmee gebruikers hun leven niet alleen mogelijk, maar veelal ook gemakkelijker en aangenamer kunnen maken. Denk bijvoorbeeld aan voedingsmiddelen, meubels, huishoudelijke apparaten, vervoersmiddelen, (spel) computers, televisies en sportartikelen. Een perceptie van waarde is per definitie subjectief en ontstaat bijvoorbeeld wanneer consumenten, hier als potentiële afnemers van producten en diensten, denken dat hun welzijn erop vooruitgaat wanneer zij over een bepaald product of dienst kunnen beschikken. Als bij een potentiële afnemer de

perceptie van waarde van een product of dienst in voldoende mate hoger is dan de perceptie van de prijs (het offer in geld, tijd en moeite) die voor het verwerven ervan opgebracht moet worden door diezelfde potentiële afnemer, is er kans op een uitruil, of transactie tussen de aanbieder van die dienst of dat product, hier de producent of provider, en de potentiële afnemer. Om de diensten of producten te maken die door klanten als waardevol gezien worden, heeft een producent vooraf moeten investeren; er zijn kosten gemaakt voor arbeid, machines, materialen en energie. Op het moment van een transactie wordt de waarde die voor een klant is gecreëerd weer omgezet in geld. In economische termen is de gecreëerde waarde hiermee 'gerealiseerd'. Zo'n economische uitwisseling kan als succesvol beschouwd worden wanneer beide partijen na afloop vinden dat zij beter af zijn dan vóór de transactie. Voor afnemers (gebruikers) betekent dit dat zij een hoger niveau van welzijn ervaren. Voor aanbieders (producenten) betekent dit dat ze meer geld hebben terugontvangen voor hun dienst of product dan dat zij hebben moeten investeren om die dienst of dat product te produceren; de financiële waarde van hun onderneming is gestegen. De inkomsten van alle (verkoop)transacties van een bedrijf vormen, bij elkaar opgeteld, de omzet van het bedrijf. Het verschil tussen de kosten die de ondernemer heeft moeten maken (aan arbeid, energie en materiaal) om de perceptie van waarde bij hun klanten te creëren en het geld dat ontvangen is van klanten bij afname van de producten en/of diensten is brutowinst. In werkelijkheid is de situatie wat complexer dan hier geschetst. Voor een aanbieder kunnen ook lange termijn afwegingen, zoals bijvoorbeeld continuïteit van de bedrijfsvoering, het verhogen van merkbekendheid of een vergroting van het marktaandeel, een rol spelen bij de evaluatie van het succes van een transactie. Voor dit hoofdstuk volstaat de versimpelde weergave.

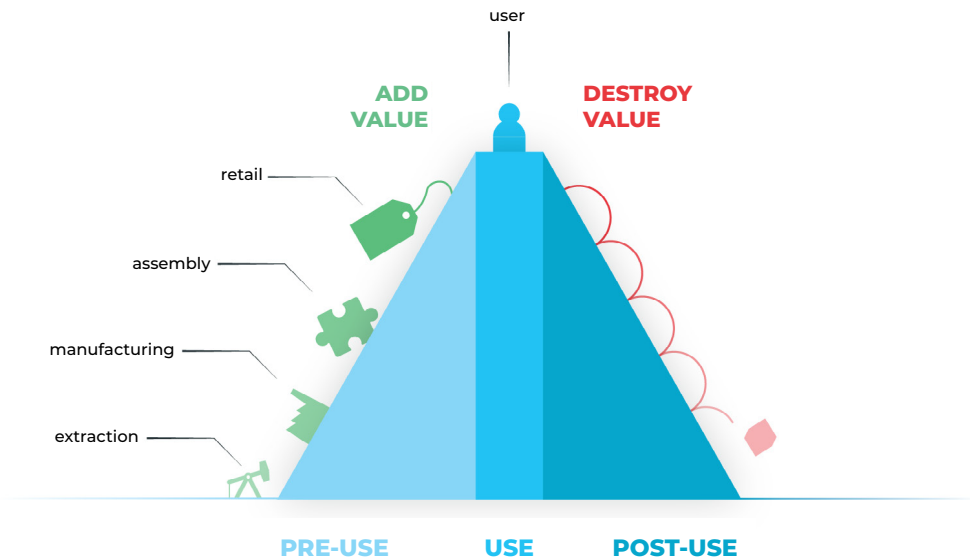
Waarde en vooral ook behoud van (economische) waarde spelen om een drietal redenen een centrale rol in een circulaire economie. De eerste en belangrijkste reden is dat producten en materialen, zolang zij als waardevol gezien worden, niet als 'afval' uit het economische systeem zullen verdwijnen. Niemand gooit tenslotte graag geld weg of verlaagt zijn of haar kwaliteit van leven met opzet. De tweede reden is dat het waarde concept duidelijk maakt dat het gebruikers vaak niet om het (bezit van het) tastbare product gaat maar vooral om hoe een product een rol kan spelen in het verhogen van hun subjectieve beleving van welzijn. Dit inzicht opent mogelijkheden voor andere transactievormen en verdienmodellen die niet alleen maar gericht zijn op de overdracht van eigendom van het fysieke product en op het zo snel mogelijk verkopen van zo veel mogelijk producten. De derde reden is dat het idee van waardebehoud een belangrijke aanwijzing biedt over hoe we onze fysieke producten zouden moeten ontwerpen in een circulaire economie. Producten zouden zó ontworpen moeten worden, dat hun nuttige levensduur, en die van de in die producten opgesloten materialen, zo lang mogelijk is.

3.2. Waardeverloop

Waardeverloop en relatieve duurzaamheid in een lineaire economie

In hoofdstuk 1 is uitgelegd dat sinds de eerste Industriële Revolutie veel van de huidige lineaire economie gebaseerd is op het economische principe 'Sell More, Sell Faster' (Den Hollander, 2018). Daardoor bestaat ruim 90% van de economische transacties met producten uit een eenmalige en permanente overdracht van eigendoms- rechten; het product wordt verkocht aan de afnemer. De perceptie van waarde wordt op het moment van verkoop vertaald in een financiële waarde.

Vanaf het transactiemoment daalt de perceptie van de (economische) waarde, afhankelijk van het type product, in de meeste gevallen echter snel, zowel bij afnemer als producent. Figuur 3.1, de 'value-hill' illustreert dit verloop van waardecreatie via waarderealizatie naar waardevernietiging.



Figuur 3.1: De 'value-hill', van waardecreatie, via waarderealizatie naar waardevernietiging in een lineaire economie. (Bron beeldmateriaal: Whitepaper 'Master Circular Business with the Value Hill' (Achterberg, Hinfelaar & Bocken, 2016))

Producten blijken in de praktijk toch minder goed te werken of minder lang mee te gaan dan geadverteerd of verwacht, waardoor ontevredenheid met het product bij gebruikers toeneemt en de waardeperceptie daalt. Maar er is nog een andere oorzaak van het snel dalen van de waarde van producten. In op 'Westerse' leest geschoeide economische systemen is de markt voor de meeste producten verzadigd. Dit betekent dat zo'n markt voornamelijk draait op vervangingsaankopen. Bij een vervangingsaankoop

wordt een ouder, bestaand product afgedankt om ruimte te maken voor de aanschaf van een nieuw product. Om hun omzet in deze verzadigde markten op peil te houden, kondigen producenten daarom vaak met hoge regelmaat nieuwe, verbeterde, versies van hetzelfde product aan om de verkopen te stimuleren. Eerder aangeschafte producten worden hierdoor versneld gezien als overbodig en achterhaald (Eng.: *'obsolete'*), waardoor de waardeperceptie ervan bij gebruikers nog verder daalt. Wanneer een product dat is ontwikkeld voor gebruik in een op vervangingsaankopen gebaseerd *'Sell More, Sell Faster'* model wordt afgedankt, eindigt de (economische) waarde in het merendeel van de gevallen niet op, maar zelfs onder nul: Het verzamelen en verwerken van afgedankte producten die niet ontworpen zijn voor hergebruik, reparatie of recycling kost veelal (veel) geld. Vaak is dat al na korte tijd: 90% van al onze aankopen wordt binnen zes maanden afgedankt (UN, 2022). Ook laat onderzoek zien dat 50%-70% van de afgedankte producten nog eetbaar (in geval van voedselproducten) of volledig functioneel is en in staat de functie waarvoor zij oorspronkelijk ontworpen waren te vervullen (Ecoexperts, 2022; Oswald & Reller,). Het gros van de producten wordt kennelijk dus niet afgedankt omdat ze kapot zijn, maar omdat er nieuwe(re), meer aantrekkelijke, versies van dezelfde producten aangeschaft worden.

Voor zover al aanwezig, is het streven naar duurzaamheid in een lineaire economie relatief (De Pauw, 2015). Duurzaamheidsinterventies in een lineaire economie zijn er in het algemeen op gericht om de situatie rond één bepaald product minder slecht te maken dan die nu is. Ze zijn niet gericht op de totale eliminatie van 'afval' uit het gehele economisch systeem. Resultaat van die interventies is vaak dat de situatie rond een bepaald product weliswaar minder slecht is dan voorheen, maar het economisch systeem als geheel niet méér circulair is geworden omdat er per saldo nog steeds - en soms zelfs meer - afval ontstaat. Daarnaast worden bij het ontwikkelen van relatieve duurzame oplossingen de effecten van interventies op het grotere systeem soms buiten beschouwing gelaten, hetgeen tot ongewenste en onbedoelde neveneffecten kan leiden (De Pauw, 2015), zoals bijvoorbeeld zogeheten *'rebound-effecten'*. Een *rebound-effect* treedt op wanneer een verbetering op productniveau tot een verslechtering op systeemniveau leidt. Wanneer dergelijke effecten optreden is de kans groot dat de beoogde milieuwinst grotendeels teniet wordt gedaan.

Drie voorbeelden van relatieve duurzaamheid in onze lineaire economie zijn energiezuinige lampen, elektrische deelscooters en de keuze voor recycling zonder eerst de mogelijkheden voor levensduurverlenging (zoals bijvoorbeeld direct hergebruik of reparatie) voldoende te hebben benut.

Vervangen van gloeilampen door energiezuinige lampen (zoals PL-spaarlampen en LED) resulteert in een verbetering op productniveau in de vorm van een lager elektriciteitsverbruik. Daartegenover staat echter een verslechtering op systeemniveau, in de vorm van problematischer afval (plastic, elektronische componenten en printplaten in plaats van metaal en glas) en een *rebound-effect* in de vorm van dat

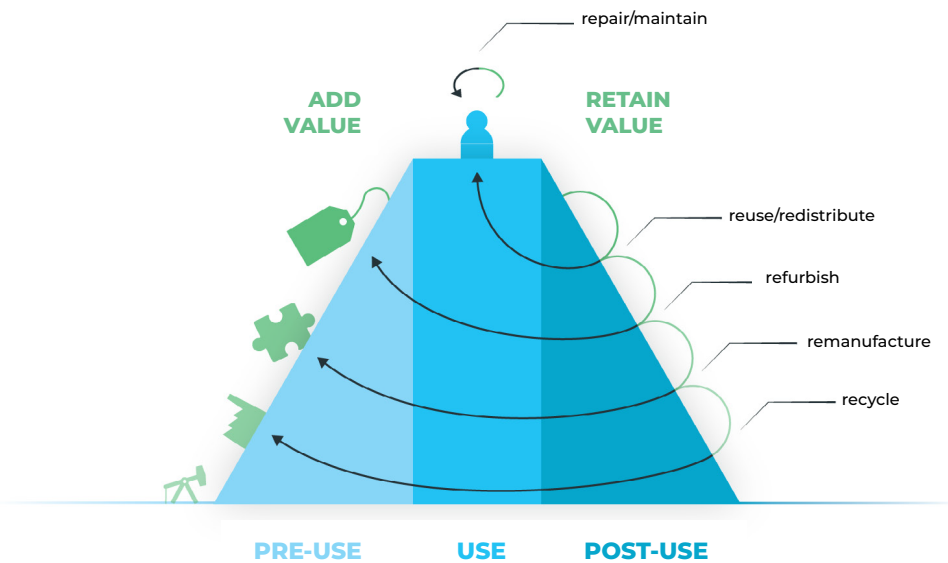
het licht vaker aangelaten wordt en op meer plaatsen dan voorheen toegepast wordt (bijvoorbeeld via wifi aangestuurde gekleurde LED-strips achter meubels en langs plafonds). Voor elektrische deelscooters geldt iets soortgelijks. Een deel van de ritten voorkomt autoritten op fossiele brandstof en resulteert lokaal in minder uitstoot en parkeerproblemen. Een ander deel van de ritten zal echter gedaan worden door mensen die anders gebruik zouden maken van het openbaar vervoer, de fiets zouden pakken of zouden lopen; alternatieven die in het grotere plaatje waarschijnlijk juist minder milieubelastend zouden zijn. Daarbij is de levensduur van elektrische scooters in deelsystemen slechts enkele maanden, hetgeen resulteert in een aanzienlijke stroom aan afgedankte scooters, inclusief hun accu's en elektronica. Het laatste voorbeeld betreft de onmiddellijke keuze voor *recycling* in plaats van die eerst vooraf te laten gaan door maximale levensduurverlenging op productniveau.

Wanneer een afgedankt product gerecycled wordt, lost dat een deel van het afvalprobleem geassocieerd met dat product op. In een groter kader bekeken, leidt recycling echter tot een zeer snelle daling en daarmee vernietiging van (economische) waarde en maakt het te snel verdwijnen van veelal nog (her)bruikbare producten uit het economisch systeem de productie van nieuwe producten noodzakelijk. Daarbij komt nog dat, omdat afval in een lineaire economie nu eenmaal is toegestaan, eventuele restwaarde slechts uit die delen van een product gehaald waarvoor dat voldoende gemakkelijk of winstgevend mogelijk is. Om de financiële marges te beschermen worden die (delen van) producten waarvan hergebruik of *recycling* te ingewikkeld of te duur zijn uiteindelijk afgevoerd als afval naar de verbrandingsoven of de vuilstortplaats (dit laatste is overigens niet toegestaan in Nederland). Wat hier in belangrijke mate meespeelt, is dat producenten weinig redenen hebben om na de verkoop nog intensief betrokken te zijn bij de verdere levensduur van hun producten. Afgezien van wat randzaken zoals de Europese tweejarige garantieverplichtingen en misschien merk- en reputatieoverwegingen, valt er voor hen in een lineaire economie weinig winst te behalen in langere betrokkenheid of interventies die een groter systeem in acht nemen. Sterker nog, productlevensduurverlenging en interventies die de levensduur van een product kunnen verlengen, zoals bijvoorbeeld het aanbieden van betaalbare reparatie opties en goed verkrijgbare onderdelen, worden in een lineaire '*Sell More, Sell Faster*' context in veel gevallen zelfs gezien als bedreigend voor de omzet.

Waardeverloop en absolute duurzaamheid in een circulaire economie

Anders dan relatieve duurzaamheid in een lineaire economie, is duurzaamheid in een circulaire economie absoluut (Den Hollander, 2018): In een 100% circulaire economie bestaat het concept 'afval' niet meer. De einddoelen zijn niet 'minder slecht' of 'minder afval' op lokaal (product) niveau maar 'goed' en 'geen afval' op systeem (economie) niveau. Een permanente doorgang van de economische waarde van afgedankte producten naar 'onder nul' (afval opslaan en verwerken kost immers geld), zoals in een

lineaire economie, is daarmee in principe niet meer mogelijk. 'In principe', omdat het in de praktijk van alledag onmogelijk zal zijn om werkelijk alle materialen en energie voor altijd in het economisch systeem opgesloten te houden. Dit gegeven heeft grote consequenties voor hoe er in een circulaire economie met afgedankte producten moet worden omgegaan. Zonder de ontsnappingsmogelijkheid van 'afval', zal uiteindelijk voor elk onderdeel en stukje materiaal van ieder product een oplossing gevonden moeten worden, zodat het deel kan blijven uitmaken van het economisch systeem (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2: De 'value-hill', van waardecreatie, via waarderealisatie naar waardebehoud in een circulaire economie. (Bron beeldmateriaal: Whitepaper 'Master Circular Business with the Value Hill' (Achterberg, Hinfelaar & Bocken, 2016)

Bijvoorbeeld in de vorm van hergebruik of *recycling*, ongeacht hoe problematisch of kostbaar ook. Daarmee worden niet alleen de aard, de hoeveelheid maar vooral ook de volgorde van zogeheten '*recovery*-interventies' enorm belangrijk. Onder *recovery*-interventies verstaan we die handelingen en processen die nodig zijn om (delen van) afgedankte producten weer waardevol te maken voor gebruikers en afnemers. Want hoewel op dit moment de kosten voor afvalverwerking nog steeds voor een substantieel deel geëxternaliseerd kunnen worden door bedrijven, ligt het in de lijn der verwachting dat dit in de nabije toekomst niet langer mogelijk zal zijn. Dit is het resultaat van de voortschrijdende Europese wetgeving, zoals bijvoorbeeld rond de uitgebreide verantwoordelijkheid van producenten (PBL, 2021). Daarnaast vraagt elke *recovery*-interventie ook zelf energie en materiaal, denk hierbij bijvoorbeeld aan de productie en

het transport van benodigde reserve-onderdelen. Om in een circulaire economie zo winstgevend mogelijk te kunnen opereren is het zaak voor bedrijven om de totale kosten van de recovery-interventies zo laag mogelijk te houden en zoveel mogelijk van de toegevoegde (economische) waarde daadwerkelijk te realiseren en zo lang mogelijk te behouden.

Concreet betekent dit, dat bedrijven in een circulaire economie hun producten en diensten moeten ontwikkelen met langdurig gebruik, hergebruik en recycling als belangrijke uitgangspunten en actief betrokken moeten blijven bij hun producten. Ook nádat deze in gebruik zijn genomen, en zelfs wanneer de producten zijn afgedankt door hun gebruikers. Dit om te voorkomen dat kostbare grondstoffen als afval uit het economisch systeem verdwijnen.

3.3. Waardebehoud als centraal handelingsperspectief

Waardebehoud kan plaatsvinden op productniveau of op materiaalniveau. In beide gevallen biedt het concrete aanwijzingen voor hoe om te gaan met producten of product-dienst combinaties in een circulaire economie. Op productniveau betekent het dat producten of systemen lang in gebruik zouden moeten blijven. In het algemeen kan gezegd worden, dat het waardebehoud groter is naarmate een product langer in gebruik kan blijven. Uitzonderingen hierop zijn producten die tijdens hun gebruik energie uit niet-hernieuwbare bronnen verbruiken. In die gevallen kan het vanuit milieuoogpunt soms lonen om over te stappen op een nieuwere, zuinigere, versie van zo'n product. Waardebehoud op materiaalniveau lijkt het meeste op traditionele *recycling* en ontstaat wanneer materialen opgesloten in afgedankte producten op een efficiënte manier uit die producten teruggewonnen kunnen worden. Hier geldt als vuistregel dat het waardebehoud groter is naarmate materialen minder verontreinigd zijn en gemakkelijker uit een product geïsoleerd kunnen worden.

Juist door het contrast met onze huidige lineaire economie, waarin lang gebruik van producten bijna actief ontmoedigd wordt door de niet aflatende stortvloed van 'nieuwe en verbeterde' producten en vooraf gepland hergebruik van materialen nog in de kinderschoenen staat, biedt waardebehoud een uniek handelingsperspectief voor de circulaire economie, zowel voor producenten als voor gebruikers. De omstandigheden waaronder het aantrekkelijk wordt om producten of systemen lang te gebruiken en producten te ontwikkelen die na afdanken goed ontleed kunnen worden in hun materiele componenten zullen, zeker in een lineair georganiseerde economie, niet spontaan ontstaan maar zorgvuldig en doelbewust gecreëerd moeten worden. Om de adoptie van een circulaire economie te realiseren en deze langdurig en goed te laten functioneren, dienen de omstandigheden en circulaire oplossingen voor zowel producenten als gebruikers voordelig te zijn. In een lineaire economie neemt het economisch spel tussen producenten en gebruikers vaak de vorm aan van een 'zero-sum game', dat wil zeggen, een situatie waarin belangen van producenten en

gebruikers tot op zekere hoogte tegengesteld zijn, maar die kan voortbestaan dankzij een precair evenwicht dat door beide partijen getolereerd wordt. Langere productlevensduur, betere garantievoorwaarden en goedkope reparatiemogelijkheden of een lagere prijs zijn gunstig voor de gebruiker, maar drukken veelal de winst van de producent. Omgekeerd doen een kortere levensduur, minimale garantie en vrijwel niet kostenefficiënt te repareren producten met een fors prijskaartje, de winst van producenten vaak stijgen. De resulterende, vaak onder stilzwijgend protest geaccepteerde, situatie kan standhouden mede omdat er vrijwel geen alternatieven beschikbaar zijn. Dit laatste geldt zowel voor (de functionaliteit van) materiële producten als voor de gebruikte transactie- en verdienmodellen waarin deze producten zijn ingebed.

Om een transitie naar een circulaire economie te versnellen - en überhaupt mogelijk te maken - zijn daarom innovatieve producten en transactie- en verdienmodellen nodig. Met behulp van dergelijke nieuwe businessmodellen zou de traditionele '*zero-sum game*' situatie veranderd moeten worden in één van synergie, dat wil zeggen, scenario's waarin zowel producenten als gebruikers baat hebben bij oplossingen die helpen om het economisch systeem (meer) circulair te laten opereren. Die oplossingen kunnen zowel de vorm hebben van slim ontworpen materiële producten als van innovatie product-dienst combinaties en businessmodellen. In het volgende hoofdstuk zullen we zien hoe, door gebruik van geoptimaliseerde combinaties van productontwerp en businessmodel archetypes, concreet invulling gegeven kan worden aan het streven naar waardebehoud en '*zero-waste*', om zo de transitie naar een circulaire economie mogelijk te maken en te versnellen.

De sleutel tot adoptie van een circulaire economie zal gezocht en gevonden moeten worden in unieke combinaties van innovatieve fysieke producten en diensten, uitgevoerd in materialen en ingebed in businessmodellen die waardeperceptie, economisch potentieel en waardebehoud maximaliseren en tegelijkertijd eco-impact minimaliseren.

Drie praktische ingangen voor bedrijven om een succesvolle transitie naar een circulaire economie mogelijk te maken

Een succesvolle transitie naar een circulaire economie vraagt om meer dan veranderingen in materiële producten alleen, ongeacht of deze veranderingen nu vrijwillig of naar aanleiding van nieuwe wet- en regelgeving tot stand komen. In een lineaire economie genereert het merendeel van de producenten van materiële producten omzet door zo snel mogelijk zo veel mogelijk producten te verkopen. Een verlenging van de nuttige levensduur van producten wordt vanuit die lineaire context daarom door bedrijven vaak gezien als een bedreiging voor de verkoopaantallen en daarmee een bedreiging voor de omzet en continuïteit. Veel veranderingen brengen risico's met zich mee voor bedrijven, roepen weerstand op en vragen acceptatie door gebruikers. In dit hoofdstuk bespreken we op welke gebieden bedrijven veranderingen zouden kunnen doorvoeren, hoe ze risico's en weerstand kunnen verminderen, zodat ook voor hen een succesvolle transitie naar een circulaire economie mogelijk wordt.

Een essentiële voorwaarde voor een succesvolle transitie naar een circulaire economie, is dat producenten leren hoe ze op basis van levensduurverlenging van producten of daarin opgesloten materialen (waardebehoud) een omzet kunnen genereren die in de buurt ligt van wat in het huidige lineaire systeem mogelijk is. Zolang aan die conditie niet voldaan wordt, is het aannemelijk dat actief gelobbied zal worden door de verschillende branches in de industrie om elke verandering richting een economisch systeem dat gericht is op waardebehoud zo lang mogelijk uit te stellen. Een voorbeeld van een succesvolle industriële lobby tegen duurzaamheidsmaatregelen is bijvoorbeeld de uitzonderingsregeling die sportauto-fabrikanten Ferrari, Lamborghini en McLaren hebben weten te bedingen met betrekking tot het volledig uit faseren van de verkoop van nieuwe auto's met verbrandingsmotoren (Topgear, 2022).

De sleutel tot adoptie van een circulaire economie zal gezocht en gevonden moeten worden in unieke combinaties van innovatieve fysieke producten en diensten, uitgevoerd in materialen en ingebed in businessmodellen die waardeperceptie en waardebehoud (en daarmee economisch potentieel) maximaliseren en tegelijkertijd

milieu-impact minimaliseren. Combinaties waarmee waardeproposities gecreëerd kunnen worden die als zó interessant en waardevol gezien worden door gebruikers, dat het voor producenten mogelijk wordt innovatieve producten en diensten te introduceren waarmee waardebehoud gemaximaliseerd en milieu-impact geminimaliseerd kan worden. Denk bijvoorbeeld aan producent van elektrische auto's Tesla (2022), dat strategisch koos om elektrische auto's te (her)introduceren op de automarkt via sportieve modellen in het hogere segment van de automarkt. Door te kiezen voor introductie van modellen voor een kapitaalkrchtig klantsegment werd het mogelijk elektrische auto's op de markt te brengen die luxe waren uitgevoerd en zeer hoge prestaties hadden. Het resultaat was dat elektrische auto's werden bevrijd van hun saaie duurzaamheidsimago en geherpositioneerd als de ultieme luxe (sport)auto's van de toekomst. Los van de discussie over hoe duurzaam elektrische auto's nu werkelijk zijn, laat het Tesla voorbeeld zien hoe de introducties van Tesla Roadster in 2008 en de Tesla Model S in 2012 met hun uiterlijk, nieuwe 'connectivity' eigenschappen en prestaties de weerstand tegen elektrische auto's wegnamen en de weg plaveiden voor acceptatie van, en zelfs begeerte voor, elektrische auto's bij de consument. Recentelijk gaven diverse fabrikanten van elektrische auto's, waaronder Tesla, echter ook aan te vrezen dat de langere levensduur van hun elektrische voertuigen zou leiden tot lagere verkoopaantallen en omzet (RTLnieuws, 2022). Om hun winst toch op peil te houden, kondigden de autofabrikanten nieuwe verdienmodellen aan. Zo kunnen de kopers van een nieuwe auto bij deze fabrikanten bijvoorbeeld niet alleen betaalde abonnementen afsluiten om gebruik te maken van aanvullende diensten (zoals bijvoorbeeld *real-time* verkeersinformatie), maar ook om de functionaliteiten van diverse accessoires (zoals bijvoorbeeld stoel- en stuurverwarming) voor een bepaalde periode op afstand te kunnen laten ontsluiten door autofabrikanten. Het gaat hier om accessoires die, nota bene, vanaf de fabriek reeds aanwezig zijn op de zojuist aangeschafte auto's. De grondstoffen en energie om de *hardware* voorzieningen te produceren zijn dus al gebruikt en door de klant betaald. In dit voorbeeld betalen klanten die de voorzieningen wél willen gebruiken dus eigenlijk dubbel. De klanten die ervoor kiezen om niet te betalen voor gebruik van de voorzieningen, hebben eigenlijk teveel betaald voor hun auto en rijden rond met hardware voorzieningen die nooit gebruikt worden, gemaakt uit grondstoffen en energie die dus eigenlijk verspild zijn. Een LinkedIn post van mij van het nieuwsartikel waarin de plannen en praktijken van de automakers werden besproken resulteerde dan ook in gemengde reacties op de nieuwe verdienmodellen van de automakers (Den Hollander, 2022). Bovenstaand voorbeeld schetst niet alleen één van de mogelijkheden voor een producent om geld te verdienen gedurende de lange nuttige levensduur van een product, het abonnementsmodel, het laat tegelijkertijd ook zien hoe bij consumenten weerstand tegen adoptie van dergelijke businessmodellen kan ontstaan, wanneer ze niet op een goede manier worden ingezet en uitgevoerd. De concrete invulling van alternatieve businessmodellen luistert bijzonder nauw. Niet elke

denkbare product-dienst combinatie zal met evenveel enthousiasme ontvangen worden door elke (potentiële) klant. Daarmee moeten producenten dus heel zorgvuldig afwegen welke mogelijkheden zij hebben en hoe ze deze met succes kunnen inzetten om meer circulair te opereren. Met een goede aanpak is het echter beslist mogelijk om te zorgen voor kosteneffectief waardebehoud. In hoofdlijnen zijn er drie praktische ingangen om dit te bereiken:

1. Ontwerpen en produceren voor waardebehoud,
2. Inzetten van businessmodel typen voor waardebehoud en
3. Inzetten en ontwikkelen van (bio-) circulaire materialen voor eco-impact reductie. De drie ingangen kunnen met elkaar gecombineerd worden en zo elkaar versterken.

4.1. Ontwerpen en produceren voor waardebehoud

De eerste ingang voor bedrijven om meer circulair te opereren ligt in de ontwerp- en productiefase. De meeste fysieke producten die op dit moment verhandeld en gebruikt worden zijn nooit ontworpen met het oog op waardebehoud in een circulaire economie. Dat betekent dat ze niet geoptimaliseerd zijn voor schone productie, levensduurverlenging door bijvoorbeeld reparatie en volledige *recycling* aan het einde van hun levensduur, waardoor het voor producenten moeilijk wordt om ze onveranderd in te zetten in een circulaire economie. Ingrepen om de levensduur van dergelijke producten te verlengen zijn in veel gevallen niet mogelijk, of te kostbaar om economisch rendabel te zijn. Ook staat de manier waarop dit soort producten wordt gemaakt volledige *recycling* vaak in de weg. Dat kan bijvoorbeeld zijn omdat er in de productie bepaalde materialen worden toegepast die niet hernieuwbaar zijn, niet geschikt zijn voor *recycling* of omdat verschillende incompatibele materialen onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

De eerste stap die een bedrijf kan nemen op weg naar meer circulair opereren is het doorlichten van haar productportfolio en productieprocessen op geschiktheid voor, en huidig niveau van, waardebehoud. Hierbij geldt dat maximalisatie van waardebehoud altijd een streven zal zijn. De volgende stappen, afhankelijk van de uitkomsten van de eerste analyse, kunnen dan bestaan uit het aanpassen van processen en het (her)ontwerpen van producten met als doel het geschikt maken voor waardebehoud. Het aanpassen van producten en processen kan op uiteenlopende manieren. Denk bijvoorbeeld aan het introduceren van losneembare boutverbindingen in plaats van permanente lasverbindingen of aan het vervangen van niet-hernieuwbare, fossiel gebaseerde, materialen voor hernieuwbare, *biobased* en *biodegradable*, materialen. Ook procesoptimalisatie en het terugdringen van verliezen, al lang bekend uit de lineaire economie, zijn belangrijke vormen van waardebehoud. Omdat ze uitgebreid beschreven zijn in die context en de interventies en methoden hiervoor in een circulaire economie niet anders zijn, zullen we er hier niet verder over uitweiden.

Anders is het gesteld met ontwerpen en produceren voor waardebehoud door levensduurverlenging. Omdat productlevensduurverlenging in 'Sell More, Sell Faster' businessmodel-archetypen weinig oplevert, is de aandacht voor mogelijkheden en onderzoeksresultaten op dit gebied lange tijd zeer beperkt geweest, zeker vanuit de industrie. Zoals benadrukt in de naam van mijn lectoraat, Circular Design & Manufacturing, ben ik ervan overtuigd dat er echter juist via deze route veel winst te behalen valt en grote stappen kunnen worden gezet in de richting van een circulaire economie.

Ontwerpen voor waardebehoud op productniveau

Binnen het ontwerpen voor waardebehoud op productniveau zijn er drie verschillende hoofdrichtingen die producenten kunnen kiezen (en combineren) om hun producten een potentieel voor een lange, nuttige, levensduur mee te geven (Den Hollander, 2018):

1. Het inbouwen van weerstand tegen afdanken;
2. Het inbouwen van mogelijkheden tot uitstellen van afdanken;
3. Het inbouwen van mogelijkheden om afdanken te keren.

Welke (combinatie) van de bovenstaande richtingen het meest geschikt is in een bepaalde situatie hangt in de praktijk af van het type product, de mogelijkheden en de strategische overwegingen van een producent. Omdat interventies voor waardebehoud van een product (component of materiaal) echter op hun beurt ook zelf altijd kosten met zich mee zullen brengen, in de vorm van arbeid, transport, materiaal- en energieverbruik en uitstoot, is er echter wél een algemene richtlijn die gevolgd kan worden bij het bepalen van de meest geschikte keuze. Het zogeheten 'Inertia Principle' (Stahel, 2010, p.195) luidt: "*repareer niets dat niet kapot is, herfabriceer niets dat nog gerepareerd kan worden en recycle niets dat nog geherfabriceerd kan worden*". Met andere woorden, houdt gedurende de levensduur van een product of systeem de (economische) waarde op peil met zo weinig interventie(s) als mogelijk.

Re-use, of in het Nederlands 'direct hergebruik', van een product vraagt bijvoorbeeld vrijwel geen interventies aan het product omdat het opnieuw ingezet wordt in de staat waarin het is. Denk hier aan gebruikte producten die via een website als Marktplaats rechtstreeks van eigenaar wisselen.

Re-furbishment, of 'opknappen', waarbij (bijna) versleten of beschadigde onderdelen vervangen worden en producten ook cosmetisch opgepoetst worden, vraagt al om aanmerkelijk meer interventies. Omdat die interventies vaak ook nog eens door gespecialiseerde bedrijven gedaan moeten worden, neemt in een dergelijk scenario niet alleen het aantal *recovery*-interventies, maar veelal ook het aantal transportkilometers toe, en daarmee het totaal van economische en ecologische kosten.

Met deze voorkeursvolgorde op basis van het 'Inertia Principle' in het achterhoofd, zullen we in de volgende secties de drie hoofdrichtingen de revue laten passeren.

Lange levensduur: inbouwen van weerstand tegen afdanken

Producten kunnen zó ontworpen en geproduceerd zijn dat zij, zonder aanvullende ingrepen tijdens hun levensduur, heel lang gebruikt kunnen worden in de functie waarvoor zij ontworpen waren. Dergelijke producten zijn vaak gemaakt uit materialen die tegen een stootje kunnen en soms zelfs mooier worden door gebruik. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een leren tas of een pan uit plaatstaal (zie figuur 4.1) of gietijzer. Het betreft hier niet alleen de materialen, maar ook de manier waarop verschillende onderdelen met elkaar verbonden zijn. Door te kiezen voor eenvoudig en robuust, kan een reparatie, indien nodig, vaak met algemeen beschikbare technieken en gereedschappen uitgevoerd worden. De betrouwbaarheid van dit soort producten in combinatie met de vaak unieke esthetische kwaliteiten die door de tijd ontstaan, maken dat gebruikers aan hun producten gehecht raken en ze niet graag kwijt willen of afdanken.



Figuur 4.1: Pan uit plaatstaal met aangeklonken grepen. (Bron beeldmateriaal: <https://www.debuyer.com/en/steel-country-pan-mineral-b-1469.html>)

Omdat de levensduur van de genoemde voorbeelden in de orde van tientallen jaren kan liggen, voldoen ze vrijwel ongemerkt aan het beeld dat we hebben van 'een lange tijd'. Het is daarom belangrijk te realiseren dat 'lang' afhankelijk van het type product een andere invulling kan hebben omdat bepaalde producten 'vluchtiger' van aard zijn

dan andere. Denk bij ‘vluchtiger’ producten bijvoorbeeld aan *smartphones* en *laptops*. Een goede manier om ‘lang’ in deze context te interpreteren kan daarom zijn ‘langer dan de gebruikelijke nuttige levensduur van producten in deze categorie’. Een laptop die 9 jaar meegaat is bijvoorbeeld al een enorme verbetering ten opzichte van de gebruikelijke 3 jaar die momenteel nog vaak als afschrijvingstermijn gehanteerd wordt.

Verlengde levensduur: inbouwen van mogelijkheden tot uitstellen van afdanken

Een andere manier voor producenten om te zorgen dat hun producten lang(er) mee kunnen, is ze zo te ontwerpen dat ze gemakkelijk onderhouden en, indien nodig, gerepareerd of *ge-upgrade* kunnen worden. Dat wil zeggen dat ze aangepast kunnen worden aan veranderde behoeftes of omstandigheden. Deze benadering vraagt weliswaar wat extra materiaal en energie, denk hierbij aan onderhoudsmiddelen, onderdelen en transport, maar is voor sommige producten de enige mogelijkheid om te komen tot een lange(re) levensduur. Fietsen en motoren, met hun vele bewegende delen, en computers, met hun constante en snelle veranderingen in besturingssystemen, software en randapparatuur, zijn voorbeelden van producten uit deze categorie (Zie figuur 4.2).



Figuur 4.2: Framework, een modulaire laptop die door gebruikers zelf gerepareerd en uitgebreid kan worden. (Bron beeldmateriaal: <https://www.dezeen.com/2022/01/04/framework-modular-laptop-technology/>)

Producten in deze categorie dienen zo ontworpen te worden, dat delen die gevoelig zijn voor vervuiling, slijtage of veroudering (ook qua functionaliteit), goed toegankelijk zijn en gemakkelijk onderhouden kunnen worden. Daarnaast zouden alle onderdelen

die aangevuld of uitgewisseld moeten kunnen worden met modernere componenten of onderdelen met een andere functionaliteit, met goed losneembare verbindingen aan elkaar bevestigd moeten zijn.

Hernieuwde levensduur: inbouwen van mogelijkheden om afdanken om te keren

De derde manier om de levensduur van producten te verlengen, is om producten, wanneer die zijn afgedankt door hun gebruikers, opnieuw geschikt te maken voor gebruik. Dat kan bijvoorbeeld door ze zodanig op te werken, dat ze weer aantrekkelijk en bruikbaar worden voor andere gebruikers, of door ze in te zetten voor een ander doel dan dat ze oorspronkelijke ontworpen waren. Deze benadering vergt vaak het meeste werk, materiaal en energie, maar biedt interessante commerciële kansen. Deze aanpak wordt al lang en met succes toegepast voor kostbare elektromechanische apparatuur, bijvoorbeeld MRI-scanners en fotografische reproductiestraten en voor zware, industriële machinerie, zoals graafmachines (zie figuur 4.3).



Figuur 4.3: Hitachi graafmachine, onbruikbaar ('obsolete') geraakt na overstromingen in Japan in 2018, geremanufactured naar nieuw en verkocht met garantie als 'Premium Used'. (Bron beeldmateriaal: <https://www.hitachicm.com/global/en/products/remanufactured/projects/>)

Ontwerpen voor waardebehoud op materiaalniveau

Wanneer het niet meer mogelijk of economisch haalbaar is om producten of componenten langer te gebruiken, is de laatste optie die producenten rest het behouden van waarde op materiaal niveau; een proces beter bekend als *recycling*. Hoewel in dit laatste scenario een groot deel van de eerder toegevoegde (economische)

waarde verloren gaat, moet deze stap uiteindelijk voor alle producten in een circulaire economie ondernomen worden. Immers, 'afval', ofwel het laten 'verdwijnen' van materialen uit het economisch systeem, is in een circulaire economie niet meer toegestaan. Producenten doen er dus ook vanuit bedrijfseconomisch perspectief wijs aan om eerst alle andere opties voor levensduurverlenging uit te putten, voordat ze besluiten tot *recycling* op materiaalniveau over te gaan. De hoogte van de restwaarde die uiteindelijk behouden blijft bij *recycling*, is in hoge mate afhankelijk van de effectiviteit waarmee de materialen herwonnen kunnen worden, en hoe zuiver de herwonnen materialen zijn. Om producten optimaal geschikt te maken voor *recycling*, is het daarom belangrijk vermenging en vervuiling te vermijden. Dat kan bereikt worden door producten zó te ontwerpen, dat verschillende materialen niet onlosmakelijk met elkaar verbonden worden, door bijvoorbeeld verlijmen of versmelten. Toegepaste verbindingselementen moeten gemakkelijk losneembaar zijn. Dit laatste hoeft overigens niet altijd met inzet van kostbaar handwerk of dure robots te gebeuren. Philips (in 2014 nog producent van verlichting) ontwikkelde bijvoorbeeld (ontwerprichtlijnen voor) LED-lampen, die bij mechanisch *shred*den op een specifieke manier uit elkaar breken waardoor zo zuiver mogelijke fracties overblijven (Laubscher & Marinelli, 2014; Aerts, Felix, Huisman & Balkenende, 2014). Een andere, onconventionele, invulling werd ontwikkeld door het Engelse ontwerp bureau Agency of Design (2022a). Zij bedachten een goedkope en weinig destructieve manier om grote aantallen apparaten kosten-efficiënt te demonteren. Als '*proof of concept*' ontwierpen en bouwden ze apparaten voorzien van speciale klikverbindingen met ingebouwde 'ballonnetjes'. Wanneer de apparaten onder vacuüm werden gebracht in een vacuümcabine, bliezen de ballonnetjes zich op en drukten daarbij de klikverbindingen uit elkaar (zie figuur 4.4). Zo demonteerden de apparaten zichzelf en hoefden na afloop slechts de verschillende onderdelen verzameld te worden (Agency of Design, 2022b)).

De bovengenoemde mogelijkheden en richtlijnen voor ontwerpen en produceren voor waardebehoud vormen echter slechts één element in de complexe puzzel van de overgang naar een circulaire economie. Zoals eerder besproken, zijn de meeste bedrijven momenteel niet opgezet en toegerust om waardebehoud te vertalen in economisch bedrijfsresultaat. Dit komt doordat ze gebruik maken van het oude, maar nog steeds wijdverbreide, '*Sell More, Sell Faster*' businessmodel archetype (Den Hollander, 2018). In dergelijke modellen, waarvan de eenmalige en permanente overdracht van eigendomsrechten de kern vormt, is voor productlevensduurverlenging en waardebehoud geen plek.

Productlevensduurverlenging wordt in de context van een op '*Sell More, Sell Faster*' gebaseerd businessmodel als contraproductief gezien. In een verzadigde markt - van toepassing voor vrijwel alle producten in onze economie - zijn vrijwel alle aankopen zogeheten 'vervangingsaankopen'. Dat wil zeggen dat een nieuw product wordt



Figuur 4.4: Broodrooster concept van Agency of Design. De rode 'pilletjes' zijn kleine ballonnetjes die zich in vacuüm 'opblazen' en ervoor zorgen dat het apparaat zichzelf demonteert. (Bron beeldmateriaal: <https://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>)

aangeschaft ter vervanging van een bestaand product. Dat kan zijn omdat het oude product kapot is, het de gebruiker niet meer bevalt of omdat er een nieuwere uitvoering op de markt is verschenen. Wanneer producten langer meegaan en minder snel afgedankt worden, heeft dit een remmend effect op de verkoopaantallen. Voor bedrijven die hun omzet genereren op basis van zo snel mogelijk zo veel mogelijk verkopen, vertaalt een daling van de verkoopaantallen zich vrijwel altijd in een daling van het bedrijfsresultaat.

Naast het negatieve effect van waardebehoud in de vorm van productlevensduurverlenging op de verkoopaantallen, is er nog een tweede reden waarom waardebehoud zich slecht laat combineren met op 'Sell More, Sell Faster' gebaseerde businessmodellen. De eenmalige en permanente overdracht van eigendomsrechten op een product, inclusief de daarin opgesloten materialen, maakt dat een producent geen direct financieel belang meer heeft bij het behouden van de waarde van zo'n product; na verkoop komt de waarde van een product immers toe aan de koper. Daarnaast maakt de overdracht van eigendomsrechten het moeilijk voor een producent om tijdig onderhoud, reparaties en eventuele upgrades - interventies die op zichzelf vaak winstgevend zijn voor een producent - af te dwingen. Het aan producten meegeven

van een potentieel voor onderhoud, reparatie en *upgrades* kost geld en is daarom financieel risicovol voor een bedrijf, zeker wanneer het geen enkele zekerheid heeft of het ook op die investering kan kapitaliseren.

Om de transitie naar een circulaire economie interessant te maken voor bedrijven, zijn dus niet alleen circulaire ontwerpen nodig, maar vooral ook nieuwe, circulaire businessmodel archetypen. Businessmodel archetypen waarmee het, in tegenstelling tot het lineaire '*Sell More, Sell Faster*' archetype, wél mogelijk is om omzet en winst te genereren op basis van productlevensduurverlenging en waardebehoud.

4.2. Inzetten van businessmodel archetypen voor waardebehoud

Er zijn verschillende mogelijkheden waarop een bedrijf omzet kan genereren gedurende of op basis van de lange(re) levensduur van een product. Inzet van businessmodellen voor waardebehoud vormt daarmee een tweede mogelijke ingang voor bedrijven om op een meer circulaire manier te opereren. Deze alternatieve businessmodel archetypen variëren in opzet van oplossingen die redelijk dicht bij het eerder besproken '*Sell More, Sell Faster*' model blijven, tot varianten waarin de consument niet of nauwelijks meer met het eigenlijke fysieke product in aanraking komt. Er zijn echter twee elementen die alle écht circulaire businessmodel archetypen gemeenschappelijk hebben. Het eerste is dat (in principe) alle producten uiteindelijk altijd weer terugkomen bij de producent, ook wanneer ze echt aan het einde van hun nuttige levensduur als product of component zijn gekomen en alleen nog maar voor waardebehoud op materiaalniveau in aanmerking komen. Dat kan zijn omdat de producent altijd eigenaar is gebleven of omdat er bij verkoop contractueel is vastgelegd dat de producent het product terug zal kopen aan het einde van de nuttige levensduur, zodat eventueel waardebehoud ten goede komt aan gebruiker én producent. Het tweede is, dat de zowel fysieke producten als het businessmodel met opzet ontworpen zijn om zo circulair mogelijk te zijn. Dit lijkt misschien vanzelfsprekend, maar er bestaat echter ook nog een eigenaardige (maar belangrijke) tussenvorm; het zogeheten 'Tussenbater'-businessmodel archetype (Den Hollander, 2018; Bakker, Den Hollander, Van Hinte & Zijlstra, 2014), dat weliswaar nooit écht circulair zal zijn, maar waarmee wél geld verdiend kan worden aan het levensduurpotentieel van een product. Hoewel het daarmee duidelijk van een andere orde is dan de drie circulaire businessmodel archetypen, zal het hieronder wél besproken worden omdat het een hele belangrijke rol kan spelen in de transitie naar een circulaire economie.

Verschillende circulaire businessmodel archetypen kunnen naast elkaar bestaan, binnen één onderneming of groep van ondernemingen, die samen een circulaire keten vormen of volgtijdelijk over de volledige levensduur van een product gecombineerd worden. Een product kan bijvoorbeeld eerst verhuurd worden aan één of meerdere gebruikers en later, eventueel via een ander bedrijf, met terugkoopovereenkomst verkocht worden aan een andere gebruiker.

Het 'Klassiek lange levensduur'-businessmodel archetype

Deze eerste variant ligt het dichtst bij het lineaire 'Sell More, Sell Faster' archetype, met echter twee belangrijke verschillen. Het eerste verschil is dat de producten in een klassiek lange levensduur model zijn ontworpen en geproduceerd om zo lang mogelijk mee te gaan. Daarnaast is de eigendomsoverdracht niet eenmalig, maar maakt een afspraak voor terugkoop aan het einde van de nuttige levensduur integraal deel uit van de verkoopovereenkomst. De reden dat er in deze variant voor een verkoop-terugkoop scenario wordt gekozen, is dat de opbrengsten hiermee op afzienbare termijn volledig beschikbaar komen voor een producent. In tegenstelling tot de 'toegang' en 'prestatie' modellen, die hierna beschreven worden, blijven er geen financiële middelen voor langere tijd opgesloten in producten die in handen zijn van klanten.

In dit model verdienen producenten geld aan de lange levensduur van het product, doordat de afnemer voor het product met het lange levensduurpotentieel een prijs betaalt die hoger is dan de prijs die betaald zou moeten worden voor een soortgelijk product dat ontworpen en geproduceerd is voor kortere nuttige levensduur.



Statistically, people
change their partner before
they change their
Miele washing machine.

Today the average marriage lasts 10 years. A Miele washing machine is built to last 20. It's cherish your clothes till death do you part. Faithful to the end, it's quiet, it's energy efficient and it's updatable. So, should you tie the knot, make sure you have a pre-nuptial agreement as to who gets the washing machine. Brochure Line 0845 330 3466. www.miele.co.uk

Miele
Anything else is a compromise

Figuur 4.5: Advertentie voor Miele wasmachine waarin de lange levensduur wordt benadrukt. Miele wasmachines worden verkocht tegen een hogere prijs dan veel andere wasmachines omdat ze getest en gebouwd zijn om veel langer mee te gaan dan andere wasmachines. (Bron beeldmateriaal: <https://www.adforum.com/creative-work/ad/player/31662/partner/miele>)

Als we een wasmachine als voorbeeld nemen om het archetype te illustreren, koopt de consument in dit scenario een wasmachine die ontworpen en geproduceerd is om lang mee te gaan. De prijs die betaald moet worden voor het apparaat is hoger dan

die van andere wasmachines op de markt, maar deze wasmachine gaat dan ook veel langer mee dan de goedkopere apparaten. Aan het einde van de nuttige levensduur verkoopt de gebruiker de machine terug aan (een vertegenwoordiger van) de producent. De prijs waartegen dit gebeurt is vaak vooraf bepaald, en kan afhangen van de toestand waarin het apparaat verkeert.

Er zijn drie belangrijke randvoorwaarden voor het succes van dit model. Vooropgesteld dat het ook werkelijk zo is dat één product, dat bijvoorbeeld tien jaar mee kan gaan, uiteindelijk voordeliger is voor de klant dan vijf producten die twee jaar meegaan, moet een klant dit ook zelf wel begrijpen. Daarnaast moet een klant wel de middelen beschikbaar hebben om zich de duurdere variant met de lange levensduur ook te kunnen veroorloven. Als laatste geldt, dat het betreffende type product voldoende moet zijn geëvolueerd om een lange levensduur zinvol te maken. Voor producttypen waarvan de basisfunctionaliteiten nog volop aan technische ontwikkeling onderhevig zijn, is het risico ingehaald te worden door betere varianten en technologieën te groot om in te zetten op een lange productlevensduur zonder interventies, zoals bijvoorbeeld *upgrades*.

Het 'Toegang'-businessmodel archetype

Bij deze 'Toegang'- businessmodel variant (Den Hollander, 2018; Bakker, Den Hollander, Van Hinte & Zijlstra, 2014) is het niet het eigendomsrecht dat verhandeld wordt in een transactie, maar het recht om een product gedurende een bepaalde tijd te mogen gebruiken. De afnemer betaalt per product en tijdseenheid voor de beschikking over een product. Verdiensten worden over de levensduur van een product gegenereerd. Een producent of verhuurder heeft baat bij een zo lang mogelijke nuttige productlevensduur, want hoe langer hetzelfde product verhuurd kan worden, hoe hoger de opbrengst van dat product. Een voorbeeld hiervan is het huren van elektrisch gereedschap, een tent of een waterfiets. In dit model blijven de fysieke producten eigendom van de producent of de verhuurder, waardoor ze aan het eind van hun nuttige levensduur niet ongecontroleerd uit het economisch systeem kunnen verdwijnen. Een bijkomend voordeel van het behoud van eigendom, is dat de producent of verhuurder erop kan toezien dat de apparaten tijdig het juiste onderhoud of beschikbare upgrades krijgen om daadwerkelijk zo lang mogelijk mee te kunnen gaan.

In het geval van ons wasmachinevoorbeeld huurt de consument een wasmachine tegen betaling van een bepaald bedrag per week, maand of jaar (zie figuur 4.5). De consument kan gedurende de periode waarvoor betaald is onbeperkt gebruik maken van de wasmachine maar moet zelf zorgen dat de was gedaan wordt. Ook als er niet

The screenshot shows the Bundles website interface. At the top, there is a navigation bar with the Bundles logo, menu items like 'Abonnementen', 'Zo werkt Bundles', 'Beoordelingen', and 'FAQ', and user account information. A blue banner at the top right displays a 9.1/10 customer rating. Below the navigation, a white notification box states: 'Nieuw! Het Bundles Stapeltarief. Wasjes worden steeds goedkoper naar mate je meer wast. Reken je maandbedrag hier uit!'. Two product cards are displayed side-by-side:

- Miele Wassen Classic:** 'Geen toeters en bellen!'. Features include Max 75°C, 1400 toeren/min, extra programma's, and FreshCare. Pricing: Nieuw - jong gebruikt (€13.95 per maand + Stapeltarief per wasje) and Ouder - refurbished (€11.95 per maand + Stapeltarief per wasje).
- Miele Wassen Luxe:** 'Extra gemak en comfort!'. Features include Max 80°C, 1400 toeren/min, extra programma's, and FreshCare. Pricing: Nieuw - jong gebruikt (€15.95 per maand + Stapeltarief per wasje) and Ouder - refurbished (€13.95 per maand + Stapeltarief per wasje).

Each card includes a 'Meer info' button and a 'Kies' button. A 'Tijdelijk beperkte levering' badge is visible on the Classic card.

Figuur 4.5: Het bedrijf Bundles biedt de mogelijkheid om een Miele wasmachine te huren tegen een vast bedrag per maand plus een 'stapeltarief' per was. (Bron beeldmateriaal: https://bundles.nl/miele-wasmachines-abonnementen/?gclid=Cj0KCQJwk5ibBhDqARIsACZmgLQdLmmuR9k-feplmb_Lit9qTkgIBxp-BF7F9D_ZOaGY2mcd_NfcVikaAoDPEALW_wcB)

met de machine gewassen wordt, moet het volledige huurbedrag worden voldaan. Zaken als bijvoorbeeld elektriciteit, wasmiddel en water, komen voor rekening en verantwoordelijkheid van de gebruiker. Onderhoud en reparatie daarentegen, zijn in dit scenario voor de verhuurder van het apparaat. Waar meestal van huren wordt gesproken bij periodes van dagdelen, dagen tot een paar maanden, wordt in die scenario's waarin een product door eenzelfde consument voor een langere termijn, bijvoorbeeld 2 of 5 jaar, op deze manier wordt betrokken van een leverancier vaak over 'leasen' i.p.v. 'huren' gesproken. In het geval van leasen, heeft de consument daarnaast veelal een optie om het product na afloop van de contractperiode te kopen van de leverancier, tegen een actuele of vooraf bepaalde restwaarde van dat product. Het 'toegang'-model kent echter ook potentiële nadelen. Omdat het eigendom van de producten niet wordt overgedragen, blijven er gedurende een groot deel van de nuttige levensduur van een product financiële middelen van de producent of verhuurder opgesloten zitten in de producten. Dit kan voor sommige bedrijven een onoverkomelijke barrière voor gebruik van een 'toegang'-archetype vormen. Daarnaast zijn er bepaalde typen producten, waarbij emotionele aspecten of de wens van een gebruiker om daadwerkelijk uniek eigenaarschap te hebben over een product een zodanig grote rol spelen, dat eigendom de enige acceptabele optie is voor gebruikers. Een trouwring of een knuffelbeer zijn voorbeelden van dit laatste type.

Het 'Prestatie'-businessmodel archetype

Het laatste circulaire businessmodel archetype dat hier besproken wordt, het 'prestatie' businessmodel archetype (Den Hollander, 2018; Bakker, Den Hollander, Van Hinte & Zijlstra, 2014). Bij dit model gaat het de consument niet langer om het bezit van, of het kunnen beschikken over, een fysiek product, maar om een prestatie die geleverd wordt met behulp van het product. Met dit archetype kan geld verdiend worden aan, of over, de gehele lange levensduur van een product. Zolang het product in staat is de gevraagde prestatie en kwaliteit te leveren, maakt het hierbij in principe niet uit hoe oud het is. Hoogwaardige producten, die tegen een redelijke prijs en op een kosteneffectieve manier langer in staat zijn een bepaalde prestatie te leveren, kunnen een belangrijk bedrijfseconomisch voordeel opleveren ten opzichte van producten die minder lang meegaan en minder betrouwbaar zijn.



Figuur 4.6: Schone kleding, gelabelled en klaar om te worden afgehaald door de klant. (Bron beeldmateriaal: <https://www.consumentenbond.nl/juridisch-advies/andere-onderwerpen/broek-kwijt-geraakt-bij-de-stomerij>)

Denk hierbij voor ons wasmachinevoorbeeld aan een stomerij. De klant brengt vuile was en krijgt deze schoon weer terug. De consument heeft hierbij niets meer van doen met de fysieke producten, waaronder de wasmachine, die nodig zijn om het resultaat te bereiken. Dat kan in dit geval een industriële wasmachine zijn, die wellicht minder fraai oogt dan een consumentenapparaat, maar nagenoeg onverwoestbaar is en gemakkelijk te onderhouden en te repareren.

Bij bepaalde producten kan het zo zijn dat de consument nog wel in contact komt met het fysieke product, omdat dat nodig is om de prestatie te kunnen leveren. In het geval van een taxi of ook een trein is de prestatie weliswaar het transport maar moet de consument noodzakelijkerwijs zelf plaats nemen in het voertuig om van A naar B vervoerd te kunnen worden.

In tegenstelling tot het eerder besproken 'toegang'-model, waarbij de consument betaalt voor tijdelijke toegang tot een product, ongeacht of het product nu gebruikt wordt of niet, betaalt een consument in het 'prestatie'-model alleen wanneer de prestatie (bijvoorbeeld een schone was, of transport van A naar B) daadwerkelijk geleverd is. Verder is de leverancier van de prestatie verantwoordelijk voor de kosten voor bijvoorbeeld wasmiddel, water, elektriciteit, onderhoud, reparatie en brandstof.

De potentiële nadelen van een 'prestatie' model zijn dezelfde als die van het 'toegang' model (zie boven), met daarbovenop nog een ander potentieel nadeel. In het 'prestatie' businessmodel archetype is de consument van de dienst of prestatie niet langer eigenaar of huurder van het product waarmee die dienst geleverd wordt. Consequentie is dat óf de fabrikant eigenaar blijft en zelf de dienst gaat aanbieden, óf dat een onafhankelijke dienstverlener de dienst gaat aanbieden met inzet van producten die gekocht of geleased zijn bij (een partner van) de fabrikant. In ieder geval is het belangrijk te realiseren dat er bij het 'prestatie'-businessmodel archetype nieuwe product-dienst combinaties in het leven geroepen moeten worden, die de complexiteit in vergelijking met bestaande, lineaire ketens zouden kunnen verhogen.

Niet circulair maar toch belangrijk: het 'Tussenbater'-businessmodel archetype

Businessmodellen die ontwikkeld zijn volgens het vierde, zogeheten 'Tussenbater'-businessmodel archetype (Den Hollander, 2018; Bakker, Den Hollander, Van Hinte & Zijlstra, 2014), zullen nooit als 'circulair businessmodel' gekwalificeerd kunnen worden, omdat ze geen invloed hebben op het ontwerp en de productie van de producten waar ze de levensduur van verlengen. Toch is voor 'Tussenbaters' wél een hele belangrijke rol weggelegd in de transitie naar een circulaire economie. Het 'Tussenbater'-archetype is een model waarin een ondernemer herkent dat een afgedankt product nog levensduurpotentieel in zich heeft dat nog niet in geld is omgezet. Met andere woorden, de ondernemer ziet dat met een afgedankt product nog meer omzet gegenereerd kan worden op basis van de (resterende) nuttige levensduur van het product dan in het businessmodel van de oorspronkelijke fabrikant gebeurt. Een

kenmerkend patroon op basis waarvan dergelijk producten herkend kunnen worden, is een (te) abrupte daling in (economische) waarde. Vanwege deze 'waardekloof', wordt dit archetype in het Engels 'Gap Exploiter' genoemd (Den Hollander, 2018).



Figuur 4.7: Het navullen van lege inktjetpatronen zodat deze hergebruikt kunnen worden is door sommige ondernemers herkend als basis voor een winstgevend bedrijfsmodel. (Bron beeldmateriaal: <https://www.allinprintshop.nl/producten/cartridges/>)

Een goed voorbeeld zijn de patronen voor inktjet-printers. Als nieuw product van de oorspronkelijke fabrikant kosten ze rond de 20 euro maar hun waarde daalt tot bijna nul zodra de enkele milliliters inkt die ze bevatten verbruikt zijn. Die inkt is vanzelfsprekend nodig, maar voor het goed functioneren van het inktpatroon zijn ook het reservoir, de printkop en de kleine printplaat met elektronica essentieel. Deze laatste componenten kunnen in de meeste gevallen met gemak nog één, twee of zelfs drie gebruiksronden mee. De oorspronkelijk producent heeft dit levensduurpotentieel zelf in het product gestopt, door het op een bepaalde manier te ontwerpen en te produceren. Door toepassing van het op eenmalig gebruik gerichte 'Sell More, Sell Faster' businessmodel archetype, wordt echter verzuimd dit levensduurpotentieel ook daadwerkelijk te realiseren en in geld om te zetten. 'Tussenbaters' herkennen de resulterende

dramatische waardeval en creëren op basis van deze ‘waardeloze’ lege printpatronen een aantrekkelijk product dat voor rond de 12 euro verkocht kan worden door ze opnieuw van enkele milliliters inkt te voorzien (en de besturingschip te resetten). Door de lage prijs van hun ‘inkooponderdelen’ kunnen ‘Tussenbaters’ op deze manier een goede marge realiseren. Wanneer de oorspronkelijke fabrikanten van producten die onderhevig zijn aan een dergelijke abrupte waardeval hier geen actie op ondernemen, geven ze in feite gratis geld weg aan hun concurrenten.

Een andere plek waar ‘Tussenbaters’ kunnen ontstaan, wordt gevormd door de speelruimte die het resultaat is van niet zorgvuldig genoeg geformuleerde of gecoördineerde wet- en regelgeving. Ook als gevolg van nieuwe wet- en regelgeving op milieugebied dalen bepaalde producten (lokaal) soms abrupt in waarde of worden andere producten ineens economisch interessant. Door slim gebruik te maken van onbedoelde mazen in de wet, verdienen ‘Tussenbaters’ geld aan deze waardeklouwen. Als onbedoelde nevenschade ondergraven ze daarbij niet zelden diezelfde milieuregels, die in veel gevallen juist bedoeld waren om de impact op het milieu omlaag te brengen. Denk bijvoorbeeld aan de aangescherpte Nederlandse regels rondom oude dieselauto’s. Het gevolg van deze nieuwe regelgeving was, dat onze vervuilende dieselauto’s een aantal jaren geleden massaal aan inwoners van Oost-Europese landen verkocht. Dat leverde de Nederlandse staat een miljoenenverlies op, zonder dat in groter, Europees verband de uitstoot daadwerkelijk omlaag werd gebracht. (Algemeen Dagblad, 2017).

De reden dat ik, ondanks dat het nooit een écht circulair businessmodel archetype zal kunnen worden, toch aandacht besteed aan het ‘Tussenbater-archetype, is dat ‘Tussenbaters’ een uitermate belangrijke rol spelen in de transitie naar een circulaire economie. Met hun economisch opportunisme identificeren en vestigen ze de aandacht op opmerkelijke waarde-discrepancies in de wereld van producten. Ze tonen aan waar producenten toegevoegde waarde schijnbaar achteloos verloren laten te gaan en hoe dit waardeverlies op een winstgevende manier kan worden tegengegaan. Ook maken ze zichtbaar waar wet- en regelgeving niet zorgvuldig genoeg is geformuleerd of gecoördineerd en tekortschiet om de gestelde doelen te bereiken, of zelfs een netto averechts effect heeft.

In een perfecte circulaire economie zullen ‘Tussenbaters’ niet meer (kunnen) bestaan. Omdat in een volledig circulaire economie het belang en de noodzaak van waardebehoud algemeen onderkend wordt, zullen oorspronkelijke producenten van producten de bedrijven van de ‘Tussenbaters’ integraal deel gemaakt hebben van hun ketens of zelf soortgelijke activiteiten hebben opgezet. Ook zal de wet- en regelgeving dermate strikt en gecoördineerd zijn en de intentie zodanig duidelijk, dat het aantal mazen drastisch beperkt zal zijn, evenals de ruimte voor ‘alternatieve’ interpretaties.

Gedurende de transitie naar een circulaire economie, is het echter voor bedrijven en overheden zaak de activiteiten van de groep 'Tussenbaters' nauwgezet te volgen, omdat zij signaleren waar ruimte voor verbetering zit en laten zien hoe die verbetering er concreet uit zou kunnen zien.

4.3. Inzetten en ontwikkelen van (bio-) circulaire materialen voor eco-impact reductie

Naast het ontwerpen en produceren voor waardebehoud en het inzetten van businessmodel archetypen voor waardebehoud, vormt het toepassen, ontwikkelen en/of produceren van nieuwe, (bio-)circulaire materialen een derde ingang naar meer circulair opereren voor bedrijven. Met de inzet van dergelijk, vaak *biobased* en *biodegradable*, materialen kan de belasting van het ecosysteem van onze Aarde als gevolg van onze economische activiteiten zowel aan de in- als uitstroomzijde omlaag worden gebracht.

Vanzelfsprekend maakt materiaalkeuze onderdeel uit van het ontwerpen en *engineeren* van een product. Echter, omdat productontwerpers en mechanische *engineers* – een enkele uitzondering daargelaten – zelf geen nieuwe materialen ontwikkelen, gaat het hierbij in de meeste gevallen om het maken van een keuze uit bestaande en beproefde materialen. Naast bijvoorbeeld functionele en esthetische overwegingen, worden dergelijke keuzes in belangrijke mate bepaald door de vraag of materialen, nu en in de toekomst, in voldoende mate en tegen acceptabele kosten beschikbaar (zullen) zijn op de markt. Op dit moment is het merendeel van de in producten toegepaste materialen nog afkomstig van niet-hernieuwbare, vaak fossiele, grondstoffen. De beslissing om te kiezen voor ongebruikelijker *bio-based* en/of *bio-degradable* materialen, of sterker nog, om zelf een nieuw materiaal dat gebaseerd is op hernieuwbare grondstoffen te ontwikkelen, is van een andere (strategische) orde dan het maken van een selectie uit bestaande en beproefde materialen. Om die reden wordt deze keuze hier dan ook als aparte ingang besproken.

Materialen uit niet-hernieuwbare, vaak fossiele, grondstoffen zijn zowel vanuit ecologisch als economisch perspectief potentieel problematisch. Vanuit ecologisch perspectief kunnen ruwweg twee typen problemen ontstaan met betrekking tot producten en materialen die in het milieu terechtkomen. Het eerste type probleem ontstaat wanneer de materialen waarvan producten gemaakt zijn, niet op natuurlijke wijze, onder natuurlijk omstandigheden en in een natuurlijke tijdspanne afgebroken en geabsorbeerd kunnen worden in het ecosysteem. De producten blijven hierdoor lang bestaan en vormen vanwege hun eigenschappen vaak een bedreiging voor de gezondheid van biologische systemen. Een voorbeeld hiervan zijn plastic tandenborstels, waterflessen en doppen en *six-pack* ringen voor bierblikjes, die onder natuurlijke omstandigheden wel 400 tot 500 jaar blijven bestaan. Veel (zee)dieren sterven

bijvoorbeeld doordat ze verstrikt raken in plastic onderdelen of doordat deze delen in hun spijsverteringssysteem terecht komen (zie figuur 4.8).



Figuur 4.8: 'Peanut' (zo gedoopt nadat ze een internetfenomeen was geworden), een schildpad met ernstig misvormd schild ten gevolge van een plastic onderdeel zoals die vaak gebruikt worden om zes drankblikjes bij elkaar te houden. (Bron beeldmateriaal: <https://inhabitat.com/peanut-the-story-behind-the-poor-sea-turtle-deformed-by-a-six-pack-ring/>)

Het tweede type probleem komt voort uit plastics die ogenschijnlijk wél degraderen; ook die kunnen tot milieu- en gezondheidsproblemen leiden. Dergelijke producten vallen mechanisch weliswaar uiteen in hele kleine nano-deeltjes maar chemisch gezien bestaan ze nog steeds uit dezelfde, potentieel schadelijke, plastics. Vanuit economisch perspectief vormt de afnemende beschikbaarheid van grondstoffen waar (nog) geen geschikte alternatieven voor zijn, een groeiend risico voor de prijsstabiliteit en continuïteit van bevoorradingsketens en bedrijven.

Door toepassing van nieuwe materialen die niet (of in mindere mate) afhankelijk zijn van niet-hernieuwbare, vaak fossiele, grondstoffen kunnen dergelijke problemen worden voorkomen.

Wat die nieuwe materialen dan precies moeten zijn en welke eigenschappen ze

moeten hebben, is afhankelijk van de context waarin ze geproduceerd en ingezet gaan worden.

De meest belangrijke eisen voor deze nieuwe materialen zijn dat: 1. De grondstoffen waaruit (en bij voorkeur ook de energie waarmee) deze materialen gemaakt worden hernieuwbaar zijn 2. De componenten waarin deze nieuwe materialen uiteenvallen niet schadelijk zijn voor ecosystemen en 3. De tijdsspanne waarin dergelijke materialen uiteenvallen in hun natuurlijke componenten - met een duur in de orde van dagen, weken of maanden - slechts een fractie is van de honderden jaren die gelden voor de meeste, op fossiele grondstoffen, gebaseerde kunststoffen. Daarnaast is het, bij het produceren van de grondstoffen voor deze nieuwe materialen van belang, het beslag op landbouwgrond(en) zoveel mogelijk te vermijden of te beperken. Dit omdat toename van landbouwgrond vaak gepaard gaat met vernietiging van natuurlijke landschappen en biodiversiteit. Daarnaast leidt het gebruik van bestaande landbouwgrond veelal tot concurrentie met voedselproductie. Productie van *bio-based* en *bio-degradable* materialen uit organische reststromen van voedselproductie, of uit biologische grondstoffen uit marine omgevingen, genieten daarom de voorkeur.

Idealiter zijn deze nieuwe materialen volledig gemaakt uit plantaardige grondstoffen en kunnen ze aan het einde van hun nuttige levensduur onder natuurlijke omstandigheden (dat wil zeggen atmosferische druk en temperaturen van rond 20 graden Celsius) worden omgezet in water, kooldioxide, minerale zouten en nieuwe biomassa. Er zijn echter ook tussenvormen voor deze nieuwe materialen denkbaar en beschikbaar. Zo zijn er *bio-based* en *bio-degradable* materialen die bijvoorbeeld eerst enkele malen gerecycled kunnen worden, alvorens men ze uiteen laat vallen in hun natuurlijke componenten. Ook zijn er *bio-degradable* materialen die nog deels uit fossiele grondstoffen worden gemaakt. In de transitie naar een circulaire economie kunnen dergelijke varianten van belang zijn in scenario's waar de beschikbare reststromen (nog) niet toereikend zijn, de noodzakelijke materiaaleigenschappen (nog) niet verkregen kunnen worden en/of de productie (nog) plaatsvindt op basis van niet-hernieuwbare energie en recycling minder energie vergt.

De periode waarin en het gemak waarmee de omzetting van deze materialen in hun natuurlijke componenten plaats zou moeten vinden, hangt af van de gewenste functionaliteit voor, en benodigde regeneratiesnelheid bij, een specifieke toepassing. Een voorbeeld van deze differentiatie in eigenschappen en degradatietempo zijn de cosmeticaverpakkingen van het Finse Sulapac (2022). Bij hun verpakkingen voor olie-gebaseerde cosmetica wordt slechts een enkel type *bio-based* en *bio-degradable* materiaal gebruikt. Bij de verpakkingen voor water-gebaseerde cosmetica daarentegen, wordt voor de binnenzijde, die in direct contact staat met het water-gebaseerde cosmeticaproduct, een tweede type *bio-based* en *bio-degradable* materiaal

toegepast. Dit tweede type materiaal heeft een hogere waterbestendigheid (en degradeert daardoor langzamer) dan het materiaal van de buitenzijde van de verpakking (zie figuur 4.9).

Screenshot of the Sulapac website. The header includes the Sulapac logo and navigation links: Portfolio, Customers, Blog, About, Purchase, and Contact Us. The main content area features a large heading: **N° 1 de CHANEL with Sulapac material**. Below the heading is a subheading: **The new N° 1 de CHANEL combines skincare, makeup and a fragrance mist. Its eco-design packaging includes sustainable Sulapac material.** A **Read more** button is visible. To the right is an image of the product jar. At the bottom, there is a section titled **Choose a plastic waste-free future** with a subheading: **Our dream is to leave a clean planet to our children. That's why our design practise is to mimic nature, to stay in harmony with it. At Sulapac, we do** and an image of a hand holding a fruit.

Figuur 4.9: Duurzaam Sulapac materiaal toegepast in cosmetica verpakking (Bron beeldmateriaal: <https://www.sulapac.com>)

De inzet en ontwikkeling van nieuwe materialen kan bestaande bedrijven in de maakindustrie helpen de transitie naar een circulaire economie (gemakkelijker) te maken. Wanneer materialen geen problemen meer opleveren voor het milieu en hernieuwbaar zijn, kunnen complexe ingrepen, zoals de inzet van alternatieve, circulaire businessmodel archetypen om producten en de daarin opgesloten grondstoffen retour te krijgen, wellicht vereenvoudigd worden. Ook voor producten zoals verpakkingen, waarvan de economische waarde laag is en die vanwege hun aard vaak gecontroleerd (afvalverbranding) of ongecontroleerd (zwerfafval) in het milieu terecht komen, kan het gebruik van nieuwe materialen een stap in de goede richting vormen.

Daarnaast biedt de (inter)nationale politieke druk op de transitie naar een circulaire economie, in combinatie met het huidige gebrek aan volwaardige, uit hernieuwbare grondstoffen geproduceerde materialen, een op zichzelf staande kans voor (nieuwe) materiaalproducenten en toeleveranciers in de maakindustrie. Een voorbeeld van zo'n nieuwe materiaalproducent is het Rotterdamse Vibers (2022), dat materialen produceert op basis van olifantengras.

4.4. Communicatie en multidisciplinaire samenwerking als sleutels tot adoptie van de circulaire economie

De drie ingangen die geschetst zijn in de voorgaande secties laten zien hoe productontwerp, businessmodel archetype en materiaalkeuze elk op hun eigen specifieke manier bij kunnen dragen aan de transitie naar een circulaire economie. De sleutel tot adoptie van de circulaire economie door consumenten en bedrijven ligt echter niet in elk van de ingangen afzonderlijk. Juist het succesvol combineren van de drie ingangen kan leiden tot innovatieve producten en diensten, die waardeperceptie, economisch potentieel en waardebehoud maximaliseren en tegelijkertijd eco-impact minimaliseren. Alleen op die manier kan het spel tussen bedrijven en consumenten veranderen van een *'zero-sum game'* (een situatie waar een voordeel voor de ene partij zich automatisch vertaalt in een nadeel voor de andere partij) in een synergie (een situatie waarin beide partijen voordeel hebben bij de gemaakte keuzes en regelingen).

Alsof het niet al moeilijk genoeg is om werkelijk circulaire waardeproposities te ontwikkelen die op een economisch rendabele manier gerealiseerd kunnen worden, bestaat er ook nog zoiets als *'switching cost'*. Dit zijn de investeringen in tijd, geld en moeite die gedaan moeten worden door een consument of een bedrijf om over te (kunnen) schakelen naar een ander product of een andere manier van dingen doen. Het is daarom niet voldoende dat de waarde van een circulaire propositie gelijk is aan die van het lineaire alternatief. Om adoptie aantrekkelijk en daarmee mogelijk te maken dienen ook de *'switching cost'* gecompenseerd te worden.

Waardeproposities die voldoen aan zulke hoge eisen, kunnen alleen tot stand komen door een uitgekiend samenspel van inkoop, ontwerp, engineering, productie, marketing, verkoop, service en logistiek over de gehele nuttige levensduur van een product. Dit alles binnen de kaders van de (inter)nationale wet- en regelgeving. Geen van de genoemde bedrijfsdisciplines kan dit alleen realiseren. Naast *up-to-date* inzicht in de veranderende wensen, beweegredenen en gevoeligheden van de klant, vereist succesvolle adoptie van een circulaire economie een sterk onderling begrip tussen betrokken bedrijfsdisciplines van elkaars overwegingen, beperkingen en mogelijkheden. Twee-richting communicatie tussen bedrijf en consument en gecoördineerde, multidisciplinaire samenwerking binnen en tussen bedrijven zijn daarmee essentiële condities voor het slagen van de circulaire transitie.

Hoewel de hierboven geschetste complexiteit misschien overweldigend kan zijn, is het geenszins mijn bedoeling om een succesvolle transitie naar een circulaire economie onmogelijk te laten lijken. Wel is het bedoeld om de noodzaak te benadrukken van het opleiden (of bijscholen) van professionals met inzicht en vaardigheden die zijn toegesneden op wat nodig is in een circulaire economie. Professionals die in staat zijn om, vanuit *state-of-the-art* kennis van de mogelijkheden en beperkingen van hun

eigen specialisme, te navigeren tussen de verschillende vakgebieden en daarbij een koers uit te zetten die voor alle stakeholders het hoogst haalbare resultaat oplevert.

Professionals die in staat zijn de behoeftes van gebruikers, binnen de randvoorwaarden van een circulaire economie en op basis van de laatste wetenschappelijke inzichten, te vertalen in richtlijnen voor managers, inkopers, ontwerpers, engineers en verkopers, vormen de drijvende kracht voor de versnelling van de transitie van maakbedrijven naar een circulaire economie.

Versnellen van de transitie: integratie en verankering van een circulair perspectief in Hogeschool Rotterdam

Het lectoraat Circulair Design & Manufacturing heeft zich als doel gesteld de transitie naar een circulaire economie te helpen versnellen. Naast het delen van bestaande kennis, wil het lectoraat er door middel van onderzoek en doorwerking van dit onderzoek in het onderwijs voor zorgen, dat de nieuwe generaties professionals die opgeleid worden aan Hogeschool Rotterdam, in staat zijn om richting te geven aan het circulair denken en handelen binnen organisaties, zowel nu als in de toekomst. De nadruk ligt hierbij niet op het ontwikkelen van meer theorie, maar op het ontwikkelen en onderwijzen van praktisch toepasbare kennis, methoden en vaardigheden waarmee de transitie naar een circulaire economie versneld kan worden.

We weten nu dat ons huidige lineaire economisch systeem een veelheid van problemen met zich meebrengt en waarom op dezelfde voet door blijven gaan niet langer een reële optie is. Een circulaire economie, waarin afval niet langer wordt geaccepteerd en streven naar maximaliseren van waardebehoud de nieuwe norm is, zou veel van deze problemen drastisch kunnen verminderen. De maakindustrie zou de overgang naar een circulaire economie succesvol kunnen maken, door haar producten circulair te ontwerpen en te produceren, ze onder te brengen in circulaire businessmodel archetypen en ze te produceren uit hernieuwbare materialen en met hernieuwbare energie. Om de transitie van een lineaire naar een circulaire economie werkelijk succesvol te kunnen realiseren, en waar mogelijk zelfs te versnellen, is op elk van deze terreinen echter nog veel onderzoek nodig. In de afgelopen twaalf jaar heeft de circulaire economie (inter)national en maatschappelijk als idee en doel weliswaar momentum gekregen, maar de praktische invulling blijft tot op heden schromelijk achter. Op dit moment is er, in aanvulling op de enorme hoeveelheid aan academische literatuur die in de jaren sinds de introductie van het circulaire economie concept geproduceerd is, een dringende behoefte aan onderzoek dat kan helpen om praktisch handen en voeten te geven aan de noodzakelijke transitie. Het lectoraat Circular Design & Manufacturing zet daarom vol in op praktijkgericht onderzoek, gericht op versnelling van de transitie naar een circulaire economie en op de effectieve en (onderwijs) discipline overstijgende overdracht van de resulterende kennis en methodieken, zowel naar de professionals van de toekomst, als naar maakbedrijven in (en buiten) de regio.

5.1. Hogeschool Rotterdam en de Rotterdamse regio

Vanuit een circulair perspectief is de Rotterdamse regio een buitengewoon interessante uitdaging; een gebied met een hoge mate van industriële en ambachtelijke bedrijvigheid. Vrijwel alle sectoren uit het grotere economische systeem van onze samenleving zijn op één of andere manier in de regio aanwezig. Dit varieert van de logistiek van grondstoffen, energie en producten in de haven, tot de zware procesindustrie in Europoort. Maar ook de zorgsector (zoals bijvoorbeeld het Erasmus MC), de tuinbouwsector (met name in het Westland), de technieksector (in de vorm van een verscheidenheid van maakbedrijven in de regio), en de 'gebouwde omgeving' (onder andere verschillende gerenommeerde architectenbureaus), zijn in de regio vertegenwoordigd. Naast (middel-)grote bedrijven en multinationals in meer traditionele vormen van industriële bedrijvigheid, is er ook plek voor (experimentele) *bio-based* ontwikkelingen, zoals in Blue City. Ook is er ruimte voor *start-ups*, niet alleen in Blue City, maar bijvoorbeeld ook in gebieden als M4H (Merwede 4 Havens). Daarnaast biedt de stad een vruchtbare bodem voor kleine bedrijven met nieuwe concepten in onder andere de horeca, zoals bijvoorbeeld bierbrouwerij Vet & Lazy (2022) en paddenstoelenkwekerij Rotterzwam (2022). De stad en regio herbergen hierdoor in meerdere sectoren vrijwel de complete keten van aanvoer en verwerking van grondstoffen en energie, via gebruik en distributie, tot afval en afvalverwerking. In een dergelijke *setting* kan dus al met kleine stappen richting circulair een enorme impact gerealiseerd worden. En door dit bovendien op een wetenschappelijke manier aan te pakken, kan de opgedane kennis ook goed buiten de Rotterdamse regio ingezet worden.

Het is daarbij natuurlijk de kunst om ervoor te zorgen dat de kennis die met praktijkgericht onderzoek kan worden ontwikkeld, niet alleen direct in de praktijk wordt geïmplementeerd, maar ook wordt geborgd en via opleiding wordt overgedragen op de professional van de toekomst. Omdat het aanbod aan opleidingen in het Rotterdamse groot en gevarieerd is, van academisch tot praktisch, is dit een mooie regio om onderzoek naar waardecreatie en -behoud op te starten. Los van de geografisch interessante ligging van Hogeschool Rotterdam, biedt deze opleider een breed spectrum aan opleidingen (van technisch en economisch tot zorg en welzijn) op verschillende niveaus (van Associate Degree tot en met Master Degree), waardoor de opgedane kennis ook divers en breed in de regio kan landen. Deze breedte en diepte biedt voor het voorgestelde onderzoek een enorme meerwaarde, omdat het vanuit een circulair perspectief essentieel is om zoveel mogelijk in interdisciplinaire samenwerking en door de gehele keten aanpassingen te doen. Dat is ook de reden waarom dit onderzoek juist aan deze hogeschool wordt uitgevoerd.

Door het inzetten van praktijkgericht onderzoek, in co-creatie met praktijkpartners en ingebed in het onderwijs, kan worden bereikt dat er een brede kennisdisseminatie is met een goede en brede doorwerking in de regio. Dit is uitermate belangrijk voor een onderwerp als de circulaire economie, waarin het streven naar maximaliseren van systemisch waardebehoud zo'n centrale rol speelt.

5.2. Circulair perspectief binnen Hogeschool Rotterdam

Sinds de introductie van het circulaire economie concept door de Ellen MacArthur Foundation in 2010, zijn zowel het aantal publicaties als het tempo waarin deze elkaar opvolgen exponentieel toegenomen. Inmiddels is er voldoende theoretische basis en zijn er voldoende methodologieën ontwikkeld om gestructureerd met de implementatie van het circulaire concept aan de gang te gaan. Alleen zó kan ontdekt worden wat de Nederlandse doelstellingen van 50% circulair in 2030 en 100% circulair in 2050 nu wérkelijk, dat wil zeggen niet op papier maar in de dagelijkse praktijk, betekenen. Gezien de ambitieuze doelen van de Nederlandse overheid en de beschikbare subsidieprogramma's en -gelden, is het bijna ondenkbaar dat bedrijven niet op z'n minst zouden willen onderzoeken of zij hun bedrijfsvoering meer circulair zouden kunnen maken. Toch blijft het aantal bedrijven, dat er werkelijk in slaagt om met commercieel succes substantieel meer circulair te opereren, beperkt. Bij het huidige tempo van de circulaire transitie van het bedrijfsleven, lijkt het behalen van de bovengenoemde Nederlandse doelstellingen in 2030 en 2050 onhaalbaar. Veel bedrijven willen echter wel, maar weten niet goed waar te beginnen, of hoe te kiezen wat precies te doen. Als een belangrijke reden hiervoor, zie ik de afstand tussen de beschikbare theoretische kennis en de bedrijfspraktijk. Er is veel goed onderzoek gedaan, dat potentieel waardevol voor de praktijk, maar de vertaalslag naar concrete praktische invulling ontbreekt.

Het is precies op dit punt, dat ik een voortrekkersrol zie weggelegd voor het lectoraat Circular Design & Manufacturing van Hogeschool Rotterdam. Kern hierbij is, dat de kennis uit onderzoek moet bijdragen aan het opleiden en afleveren van professionals die in staat zijn om op basis van *state-of-the-art* kennis, praktisch invulling en richting te geven aan de circulaire transformatie binnen bedrijven. Uiteindelijk moet dat ertoe leiden dat de transitie naar een circulaire economie kan worden versneld. Daarmee gaat het in het wetenschappelijk onderzoek dus niet om het ontwikkelen van nog meer theorie, want die is er inmiddels in voldoende mate om te kunnen beginnen, maar vooral om het aanreiken van praktische modellen en inzichten, die geschikt zijn om als houvast te dienen voor die broodnodige vertaling naar praktisch handelen.

Om dit met succes te kunnen doen is het, in aanvulling op de domeinspecifieke kennis en vaardigheden van hun respectievelijke opleidingsrichtingen, essentieel dat deze professionals tijdens hun opleiding toegerust worden met:

1. Een goed begrip van het basisconcept van een circulaire economie;
2. Kennis van de specifieke terminologie die in het circulaire domein gebruikt wordt;
3. Kennis van, en vaardigheid in, het gebruik van methodes om producten en diensten te analyseren vanuit een circulair perspectief, en van methodes om nieuwe circulaire oplossingen te genereren;
4. Kennis van, en vaardigheid in, het gebruik van methodes om de *eco-impact* van producten en diensten kwantitatief te bepalen en te vergelijken.

Om te kunnen voorzien in bovengenoemde vier zaken, zal het lectoraat Circulair Design & Manufacturing zich primair richten op het verzamelen, ontwikkelen en dissemineren van *state-of-the art* kennis en methoden met, voor en aan studenten, docenten en onderzoekers, op het gebied van:

1. Circulaire ontwerpmethoden;
2. Circulaire businessmodellen;
3. (Bio-)circulaire materialen.

In eerste instantie zal dit vooral gebeuren in samenwerking met de opleidingen van het instituut Engineering and Applied Sciences, maar de sterke ambitie is om zo snel als mogelijk aansluiting te zoeken over de volle breedte van Hogeschool Rotterdam.

Belangrijk hierbij is ook, dat het lectoraat Circular Design & Manufacturing zich in zal zetten om te zorgen dat de huidige en toekomstige circulaire initiatieven, die momenteel veelal nog incidenteel en verspreid op allerlei plekken in de Hogeschool Rotterdam plaatsvinden, verzameld en gebundeld worden. Er is inmiddels een begin gemaakt met het opzetten van een circulair cluster van lectoren, onderzoekers en docenten, als onderdeel van Samen Duurzaam (het overkoepelende duurzaamheidsprogramma van Hogeschool Rotterdam). In deze groep worden ervaringen gedeeld en worden op de circulaire economie gerichte samenwerkingsinitiatieven, zoals bijvoorbeeld gedeelde circulaire minoren en evenementen als 'Circular Harvest', aangekondigd en georganiseerd. Het doel van deze bundeling is niet alleen om de circulaire activiteiten beter zichtbaar en vindbaar te maken, maar ook om samenwerking tussen opleidingen te vergemakkelijken en bevorderen. Zo kan er krachtig naar binnen en naar buiten toe gecommuniceerd worden op welke manieren Hogeschool Rotterdam zich met de (versnelling van de) circulaire transitie bezighoudt, en hoe geïnteresseerde partijen uit onderwijs, onderzoek en praktijk zich daarbij kunnen aansluiten.

5.3. Doorwerking in Onderwijs

Op het moment van schrijven verschilt de bekendheid met, en integratie van, het circulaire (handelings)perspectief binnen Hogeschool Rotterdam van opleiding tot opleiding. Het spectrum loopt van opleidingen die het circulaire gedachtengoed inmiddels hebben omarmd als onderdeel van het curriculum, tot opleidingen waar er slechts sporadisch aandacht aan wordt besteed. Dat heeft in belangrijke mate te maken met de mogelijkheden die opleidingen zien voor hun domein, om daadwerkelijk bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie. Het is belangrijk dat het circulaire gedachtengoed integraal onderdeel wordt van het onderwijs. In de afgelopen jaren is op dit punt al veel werk verzet, onder meer door collega lector Koen Dittrichs (lectoraat Circulaire Economie) en thema-regisseur en onderzoeker Mirella Soyer van kenniscentrum Business Innovation. Het lectoraat Circular Design & Manufacturing zal hier deels op voortborduren, maar juist ook het technisch domein op dit punt gaan versterken.

Circulariteit als integraal onderdeel van eerstejaars curricula

Voortbouwend op die basis, is één van de eerste acties van het lectoraat Circular Design & Manufacturing om het circulaire gedachtengoed breed te introduceren binnen de acht opleidingen van het instituut Engineering and Applied Sciences. Het doel is om zo te komen tot een gedeeld niveau van basiskennis van het concept en de implicaties van een circulaire economie. De afgelopen maanden heb ik dat o.a. gedaan door middel van kennismakingsgesprekken met onderwijsmanagers, incidentele gastlessen, workshops en presentaties. Het is echter mijn ambitie om het circulaire gedachtengoed vanaf het eerste jaar een structureel onderdeel van de curricula van de opleidingen te maken, zodat er in latere jaren, en in samenwerkingen met studenten van andere opleidingen, op teruggerepen kan worden. Intentie is om te zorgen dat studenten al vroeg na beginnen te denken over wat (ook vanuit hun specifieke vakgebied) hun rol in, en bijdrage aan, de transitie naar een circulaire economie zou kunnen zijn. In een circulaire economie zijn multidisciplinaire samenwerking en wederzijds begrip tussen disciplines essentieel. Daarom is het van groot belang, dat binnen alle opleidingen van, in eerste instantie het instituut Engineering and Applied Sciences, maar later ook breder binnen Hogeschool Rotterdam, het basisconcept van de circulaire economie en de daarbij gebruikte terminologie dezelfde zijn. Op die manier kunnen eventuele barrières tussen opleidingen gemakkelijker geslecht worden en ontstaat er de mogelijkheid om over de grenzen van opleidingsdomeinen heen samen te werken aan circulaire projecten.

Het basisconcept van de circulaire economie, als absolute benadering van duurzaamheid, en de terminologie voor levensduurverlenging, ontwerpinterventies en businessmodel archetypen die ik hierbij voorsta, zijn die zoals ontwikkeld en gepubliceerd voor mijn ontwerpmethodologie 'Design for Managing Obsolescence' (Den Hollander,

2018). Delen daarvan heb ik besproken in hoofdstuk 4. In de kern gaat deze ontwerpmethodologie over hoe bedrijven waardebehoud in een circulaire economie kunnen realiseren, door waardeproposities rondom producten niet voor de korte termijn te ontwikkelen, maar voor langere tijd en over meerdere gebruikscycli. Het vanaf het begin van de ontwikkeling nadenken over wat er gebeurt met die producten, wanneer ze aan het einde van hun nuttige levensduur zijn gekomen, is een belangrijk onderdeel daarvan.

Naast definities en classificaties, omvat deze ontwerpmethodologie vijf praktische methoden of *tools* waarmee ontwerpers en engineers samen met andere professionals uit bedrijfsdisciplines zoals inkoop, productie, verkoop, marketing, service en logistiek, circulaire waardeproposities kunnen ontwikkelen. Eén van die tools is bijvoorbeeld de *3D Circulair Solution Space*, een in mijn werk met het bedrijfsleven en andere onderwijsinstellingen beproefde benadering, die inmiddels ook binnen diverse opleidingsrichtingen van Hogeschool Rotterdam voorzichtig ingang heeft gevonden.

CIRCO teacherclasses en lespakket voor het hoger beroepsonderwijs

Een tweede initiatief van het lectoraat Circular Design & Manufacturing is om docenten (vanuit alle leerjaren) binnen Hogeschool Rotterdam de mogelijkheid te bieden om deel te nemen aan het door CIRCO ontwikkelde HBO *teacherclass* programma. CIRCO (de naam is een afkorting van Circulair Ontwerpen) is een organisatie die in 2015 door de Nederlandse overheid in het leven is geroepen, om het circulaire gedachtengoed uit te rollen naar het Nederlandse (en inmiddels internationale) midden- en kleinbedrijf. Het CIRCO *teacherclass* programma is gebaseerd op het circulaire gedachtengoed zoals ik dat ontwikkeld en gepresenteerd heb in het boek 'Products That Last' (2014), en sluit daarom goed aan op de circulaire benadering die ik met het lectoraat Circular Design & Manufacturing voorsta. Naast de *teacherclass*, is er door CIRCO op dezelfde basis een pakket lesmaterialen voor het hoger beroepsonderwijs ontwikkeld, dat zowel op locatie als op afstand gebruikt kan worden. Deze 'curriculumkit' biedt geïnteresseerde docenten de mogelijkheid om een vliegende start te maken met de integratie van het circulaire gedachtengoed in hun vakken. Om de *teacherclass* en de curriculumkit zo goed mogelijk te helpen ondersteunen richting docenten en studenten, heb ik uitgever BIS toestemming gevraagd om het boek 'Products That Last', dat door uitgeverij BIS uitsluitend nog wordt uitgegeven in het Engels, opnieuw te mogen uitgeven in een speciale Nederlandstalige onderwijseditie. Inmiddels hebben de eerste boeken van deze onderwijseditie hun weg gevonden naar de tachtig docenten die hebben deelgenomen aan één van de *teacherclasses* uit de eerste serie van vier, die in oktober 2022 heeft plaatsgevonden.

Keuzevakken en programmalijnen voor latere jaren

Een derde initiatief van het lectoraat Circular Design & Manufacturing is om, onder andere in samenwerking met het lectoraat Circular Economy van Koen Dittrichs, keuzevakken in te richten en te ondersteunen en om programmalijnen op te zetten, om het circulaire gedachtegoed ook in latere jaren een plek te kunnen geven in de het onderwijs. Een voorbeeld hiervan is de minor Circular Maker, opgezet vanuit Industriële Product Ontwikkeling en het financiële domein. Hierin wordt door studenten van verschillende opleidingen, variërend van Automotive, Bouwkunde en Industriële Product Ontwikkeling, tot Informatica en Technische Bedrijfskunde, aan opdrachten binnen het thema circulaire economie gewerkt. Daarnaast worden ook andere mogelijkheden en vormen waarin dit zou kunnen gebeuren verkend. Voorbereidende gesprekken met thema-coördinatoren, onder andere die van Circular Makers Industry en Energie transitie, zijn in gang gezet. Om kennis en ervaring op te doen voor het ontwikkelen van meer structurele oplossingen, heeft inmiddels bij wijze van proef een (succesvolle) eerste serie workshops plaatsgevonden, die gezamenlijk doorlopen is door alle circulair minor studenten van Hogeschool Rotterdam.

Afstudeeratelier Circulair

Het vierde en voor nu laatste initiatief waar vanuit het lectoraat Circular Design & Manufacturing aan gewerkt wordt, is het opzetten van een afstudeeratelier Circulair. Het is de bedoeling dat afstudeerders, samen met vertegenwoordigers van de bedrijven waar ze afstuderen en andere stakeholders en experts, regelmatig in dit afstudeeratelier bij elkaar komen. In die sessie kan men kennis en ervaring uit te wisselen en samen oplossingen proberen te vinden, voor eventuele struikelblokken op de weg naar meer circulaire oplossingen. Deze organisatievorm biedt studenten de mogelijkheid om ervaring op te doen in het werken aan en in praktijksituaties. Daarnaast biedt het afstudeeratelier studenten, docenten, andere stakeholders en bedrijven de mogelijkheid om kennis op te doen, zowel gebaseerd op theorie als op ervaringen uit de praktijk. In sommige gevallen kunnen de werkzaamheden binnen het afstudeeratelier zelfs resulteren in concrete oplossingen voor de uitdagingen waar bedrijven zich mee geconfronteerd zien, hoewel dit laatste niet gegarandeerd is en niet structureel verwacht mag worden van een onderwijssituatie.

5.4. Uitwerking in Onderzoek

Zoals gezegd is de doelstelling van het lectoraat Circular Design & Manufacturing om de transitie naar een circulaire economie te helpen versnellen door het opleiden van professionals die in staat zijn om, op basis van *state-of-the-art* kennis en inzichten, praktische invulling en richting te geven aan de circulaire transformatie binnen individuele bedrijven. Onderzoek vanuit het lectoraat Circular Manufacturing & Design zal daarom primair gericht zijn op:

1. Het in kaart brengen van de specifieke barrières waar bedrijven (in de maakindustrie) tegenop lopen, in hun pogingen om meer circulair te opereren;
2. Het verzamelen, ontwikkelen en dissemineren van (nieuwe) kennis, die nodig is om die barrières succesvol te slechten.

Mijn verwachting is dat barrières geïdentificeerd zullen worden in een veelheid van domeinen, variërend bijvoorbeeld van het ontwikkelen en communiceren van circulaire waardeproposities en het inrichten van circulaire businessmodellen, het ontwikkelen van alternatieve, meer circulaire productieprocessen tot het ontwikkelen van, en de beschikbaarheid van reeds bestaande, (bio-) circulaire materialen.

Onderzoek vanuit het lectoraat Circular Design & Manufacturing kan uitgevoerd worden door studenten, docenten, onderzoekers en promovendi, en in samenwerking met bedrijven en/of andere onderwijsinstututen. De verbindende factor in al het onderzoek dat vanuit het lectoraat Circular Design & Manufacturing gedaan zal worden, is de onmiddellijke praktische toepasbaarheid van de uitkomsten.

Lopende onderzoeksprojecten

Op het moment van schrijven, is een eerste pilot-onderzoek naar de barrières die bedrijven ondervinden gestart bij de opleiding Industriële Product Ontwikkeling. Drie andere onderzoeken zijn in voorbereiding.

Het eerste betreft een onderzoek naar uit hernieuwbare grondstoffen geproduceerde en biologisch afbreekbare alternatieven voor folies in de verpakkingindustrie, in samenwerking met de opleiding Chemie. Een groot deel van het problematische plastic afval dat in ons milieu terecht komt, bestaat uit verpakkingsafval en met name folies. Vervangen van op aardolie gebaseerde plastics in deze toepassingen, zou een enorme stap voorwaarts betekenen richting een circulaire economie.

Het tweede onderzoeksproject betreft onderzoek naar circulaire composieten, in samenwerking met de opleiding Automotive. Composieten zijn samengesteld uit verschillende materialen. Enerzijds zorgt die samengestelde opbouw ervoor dat composieten bijzondere en wenselijke eigenschappen hebben, zoals bijvoorbeeld een gering gewicht, een grote vormvrijheid en een hoge stijfheid. Eigenschappen, die in het kader van een circulaire economie van grote waarde kunnen zijn, bijvoorbeeld bij het construeren van lichte, energiezuinige, transportmiddelen. Anderzijds zijn composietmaterialen, door hun gemengde samenstelling en gebruikte basismaterialen, veelal niet te hergebruiken of te *recyclen*. Dit onderzoek verkent de mogelijkheden om de negatieve eigenschappen van composieten te vermijden, zonder de positieve eigenschappen te verliezen.

Het derde onderzoeksproject betreft een onderzoek naar toepassingsmogelijkheden in een circulaire context, van een hyperspectrale scanner (een apparaat dat in *real-time* de as van verbrandingsovens op aanwezige metalen en metaaloxiden kan scannen),

in samenwerking met de opleiding Industriële Productontwikkeling en Chemie. Bij het *recyclen* van restafval waarin verschillende metalen voorkomen, moet vaak de keuze gemaakt worden voor het terugwinnen van het ene of het andere metaal. Dit omdat bij processen waarmee het ene type metaal kan worden teruggewonnen, een ander type metaal veelal juist verloren gaat. Door het afval, in dit geval bodemas van verbrandingsovens, vooraf te scannen en te kunnen sorteren op metaalinhoud, kan voor elk van de fracties het meest optimale proces gekozen worden, om zo de grootste hoeveelheid metalen terug te kunnen winnen.

Tot slot is het lectoraat Circular Design & Manufacturing betrokken bij de SPRONG Living-Eco systems, een onderzoeksproject dat recent is toegekend op basis van een aanvraag door mede-lectoren Koen Dittrichs (lector Circulaire Economie aan Hogeschool Rotterdam) en Barbara Schrammeijer (hoofddocent en onderzoeker Biologie en Medisch Laboratoriumonderzoek van Hogeschool Rotterdam). In dit samenwerkingsproject tussen Hogeschool Rotterdam, Avans Hogeschool en HZ University of Applied Sciences zal onderzoek worden gedaan naar toepassingsmogelijkheden van *biobased* en *biodegradable* materialen, en naar mogelijkheden om acceptatiegraad van die toepassingsmogelijkheden door gebruikers te verhogen. Daarnaast zullen de mogelijkheden voor intensievere samenwerking tussen de betrokken hogescholen, op het gebied van onderzoek naar en onderwijs in *biobased* en *biodegradable* materialen, worden verkend.

Deze materialen zijn in een circulaire economie zowel aan de in- als aan de uitstroomzijde van het economisch systeem van groot belang, omdat met hun inzet zowel het gebruik van materialen en energie uit niet-hernieuwbare grondstoffen, als het ontstaan van (problematisch) afval kan worden teruggedrongen.

5.5. Samenwerking met Praktijk

Bovengenoemde onderzoeken kunnen nog zo relevant en inventief zijn; de uitvoering, het succes en de impact van praktijkgericht onderzoek valt of staat uiteindelijk met een goede samenwerking met de praktijk. De opgave voor het lectoraat Circular Design & Manufacturing wijkt op dit gebied in twee – met elkaar samenhangende – opzichten af van lectoraten die zich met meer bekende en gevestigde disciplines bezighouden.

Ten eerste variëren de bekendheid met, en de (bereidheid tot) adoptie van, het circulaire gedachtegoed sterk binnen de verschillende opleidingen van Hogeschool Rotterdam. In voorbereiding op de samenwerking met de praktijk, zie ik het dan ook als eerste taak van het lectoraat Circular Design & Manufacturing, om ervoor te zorgen dat de bekendheid met, en adoptie van, het thema circulaire economie een voldoende hoog niveau bereiken binnen de diverse opleidingen. Dit betekent niet dat studenten, docenten en onderzoekers experts moeten zijn op het gebied van de circulaire economie. Wél betekent het, dat ze een solide begrip moeten hebben van het (doel

van) het concept, en hoe de verschillende mogelijkheden op het gebied van product- en procesontwerp, businessmodel archetypen en (bio-)circulaire materialen met elkaar samenhangen en elkaar kunnen versterken. Pas wanneer dit basisniveau bereikt is, kunnen studenten, docenten en onderzoekers mijns inziens op circulair gebied volwaardige partners zijn in een samenwerking met de praktijk.

Ten tweede overschrijden de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor een succesvolle transitie naar een circulaire economie de grenzen van specifieke onderwijsdomeinen of disciplines. Multidisciplinaire samenwerking en begrip van elkaars mogelijkheden en beperkingen zijn essentieel om te komen tot de strategische, lange termijn oplossingen die nodig zijn voor een succesvolle transitie naar een meer circulaire manier van opereren. In een circulaire economie ontwikkel je systemische oplossingen in plaats van lokale oplossingen. Al in een vroeg stadium moeten de technische-, commerciële- en financiële mensen in een bedrijf met elkaar om de tafel om te kijken wat op de lange termijn de beste opties zijn, om zowel economisch als ecologisch succesvol te opereren. Techniek krijgt hierdoor in een circulaire economie een deel van de strategische rol die voorheen vooral was weggelegd voor de marketingafdelingen en het commercieel en financieel management. Een dergelijke manier en intensiteit van samenwerken is nieuw, zowel in het onderwijs als in het bedrijfsleven.

Mijn focus heeft daarom in de eerste maanden van mijn lectoraat gelegen op het zo snel en breed mogelijk introduceren van het circulaire gedachtengoed binnen de verschillende opleidingsrichtingen van de Hogeschool Rotterdam, om zo het fundament te leggen voor toekomstig (multidisciplinair) circulair onderzoek en projecten in samenwerking met het bedrijfsleven. Wél is alvast een kleinschalig pilot-onderzoek in samenwerking met bedrijven gestart, om een eerste indruk te krijgen van de barrières die zij ervaren in het adopteren en implementeren van het circulaire gedachtengoed. Dit pilot-onderzoek is een opmaat naar een groter en uitgebreider onderzoek over ditzelfde thema. De uitkomsten van het grotere inventariserende onderzoek zullen belangrijke input vormen voor het onderzoek binnen mijn lectoraat Circular Design & Manufacturing.

Voor de korte tot middellange termijn staan voor wat betreft de samenwerking met de praktijk de volgende zaken op de agenda:

1. Het intensiveren van de contacten met brancheorganisaties;
2. De start van een groter onderzoek om de barrières voor adoptie en bij implementatie van het circulaire gedachtengoed zoals de maakindustrie die ervaart in kaart te brengen;
3. Het bijeenbrengen van een groep bedrijven waarmee we de eerdergenoemde afstudeerateliërs kunnen inrichten;

4. Het koppelen van bedrijven aan (bestaande én nog op te zetten) programma's en onderzoeks- en onderwijsketens binnen de groeiende circulaire gemeenschap van de verschillende opleidingsrichtingen van Hogeschool Rotterdam.

5.6. Lange termijnvisie en impact-ambitie voor het lectoraat

Aan het einde van mijn huidige aanstellingsperiode als lector Circular Design & Manufacturing hoop ik - vanzelfsprekend niet alleen, maar als resultaat van intensieve samenwerking met mede-lectoren, docenten, onderzoekers en studenten - een aantal doelen te hebben bereikt.

Ten aanzien van het onderwijs zou het bijbrengen van een basisbekendheid met, en basisbegrip van, het circulaire gedachtengoed aan alle studenten vanaf het eerste jaar een integraal en verplicht onderdeel moeten zijn geworden binnen alle opleidingen van Hogeschool Rotterdam. Vier jaar vanaf nu, zou iedere docent of onderzoeker aan Hogeschool Rotterdam een beeld moeten hebben van de rol die zijn of haar vak kan spelen in een circulaire economie. Daarnaast zou de opzet zoals die we nu aan het ontwikkelen zijn, op basis van thema's (voor instituut EAS bijvoorbeeld zorgtechnologie, circulaire maakindustrie en energie transition), programma's (voor instituut EAS bijvoorbeeld programma circulaire zorgtechnologie, programma urban mining, programma circulaire energiedragers en programma duurzame havenstad) en ketens (voor instituut EAS bijvoorbeeld keten labafval, keten zeldzame aardmetalen) geworteld en actief moeten zijn in Hogeschool Rotterdam. Dit betekent concreet dat er een verzameling van (langlopende)projecten, minoren, vakken, stages, afstudeerders en samenwerkingen met externe bedrijven en (onderwijs)organisaties is ontstaan, waarmee het circulaire gedachtengoed stevig en permanent in de latere jaren van de opleidingen is verankerd.

Ik zou graag zien dat 'circulariteit' eenzelfde traject doorloopt -alleen hopelijk sneller- als bijvoorbeeld het vak ergonomie heeft gedaan. Van 'nieuw, uitzonderlijk en vermeldenswaardig als extra', naar een aspect dat door geen weldenkende professional of weldenkend bedrijf meer buiten beschouwing kan worden gelaten, in alles wat bedacht en ontwikkeld wordt om door mensen gebruikt te worden. Dit betekent overigens niet dat er geen circulaire experts meer nodig zullen zijn, er zijn immers ook nog steeds ergonomen, maar wél dat het één van de perspectieven is geworden die in elk ontwikkeltraject als vanzelfsprekend meegenomen wordt.

In het onderzoeksdomein is het mijn doel om een verzameling praktisch toepasbare inzichten en methodes te hebben ontwikkeld, die de adoptie van het circulaire gedachtengoed in de industrie vergemakkelijkt en versnelt. Denk bijvoorbeeld aan vuistregels voor ontwerpinterventies, proces- of materiaalkeuzes, aan de hand waarvan door professionals snel een begin kan worden gemaakt met het analyseren van en het ontwikkelen van oplossingen voor circulaire uitdagingen. In mijn ideale scenario gaat praktijkgericht onderzoek daarbij inmiddels hand in hand met

academisch of fundamenteel onderzoek, en versterken beide elkaar. Sterker nog, is de gedachte gemeengoed geworden dat beiden slechts de hypothetische extreme uiteinden vormen van een continu spectrum, maar is elk onderzoek in de praktijk een combinatie van de twee met slechts een verschuiving in zwaartepunt.

Met betrekking tot de bijdrage van het lectoraat Circular Design & Manufacturing aan de beroepspraktijk is mijn ambitie, dat Hogeschool Rotterdam bij (en liever nog ruim vóór) het verstrijken van mijn huidige termijn als lector, al de eerste lichten professionals heeft kunnen opleveren, die zijn opgeleid om richting te geven aan de circulaire transitie binnen de bedrijven waar zij terecht zijn gekomen.

Mijn ultieme ambitie als lector en voor het lectoraat Circular Design & Manufacturing van Hogeschool Rotterdam zal – tijdens of na mijn termijn – uiteindelijk pas gerealiseerd worden, wanneer meer en meer bedrijven, met hulp van de input van de door ons opgeleide nieuwe generatie professionals, erin zullen slagen om succesvol de transitie te maken naar een circulaire manier van werken, en daarmee bijdragen aan het terugbrengen van de belasting van ons economische systeem op het ecosysteem van de Aarde, naar een niveau dat laag genoeg is om een solide basis voor een leefbare toekomst te bieden voor onze kinderen.

Dankwoord

Op het moment dat u deze publicatie in handen krijgt, ben ik inmiddels meer dan een jaar als lector Circular Design & Manufacturing aan Hogeschool Rotterdam verbonden. Voor mij is het de eerste keer dat ik als lector inhoud en richting mag helpen geven aan een onderzoeks- en opleidingsinstituut. Voor iemand die het merendeel van zijn werkzame leven heeft doorgebracht in het bedrijfsleven en de wereld van het commercieel industrieel ontwerpen, is dat met regelmaat een grote uitdaging. Toch zie ik dat er voortgang is geboekt. In de afgelopen maanden zijn we erin geslaagd om aanzienlijke aantallen studenten, docenten, onderzoekers en opleidingsmanagers kennis te laten maken met, en te enthousiasmeren voor, (mijn perspectief op) het circulaire gedachtengoed. Daarmee is een basis gelegd voor de verdere integratie van het circulaire gedachtengoed in de opleidingen en de onderzoeksprogramma's van Hogeschool Rotterdam. Dat is echter niet vanzelf gegaan. Ik wil op deze plek daarom niet alleen mijn dank uitspreken naar de collega's die met hun energie, kennis en tijd hebben bijgedragen aan het tot stand komen van dit boekje, maar ook naar alle andere collega's, van ondersteuners tot lectoren, themacoördinatoren en directie. Zij hebben mij geholpen, en helpen mij nog steeds, om de juiste wegen te vinden voor het delen van mijn kennis en het verwezenlijken van onze gezamenlijke duurzaamheidsambitie in de complexe, dynamische organisatie van Hogeschool Rotterdam en daarbuiten. Dank voor jullie warme welkom, geduld, kennis, ervaring, inspiratie en inzet!

**Marcel den Hollander,
Leidschendam,
november 2022**

Literatuurlijst

Hoofdstuk 1

BBC (2012). Global resources stock check. Bezocht 20221020 op <https://www.bbc.com/future/article/20120618-global-resources-stock-check>

Bradshaw, C. J., Ehrlich, P. R., Beattie, A., Ceballos, G., Crist, E., Diamond, J., ... & Blumstein, D. T. (2021). Underestimating the challenges of avoiding a ghastly future. *Frontiers in Conservation Science*, 9.

Circle Economy (2022). Circularity Gap Report 2022. Bezocht en gedownload 20221104 van https://drive.google.com/file/d/INMAUtZcoSLwmHt_r5TLWwB28QJDghi6Q/view

Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment international*, 163, 107199.

Plan C (2010). Oorspronkelijke auteur Peter Stouthuysen, Plan C. Bezocht 20221020 op <https://vlaanderen-circulair.be/nl/kennis/infografieken/grafiek/how-much-is-left>

UNEP (2022). UN report: Time to seize opportunity, tackle challenge of e-waste. Bezocht 20221104 op <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-report-time-seize-opportunity-tackle-challenge-e-waste>

Hoofdstuk 2

Bocken, N. M., De Pauw, I., Bakker, C., & Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of industrial and production engineering*, 33(5), 308-320.

Boersma, H. en Bodelier, R. (2020). *Meer – Hoe overvloed de wereld Juist duurzamer maakt*, Amsterdam, NL: Nieuw Amsterdam.

Chapman, j. (2005). *Emotionally Durable Design – Objects, Experiences, and Empathy*, Londen, UK: Earthscan.

Circle Economy (2022). Circularity Gap Report 2022. Bezocht en gedownload 20221104 van https://drive.google.com/file/d/INMAUtZcoSLwmHt_r5TLWwB28QJDghi6Q/view

Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (2020). *Circulaire Maakindustrie: Feiten & cijfers over de circulaire transitie van de maakindustrie.* Gedownload 20221104 van https://circulairemaakindustrie.nl/app/uploads/2020/12/Feiten_Cijfers_Circulaire_Maakindustrie.pdf

Den Hollander, M. C. (2018). *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy* (Doctoral dissertation, Delft University of Technology).

Graedel, T.E. (2002). Material substitution: a resource supply perspective. *Resources, Conservation and Recycling*. 34. 107-115. 10.1016/S0921-3449(01)00097-0.

Jackson, T. (2009). *Prosperity without Growth*, UK: Routledge.

John F. Kennedy Presidential Library and Museum (2022). Moonshot – JFK and Space Exploration. Bezoekt 20221104 op <https://www.jfklibrary.org/visit-museum/exhibits/past-exhibits/moon-shot-jfk-and-space-exploration>

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46.

Lomborg, B. (2020). *False Alarm*, New York, USA: Basic Books.

MAHB (Millenium Alliance for Humanity and the biosphere, a Stanford University initiative) (2022). When Fossil Fuels Run Out, What Then?. Bezoekt 20221104 op <https://mahb.stanford.edu/library-item/fossil-fuels-run/>

McAfee, A. (2019). *More from Less – The surprising story of how wellLearned topProsper using fewer resources – and what happens next.* New York, USA: Scribner, an imprint of Simon & Schuster Inc.

McDonough, W. & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle*, New York, USA: North Point Press.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth* (2nd ed.), New York, USA: Universe Books.

Oswald, I. & Reller, A. (2011). E-waste: A story of trashing, trading, and valuable resources. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 20(1), 41-47.

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics – Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist*, UK: Random House Business Books.

Rijksoverheid (2022). Nederland circulair in 2050. Bezoekt 20221104 op <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy* (2nd ed.), Hampshire UK: Palgrave Macmillan Hampshire.

TNO (2021). *De impact van slim èn circulair: hoe innovaties in de maakindustrie bijdragen aan een lagere footprint*. Bezoekt en gedownload 20221104 van <https://www.fme.nl/system/files/publicaties/2021-06/TNO-2020-R12210-De-impact-van-slim-èn-circulair-final.pdf>

Hoofdstuk 3

Achterberg, E., Hinfelaar, J., & Bocken, N. (2016). Master circular business models with the Value Hill.

Den Hollander, M. C. (2018). *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy* (Doctoral dissertation, Delft University of Technology, Delft, Nederland).

De Pauw (2015). Nature-inspired Design: Strategies for Sustainable Product Development (Doctoral dissertation, Delft University of Technology, Delft, Nederland).

Ecoexperts (2022). Website artikel ' Food Waste Facts and Statistics', bezocht 20221105 op <https://www.theecoexperts.co.uk/home-hub/food-waste-facts-and-statistics>

Oswald, I. & Reller, A. (2011). E-waste: A story of trashing, trading, and valuable resources. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 20(1), 41-47.

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) (2021). Webpagina 'Extended Producer Responsibility', bezocht 20221105 op <https://www.pbl.nl/en/publications/extended-producer-responsibility>

UN (United Nations) (2022). Website artikel 'Curb throw-away culture, says UN-Habitat chief, highlighting world day', bezocht 20221105 op <https://news.un.org/en/story/2018/10/1021972>

Hoofdstuk 4

Aerts, M., Felix, J., Huisman, J., & Balkenende, R. (2014). Lamp Redesign: Shredding Before Selling. In *Going Green—Care Innovation 2014 conference and exhibition on electronics and the environment*.

Agency of Design (2022a). Bedrijfswebsite: <https://www.agencyofdesign.co.uk>. Bezocht op 20221105.

Agency of Design (2022b). Webpagina 'Design Out Waste', bezocht 20221105 op <https://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

Algemeen Dagblad (2017). Website artikel 'Vuile diesels massaal naar Oost-Europa', bezocht 20221105 op https://www.ad.nl/binnenland/vuile-diesels-massaal-naar-oost-europa-a44822f6/?cb=3bd60b3553c128dbb553dcff7ff9aeff&auth_rd=1

Bakker, C., Den Hollander, M. C., Van Hinte, E. en Zijlstra, Y. (2014). *Products That Last – productontwerpen voor circulaire businessmodellen*, Leidschendam, NL: Marcel den Hollander IDCR

Den Hollander, M. C. (2018). *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy* (Doctoral dissertation, Delft University of Technology).

Den Hollander, M. C. (2022). LinkedIn post 'Abonnementen en productlevensduurverlenging: hoe het NIET moet', https://www.linkedin.com/posts/marcel-den-hollander-phd-458a8a35_nieuwe-cashcow-voor-automerken-een-abonnement-activity-6959075097047396352-n0db?utm_source=share&utm_medium=member_ios

Laubscher, M., & Marinelli, T. (2014). Integration of circular economy in business. In *Proceedings of the Conference: Going Green—Care Innovation* (pp. 1-7).

RTLnieuws (2022). *Nieuwe cashcow voor automerken: een abonnement bij je auto*. Bezocht 20221104 op <https://www.rtlnieuws.nl/economie/artikel/5323978/auto-abonnement-maandelijks-geld-elektrisch>

Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy* (2nd ed.), Hampshire UK: Palgrave Macmillan Hampshire.

Sulapac (2022). Bedrijfswebsite <https://www.sulapac.com>, bezocht 20221105.

Tesla (2022). Bedrijfswebsite, bezocht 20221104: https://www.tesla.com/nl_nl

Topgear (2022). *European supercar makers have been given a reprieve in their switch to electrification.* Bezocht 20221104 op <https://www.topgear.com/car-news/supercars/european-supercar-makers-have-been-given-reprieve-their-switch-electrification>

Vibers (2022). Bedrijfswebsite: <https://vibers.nl>, bezocht op 20221105

Hoofdstuk 5

Bakker, C., Den Hollander, M. C., Van Hinte, E. en Zijlstra, Y. (2014). *Products That Last – productontwerpen voor circulaire businessmodellen*, Leidschendam, NL: Marcel den Hollander IDCR

Den Hollander, M. C. (2018). *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy* (Doctoral dissertation, Delft University of Technology).

Ellen MacArthur Foundation (2022). Organisatiewebsite, bezocht op 20221104: <https://ellenmacarthurfoundation.org>

Rotterzwam (2022). Bedrijfswebsite, bezocht op 20221104: <https://www.rotterzwam.nl>

Vet & Lazy (2022). Bedrijfswebsite, bezocht op 20221104: <https://lazy.vet>

Over de Auteur

Dr. ir. Marcel den Hollander studeerde Industrieel Ontwerpen aan de Technische Universiteit Delft en rondde deze studie *cum laude* af in 1991. In 1994 werd hij verkozen tot één van de drie beste afgestudeerden over de eerste 25 jaar van het bestaan van de faculteit Industrieel Ontwerpen en onderscheiden met de prof.dr. Schierbeekprijs. Marcel werkt al meer dan dertig jaar in de industriële vormgeving voor (inter)nationaal gerenommeerde ontwerpstudio's en opdrachtgevers. Het brede spectrum aan designprojecten waar hij bij betrokken is geweest, omvat *fast moving consumer goods* (zoals verpakkingen voor voedingsmiddelen en dranken), duurzame consumptiegoederen (zoals elektronica en (kantoor)meubilair) en professionele producten (zoals *retail* in- en exterieurs, museumvitрины, transportmiddelen, industriële apparatuur en logistieke systemen). Sinds het begin van zijn loopbaan heeft Marcel geprobeerd duurzaamheid, en later ook circulariteit, tot integraal onderdeel van de (commerciële) ontwerppraktijk te maken. Dit heeft hem uiteindelijk vanuit de ontwerppraktijk naar het veld van ontwerponderzoek gebracht.

Marcel werkte van 2012 tot en met 2018 als onderzoeker bij de afdeling Design for Sustainability van de faculteit Industrieel Ontwerpen van zijn alma mater. In 2018 promoveerde hij op onderzoek naar en de ontwikkeling van een nieuwe ontwerpmethodologie voor circulaire oplossingen, beschreven in de thesis 'Design for Managing Obsolescence'. Zijn onderzoeksspecialisatie is strategisch productontwerp voor circulaire business modellen. Sinds zijn promotie heeft Marcel deze ontwerpmethodologie in de praktijk toegepast en verfijnd in zijn *consulting* werkzaamheden bij bedrijven, en in het onderwijs gedeeld met studenten door middel van gastlezingen en *workshops*.

Hij is tevens co-auteur van het boek 'Products That Last – Product design for circular business models', dat de basis vormt voor het CIRCO-programma van de Nederlandse overheid voor het promoten van circulair productontwerp bij bedrijven in Nederland, en inmiddels ook ver daarbuiten. Samen met zijn thesis, wordt dit boek momenteel ook door diverse (ontwerp)opleidingen over de hele wereld (zoals bijvoorbeeld Technische Universiteit Delft, MIT Design India, University of Cambridge, Groot-Brittannië, University of Austin, Verenigde Staten van Amerika, Raffles Design School, Singapore, Leuphana Universität Lüneburg, Duitsland) gebruikt in cursussen Circular Product Design.

Om de resultaten van zijn onderzoek en zijn ontwerpmethodologie te verspreiden, geeft Marcel gastcolleges voor ontwerpleidingen en *business schools* in binnen- en buitenland. Tevens publiceert hij in wetenschappelijke tijdschriften, presenteert hij op internationale conferenties en adviseert hij bedrijven over productontwerpen voor circulaire businessmodellen.

Eerdere uitgaven

Hogeschool Rotterdam Uitgeverij



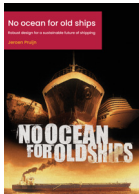
Energietransitie en circulariteit: onlosmakelijk met elkaar verbonden

Auteur Dr. ir. Gijsbert Korevaar

ISBN 9789493012356

Verschijningsdatum januari 2022

Aantal pagina's 89



No ocean for old ships Robust design for a sustainable future of of shipping

Auteur Jeroen Pruijn

ISBN 9789493012387

Verschijningsdatum januari 2022

Aantal pagina's 51



Implementatie zorgtechnologie Samen zorgen dat het kan!

Auteur Helma Kaptein

ISBN 9789493012349

Verschijningsdatum november 2022

Aantal pagina's 96



“Ik heb geen probleem”

Auteur Arie de Wild

ISBN 9789493012370

Verschijningsdatum oktober 2022

Aantal pagina's 80



Cybersocial Design

Auteur Anja Overdiek

ISBN 9789493012288

Verschijningsdatum juli 2022

Aantal pagina's 72



Civic Prototyping

Auteur Tomasz Jaśkiewicz

ISBN 9789493012325

Verschijningsdatum juli 2022

Aantal pagina's 80



Topical Advertising: The Role of Timing and Creativity in Understanding Its Effectiveness

Auteur Komala Mazerant-Dubois

ISBN 9789493012257

Verschijningsdatum mei 2022

Aantal pagina's 176



De professionele identiteit van de sociaal werker

Auteur Leonie le Sage

ISBN 9789493012318

Verschijningsdatum januari 2022

Aantal pagina's 104



Vakmanschap Forensische Zorg

Auteur Ruud van der Horst

ISBN 9789493012332

Verschijningsdatum december 2021

Aantal pagina's 88



De Betekeniseconomie

Auteur Kees Klomp

ISBN 9789493012240

Verschijningsdatum november 2021

Aantal pagina's 144



Sturingsdrift en welzijn

Auteur Toby Witte

ISBN 9789493012226

Verschijningsdatum november 2021

Aantal pagina's 68



Hoge verwachtingen gaan over (n)u

Auteur Lia Voerman

ISBN 9789493012271

Verschijningsdatum oktober 2021

Aantal pagina's 96

Ontwerpen en produceren voor waardebehoud in een circulaire economie



Over de rol van het lectoraat Circular Design & Manufacturing in het versnellen van de transitie naar een circulaire economie



Met elk van onze individuele acties, hoe klein ook, veranderen wij mensen de samenstelling van het aardoppervlak en de atmosfeer. Zolang het ecosysteem van onze Aarde de effecten hiervan kon verwerken en een dynamisch evenwicht kon bewaren rond een evenwichtstoestand die wij mensen als prettig ervaren, was dat geen probleem. Echter, met onze massale collectieve industriële activiteiten belasten wij sinds de eerste Industriële Revolutie onze Aarde op een manier die momenteel het corrigerend vermogen van haar ecosysteem te boven lijkt te gaan. Doorgaan op dezelfde voet is daarom geen optie meer en dringende verandering is geboden.

Onze huidige manier van omgaan met schaarse natuurlijke hulpbronnen heeft niet alleen negatieve gevolgen voor onze gezondheid, de biodiversiteit en ons klimaat. Uiteindelijk vormt het ook een bedreiging voor onze economische en maatschappelijke orde. Denk hierbij aan de economische effecten van een tekort aan goedkope grondstoffen en energie en de maatschappelijke effecten van grote aantallen klimaatvluchtelingen die zich over de wereld zullen verplaatsen, op zoek naar betere leefomstandigheden.

Het concept van een 'circulaire economie', een economisch systeem te visualiseren als een serie van lussen waarin afgedankte producten en de daarin opgesloten grondstoffen keer op keer teruggevoerd worden in het economische proces, biedt ons een mogelijkheid om die negatieve effecten te reduceren. Misschien niet tot nul, maar dan in ieder geval tot een voldoende laag niveau en zonder dramatische achteruitgang in welzijn en welvaart. Een niveau dat ons meer tijd geeft om te komen tot een situatie waarin onze economische activiteiten zoveel mogelijk in lijn zijn met de capaciteit van het ecosysteem van onze Aarde.

Deze openbare les gaat in op de problemen die wij met onze huidige consumptie maatschappij hebben gecreëerd, en onderstreept daarmee waarom verandering noodzakelijk is. In het vervolg laat deze openbare les, geïllustreerd met voorbeelden, zien op welke manier het concept van een 'circulaire manier' concrete aanknopingspunten en oplossingen biedt voor de maakindustrie om slimmer, efficiënter en bewuster om te gaan met grondstoffen en energie. Tenslotte zet deze openbare les uiteen hoe het lectoraat Circular Design & Manufacturing Hogeschool Rotterdam door middel van onderzoek en doorwerking van dit onderzoek in het onderwijs in de komende jaren bij gaat dragen aan het versnellen van de transitie naar een circulaire economie binnen de Nederlandse maakindustrie.

Marcel den Hollander is als lector Circular Design & Manufacturing verbonden aan het kenniscentrum Duurzame Havenstad van Hogeschool Rotterdam. Het lectoraat onderzoekt de mogelijkheden voor het versnellen van de transitie naar een circulaire economie in de Nederlandse maakindustrie, en de Rotterdamse regio in het bijzonder.