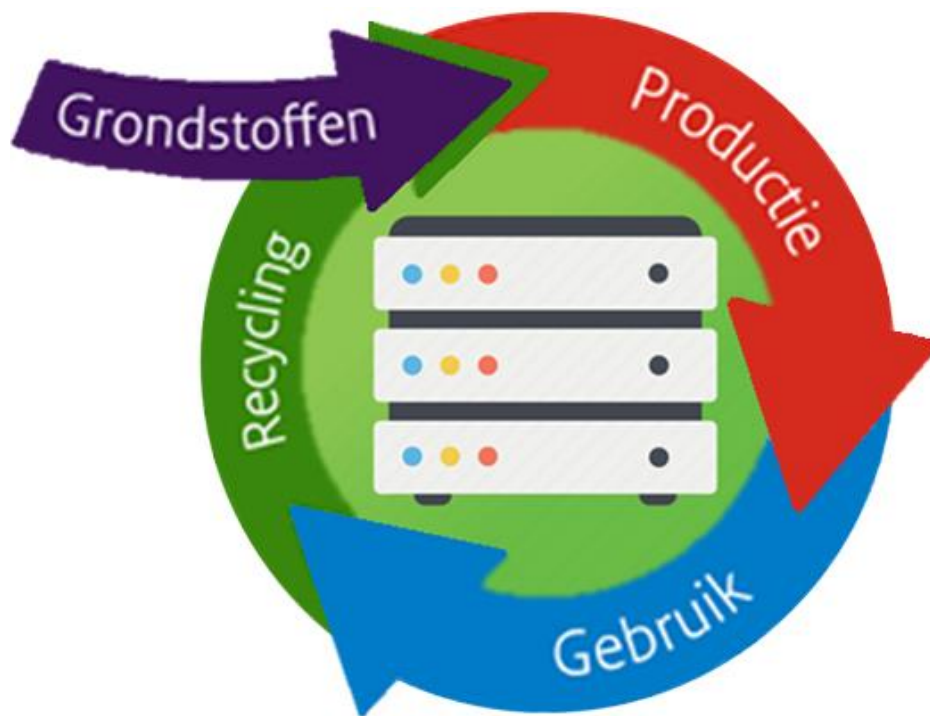


# Circulaire Oplossingen voor Dataservers

HOE KAN DE VRAAG BIJ EINDGEBRUIKERS IN DE MRA WORDEN GESTIMULEERD?



NAAM: JELLE WESTERVAARDER  
STUDENTENNUMMER: 2623512  
CURSUS: BACHELOR PROJECT SBI  
ORGANISATIE: AMSTERDAM ECONOMIC BOARD  
BEGELEIDER: MARJOLEIN BOT  
DATUM: 03-01-2020

## ABSTRACT

Voor elke vorm van dataverbruik zijn servers nodig. Deze verbruiken veel energie en bevatten kritieke grondstoffen, die nog onvoldoende worden teruggewonnen. Eindgebruikers kiezen namelijk vaak voor nieuwe servers en denken onvoldoende na over het afdankproces. Omdat de vraag naar data met 19% per jaar groeit in de Metropoolregio Amsterdam (MRA), groeit de essentie van dit probleem.

In de missie naar een slim, groen en gezonde MRA, is het doel van onder andere Amsterdam Economic Board, om een volledig circulaire MRA te realiseren in 2050. In dit onderzoek zijn stappen onderzocht die eindgebruikers van dataservers in de MRA, kunnen nemen op het gebied van Circulaire Economie, ofwel materialenbehoud op hetzelfde niveau. Hiervoor is onderzoek gedaan naar circulaire oplossingen, barrières en kansen om eindgebruikers te mobiliseren.

In het literatuuronderzoek zijn de huidige technologische-en-bedrijfsprocessen in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat, door verbeterde processen en het wegnemen van barrières, verantwoorde oplossingen voor hergebruik kunnen worden toegepast. In het empirisch onderzoek is deze hypothese verder onderzocht met interviews, documenten en observaties. Hieruit blijkt dat circulaire technologieën bestaan uit technologische eisen, waaronder eisen aan repareerbaarheid, en technologische oplossingen, zoals refurbishen. Ook kunnen circulaire processen worden opgedeeld in oplossingen met betrekking tot leveranciers, waaronder terugnamesystemen, en procesoplossingen, zoals intern verbinden. De barrières zijn gespecificeerd als interne, interne/externe en externe barrières.

De oplossingen zijn beoordeeld op complexiteit van realisatie en impact op het circulaire inkoopbeleid. Deze zijn gekoppeld aan eindgebruikers door, aan de hand van de adaptiviteit en de circulaire visie, eindgebruikers te definiëren als: koploper, visionair, treuzelaar en achterblijver. Bij elk type eindgebruiker spelen barrières, maar sommige zijn eindgebruiker-specifiek. De barrières en kansen/oplossingen zijn gebruikt om vier belangrijke soorten stappen per type eindgebruiker te formuleren op het gebied van: motivatie en bewustzijn, vormgeven van een circulaire vraag, verdere ondersteuning en kennisdeling. Dit heeft voor elk type eindgebruiker geleid tot een lijst met circulaire oplossingen, stappen die kunnen worden genomen en tips om deze eindgebruiker te mobiliseren.

## INHOUD

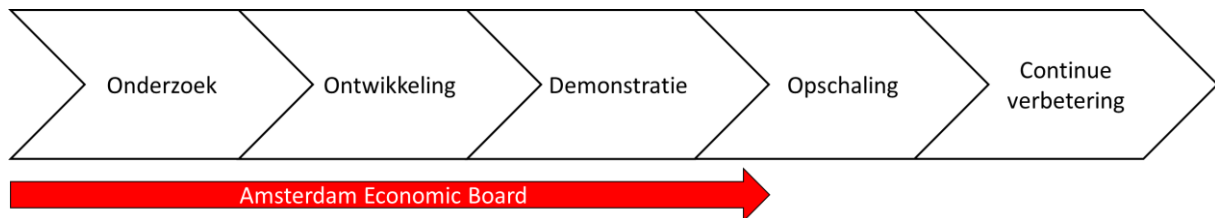
|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abstract .....                                                                                     | 1  |
| Inleiding .....                                                                                    | 3  |
| Positionering in de innovatieketen .....                                                           | 3  |
| Onderzoeksvraag en deelvragen .....                                                                | 5  |
| Onderzoeksvraag .....                                                                              | 5  |
| Deelvragen .....                                                                                   | 6  |
| De bedrijfsprocessen van Amsterdam Economic Board .....                                            | 8  |
| Literatuurstudie .....                                                                             | 12 |
| 1. Circulaire technologieën .....                                                                  | 12 |
| 2. circulaire processen .....                                                                      | 14 |
| Methodologie .....                                                                                 | 17 |
| Conceptueel Model .....                                                                            | 17 |
| Onderzoek ontwerp .....                                                                            | 17 |
| Empirische studie .....                                                                            | 23 |
| De huidige vraag naar en toepassing van circulaire technologieën-en processen .....                | 23 |
| Circulaire technologieën .....                                                                     | 25 |
| Circulaire processen .....                                                                         | 28 |
| Algemene barrières en oplossingen/kansen .....                                                     | 33 |
| Discussie .....                                                                                    | 37 |
| 1. Circulaire oplossingen en de bijbehorende specificaties .....                                   | 37 |
| 2. Aspecten die een barrière vormen bij verschillende typen eindgebruikers .....                   | 41 |
| 3. Het koppelen van circulaire oplossingen aan de verschillende typen eindgebruikers .....         | 43 |
| 4. Hoe eindgebruikers kunnen worden gemobiliseerd om circulaire oplossingen te implementeren ..... | 44 |
| Conclusie .....                                                                                    | 47 |
| Afkortingen .....                                                                                  | 48 |
| Referenties .....                                                                                  | 48 |
| Appendix 1: Aanvullende informatie over het netwerk .....                                          | 52 |
| Appendix 2: Aanvullende informatie literatuurstudie .....                                          | 53 |
| Appendix 3: Aanvullende empirische resultaten .....                                                | 54 |
| Appendix 4: Empirische bronnen .....                                                               | 55 |

## INLEIDING

Dit onderzoek is uitgevoerd bij Amsterdam Economic Board (kortweg: de Board). De Board is het Lower Energy Acceleration Program (LEAP) initiatief gestart, waarbij overheid, bedrijven en kennisinstellingen samen optrekken om in een hoger tempo een duurzame digitale economie te realiseren. Dit wordt nagestreefd door het versnellen van energiebesparingen en energie-efficiëntie door middel van innovatieve oplossingen en door het materialenverbruik tegen te gaan in de datasector (Amsterdam Economic Board, 2020c). Daarmee is het ook een onderdeel geworden van het Board programma Inkopen met Impact. Hier wordt, onder andere op basis van principes uit de Circulaire Economie, hergebruik gestimuleerd vanuit inkoop (Amsterdam Economic Board, 2020b). Dit heeft geleid tot de vraag om de circulaire mogelijkheden in de datasector te verkennen en dit vanuit de inkoop te stimuleren.

## POSITIONERING IN DE INNOVATIEKETEN

De innovatieketen (*figuur 1*) wordt gebruikt om het proces dat een innovatie doorloopt, te beschrijven aan de hand van vijf op elkaar volgende fases. Door te identificeren in welke fase een innovatie zich bevindt, kan worden bepaald wat de volgende fasen zijn die de innovatie moet doorlopen. Dit geeft meer inzicht in de vragen die moeten worden beantwoord en de stappen die moeten worden genomen. Om de positie van dit onderzoek in de innovatieketen te bepalen, is eerst gekeken naar de rol van de Board in de innovatie keten.



**FIGUUR 1: DE INNOVATIEKETEN BESTAAT UIT VIJF FASES DIE R&D GEDREVEN INNOVATIES DOORLOPEN. DE INNOVATIES DOORLOPEN DE KETEN VAN LINKS NAAR RECHTS. IN DIT FIGUUR IS DE ROL VAN AMSTERDAM ECONOMIC BOARD IN DE INNOVATIEKETEN AANGEGEVEN MET DE RODE PIJL.**

Amsterdam Economic Board acteert als een onafhankelijke 'triple helix' verbinder tussen bedrijven, overheidsinstanties en kennisinstellingen die wel de intrinsieke drive hebben om te verduurzamen, maar hierin ondersteund moeten worden (RH7: Schalk, 2018), (Leydesdorff, 2000), (Amsterdam Economic Board, 2020e). Innovaties worden in gang gezet door partijen met gedeelde belangen te identificeren en met elkaar te verbinden waardoor nieuwe initiatieven en beweging ontstaan (Cramer, 2019). De Board speelt tijdens dit proces als transitie makelaar een belangrijke rol in het toegankelijk maken van innovaties door middel van coördinatie, transparante communicatie en het creëren van urgentie om te handelen (Cramer, 2019). Hoewel de Board innovaties nauwlettend in de gaten houdt, is de rol voor het ontdekken en ontwikkelen van nieuwe technologieën weggelegd voor kennisinstellingen en bedrijven. De Board houdt zich namelijk bezig met de ontwikkelingen die nodig zijn om de bestaande, kansrijke innovaties van de plank te krijgen. Zo versnelt de Board innovatieve ontwikkelingen tussen de onderzoek-en-demonstratiefase van de innovatieketen.

In dit onderzoek zijn de mogelijkheden bekeken om circulaire innovaties/circulaire oplossingen voor dataservers van de grond te krijgen. Bedrijven zijn zich namelijk nog onvoldoende bewust van de verschillende, duurzame mogelijkheden voor dataservers en besteden de aankoop vaak uit aan derden (Ittersum, 2018). Bij de aankoop worden met name criteria gesteld voor de prijs, kwaliteit en energie-efficiëntie. De duurzaamheid wordt veelal getoetst en gecertificeerd volgens de Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) criteria (USGBC, 2020). In deze certificering wordt echter niet de gehele waardeketen van een datacenter meegenomen, maar enkel de ecologische voetafdruk tijdens de levensduur (Chi, 2020). Echter bevatten dataservers diverse 'raw materials', zoals kritieke grondstoffen waaronder schaarse metalen, die bovendien grotendeels voor het eerst worden gebruikt, ook wel 'virgin materials' genoemd (European Commission, 2018). Doorgaans wordt pas op het

moment van vervanging een beslissing gemaakt over de bestemming van de afgedankte server, wat leidt tot materialenverlies en de productie van nieuwe servers (RH7: Schalk, 2018). In dit onderzoek is nagegaan hoe dit, tot nog toe beperkt circulaire systeem, meer circulair kan worden. Het zogenoemde speelveld zou hiervoor volledig moeten veranderen, maar dit kan alleen in stappen. In dit onderzoek is gekeken naar de eindgebruikers. Dit zijn kleine of grote organisaties die zelf in het bezit zijn van dataservers, dataservers huren en/of datadiensten afnemen van andere organisaties. Er is onderzocht welke stappen de eindgebruikers zelf, de Board en andere begeleiding verstreckende partijen kunnen nemen om tot een meer circulair Metropoolregio Amsterdam (MRA) te komen.

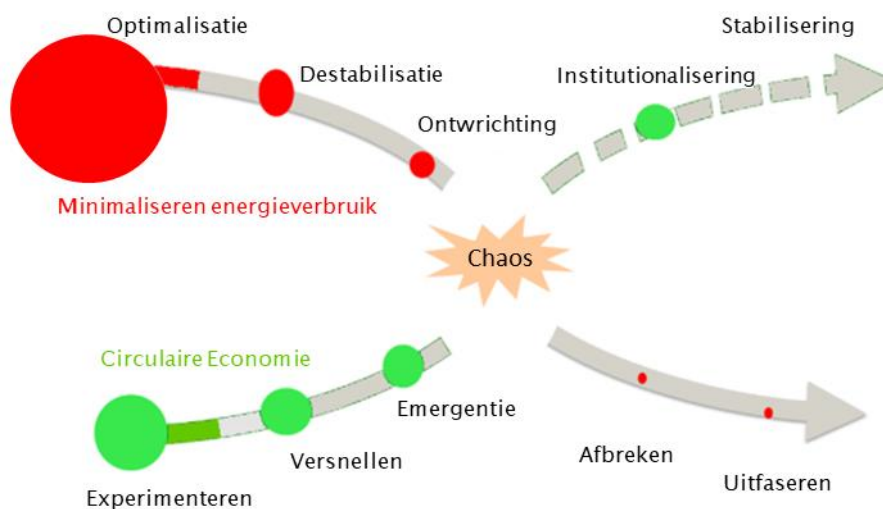
Dit onderzoek bevindt zich al in de demonstratiefase, omdat de onderzoeksfase en de ontwikkelingsfase al zijn doorlopen, maar de implementatie nog grotendeels uitblijft (Bokolo, 2018), (Bose, 2011). Er zijn al circulaire oplossingen, maar deze worden vaak nog niet gezien als een optie (Giunipero, 2012), (Park, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Door het speelveld kennis te laten maken met de circulaire oplossingen, te informeren over de mogelijkheden en verbeteringen door te voeren in het inkoopproces, zal in een volgend stadium worden getracht een beweging in de markt te stimuleren met in een later stadium opschaling ten gevolg. Opschaling wordt namelijk wel door de Board, in samenwerking met de betrokken partijen geïnstrueerd, maar niet meer nauwlettend begeleid. Een initiatief wordt dan gezien als volwassen genoeg om los te laten.

## ONDERZOEKSVRAAG EN DEELVRAGEN

### ONDERZOEKSVRAAG

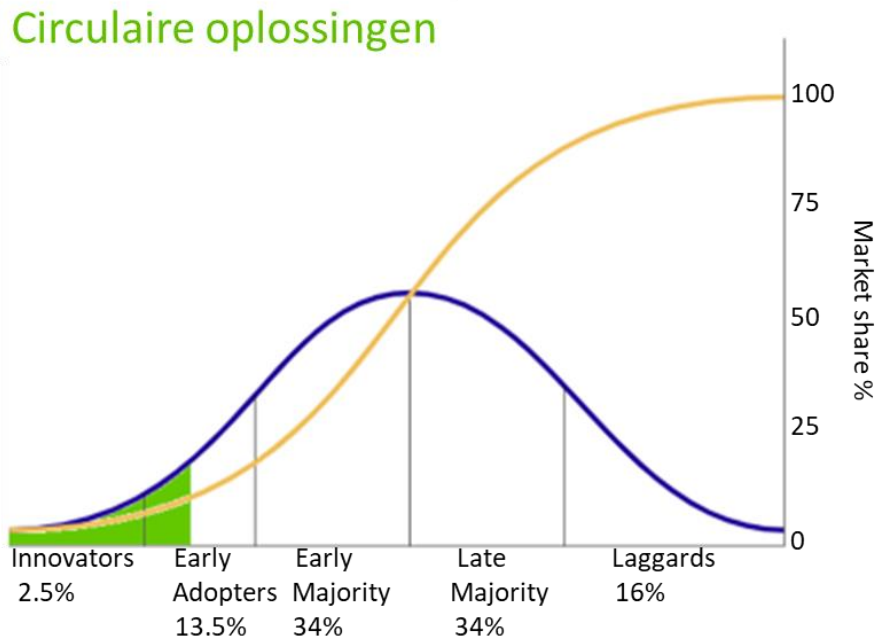
De Metropoolregio Amsterdam heeft als doel volledig circulair te zijn in 2050 (Metropoolregio Amsterdam, 2018). In de MRA bevindt zich één van de grootste datacenter hubs ter wereld die veel energie vraagt en daardoor een belangrijk onderdeel is van de beoogde Energietransitie (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2019). Amsterdam zelf is namelijk al verantwoordelijk voor 36% van het marktaandeel van de Europese datacenter capaciteit en is daarmee de grootste Europese data-hotspot (R1: MRA, 2020). Bovendien groeit de vraag naar data in de MRA met 19% per jaar en zal dit in 2050 al 35,7 keer zoveel zijn als in 2020 (R1: MRA, 2020). De datacentersector bestaat uit allerlei stakeholders, waaronder: producten, leveranciers, gebruikers, hergebruikpartijen, recyclelaars en afvalverwerkers, die met elkaar in verbinding staan. Om de energietransitie te realiseren moet de volledige keten radicaal veranderen, maar de transitie moet ergens worden ingezet (RH7: Schalk, 2018).

Het Dynamisch Transitie model, ook wel de X-curve genoemd, geeft een duidelijk beeld van de positie van Circulaire Economie in de energietransitie (*figuur 2*). Er bestaan al verschillende oplossingen die potentie hebben om de transitie in gang te zetten, maar de huidige norm is gebouwd rondom het minimaliseren van het energieverbruik tijdens de levensduur en bevindt zich in de fase van het optimaliseren (USGBC, 2020). Door een gerichte duwtje uit te delen bij het inkoopbeleid, wordt hiermee een beweging gestimuleerd met als doel het destabiliseren van de norm. Een toename in de vraag naar circulaire oplossingen, zou moeten leiden tot meer aanbod (RH7: Schalk, 2018). Daardoor zou het afdanken via minder ideale routes, zoals export en afvalverwerking, moeten worden teruggedrongen. Tezamen zal dit een versnelling teweeg moeten brengen. Deze verschuiving in de markt zou, volgens het deze transitietheorie, uiteindelijk moeten leiden tot chaos en emergentie waardoor een nieuwe norm institutionaliseert en de huidige norm afbreekt (Lodder, 2017).



**FIGUUR 2: HIER WORDEN DE POSITIE VAN CIRCULAIRE ECONOMIE EN DE HUIDIGE NORM IN HET DYNAMISCHE TRANSITIE MODEL WEERGEGEVEN. HET DYNAMISCHE TRANSITIEMODEL, OOK WEL X-CURVE GENOEMD, GEEFT EEN REPRESENTATIE/VOORSPELLING VAN HET PROCES WAARIN EEN NIEUWE TECHNOLOGIE OF SYSTEEM DE OUDE NORM VERWERPT (LODDER, 2017).**

De huidige en beoogde adoptie van circulaire oplossingen kunnen worden geplaatst in de S-curve (*figuur 3*). Momenteel bevinden deze zich aan het begin van de Curve, omdat grootschalige adoptie nog uitblijft (Bokolo, 2018), (RH7: Schalk, 2018). In dit onderzoek is onderzocht hoe, met behulp van het grote netwerk van de Board, oplossingen met de meeste potentie kunnen worden gedemonstreerd en obstakels in het inkoopbeleid kunnen worden weggenomen met als doel adoptie ten gevolg. Demonstratie zou dan ook aan het voetstuk moeten staan van een toenemende vraag en het beklimmen van de S-curve richting opschaling.



FIGUUR 3: HIER WORDT DE POSITIE VAN CIRCULAIRE OPLOSSINGEN IN DE S-CURVE WEERGEGEVEN. IN DE OORSPRONKELIJKE S-CURVE WORDEN DE PERFORMANCE EN EFFORT VAN EEN PRODUCT OF SYSTEEM TEGEN ELKAAR UITGEZET, WAT LEIDT TOT EEN S-VORMIGE LIJN. IN HET VERNIEUWDE MODEL IS EEN CHRONOLOGISCHE NORMAALVERDELING VAN VERSCHILLENDE GROEPEN ADOPTERS ALS DERDE VARIABLE TOEGEVOEGD (ROGERS, 2005).

Met het oog op de positie van Circulaire Economie en circulaire oplossingen op de X-curve en in de S-curve is er geformuleerd wat er nodig is om dit naar een verder stadium te tillen. De oplossingen worden dus al aangeboden en er is al een doelstelling vastgesteld door de MRA. Het is nu tijd om de eindgebruikers te mobiliseren richting een volledig circulaire vraag. Om dit te realiseren is het essentieel om de bestaande, circulaire oplossingen en de belangen en barrières bij eindgebruikers in kaart te brengen. Dit onderzoek geeft hier meer duidelijkheid in vormt tegelijkertijd een richtlijn om de vraag naar circulaire oplossingen bij verschillende type eindegebruikers te vergroten in de vorm van mobilisatietips en stappen. Ook is de huidige vraag en mate waarop circulair wordt ingekocht als beginstadium geschat om het effect van de oplossingen af te kunnen meten. Hiermee is er toewerkt naar de doelstelling om in 2050 een volledig circulair MRA te realiseren.

Aan de hand van de te ondernemen acties en het uiteindelijke doel is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Welke stappen kunnen eindgebruikers van dataservers in de MRA nemen om tot een volledig circulaire vraag in 2050 te komen, vergeleken met de huidige mate waarin circulair wordt ingekocht?

## DEELVRAGEN

Er bestaan al verschillende circulaire oplossingen voor dataservers, maar alvorens de vraag kan worden gestimuleerd, moet er worden onderzocht welke oplossingen het beste voldoen aan de doelstelling van de MRA. Verschillende vormen van circulariteit zijn onderzocht aan de hand van de potentiële impact op de circulariteit van het inkoopbeleid, de barrières/tekortkomingen en voordelen, ofwel de specificaties. Hier is, in tegenstelling tot het huidige dogma, gekeken naar het gehele proces van 'cradle to cradle'. Hiervoor is de onderstaande deelvraag is opgesteld:

1. Wat zijn de specificaties van verschillende circulaire oplossingen voor dataservers?

Nadat er een lijst is gevormd met veelbelovende oplossingen en hun specificaties, zijn de belangen en barrières die spelen bij eindgebruikers onderzocht. Deze zorgen er namelijk grotendeels voor dat de oplossingen niet of

nauwelijks worden geadopteerd. Om een gericht stappenplan op te stellen om deze barrières weg te nemen, is onderzocht voor wie deze barrières spelen. Hiervoor zijn de eindgebruikers opgedeeld in typen. Daarom is de volgende deelvraag is opgesteld:

2. Welke aspecten vormen een barrière richting een circulair inkoopbeleid bij de verschillende typen eindgebruikers?

Wanneer het huidige aanbod en de barrières bekend zijn, kunnen de lijsten naast elkaar worden gelegd. De oplossingen die zijn beschreven in het antwoord op de eerste deelvraag zijn genomen als de mogelijkheden en het antwoord op de tweede deelvraag is genomen als een afspiegeling van de belangen en barrières per type eindgebruiker. Gezien de complexiteit van circulaire oplossingen voor dataservers, de variatie in toepassing en de wisselwerking tussen verschillende partijen in het netwerk en binnen een bedrijf, is ervan uitgegaan dat geen enkele oplossing perfect is voor één eindgebruiker. Ook is ervan uitgegaan dat er meerdere oplossingen relevant zijn voor dezelfde eindgebruiker. Daarom is de keuze voor één superieure technologie beschouwd als niet heel waardevol. Juist de overwegingen zijn van essentieel belang voor het onderzoek en zijn daarom nauwkeurig beschreven. Daarom is de volgende deelvraag opgesteld:

3. Hoe kan elk type eindgebruiker worden gekoppeld aan een circulaire oplossing met de meeste potentie om tot een volledig circulair inkoopbeleid te komen?

Nadat er meer kennis is vergaard over de obstakels bij eindgebruikers en deze zijn gekoppeld aan oplossingen, is onderzocht hoe de eindgebruikers kunnen worden gemobiliseerd. De oplossingen bestaan namelijk al, maar de eindgebruiker komt onvoldoende in beweging. De beperkte mate van adoptie komt deels voort uit gebrek aan kennis en externe factoren, maar ook uit obstakels in de eigen bedrijfsprocessen. De inkoop van circulaire dataservers wordt voornamelijk gedreven door prijs, kwaliteit en energie-efficiëntie. Het doel is om de eindgebruiker stappen te laten nemen richting een volledig circulair inkoopbeleid. Daarom is in het laatste gedeelte onderzocht hoe dit in de praktijk kan worden gebracht. De vierde deelvraag is als volgt opgesteld:

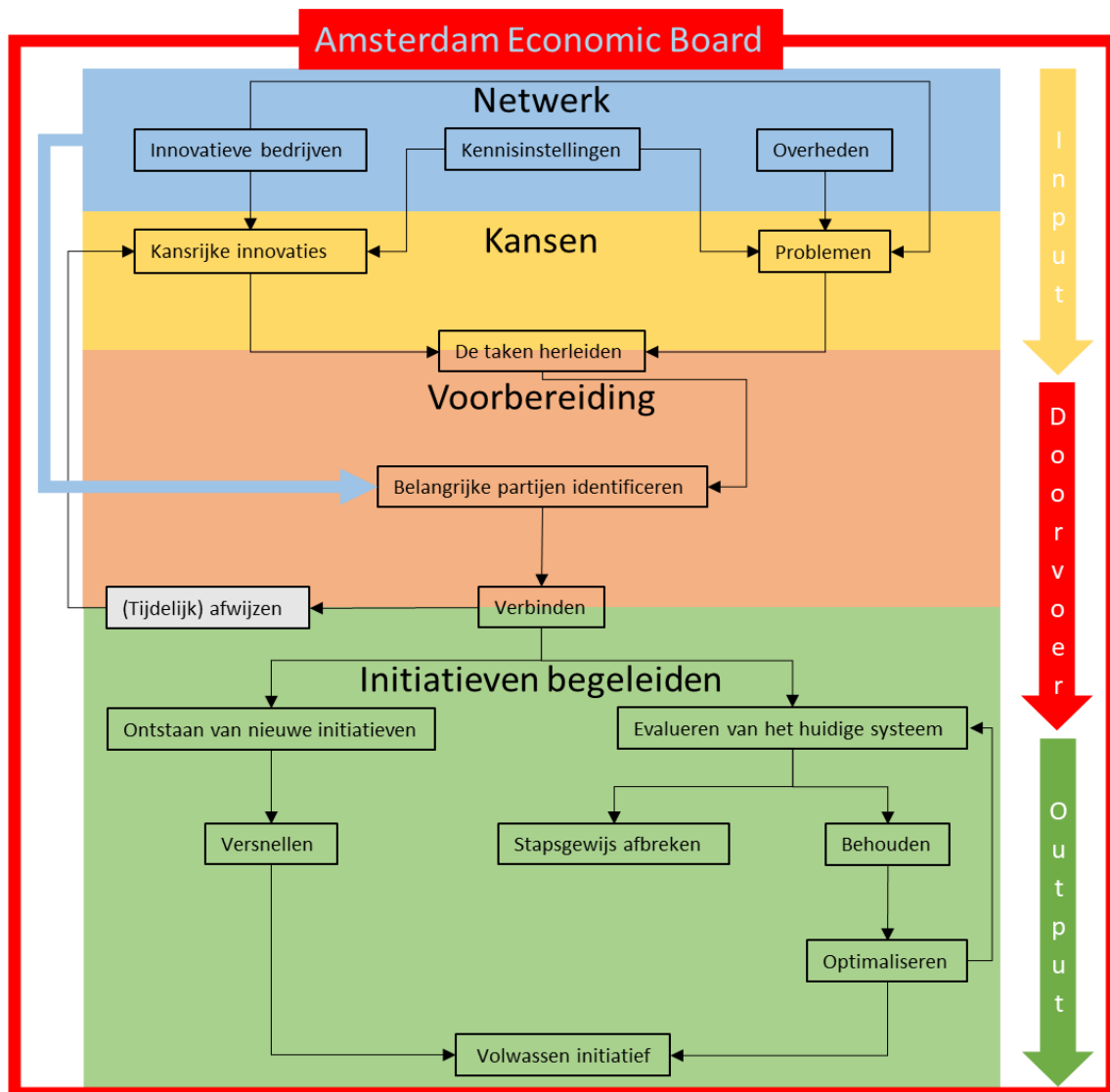
4. Hoe kunnen eindgebruikers in beweging worden gebracht om circulaire oplossingen te implementeren?

De antwoorden op de deelvragen hebben zich voor elk type eindgebruiker vertaald in een lijst met mogelijke oplossingen, stappen die de eindgebruikers zelf kunnen nemen en tips op deze eindgebruiker te mobiliseren. Hiermee zal de vraag naar circulaire oplossingen moeten toenemen en is er toegewerkt naar een volledig circulair MRA in 2050.

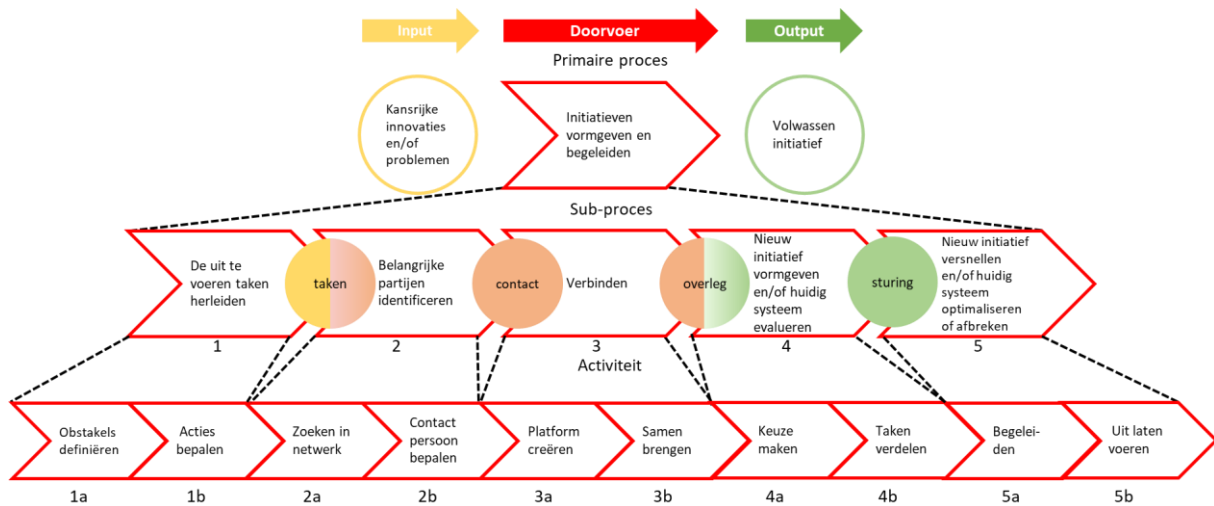


## DE BEDRIJFSPROCESSEN VAN AMSTERDAM ECONOMIC BOARD

Na het opstellen van de onderzoeksvraag en deelvragen, zijn de processen van de Board in kaart gebracht en weergegeven in het processchema (figuur 4). Dit model kan worden opgedeeld in drie onderdelen: de input, de doorvoer en de output. De processtructuur (figuur 5) geeft meer inzicht in de rol van de Board bij het vormgeven en doorvoeren van initiatieven door onderscheid te maken tussen het primaire proces, het secundaire proces en de activiteiten. In dit onderdeel is het onderzoek geplaatst binnen de primaire processen van de Board. Aanvullende informatie over het netwerk kan worden gevonden in Appendix 1: Aanvullende informatie over het netwerk.



FIGUUR 4: HET PROCESSCHEMA IS OPGESTELD VANUIT DE ROL VAN AMSTERDAM ECONOMIC BOARD IN HET VORMGEVEN VAN INITIATIEVEN EN DIENS VERHOUDING TOT HET NETWERK. HIER IS GEBRUIKT GEMAAKT VAN BUSINESS PROCES MODELING (BPM). DIT IS EEN SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE PARTIJEN, MATERIALEN EN PROCESSEN DIE BETROKKEN ZIJN BIJ HET VORMEN VAN PRODUCTEN. DEZE WORDEN MET ELKAAR VERBONDEN DOOR MIDDEL VAN PIJLEN DIE HET VERLOOP VAN HET PROCES WEERGEVEN (LIN, 2002).



FIGUUR 5: HIER IS DE PROCESSTRUCTUUR VAN AMSTERDAM ECONOMIC BOARD WEERGEVEN. IN DE PROCESSTRUCTUUR WORDT HET PRIMAIRE PROCES, DAT INPUT OMZET IN OUTPUT, ONTLEDEN TOT SUB-PROCESSEN MET TUSSENPRODUCTEN. DEZE SUB-PROCESSEN KUNNEN WORDEN OPGEDEELD IN ACTIVITEITEN (NIEUWENHUIS, 2010).

### Kansrijke innovaties en/of problemen

De Board haar netwerk bestaat uit bedrijven, kennisinstellingen en overheden (Amsterdam Economic Board, 2020e). Alle partijen in het netwerk kunnen dienen als een inleider van initiatieven en als deelnemende partij. In de meeste gevallen deelt een partij mee aan een project dat ergens anders in het netwerk is ontstaan. Hierin speelt de Board een belangrijke rol. Zo kunnen bedrijven, kennisinstellingen een bijdrage leveren aan een groen slim en gezond metropool Amsterdam van de toekomst. Het huidige probleem is de gebruikelijke denkwijze bij het inkopen van dataservers. Productie en afdanking worden hierin nog onvoldoende meegenomen. De Metropool Regio Amsterdam wil dit probleem aanpakken door een volledig circulair MRA in 2050 als doel te stellen (Metropoolregio Amsterdam, 2018). Circulaire technologieën vormen een potentiële, innovatieve oplossing.

### Initiatieven vormgeven

De input vanuit het netwerk wordt in de voorbereiding omgezet tot output. Dit is de eerste helft van het primaire proces en vormt weer input voor het begeleiden van initiatieven. Het vormgeven van initiatieven heeft veel gemeen met het vormgeven van de onderzoeksvraag. Zo moet bij beiden duidelijk zijn welk probleem moet worden aangepakt, welke oplossingen de potentie hebben om een beweging te stimuleren en welke partijen hierbij nodig zijn. Dit onderzoek bevindt zich in deze fase van de processtructuur, omdat er al circulaire oplossingen bestaan, maar de vraag vanuit eindgebruikers beperkt blijft. Er is onderzocht hoe deze vraag binnen de MRA kan worden vergroot.

#### 1. De uit te voeren taken herleiden

Via één of meerdere kanalen kan een kansrijke innovatie of een probleem binnenkomen bij, of worden herkend door, de Board. De kracht van de Board ligt bij de manier waarop dit wordt opgepakt. Ze heeft als geen ander het vermogen om een kans te herkennen, de obstakels te definiëren (2a) en dit te ontleden in acties die moeten worden genomen om obstakels te overkomen (2b). Vervolgens worden deze acties als taken geconcretiseerd. In dit onderzoek zijn ook de obstakels onderzocht in de vorm van barrières en gebruikt om stappen te definiëren die eindgebruikers en betrokken partijen kunnen nemen om tot een volledig circulair inkoopbeleid te komen in 2050.

## 2. Belangrijke partijen identificeren

Na het formuleren van de taken, gaat de Board in haar netwerk opzoek naar de partijen die deze taken het beste kunnen uitvoeren (2a). Hoewel er meerdere partijen nodig zijn om een beweging te stimuleren, moeten de belangrijkste actoren worden geselecteerd. Met het oog op de doelstelling van de MRA, zijn de eindgebruikers geïdentificeerd als belangrijke actoren, maar is er ook gekeken naar leveranciers en de onderlinge relatie.

Als er nog niet genoeg kennis beschikbaar is over bijvoorbeeld een technologie of bedrijfsmodel, worden kennisinstellingen ingeschakeld om hier onderzoek naar te doen. Zo is Amsterdam Science Park een partner met de reputatie om innovaties in diverse disciplines te versnellen (Amsterdam Economic Board, 2017). Afhankelijk van het gebied of sector waarin de beweging zich zou moeten plaats vinden, wordt er contact opgenomen met de gemeenten en overheidsinstanties die hier een rol in kunnen spelen. Ook worden één of enkele contactpersonen vastgelegd, zodat er een betere relatie wordt opgebouwd en de informatie efficiënter kan worden opgenomen (2b). Ook in dit onderzoek is onderzocht welke actoren binnen een organisatie een sleutelrol hebben richting een circulair inkoopbeleid. De contactpersoon zal echter per eindgebruiker moeten worden vastgelegd wanneer de stappen in de praktijk worden gebracht.

## 3. Verbinden

Nadat de belangrijkste partijen zijn geïdentificeerd, worden deze met elkaar verbonden. Het vermogen om de rol van 'triple helix' verbinder te vervullen, is de kerncompetentie van Amsterdam Economic Board. De Board verbindt partijen met elkaar via een tussenpersoon, maar creëert ook een platform door een event of vergadering te organiseren (3a) (Amsterdam Economic Board, 2020e). Hier worden de partijen dus in feiten samengebracht (3b). Ondanks de bescheiden omvang van de Board, zijn haar leden flexibel en multidisciplinair inzetbaar, waardoor bedrijven maar enkele contactpersonen hoeven te onderhouden die doorverwijzen naar specialisten. Er zijn, aan de hand van dit onderzoek, tips geformuleerd om eindgebruikers te verbinden met bijvoorbeeld de leverancier(s), collega eindgebruikers en andere relevante partijen.

### Initiatieven begeleiden

De input vanuit de voorbereiding wordt in de tweede helft van het primaire proces, door middel van begeleiding, omgezet in een volwassen initiatief. Dit is het uiteindelijke product van Amsterdam Economic Board. Met dit onderzoek is hier een aanzet toe gegeven, maar de vervolgstappen zullen verder moeten worden onderzocht.

## 4. Nieuw initiatief vormgeven en/of huidig systeem evalueren

De partijen die met elkaar zijn verbonden, worden begeleid in het vormgeven van een doelstelling of het verkennen van een probleem. Er wordt bijvoorbeeld toegewerkt naar een maatschappij die geen CO<sub>2</sub> meer uitstoot in 2050 (Amsterdam Economic Board, 2018a). Bij het stellen van een doel wordt het huidige systeem geëvalueerd en wordt bepaald of dit systeem stapsgewijs moet worden afgebroken of moet worden behouden (4a). Daarna worden de taken die zijn geformuleerd, toebedeeld aan de betrokken partijen (4b).

## 5. Nieuw initiatief versnellen en/of huidig systeem optimaliseren of afbreken

Amsterdam Economic Board speelt een begeleidende rol om deze initiatieven te versnellen (5a). Zo is de Board, in het project: Inkopen met Impact, bezig met het stimuleren van circulaire inkoop (Amsterdam Economic Board, 2020b). De Board heeft namelijk niet alleen het vermogen om taken te formuleren en de belangrijkste partijen met elkaar te verbinden, maar is ook gespecialiseerd in het stimuleren van urgentie bij partijen om hun verantwoordelijkheid te nemen. Er wordt transparant gecommuniceerd waardoor partijen van elkaar weten wat ze kunnen en moeten verwachten (5b).

**Volwassen initiatief**

Het verleggen van een systeem kost jaren en een initiatief is daarom vaak enkel een stap in de goede richting. Het bestaande systeem wordt geoptimaliseerd en kan opnieuw worden geëvalueerd. Op het moment van grootschalige acceptatie, wordt een initiatief als volwassen genoeg gezien om als Board los te laten. Het komt echter ook voor dat een projectteam niet slaagt om een beweging op gang te brengen. De technologie kan bijvoorbeeld in de praktijk minder potentie hebben dan gedacht of te jong zijn of de infrastructuur van een stad is hier nog niet klaar voor. Een innovatie zoals Vehicle to Grid (V2G) voegt zich dan weer bij de kansrijke innovaties en kan, wanneer de maatschappij hier klaar voor is, opnieuw worden opgepakt (Amsterdam Economic Board, 2018b).

## LITERATUURSTUDIE

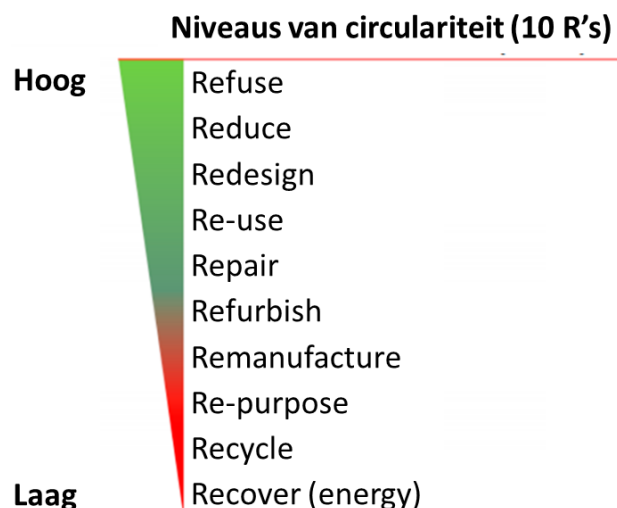
Aan de hand van wetenschappelijke literatuur is de situatie, en zijn de innovaties, rondom circulaire technologieën en circulaire processen onderzocht. Dit heeft geleidt tot de volgende hypothese:

Er zijn veelbelovende circulaire innovaties op zowel technologisch als procesvlak, maar het huidige systeem is ingericht op het minimaliseren van het energieverbruik en recyclen. Een circulaire oplossing moet goed presteren op energieverbruik, data-veiligheid waarborgen en financieel aantrekkelijk zijn. Hiervoor bestaan al verschillende oplossingen, zoals: efficiënte gebruiksprogramma's, repareerbaarheid, hergebruik van de server of componenten, refurbishen en technieken voor dataverwijdering. Om circulaire oplossingen te implementeren, moeten er stappen worden gemaakt in bedrijfsprocessen en communicatie. Dit kan door bij aanschaf nauwkeuriger en vollediger het materialenverbruik en de kosten in kaart te brengen, afspraken te maken over afdanking en door gebruik te maken van dezelfde terminologie. Ook spelen er barrières, overwegingen en oplossingen die algemeen gelden of verschillen per organisatie. Deze barrières moeten nog verder worden onderzocht in de empirische studie.

### 1. CIRCULAIRE TECHNOLOGIEËN

#### 1.1 Circulaire Economie

De term Circulaire Economie kan worden geformuleerd als: "A regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimised by slowing, closing, and narrowing material and energy loops" (Geissdoerfer, 2017). Volgens een studie naar het wetenschappelijke draagvlak van Circulaire Economie is het creëren en vergroten van de cirkel door middel van hergebruik, waardoor het maximale uit grondstoffen wordt gehaald, recyclen wordt uitgesteld en de productie afneemt, één van de belangrijkste stappen die moet worden genomen (Korhonen, 2018). Hergebruik en andere vormen van circulariteit zijn in een ander onderzoek op prioriteit gerangschikt in de "R-ladder" (figuur 6) (Cramer, 2017).



FIGUUR 6: DE R-LADDER MAAKT ONDERSCHIED IN DE NIVEAU VAN CIRCULARITEIT TUSSEN VERSCHILLENDE DUURZAME PROCESSEN. DE PRIORITEIT ZOU MOETEN LIGGEN BIJ DE PROCESSEN DIE HET HOOGST OP DE LADDER STAAN (CRAMER, 2017).

#### 1.2 Dataserver en datacenter

In 2007 werd aan een afgesloten locatie dat als primaire doel heeft om ruimte te verlenen voor één of meerdere dataservers de definitie datacenter gegeven (US EPA, 2007). Datacenters bestaan voornamelijk uit een infrastructuur van elektriciteit-transformatoren, koeling apparatuur, dataservers en generatoren (Hamilton, 2009). Jonathan Koomey heeft in 2008 als één van de eerste wetenschappers een wetenschappelijk artikel

uitgebracht die gebruik maakte van de definitie datacenter, om de wereldwijde energieconsumptie hiervan onder de aandacht te brengen (Koomey, 2008).

### 1.3 Ecologische-en-CO<sub>2</sub>-voetafdruk

De energieconsumptie van datacenters wordt wereldwijd erkend als het grootste deel van de gehele Ecological Footprint (EF), ofwel ecologische voetafdruk (Belkhir, 2018). De EF staat voor de hoeveelheid “ruimte” die nodig is om een bepaalde bevolkingsgroep, bedrijf of product in stand te houden (Fu, 2015), (Gottlieb, 2012). Deze ruimte bestaat uit zes vormen, waaronder land en energie (Gassner, 2018). De ecologische voetafdruk wordt veel gebruikt als analysemethode, ook wel EFA genoemd, om de milieu-impact van een sector te schatten (Gottlieb, 2012), (Lambrechts, 2014). In deze analyse wordt de uitstoot en grondstofgebruik tijdens de productie, de levensduur en de verwerking van afval meegenomen (Gassner, 2018), (Lambrechts, 2014). Uit onderzoek blijkt dat EFA kan bijdragen aan een circulariteit, maar dat de eenheid vierkante meter zich hiervoor minder leent dan specifieke eenheden, zoals de CO<sub>2</sub>-uitstoot (Elia, 2017). De CO<sub>2</sub>-uitstoot van dit gehele proces kan ook worden gedefinieerd als de CO<sub>2</sub>-voetafdruk (Belkhir, 2018), (Fu, 2015). In het berekenen van de EF kunnen processen die afval of CO<sub>2</sub> produceren, worden gecompenseerd door andere, circulaire processen die dit weer omzet in nieuwe producten. Hierdoor kan de EF worden verkleind (Belkhir, 2018). In een recente studie over de globale CO<sub>2</sub>-emissie van Information and Communication Technology (ICT), werd de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van dataservers geschat als onderdeel van de categorie: datacenter en telecommunicatie. De uitstoot in de productiefase van dataservers is echter als verwaarloosbaar beschouwd, omdat het tussen de 1.7%- 8% van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk zou omvatten (Belkhir, 2018).

### 1.4 Milieu-impact van materialengebruik en verwerking

Hoewel het overgrote deel van de CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten tijdens de levensduur van de dataservers, heeft de productie en verwerking na afschrijving ook impact (Hamilton, 2009), (Patrignani, 2017). Servers bestaan namelijk uit een groot aantal zeldzame stoffen die binnen een aantal jaar op zijn en in veel gevallen worden gewonnen in conflictgebieden. Het gebruik en de afdanking hiervan is daarom ook streng gelinkt aan klimaatveranderingen en vervuiling (Patrignani, 2017). De jaarlijkse groei van ‘Wastes of Electrical and Electronic Equipment’ (WEEE) is namelijk geschat op 3-5% per jaar (Drechse, 2006). ICT-apparatuur wordt gemiddeld na 3-5 jaar afgedankt, terwijl ze zijn ontworpen om langer, betrouwbaar mee te gaan (Hamilton, 2009). Hierdoor gaan kostbare, bruikbare materialen verloren. Uit onderzoek blijkt dat kostbare materialen als goud, koper, palladium, zilver en platina steeds efficiënter kunnen worden teruggewonnen met behulp van oxidatieprocessen, mits ze van elkaar worden gescheiden (Oestreicher, 2020). Ook zouden metalen, plastics en vuurvaste oxiden kunnen worden gebruikt om syngas te winnen. Echter kost dit proces veel energie en komen er tijdens het verhitten schadelijke gassen vrij en wordt er CO<sub>2</sub> uitgestoten. Daarnaast wordt er onvoldoende onderscheid gemaakt tussen de materialen en gaan er dus ook bruikbare materialen verloren (Souza, 2017).

### 1.5 Gebruik en ontwerp

In een optimale wereld worden materialen met hernieuwbare energie omgezet in energie-efficiënte producten die lang meegaan, worden gedeeld door eindgebruikers en 100% kan worden omgezet in de gebruikte materialen (Korhonen, 2018). Echter blijft dit vooralsnog een toekomstbeeld, maar kunnen er wel op verschillende vlakken stappen worden genomen. Zo moet een server zo lang mogelijk, maar verantwoord worden gebruikt (Bashroush, 2020). Ook zouden servers volgens een andere studie recycle-en-repareerbaar moeten worden ontworpen (Patrignani, 2017). Ook zou de levenscyclus serieus moeten worden geëvalueerd door alle partijen die zijn betrokken bij het ontwerp, de productie en het gebruik van ICT-apparatuur. Daarnaast zou er moeten worden overwogen om minder nieuwe apparatuur te gebruiken, ook wel de Slow Tech benadering genoemd (Patrignani, 2017). Uit meerdere onderzoeken blijkt dat er verschillende opties zijn om her te gebruiken, waaronder: onderhoud, reparatie, volledig hergebruik binnen of buiten het bedrijf, het hergebruik van componenten in

bestaande apparatuur of in een hybride combinatie met nieuwe technologieën, ook wel refurbishen genoemd (Bokolo, 2018), (Calvi, 2015), (Geissdoerfer, 2017).

### 1.6 Dataverwijdering

Om te voorkomen dat bestanden uitlekken, is het van belang dat de data wordt vernietigd voor de server kan worden hergebruikt (Yusof, 2019). De meest gebruikte technologieën om data op te slaan zijn: Hard Disk Drive (HDD) en Solid State Disk (SSD). Uit onderzoek blijkt dat SSD-opslag sneller is dan HDD-opslag, minder ruimte kost en energiezuiniger is. Daarnaast is het makkelijker te koelen, wat een belangrijk voordeel is voor het gebruik in datacenters. Echter is HDD goedkoper en makkelijker her te gebruiken dan SSD (Hamilton, 2009), (Park, 2018), (Skendžić, 2016). Datareiniging (Data Sanitization) wordt gebruikt om HDD-opslag te vernietigen, op een manier dat hergebruik mogelijk maakt. Met deze technologie wordt de opgeslagen data overgeschreven door sheets met nutteloze informatie, waardoor de data niet meer te achterhalen valt (Hughes, 2009), (Yusof, 2019). Dit werkt alleen niet voor SSD. SSD maakt namelijk gebruik van Flash Memory dat lastig kan worden gereset, zonder dat de snelheid en betrouwbaarheid wordt aangetast (Park, 2018). Er zijn wel veelbelovende technieken zoals een thermale behandeling. Dit is een recent ontwikkelde technologie waarmee de status van flash-opslag van de SSD wordt veranderd, en daardoor onleesbaar is, door middel van een verhittingsproces (Park, 2018). Voor kostbare data wordt er alleen meestal nog gekozen om HDD-en-SSD-opslag onklaar te maken door het te verbranden of te versnipperen (Hughes, 2009), (Park, 2018).

### 1.7 Samenstelling en programmering

Nadat de data volledig is verwijderd, kunnen de servers op een energie-efficiënte wijze worden hergebruikt in datacenters, mits ze juist worden samengesteld en geprogrammeerd. Uit onderzoek blijkt dat een goede afstemmingen tussen de processor en de opslag van belang is. Zo is het voor HDD-opslag energiezuiniger om meer servers te gebruiken van lagere kwaliteit dan een ongebalanceerde combinatie tussen hoge kwaliteit processoren en lagere kwaliteit opslagapparatuur (Hamilton, 2009). In een ander onderzoek zijn meerdere methodes onderzocht om de efficiëntie te verbeteren van oudere apparatuur. Hier is gevonden dat kleine aanpassingen in een server van tot 5 jaar oud ervoor zorgen dat nieuwe servers significant worden overtroffen en dat dit dus belangrijker is dan vernieuwen. Aanpassingen die met name veel impact hadden, waren: het toevoegen van extra cores aan bestaande processoren, uniforme communicatiepaden en een optimale bezetting van het geheugen. Er is namelijk geconcludeerd dat de technologische stappen in de afgelopen 5 jaar niet meer zo groot zijn. Ook blijkt uit dit onderzoek dat de terugverdientijd van een refurbished server zeer gunstig is als deze niet ouder is dan 5 jaar (Bashroush, 2020). Aanvullende informatie over programmering kan worden gevonden in Appendix 2: Aanvullende informatie literatuurstudie.

## 2. CIRCULAIRE PROCESSEN

### 2.1 Methodes en strategieën

Er zijn verschillende methoden om te verduurzamen op het gebied van ICT en datacenters en één van de meest besproken methodes is Green IT (Bokolo, 2018), (Bose, 2011), (Harmon, 2012). Deze methode focust zich met name op het energieverbruik, de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de afvalstromen. De productie en inkoop worden wel meegenomen onder de term 'Assets Management', maar hier ligt niet het zwaartepunt (Bose, 2011). In een onderzoek naar de mate waarin Green IT werd toegepast in datacenters in 2018 en hoe de productie en aankoop hierbij kan worden betrokken, gebruikt men de Green Computing Life Cycle Strategies als theoretisch kader. Deze strategieën zijn: groen ontwerpen, groen produceren, groen inkopen, groen opereren en groen verwijderen (Bokolo, 2018). Hier is geconcludeerd dat er bij duurzame inkoop het minst wordt gekozen voor gerecyclede apparatuur. Wel is gevonden dat groen verwijderen beter wordt uitgevoerd en dat hiervoor veel wordt gekozen voor refurbishen en andere vormen van hergebruik, zie Appendix 2 voor de volledige uitkomsten van dit onderzoek (Bokolo, 2018).

Ook zou er spraken zijn een verschuiving van enkel het besparen op kosten en energie naar het besparen op de hele levenscyclus. Echter is gevonden dat het inkoopbeleid nog achterloopt (Bose, 2011), (Bokolo, 2018), (Giunipero, 2012). Uit onderzoek blijkt dat bedrijven vaak Capital Expenditures (CAPEX) begroten. Hier worden de kosten en de levensduur eenmalig geschat en worden deze kosten vervolgens over die periode afgeschreven. Dit zou vaak worden gedaan aan de hand van de Total Cost of Ownership (TCO) analyse. Hierin worden de aanschafkosten, energiegebruik en onderhoud meegenomen, waardoor het relatief eenvoudig een kostenplaatje kan geven voor grote bedrijven. Echter neemt deze analyse niet hergebruik binnen het bedrijf of afspraken over terugname mee (Bliedy, 2018), (Wahlroos, 2018). Dit wordt wel meegenomen in de Operating Expenditures (OPEX) begroting en uit onderzoek blijkt dat een beetje meer aandacht voor de OPEX-kosten tijdens het berekenen van de CAPEX-kosten, al leidt tot significante besparingen. Het CAPEX-budget zou namelijk vaak gelimiteerd zijn, waardoor men geneigd is om goedkope apparatuur aan te schaffen en de levensduur veilig in te schatten. Dit zou juist leiden tot onvoorziene kosten tijdens de levensduur en het vroegtijdig vervangen van apparatuur (Wahlroos, 2018). Wahlroos stelt dat managers zich wel moeten realiseren dat een transformatie in businessmodellen een proces is dat jaren duurt en dat hier niet overhaast stappen moeten worden overgeslagen of vroegtijdig genoeg moet worden genomen met behaalde resultaten (Wahlroos, 2018).

## **2.2 Interne overwegingen, barrières en oplossingen**

Uit onderzoek blijkt dat bedrijven wel steeds meer verantwoordelijkheid voelen om te verduurzamen en vaker het initiatief nemen (Lozano, 2012). Er is echter aangetoond dat maar een klein deel van de zelfstandige initiatieven in het kader van duurzaamheid uitgaat van duurzame inkoop. Zo blijkt dat twee van de zestien onderzochte projecten het gewicht leggen bij duurzaam inkopen en dat de meeste zich focussen op productieprocessen, wat deels zou worden veroorzaakt door bedrijfsprocessen (Lozano, 2012). Duurzaam inkopen is namelijk een onderdeel van Sustainable Supply Management (SSM), wat is afgeleid van het meer algemene begrip: Supply Chain Management (SCM). SSM kan worden gedefinieerd als het mee laten wegen van milieutechnische, sociale en economische waarden in het evalueren van de aanvoer van materialen en producten (Giunipero, 2012). Een goed ontworpen Supply Chain, heeft een positieve invloed op deze drie waarden en kan daarnaast zorgen voor kostenreductie (Giunipero, 2012). Echter moet er wel rekening worden gehouden met de afhankelijke aard van veranderingen (Adner, 2006). Veranderingen zijn namelijk afhankelijk van het aanbod, en daardoor is de mate van verantwoordelijkheid een belangrijke factor in de controle over eigen succes. Het opstellen van een risicoanalyse en het continu beoordelen of leveranciers en partners een innovatie benaderen met hetzelfde vertrouwen en dezelfde waarden, zou leiden tot realistische doelen en efficiënter gebruik van de beschikbare middelen (Adner, 2006). Uit ander onderzoek blijkt dat bedrijven met een groot budget zich echter minder focussen op de kosten en meer op de gemakken, zoals: extra diensten, onderhoud en flexibiliteit en dat bedrijven met een lager budget zijn genooddaakt zich meer te focussen op de kosten. Beide bedrijven hebben dus andere belangen en moeten daarom op verschillende manieren worden benaderd (Asif, 2016).

## **2.3 Het in beweging komen van bedrijven**

Onderzoek wijst namelijk uit dat bedrijven niet snel zijn overtuigd om ergens in te investeren. Bedrijven met weinig middelen zouden zich geen grote risico's kunnen permitteren en moeten daarom over het hele bedrijf worden overtuigd (Aly, 2019). In dit onderzoek zijn twee methodes getest om investeringen af te dwingen. 'Goal-Setting', een methode waar op traditionele wijze wordt gewezen op de voordelen en de mogelijke winst, blijkt het beste te werken op jonge ondernemers en minder ervaren bedrijven. Ondernemers en bedrijven met meer ervaring blijken hier minder gevoelig voor. Deze kunnen beter worden benaderd vanuit 'Fear-setting', waar wordt gewezen op wat er kan worden misgelopen door niet te investeren (Aly, 2019).

Uit een onderzoek naar de transitie van een energiebewuste aanpak naar een product-en-grondstoffbewuste aanpak, is geconcludeerd dat er veel potentie ligt bij een benadering dat uitgaat van de 'resource efficiency' (Bundgaard, 2017). Een overeenkomst tussen de inkoper en de leverancier, waarin de productie en afdanking



van de afgenomen apparatuur wordt gespecificeerd, staat hierin centraal. Dit onderzoek toont aan dat hiermee eenvoudiger kan worden toegewerkt naar een circulaire markt, dan met wetgevende beleidsplannen (Bundgaard, 2017). Volgens Wahlroos, zijn de aanwezigheid van duurzame energiebronnen, financiële stabiliteit en volwassenheid belangrijke overweging. Ook zou onderlinge transparantie leiden tot een beter resultaat. Uit een ander onderzoek blijkt ook dat de mate van hergebruik sterk afhangt van afspraken over terugname, het type server en de geografische locatie van de leverancier (Polverini, 2018). Daarbij zou een afspraak met de Original Equipment Manufacturer (OEM) gemiddeld leiden tot meer hergebruik dan het betrekken van een derde partij (Polverini, 2018).

Ook is uit onderzoek gebleken dat de complexiteit van de technologieën en het aanzienlijk aantal betrokken stakeholders, belangrijke factoren zijn die hergebruik beïnvloeden (Bundgaard, 2017), (Wahlroos, 2018). Volgens de diffusie theorie van Rogers verspreiden innovaties in complexe omgevingen via overlappende, verschillende communicatiekanalen (Rogers, 2005). Er is gesteld dat innovaties als eerst worden geadopteerd door innovators en de volgorde van adoptie daarna sterk afhangt van de diversiteit van de communicatiekanalen en het contact met koplopers. Ook zouden innovaties sneller worden geadopteerd als ze worden gezien als:

- Relatief voordelig
- Goed aansluitend op de bestaande waarden, overtuigingen en ervaren
- Relatief makkelijk te begrijpen en af te stemmen
- Waarneembaar en meetbaar
- Onderscheidbaar

Daarnaast blijkt dat het beleid van goed verbonden actoren veel invloed uitoefent op het eigen beleid (Rogers, 2005). Uit andere studies is gebleken dat zelfstandige initiatieven op het gebied van SSM sneller zijn te realiseren dan initiatieven die worden afgedwongen door nieuwe wetten en beleidsplannen, maar dat de impulsen vanuit de overheid bijzonder effectief zijn (Giunipero, 2012), (Linton, 2007), (Lozano, 2012). Zo is er aangetoond dat Ecodesign, een beleid vanuit de Europese Unie in 2009, wat zich met name focust op het ontwerpen van energie-efficiënte apparatuur, een positief effect heeft uitgeoefend op de data-markt, omdat dit voor sociale-en financiële-druk zorgde (Bundgaard, 2017), (Polverini, 2018). Ook zullen er, door de toenemende realisatie van klanten en betere beleidsplannen, meerdere duurzaamheidswetten voor ICT worden afgedwongen (Uddin, 2012). Wel is in een onderzoek gesteld dat gezamenlijke doelen niet genoeg zijn om tot een circulaire markt te komen, maar dat hiervoor gebruik moet worden gemaakt van dezelfde terminologie en kennis moet worden gedeeld. Zo wordt namelijk duidelijk wat er kan en moet worden verwacht (Geissdoerfer, 2017).

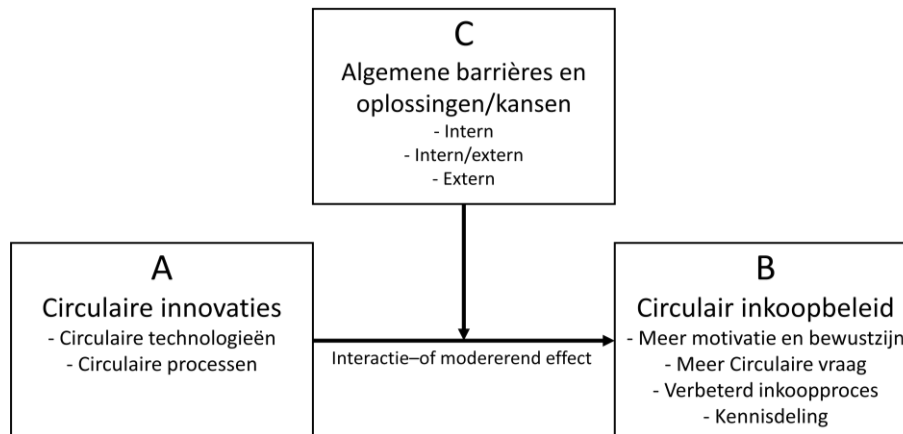
## 2.4 Vormen van ondersteuning

Uit een marktanalyse in China naar het ICT-inkoopbeleid van Small Medium Enterprises (SMEs) in de bouwindustrie kunnen lessen worden gehaald die specifiek bruikbaar zijn voor kleinere spelers tussen grote bedrijven. Zo blijkt uit meerdere interviews dat deze SMEs tussen alle grote bedrijven aan de grond van een beweging in de markt kunnen staan als ze worden voorzien van een stapsgewijs, financiële-en-beleidsmatige-ondersteuning op maat (Lu, 2019). Ook werd er uit meerdere interviews met inkoopmanagers van Nederlandse bedrijven, die in nauw verband staan met de overheid, geconcludeerd dat de overheid een belangrijke rol speelt in het stellen van heldere doelen, het verstrekken van financiële middelen en het bieden van verdere ondersteuning (Gelderman, 2015). De betrokkenheid van stakeholders werd mede vanwege belangenverstrengelingen zowel als hulpmiddel en als barrière ervaren (Gelderman, 2015). Een goede samenwerking met leveranciers is bijvoorbeeld noodzakelijk om circulaire oplossingen te implementeren, maar sommige verdienmodellen van leveranciers zijn juist ingesteld op een korte levensduur van producten, omdat deze dan vervangen moeten worden door de nieuwe generatie (Linton, 2007).

## METHODOLOGIE

### CONCEPTUEEL MODEL

Om het effect van circulaire innovaties op een circulair inkoopbeleid weer te geven, wordt er gebruik gemaakt van het conceptueel model (figuur 7). Er is gekozen voor een interactie-of modererend effect, omdat uit de analyse van de beginsituatie en het literatuuronderzoek blijkt dat er meerdere factoren zijn waar dit effect van afhangt. Deze factoren bestaan uit algemene barrières en oplossingen/kansen.



FIGUUR 7: IN HET CONCEPTUEEL MODEL WORDT EEN EFFECT-VERBAND WEERGEGEVEN VAN CONCEPT A OP CONCEPT B. IN HET GEVAL VAN EEN INTERACTIE-OF MODEREREND EFFECT, IS ER EEN DERDE FACTOR C DIE HET EFFECT VAN A OP B BEÏNVLOEDT.

#### A. Circulaire innovaties

Dit zijn de circulaire technologieën en processen die de potentie hebben om een stimulerend effect uit te oefenen op het inkoopbeleid van eindgebruikers. Deze zijn geformuleerd als circulaire innovaties, omdat circulaire oplossingen ook kunnen bestaan uit oplossingen die een effect uitoefenen als derde factor. De circulaire innovaties die zijn gevonden in dit onderzoek, zijn gekoppeld aan eindgebruikers en kunnen met behulp van de stappen en mobilisatietips worden geïmplementeerd.

#### B. Circulair inkoopbeleid

Hoewel naar een volledig circulair inkoopbeleid in 2050 wordt toegewerkt, is een volledig circulair beleid niet altijd realistisch. Met dit onderzoek is getracht meer bewustzijn van het probleem, een meer circulaire vraag, een verbeterd inkoopproces en meer kennisdeling te creëren. De huidige vraag en toepassing zijn genomen als nulmeting voor de huidige mate waarin circulair wordt ingekocht.

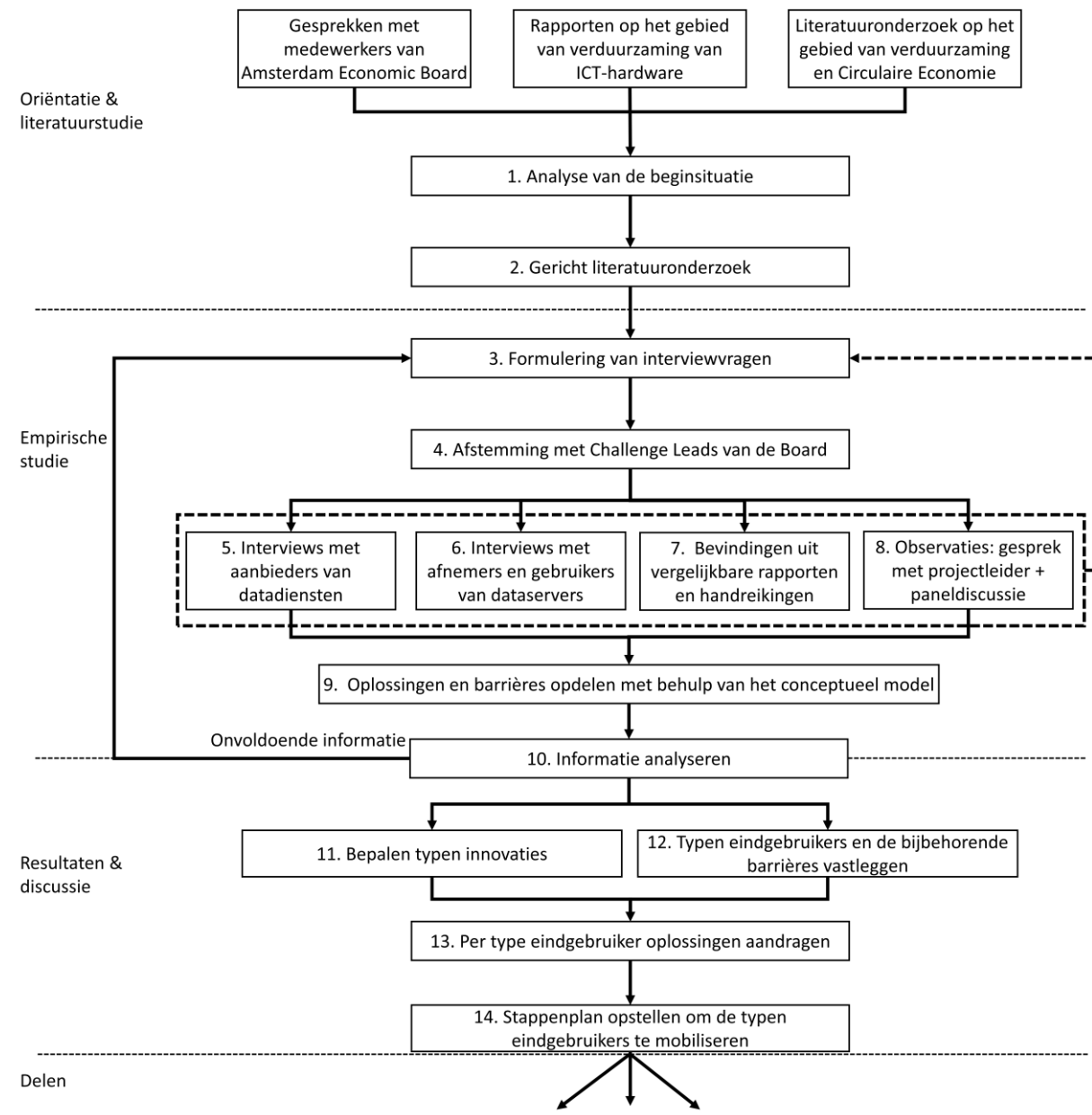
#### C. Algemene barrières en oplossingen/kansen

Het effect van dit stappenplan wordt beïnvloed door een aantal algemene barrières in de vorm van een interactie-of modererend effect. Deze barrières zijn gespecificeerd als: in interne, interne/externe en externe barrières. Voor sommige barrières zijn er oplossingen/kansen die ook een interactie-of modererend effect uit kunnen oefenen op het circulair inkoopbeleid.

### ONDERZOEK ONTWERP

Uit het conceptueel model (figuur 7) kan de volgende onderzoeksvraag worden herleid: *Welke stappen kunnen eindgebruikers van dataservers in de MRA nemen om tot een volledig circulaire vraag in 2050 te komen, vergeleken met de huidige mate waarin circulair wordt ingekocht?* Deze onderzoeksvraag is opgedeeld in vier deelvragen die gezamenlijk een interactie-of modererend effect op het inkoopbeleid moeten zorgen. In het

conceptueel onderzoek ontwerp (*figuur 8*) wordt de onderlinge samenhang van de deelvragen weergegeven in schematische, herhaalbare weergave van het onderzoek. Dit model is opgedeeld in vier fasen: oriëntatie & literatuurstudie, empirische studie, resultaten & discussie en delen.



**FIGUUR 8: IN HET CONCEPTUEEL ONDERZOEK ONTWERP IS HET ONDERZOEK SCHEMATISCH WEERGEVEN. DE PIJLEN GEVEN HET VERLOOP VAN HET ONDERZOEK WEER EN EEN GESTIPPELDE PIJL GEEFT WEER DAT HET INDIRECT WORDT MEEGENOMEN. DE TUSSENTIJDSE RESULTATEN ZIJN GETOETST EN, WAAR NODIG, TERUGGEKOPPELD EN VERDER ONDERZOEKT. HIERDOOR IS ER SPRAKE VAN EEN FEEDBACK-LOOP.**

### Oriëntatie & literatuurstudie

In deze fase van het onderzoek is het speelveld waarin het onderzoek zich plaatsvindt, verkend. Uit gesprekken met medewerkers van het stagebedrijf is de rol van het bedrijf de relatie met andere partijen in kaart gebracht. Hier is vastgesteld dat het onderzoek betrekking heeft tot de gehele dataserver-keten, bestaande uit: producten, leveranciers, gebruikers, hergebruikpartijen en recycle partijen. Door rapporten op het gebied van verduurzaming van ICT-hardware te bestuderen tezamen met literatuuronderzoek op het gebied van

verduurzaming en Circulaire Economie, heeft de onderzoeksvraag meer inhoudelijke vorm gekregen en is het conceptueel model opgesteld (*figuur 7*).

### **1. Analyse van de beginsituatie**

De drie informatiebronnen zijn met elkaar vergeleken en vormen hiermee de analyse van de beginsituatie. De beginsituatie is gebruikt als houvast voor de aspecten waarop kan worden doorgebouwd en de aspecten waar verder onderzoek naar gedaan moest worden. Hieruit is gekomen dat er meer onderzoek moet worden gedaan naar interne-en externe barrières die een circulair inkoopbeleid bij eindgebruikers in de weg liggen, hoe deze eindgebruikers in beweging kunnen worden gebracht en de mogelijke technologische-en-procesinnovaties die hierop in kunnen spelen.

### **2. Gericht literatuuronderzoek**

De oriëntaties zijn meegenomen en gebruikt om gericht en uitgebreider onderzoek te doen naar de huidige innovaties en businessstrategieën op het gebied van circulariteit in de datacentermarkt. De inzichten zijn meegenomen in het empirisch onderzoek in de vorm van een hypothese.

### **Empirische studie**

In deze fase van het onderzoek is in de praktijk onderzocht waar de kansen en barrières liggen voor een volledig circulair inkoopbeleid in 2050. Hier is gekozen voor interviews, rapporten & handreikingen en observaties als onderzoeksmethodes. De interviews en observaties geven namelijk een duidelijk beeld van de praktijk en kunnen met behulp van vergelijkbare rapporten en handreikingen worden gevalideerd.

### **3. Formulering van interviewvragen**

De deelvragen staan aan de basis voor het formuleren van de interviewvragen. In het kader van diepgang zijn er vragen geformuleerd die specifiek zijn per geïnterviewde, zoals vragen over lopende projecten en doelstellingen. Dit heeft geleid tot specifiekere, en daarmee kwalitatief betere antwoorden en inzichten. Waar mogelijk, zijn dezelfde vragen gesteld in meerdere interviews, waardoor de antwoorden zijn gevalideerd. Zo is er in meerdere interviews gevraagd naar de huidige duurzaamheidsvisie, de ervaring met klanten en/of leveranciers, potentiële oplossingen en de huidige barrières die worden ervaren richting een duurzamer en/of meer circulair beleid.

### **4. Afstemming met Challenge Leads van de Board**

De interviewvragen zijn afgestemd met de Challenge Lead Energie en de Challenge Lead Circulaire Economie van Amsterdam Economic Board. Hier zijn de vragen getoetst, aangevuld en gespecificeerd. De meeste interviews hebben geleid tot nieuwe inzichten en nieuwe vragen voor andere interviews. Deze vragen hebben hetzelfde proces als de andere vragen doorlopen.

### **5. Interviews met aanbieders van deltadiensten**

In deze interviews is er gevraagd naar het huidige aanbod op het gebied van circulariteit is er kritisch doorgevraagd naar de initiatieven die (kunnen) worden ondernomen om het aanbod meer circulair te maken. Hier is ook gevraagd naar het conflict dat speelt tussen hergebruik van oude apparatuur en de snelle technologische ontwikkeling van nieuwe apparatuur. Daarnaast is er gevraagd naar de ervaring met eindgebruikers van dataservers en of dit verschilt per eindgebruiker. Er is ook dieper ingegaan op de relatie tussen de aanbieder en gebruiker en waar in hun ervaring pijnpunten liggen en stappen kunnen worden gemaakt.

## 6. Interviews met afnemers en gebruikers van dataservers

In deze interviews is er diep ingegaan op het inkoopproces. Er is gevraagd naar de kennis en ervaring op het gebied van duurzaamheid en specifiek op het gebied van Circulaire Economie. Er is ook gevraagd naar de huidige criteria die worden gesteld aan de aanbieder, wat de relatie is met de leverancier en hoe circulariteit hierin mee kan worden genomen. Daarnaast is er ingegaan op de bedrijfsprocessen, welke obstakels er worden ervaren richting verduurzaming en wat er kan worden verbeterd om te komen tot een meer circulaire vraag. Om de relatie en processen tussen verschillende afdelingen binnen een bedrijf goed in kaart te brengen, zijn er aparte interviews gehouden met een MVO-manager, adviseur van het innovatieteam en systeemexpert van hetzelfde bedrijf. Gezien het feit dat de systeemexpert daadwerkelijk werkt met de apparatuur, heeft dit ook bijgedragen aan een vollediger beeld van de vraag, kansen en barrières binnen het bedrijf en in samenwerking met aanbieders.

## 7. Bevindingen uit vergelijkbare rapporten en handreikingen

Er zijn over de afgelopen jaren een aantal rapporten en handreikingen opgesteld voor leveranciers en eindgebruikers van datadiensten. In dit onderzoek is er, vanwege de snelheid waarin technologie zich ontwikkelt, gebruik gemaakt van recente rapporten en handreikingen. De bevindingen hieruit, die betrekking hebben tot circulariteit, zijn gebruikt om de data uit de interviews aan te vullen en te valideren.

## 8. Observaties: gesprek met projectleider + paneldiscussie

Gedurende het onderzoek zijn er meerdere Webinars, teamgesprekken, presentaties en paneldiscussies op het gebied van Circulaire Economie en markttransities bijgewoond. De observaties hieruit zijn vergeleken met de bevindingen uit eerdere interviews en zijn meegenomen in het formuleren van vragen voor interviews die daarna zijn gehouden. Daarnaast is er een gesprek gehouden met een projectleider op het gebied van Circulair inkopen van IT-apparatuur in de MRA. Hiermee is meer inzicht vergaart in de manier waarop bedrijven in de data-sector in beweging kunnen worden gebracht. Daarnaast heeft dit bijgedragen aan een beter beeld van de interne bedrijfsprocessen en de onderlinge relatie met stakeholders.

## 9. Oplossingen en barrières opdelen met behulp van het conceptueel model

De informatie uit de interviews, handreikingen & rapporten en observaties is opgedeeld in vier delen: de huidige toepassing en vraag, circulaire technologieën, circulaire processen en algemene oplossingen/kansen

De empirische data zijn in zes stappen geordend:

1. De informatie is gemarkeerd.
2. De dubbele opmerkingen zijn weggelaten of samengevoegd zonder inhoudelijke aanpassingen te doen.
3. De bevindingen hebben een letterlijke of overkoepelende term gekregen
4. De informatie uit verschillende interviews is gerangschikt naar deze termen.
5. De termen zijn opgedeeld in categorieën, die elk zijn weergegeven in een eigen tabel.
6. De categorieën zijn gerangschikt en gezamenlijk met het conceptueel model (*figuur 7*) gebruikt om de vier delen te formuleren.

De informatiebronnen hebben elk een eigen code gekregen en zijn met bijgevoegde beschrijving te vinden in Appendix 4: Empirische bronnen.

## Resultaten & discussie

In deze fase van het onderzoek is de informatie, omgezet in resultaten.

### 10. Informatie analyseren

De potentiële circulaire oplossingen die voortkomen uit het empirisch onderzoek zijn hier geanalyseerd en als voldoende of onvoldoende bevonden. Hier is kwantitatief gekeken naar de mate waarin bepaalde barrières en kansen zijn teruggekomen in meerdere interviews en kwalitatief naar de volledigheid van de informatie. Dit heeft geleid tot een aantal aanvullingen op de literatuurstudie die ervoor hebben gezorgd dat de antwoorden op de onderzoeksvraag en deelvragen beter wetenschappelijk zijn onderbouwd. Ook heeft deze methode geresulteerd in meer interviews en preciezere interview vragen. De complete analyse kan worden gevonden in de discussie.

### 11. Bepalen typen innovaties

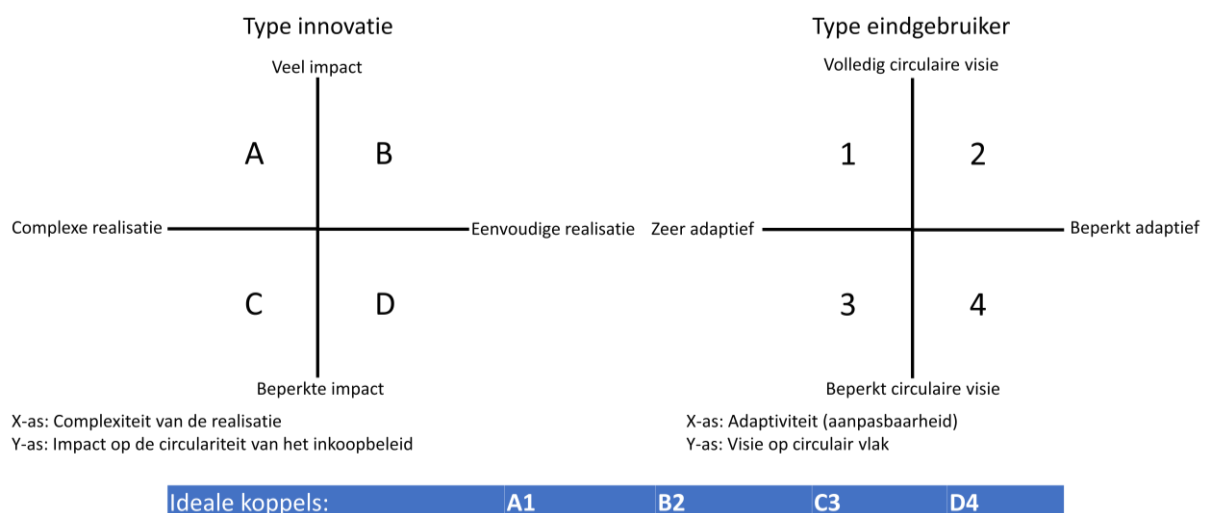
Nadat de informatie is geanalyseerd, zijn de oplossingen beoordeeld aan de hand van de complexiteit van realisatie, van complexe realisatie tot eenvoudige realisatie, en de impact op de circulariteit van het inkoopbeleid, van beperkte impact tot veel impact.

### 12. Typen eindgebruikers en de bijbehorende barrières en oplossingen vastleggen

Vervolgens zijn de eindgebruikers opgedeeld in een aantal typen. Dit is gedaan aan de hand van de adaptiviteit, van zeer adaptief tot beperkt adaptief, en de visie op circulair vlak, van beperkt circulaire visie tot volledig circulaire visie.

### 13. Per type eindgebruiker oplossingen aandragen

Nadat de verschillende innovaties en eindgebruikers zijn opgedeeld, zijn deze aan elkaar gekoppeld. In *(figuur 9)* is de gebruikte methode weergegeven.



FIGUUR 9: DIT IS DE METHODE WAAROP DE INNOVATIES WORDEN GEKOPPELD AAN VERSCHILLENDE TYPEN EINDGEBRUIKERS. DE UITWERKING KAN WORDEN GEVONDEN IN DE DISCUSSIE.

### 14. Stappenplan opstellen om de typen eindgebruikers te mobiliseren

De barrières en oplossingen/kansen zijn gebruikt om per type eindgebruiker een stappenplan op te stellen en tips te formuleren om deze te mobiliseren. Dit proces is van belang voor het onderzoek en is daarom beschreven

en afgewogen in de discussie. Aan de hand van de gevonden oplossingen, de stappenplannen en de mobilisatietips, is de onderzoeksvraag beantwoord.

### **Delen**

Om daadwerkelijk een verandering te stimuleren, worden de resultaten van dit onderzoek gedeeld. Binnen de Board worden de resultaten gedeeld in de vorm van een presentatie. De uitkomsten worden met het netwerk van de Board gedeeld door middel van een uitgebreid artikel op de Insights pagina van Amsterdam Economic Board, waarop verdiepende artikelen worden geplaatst. Daarnaast worden de resultaten meegenomen in een quickstart voor ICT inkopen op de website van de Board. Ook worden de artikelen en presentatie gedeeld op social media en zal dit onderzoek worden gedeeld met de partijen die hebben meegewerkt aan de interviews.

## EMPIRISCHE STUDIE

Het conceptueel model (*figuur 7*) staat aan de basis van de empirische studie. Er is onderzoek gedaan naar de circulaire innovaties die een positief effect moeten uitoefenen op het circulair inkoopbeleid. Het huidige circulaire inkoopbeleid, is onderzocht door in interviews te vragen naar de huidige vraag naar en toepassing van circulaire innovaties. Dit vormt de eerste deel van het empirisch onderzoek. Met dit onderzoek zal worden toegewerkt naar een toename in vraag en toepassing, afgemeten aan deze resultaten in combinatie met de resultaten uit de literatuurstudie.

De circulaire innovaties bestaan uit circulaire technologieën en circulaire processen die kunnen worden toegepast door eindgebruikers. Deze vormen het twee en derde deel van het empirisch onderzoek. De circulaire technologieën en processen, die zijn voortgekomen uit de empirische studie, worden circulaire oplossingen genoemd en zijn opgedeeld in: technologische eisen, technologische oplossingen, oplossingen met betrekking tot de leverancier en procesoplossingen. Voor de circulaire technologieën zijn de voordelen apart weergegeven, omdat in dit onderzoek wordt onderzocht wat de specificaties zijn van deze technologieën.

Het effect van deze circulaire oplossingen wordt beïnvloed door een aantal algemene barrières en oplossingen/kansen in de vorm van een interactie-of modererend effect. In de empirische studie zijn deze onderzocht en opgedeeld in: Algemene, interne barrières, algemene, interne/externe barrières en algemene, externe barrières. Dit vormt het vierde deel van het empirisch onderzoek.

## DE HUIDIGE VRAAG NAAR EN TOEPASSING VAN CIRCULAIRE TECHNOLOGIEËN-EN PROCESSEN

In dit onderdeel zijn de resultaten betreffende de vraag naar duurzaamheid, specifiek circulariteit, en de huidige toepassing van circulaire oplossingen weergegeven. Dit is, samen met de uitkomsten van de literatuurstudie, gebruikt als een nulmeting van deze vraag en toepassing. Dit zou met behulp van de circulaire oplossingen moeten toenemen.

### 1. Huidige vraag naar duurzame oplossingen en specifiek circulaire oplossingen

Om een beeld te krijgen van de huidige vraag naar duurzaamheid en specifiek circulariteit is hier in elk interview naar gevraagd. In tabel 1 staan een aantal opmerkingen betreffende de huidige vraag.

| Interview | Duurzaamheid/circulariteit | Opmerkingen betreffende de huidige vraag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | Duurzaamheid               | <p>"The costumers who engage with us on sustainability in general are typically the larger clients who are motivated for the same reasons as we are. Either because they see what happens to climate change and they want to do something important or they are trying to provide services and the customers are pushing them to become more sustainable."</p> <p>"The ones who don't come to us, well I don't think it is about not caring, it is more a question of them waiting to see what products and services come available for them to simply use, which is fair. Their footprint might be smaller, or they might not have resources to go and ask us or a partner. The leverage they have is not as great as some of the larger customers."</p> |
| B         | Duurzaamheid               | "Vanuit de klant krijg ik die criteria eigenlijk niet mee. Dat is toch iets wat wij zelf willen pushen."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C         | Duurzaamheid               | "Duurzaamheid is wel belangrijk en dit is wel de eerste keer dat er een beetje om wordt gevraagd. Maar eigenlijk is er bij klanten niet echt een vraag. Dan is het meer vanuit <i>ons</i> zelf en dan ook nog niet van iedereen binnen <i>onze organisatie</i> , maar bij een aantal medewerkers."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| D         | Circulariteit              | "But the demand is increasing and increasing, but it is difficult to say. It is definitely increasing at a rate of approximately 25% each year."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| E         | Circulariteit              | "Maar ik heb niet het idee of er nu al is nagedacht over uit welke materialen die servers nou bestaan en wat we ermee doen als het aan het einde van zijn levensduur is. Ik denk dat dat nog niet echt ingericht is voor de servers."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| F         | Circulariteit              | "So, then it is high end computing and cloud computing and things like that. I think our members don't really think about circular, they think about how their research can be facilitated."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| G         | Circulariteit              | "Die klant vraagt er dan ook wel naar, maar je wilt niet dat het een uitzondering is maar gewoon de standaard."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

**TABEL 1: IN DEZE TABEL STAAN OPMERKINGEN UIT DE INTERVIEWS BETREFFENDE DE HUIDIGE VRAAG NAAR DUURZAAMHEID OF CIRCULARITEIT.**



## 2. Huidige toepassing van circulaire technologieën en processen

De resultaten betreffende dit onderdeel zijn verzameld door in de interviews te vragen naar de oplossingen die worden toegepast, de oplossingen die behoren tot de doelstellingen en de opvattingen over andere oplossingen. Aan de hand van deze resultaten is tabel 2 opgesteld. De opvattingen worden verder besproken in circulaire technologieën, circulaire processen en algemene barrières en oplossingen/kansen.

| Oplossing                                                         | Bedrijf X1 |      | Bedrijf X2 |      | Bedrijf X3 |      | Bedrijf X4 |      |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                                                                   | Toegepast  | Doel | Toegepast  | Doel | Toegepast  | Doel | Toegepast  | Doel |
| open vraag/prestatie en functionele criteria                      |            |      | Ja         |      |            |      | Ja         |      |
| Noodzakelijk (laten) inkopen                                      |            |      | Ja         |      | Ja         |      |            |      |
| Repareerbaarheid                                                  |            |      | Ja         |      |            |      | Ja         |      |
| Specifieke materialen aanpakken                                   | Ja         |      |            |      | Ja         |      |            |      |
| True pricing/Total Cost of Ownership                              |            |      |            |      |            |      |            |      |
| vervangende componenten inkopen i.p.v. hele nieuwe server         |            |      | Ja         |      |            | Nee  |            | Nee  |
| Refurbished inkopen                                               |            |      |            | Ja   |            | Nee  |            |      |
| Bij inkoop van nieuwe server, oude server andere toepassing geven |            |      | Ja         |      |            |      |            |      |
| Aanbieden voor refurbishen                                        |            |      |            |      | Ja         |      |            |      |
| Componenten hergebruiken                                          | Ja         |      |            |      |            |      |            |      |
| Leveranciers beoordelen                                           | Ja         |      | Ja         |      |            |      | Ja         |      |
| Gezamenlijk naar de leverancier                                   |            |      | Ja         |      | Ja         |      |            |      |
| Samenwerking met de leveranciers verbeteren                       | Ja         |      | Ja         |      |            |      | Ja         |      |
| Raamcontract met een broker                                       |            |      | Ja         |      |            |      |            |      |
| Dienstconstructie                                                 |            |      | Ja         |      | Ja         |      |            | Ja   |
| Terugname systeem                                                 | Ja         |      | Ja         |      | Ja         |      | Ja         |      |
| Tracking                                                          |            |      |            | Ja   |            |      |            |      |
| Duurzaam beleid/commitment                                        |            |      | Ja         |      | Ja         |      | Ja         |      |
| Intern verbinden                                                  |            |      |            |      |            |      |            |      |
| Eigen Supply Chain in kaart brengen                               | Ja         |      | Ja         |      | Ja         |      |            |      |
| Afschrijving van te voren bepalen                                 | Ja         |      | Ja         |      |            |      | Ja         |      |
| Terugkopen uit de markt                                           |            |      | Ja         |      |            |      |            |      |
| Duurzaamheid zichtbaar maken                                      | Ja         |      | Ja         |      |            |      |            |      |
| Circulaire methodes standaardiseren                               | Ja         |      |            | Ja   |            |      |            |      |
| Stakeholders en klanten betrekken                                 | Ja         |      | Ja         |      | Ja         |      |            |      |

**TABEL 2: IN DEZE TABEL WORDT DE HUIDIGE TOEPASSING VAN DE CIRCULAIRE OPLOSSINGEN WEERGEGEVEN VOOR BEDRIJF X1, X2, X3 EN X4. UIT DE INTERVIEWS IS ER GEHAALD OF DIT WORDT TOEGEPAST OF DAT HET EEN DOEL IS. ALS DIT NIET TER SPRAKE IS GEKOMEN OF ALS HET NIET VAN TOEPASSING IS, IS HET VAKJE LEEGGELATEN. DE EMPIRISCHE BRONNEN KUNNEN WORDEN GEVONDEN IN APPENDIX 4: EMPIRISCHE BRONNEN.**

Hieruit is geconcludeerd dat de meeste technieken, indien besproken en relevant, worden toegepast of behoren tot de doelstellingen. Enkel in het geval van vervangende componenten inkopen i.p.v. hele nieuwe server en in het geval van refurbished inkopen, is aangegeven dat dit door een bedrijf niet wordt toegepast en dat dit ook niet het doel is.

## CIRCULAIRE TECHNOLOGIEËN

Uit de empirische studie zijn een aantal circulaire technologieën gekomen die de circulariteit van het inkoopproces kunnen bevorderen. Deze zijn opgedeeld in de technologische eisen (*tabel 3*) en de technologische oplossingen voor inkoop en afdanking (*tabel 4*). De genoemde voordelen en barrières/tekortkomingen zijn per onderdeel weergegeven. In combinatie met de literatuurstudie zijn per type eindgebruiker meerdere oplossingen aangedragen.

### 1. Technologische eisen

| Technologische eisen                         | Voordelen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Barrières/tekortkomingen                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Minimaliseren van het aantal servers         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierdoor kan al een groot deel van de milieu-impact van de servers worden teruggedrongen (Interview D)</li> <li>- Economisch verantwoord (Interview B)</li> </ul>                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er wordt vaak hetzelfde aantal servers ingekocht als afgedankt (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>- Men is vaak geneigd om teveel in te kopen uit angst voor crashes en om veilig in te begroten (Interview C), (Interview G)</li> </ul> |
| Open vraag/prestatie en functionele criteria | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dit kan leiden tot nieuwe, goedkopere oplossingen zonder kwaliteitsverlies (R6: Rijkswaterstaat, 2018).</li> <li>- Dit kan voorkomen dat goede oplossingen worden uitgesloten (H3: SURF, 2017), (Interview E)</li> <li>- Zo kan de materialencyclus worden verkort (O1: USI, 2020)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Te weinig eisen kunnen er toe leiden dat een niet duurzame partij het goedkoopste uit de beoordeling komt (Interview E)</li> </ul>                                                                                                 |
| Repareerbaarheid                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor een goed repareerbaar product zou het tegen een lagere prijs moeten kunnen worden gerepareerd dan de prijs van een nieuw product (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repareerbare producten zijn vaak kwalitatief minder (Interview E)</li> <li>- Het energieverbruik is lastig (Interview C)</li> </ul>                                                                                                |
| Specifieke materialen aanpakken              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zo kan relatief makkelijk de grootste impact worden gemaakt (Interview A)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor zeldzame materialen, zijn de vervangende materialen ook schaars, waardoor er moet worden geconcurrereerd met andere sectoren (Interview G)</li> </ul>                                                                         |
| True pricing/Total Cost of Ownership         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierdoor zullen duurzame opties als refurbishen relatief goedkoper worden (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deze methoden worden nog niet veel gebruikt (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020)</li> <li>- De informatie die hiervoor nodig is, is lastig te achterhalen (O1: USI, 2020)</li> </ul>                                                  |

**TABEL 3: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, TECHNOLOGISCHE EISEN DIE EEN POSITIEF EFFECT KUNNEN UITOEFENEN OP HET CIRCULAIR INKOOPBELEID VAN EINDGEBRUIKERS VAN DATASERVERS. HIERIN ZIJN OOK DE GENOEMDE VOORDELEN EN BARRIÈRES/TEKORTKOMINGEN WEERGEGEVEN.**

Het aantal geproduceerde en dus verscheepte, gebruikte en afgedankte servers kan al worden teruggedrongen door het juiste aantal servers in te kopen (Interview D). Het te ruim inkopen en daardoor inefficiënt gebruik van servers, ook wel overprovisioning genoemd, vormt namelijk een groot probleem in de datacenter industrie dat moet worden aangepakt (Interview D), (Interview G). De leveranciers kunnen assisteren bij het inkoopproces, maar het initiatief moet wel komen vanaf de inkoper (Interview D), (RH7: Schalk, 2018). Ook is er niet voor elke toepassing een server nodig van de hoogste kwaliteit (O1: USI, 2020), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Door functionele eisen en duurzaamheidseisen te verkiezen boven technische specificaties, is er meer creatieve ruimte bij de leverancier om innovaties en oplossingen aan te dragen (Interview E), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Leveranciers zijn expert van hun product en kunnen meedenken over innovatieve oplossingen en waarde-en-materialenbehoud (Interview G).

Naast uit te gaan van de functie van de server, is de repareerbaarheid van de server en de vervangbaarheid van onderdelen ook een belangrijk eis (O1: USI, 2020). Hier moet op componenten/module niveau naar worden gevraagd en moeten afspraken over worden gemaakt (Interview C), (Interview E). Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van X-percentages repareerbaarheid, waar een hoog percentage betekent dat het grotendeels te repareren is en veel onderdelen kunnen worden vervangen en een lager percentage betekent dat het minder goed te repareren is en dus minder onderdelen kunnen worden vervangen (H2: Copper8, 2020), (Interview G), (O1: USI, 2020).

Ook kan de consument druk uitoefenen op de leverancier om het gebruik van materialen te beperken met de hoogste milieu-impact waar relatief makkelijk oplossingen voor kunnen komen (Interview A), (Interview D). Het verbruik van plastics wordt bijvoorbeeld uit emotionele overwegingen aangepakt, maar in het geval van dataservers hebben metalen en mineralen veel meer impact (Interview D). Aan het gebruik van deze, en andere, primaire stoffen en kritieke materialen kan een prijskaartje worden gehangen, ook wel True Pricing genoemd (Interview G). Hiermee wordt de sociale-en milieu impact van de gehele levenscyclus meegenomen (H3: SURF, 2017), (Interview G), (O1: USI, 2020). Dit wordt al in de bouw gedaan met de “milieukostenindicator” (Interview G). Deze methode borduurt verder op de Total Cost of Ownership, waar de aankoopprijs, kosten tijdens het verbruik en de restwaarde worden meegenomen bij de inkoop (H3: SURF, 2017). Het is vanuit circulair oogpunt belangrijk om deze kosten mee te wegen (O1: USI, 2020). Zeker voor publieke instellingen is dit reëel omdat deze externe kosten anders worden verhaald op de samenleving (H3: SURF, 2017).

## 2. Technologische oplossingen

| Technologische oplossingen                                        | Voordelen                                                                                                                                                                                                           | Barrières/tekortkomingen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voor inkoop</b>                                                |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Vervangende componenten inkopen i.p.v. hele nieuwe server         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierdoor worden bepaalde duurzame alternatieven goedkoper (Interview B)</li> <li>- De levensduur van de server kan worden verlengd (Interview B), (Interview C)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Door een multinational in de datacenterindustrie wordt er alleen voor vervanging gekozen als de vervangende component nieuwer is (Interview D)</li> <li>- Men wil vaak de nieuwste apparatuur en dit is ook energiezuiniger (Interview C), (Interview D), (Interview E)</li> <li>- Er is meer hardware nodig, waar geld en ruimte voor moet worden vrijgemaakt (Interview B)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |
| Refurbished inkopen                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatief goedkope oplossing (Interview B), (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT-afdelingen focussen zich vooral op kwaliteit en functionaliteit (H3: SURF, 2017)</li> <li>- Het gebruik van refurbished apparatuur haaks staat op high performance en efficiëntie (Interview B), (Interview D)</li> <li>- Er is meer hardware nodig (Interview D)</li> <li>- Onverantwoord hergebruik gaat ten kosten van energie-efficiëntie (Interview B), (Interview D)</li> <li>- Deels om risico's te vermijden, zoals software dat niet meer wordt ondersteund, wordt er vaak de voorkeur gegeven aan nieuwe apparatuur (H3: SURF, 2017), (RH7: Schalk, 2018), (Interview D)</li> </ul> |
| <b>Voor afdanking</b>                                             |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Bij inkoop van nieuwe server, oude server andere toepassing geven | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierdoor kan de levensduur van hardware worden verlengd van 3-5 jaar naar 8-10 jaar (Interview B), (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onverantwoorde verwerking na het hergebruik, kan meer milieuschade opleveren (R6: Rijkswaterstaat, 2018).</li> <li>- Binnen grote organisaties hebben verschillende afdelingen vaak een eigen begroting (Interview C).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Aanbieden voor refurbishen                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zo krijgt de hardware een nieuw leven en blijven de materialen langer in de loop (Interview G), (Interview D)</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- De mogelijkheid tot refurbishen, hangt sterk af van de leeftijd van de apparatuur (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>- In bijvoorbeeld de bancaire sector, zijn er centrale regelgeving die voorschrijven wat er met de apparatuur, met name datadragers, na afdanking moet gebeuren (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Componenten hergebruiken                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierdoor krijgt een component een tweede leven en wordt voorkomen dat het onverantwoord wordt vernietigd (Interview G)</li> </ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- De technologische sprongen die in 2-3 jaar worden genomen zijn enorm, waardoor sommige componenten moeten worden geüpdatet (Interview D).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**TABEL 4: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, TECHNOLOGISCHE OPLOSSINGEN VOOR INKOOP EN AFDANKING VAN EEN SERVER DIE EEN POSITIEF EFFECT KUNNEN UITOEFENEN OP HET CIRCULAIR INKOOPBELEID VAN EINDGEBRUIKERS VAN DATASERVERS. HIERIN ZIJN OOK DE GENOEMDE VOORDELEN EN BARRIÈRES/TEKORTKOMINGEN WEERGEGEVEN.**

## 2.1 Voor inkoop

In plaats van de hele server, kunnen componenten worden vervangen, maar het productontwerp ligt bij de producent (Interview B), (Interview C), (Interview D), (Interview E). Het skelet, moederbord en GPU's kunnen bijvoorbeeld worden behouden en componenten, zoals: geheugen, blades en processoren, kunnen worden vervangen of geüpgraded (Interview B), (Interview C), (Interview D). Er kan ook worden gekozen voor een refurbished server. Dit is een server die, door een refurbisher, in zijn geheel of met nieuwe, mogelijk hoogwaardige, componenten opnieuw is klaargemaakt voor verkoop (RH7: Schalk, 2018). Deze optie wordt vaak bekeken door klanten met een klein budget of lage prestatie-eisen, zoals onderwijsinstellingen en MKB-bedrijven (Interview B), (RH7: Schalk, 2018). Refurbishers kunnen advies leveren over de levensduurverlenging, waarde en praktische vervanging (RH7: Schalk, 2018).

## 2.2 Voor afdanking

Voor een circulair inkoopbeleid is het van belang om bij de inkoop al afspraken te maken over de afdanking. Daarom wordt, naast de inkoop van nieuwe servers, de afdanking van oude servers ook meegenomen in het empirisch onderzoek. Het belang wordt verder besproken in: procesoplossingen; intern.

Voor een hoge toepassing kan een nieuwe server worden gekocht, ondanks de oude server nog bruikbaar is. In plaats van de oude server af te schrijven, kan deze intern of extern worden hergebruikt in een nieuwe, lagere toepassing (Interview B), (Interview C), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Er kan ook worden gekozen om oude apparatuur niet intern her te gebruiken, maar aan te bieden voor refurbishen. Volgens verschillende bronnen is het erg belangrijk dat zoveel mogelijk servers worden aangeboden voor refurbishen en dat dit proces wordt geoptimaliseerd en gestandaardiseerd (Interview G), (R2: Office of the Government Chief Information Officer, 2016), (R5: HPE Financial Services, 2018). De servers zouden per component moeten worden gecontroleerd en hoogwaardig worden hergebruikt (Interview G), (R5: HPE Financial Services, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Als refurbishen in zijn geheel niet meer mogelijk is, kunnen ook onderdelen, direct of via refurbishen, worden hergebruikt voor dezelfde functie of ergens anders (Interview A), (Interview G), (R2: Office of the Government Chief Information Officer, 2016), (RH7: Schalk, 2018). Het is vanuit financieel en duurzaam oogpunt belangrijk om dit proces in kaart te brengen (Interview A). Sommige componenten blijven namelijk bruikbaar en daarvan moet worden voorkomen dat het moet worden teruggewonnen uit E-waste in Afrika, waar het vaak wordt verbrand (Interview D), (Interview G).

## CIRCULAIRE PROCESSEN

Uit de empirische studie zijn een aantal processen gekomen die de circulariteit kunnen bevorderen. Deze zijn opgedeeld in oplossingen met betrekking tot de leveranciers (*tabel 5*) en procesoplossingen (*tabel 6*). De genoemde barrières/tekortkomingen zijn per onderdeel weergegeven. In combinatie met de literatuurstudie zijn per type eindgebruiker meerdere oplossingen aangedragen. Aanvullende empirische resultaten over circulaire processen kunnen worden gevonden in Appendix 3: Aanvullende empirische resultaten.

### 1. Oplossingen met betrekking tot de leverancier

| Oplossingen met betrekking tot de leverancier  | Barrières/tekortkomingen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Leveranciers managen</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Leveranciers beoordelen                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het risico ligt bij de leverancier en deze zal dit ook meenemen in de prijs (Interview E)</li> <li>- Een duurzame leverancier hebben is niet verplicht en sommige bedrijven zijn hier niet mee bezig (Interview F)</li> <li>- Het is soms lastig om te herkennen of een leverancier duurzaam is of niet (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Samenwerking met de leveranciers verbeteren    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ketenverantwoordelijkheid kan als een lastig onderwerp worden ervaren (Interview C)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Gezamenlijk naar de leveranciers               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veel bedrijven willen maar vinden het lastig (Interview C)</li> <li>- De ICT-markt is een internationale markt met grote spelers en als je alleen komt, wordt er niet geluisterd (H3: SURF, 2017), (Interview D)</li> <li>- Pas op Europees niveau kan er iets veranderen (Interview C), (O1: USI, 2020)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Oplossing voor de Levering</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Raamcontract met een broker                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exclusiviteit maakt een raamcontract aantrekkelijk voor de leverancier, maar dit kan, met name bij een snel ontwikkelende markt, de afnemer beperken (R8: NautaDutilh N.V., 2017)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Oplossing voor de afdanking en levering</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dienstconstructie                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisaties zijn nog verkokerd over verschillende afdelingen met eigen bevoegdheden en begrotingen waardoor het lastig kan zijn om overzicht te houden en intern her te gebruiken (Interview C), (Interview G), (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>- Men voelt enkel verantwoordelijkheid voor de eigen hardware (Interview C)</li> <li>- De onderhoudsafdeling die gaat over het afschrijven is nog niet echt betrokken bij de inkoop (Interview G)</li> <li>- De gebruiker is vaak niet de inkoper (Interview C)</li> <li>- Er is vaak wel de behoefte om voorwaarde te stellen alleen weten ze niet hoe (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul> |
| <b>Oplossingen voor de afdanking</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Terugnamesysteem                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er kan na terugnamen alsnog worden gedowngraded (interview E)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tracking                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het is lastig om materialen te volgen en hier is weinig zicht op (Interview A), (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**TABEL 5: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, OPLOSSINGEN MET BETREKKING TOT DE LEVERANCIER DIE EEN POSITIEF EFFECT KUNNEN UITOEFENEN OP HET CIRCULAIR INKOOPBELEID VAN EINDGEBRUIKERS VAN DATASERVERS. DIT BESTAAT UIT METHODES OM DE LEVERANCIER TE MANAGEN, OPLOSSINGEN VOOR LEVERING, OPLOSSINGEN VOOR LEVERING EN AFDANKING EN OPLOSSINGEN VOOR AFDANKING. HIERIN ZIJN OOK DE GENOEMDE BARRIÈRES/TEKORTKOMINGEN WEERGEGEVEN.**

#### 1.1 Leveranciers managen

Het is van belang om een goed partnerschap aan te gaan met bedrijven die op een juiste en verantwoorde manier recyclen (R4: Data Center Frontier, 2019), (O1: USI, 2020). De leveranciers moeten worden getoetst op

volwassenheid, financiële stabiliteit, transparantie, geografische locatie, beschikbaarheid van duurzame energiebronnen en certificeringen zoals: ISO en WEEE en andere richtlijnen voor mensenrechten en materiaalgebruik (H3: SURF, 2017), (Interview A), (RH7: Schalk, 2018). Als aanvulling op certificeringen, kan er ook naar referenties worden gevraagd bij branchegenoten (Interview E). Daarnaast is het van belang om inzicht te krijgen in de visie van de leverancier en dit te vergelijken met de eigen visie (H2: Copper8, 2020), (R4: Data Center Frontier, 2019). Hier moet worden gekeken naar de sturing op circulariteit, de verhouding met andere duurzaamheidsthema's, welke stappen er zijn/kunnen worden genomen en de circulaire methodes voor het hergebruik van de IT-infrastructuur (H2: Copper8, 2020), (Interview A), (Interview F).

De vraag moet zo goed mogelijk worden geformuleerd, maar de oplossingen voor circulariteit en hergebruik moeten komen vanaf de leveranciers/verkopers (Interview E), (Interview F). De verantwoordelijkheid kan alleen niet langer worden gelegd bij de leveranciers, omdat eindgebruikers hier wel degelijk invloed op kunnen hebben (H3: SURF, 2017).

Er kan bijvoorbeeld invloed worden uitgeoefend op de duurzaamheid van de leverancier, door de samenwerking te verbeteren (R4: Data Center Frontier, 2019). Organisaties moeten hun verantwoordelijkheid nemen door druk uit te oefenen op de leveranciers om circulaire methodes te implementeren, te innoveren en oplossingen voor te stellen (H3: SURF, 2017), (Interview C), (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Daarnaast kan er in een vroeg stadium en gedurende de looptijd van het contract gebruik worden gemaakt van de expertise van de leverancier, door ze mee te nemen in het denkproces en in het contract ruimte over te laten voor innovatieve oplossingen en tussentijdse ontwikkelingen (Interview E), (Interview G). Ook kunnen er evaluatiemomenten worden ingepland voor de resultaten en leerpunten en aan de hand van de leerpunten kunnen interventies worden aangepast (Interview A), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Mocht de leverancier na meerdere gesprekken zijn duurzaamheidsverplichtingen niet na komen, moet er afscheid worden genomen (H3: SURF, 2017). Een andere methode om druk uit te oefenen op de leveranciers is door de gezamenlijke inkoopkracht van verschillende bedrijven in een datasector te gebruiken om met één stem een beweging in de markt te creëren. (H3: SURF, 2017), (Interview C), (Interview D), (Interview F), (O1: USI, 2020). Er zijn verschillende samenwerkingsbanden, zoals Electronics Watch en anderen initiatieven van geïnterviewde bedrijven die uit anonimiteit niet zijn genoemd (H3: SURF, 2017), (Interview C), (Interview D). Er kan worden overwogen om samenwerkingsverbanden over een langere contractduur te laten verlopen (Interview D), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Zo kan er meer bewustwording worden gecreëerd, kennis worden uitgewisseld, wordt de vraag naar circulariteit concreter en worden duurzame oplossingen goedkoper (H3: SURF, 2017), (Interview B), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018).

## 1.2 Oplossing voor de levering

Leveranciers kunnen bijdragen aan een circulair inkoopbeleid door goede afspraken te maken voor de levering. Een mogelijke oplossing is een raamcontract met een broker. Deze gaat aan hand van de gewenste specificaties naar verschillende leveranciers in de markt die een aanbieding kunnen doen (Interview B), (Interview G). Dit kan bijvoorbeeld binnen een budget waar aanschaf, beheer, onderhoud en energievoorziening binnen valt (Interview B). De maximale looptijd van een raamcontract is 4 jaar en er is geen afnameplicht (R8: NautaDutilh N.V., 2017). De producenten kunnen elke één of twee jaar de kans worden gegeven om met elkaar te concurreren, maar de afspraken waarbinnen ze concurreren is dan vastgelegd in het gezamenlijk contract (Interview G).

## 1.3 Oplossing voor de levering en afdanking

Leveranciers kunnen ook bijdragen aan een circulair inkoopbeleid door goede afspraken te maken voor de levering en afdanking. Een mogelijke oplossing is een dienstconstructie. In een dienst/service contract worden servers niet gekocht voor een X aantal jaar, maar wordt er voor een bepaalde periode een contract afgesloten waarin servers worden geleased die eigendom blijven van de leverancier (Interview B), (Interview E), (O1: USI,



2020), (R5: HPE Financial Services, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Hierdoor kan tegen een relatief lage investering worden beschikt over de nieuwste apparatuur (Interview E). De leverancier kan meedenken voor het behouden van de waarde en levert de infrastructuur die op dat moment nodig is. (Interview D), (Interview G). Een system integrator kan een server op maat maken door meerdere merken met elkaar combineren, waardoor de inkoper niet meer afhankelijk is van één producent (Interview G). De leverancier rekent wat er wordt geconsumeerd, kan flexibel op-en-afschalen, pleegt onderhoud, vervangt defecte apparatuur binnen een afgesproken tijd en vervangt, bij een goed dienstcontract, tegen lage kosten apparatuur door de nieuwste versie. (Interview D), (Interview E). Omdat deze meerdere klanten heeft met verschillende kwaliteitseisen, kan er na terugname een andere locatie worden toegewezen (O1: USI, 2020).

“Binnen de ICT-sector is er een verschuiving merkbaar van productverkoop naar dienstaanbod” (H3: SURF, 2017). De gebruiksgemakken zijn een belangrijke motivatie voor deze verschuiving (Interview E). Dienstcontracten kunnen leiden tot minder gebruikte servers, uitstoot en materialenverbruik en verantwoorde verwerking van E-waste (H3: SURF, 2017), (R5: HPE Financial Services, 2018). Het is verstandig vooraf eisen te stellen aan het afdankproces, de markt uit te dagen om met een goede oplossing te komen en ervaringen te delen (H2: Copper8, 2020), (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020).

#### **1.4 Oplossing voor de afdanking**

Om tot een circulair inkoopbeleid te komen, moeten er ook goede afspraken worden gemaakt met de leverancier over de afdanking van servers. Een mogelijke oplossing is een terugname systeem. Hier worden servers of onderdelen aan het einde van gebruik terug geleverd aan de leverancier (Interview A), (Interview D), (RH7: Schalk, 2018), (H1: SURF, 2017). Deze kunnen dan als component of server, afhankelijk van de leeftijd en conditie, eventueel via reproductie of refurbishen, een tweede leven krijgen of worden gerecycled (Interview D). Dit kan als inruil bij aankoop van nieuwe apparatuur, take-back dienst, leaseconstructie of als overtollige voorraad en de restwaarde kan worden doorberekend of uitbetaald (H1: SURF, 2017), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Dit voorkomt uitstoot en is circulair mits er op hetzelfde niveau wordt hergebruikt (Interview E), (R5: HPE Financial Services, 2018). Om te garanderen dat er verantwoordelijk wordt omgegaan met de server na terugname, kan er worden gevraagd om tracking. Hier wordt geëist dat het proces dat de server doorloopt na afschrijving traceerbaar is en wordt gecommuniceerd naar de partij die de servers heeft ingeleverd. Hiermee kan worden voorkomen dat servers uit beeld verdwijnen (Interview F), (RH7: Schalk, 2018).

## 2. Procesoplossingen

| Proces oplossingen                                 | Barrières/tekortkomingen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Intern</b>                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Duurzaam beleid/commitment                         | - Een duurzaam beleid is voor elk bedrijf een uitdaging (Interview E)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Intern verbinden                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisaties zijn nog verkokerd over verschillende afdelingen met eigen bevoegdheden en begrotingen waardoor het lastig kan zijn om overzicht te houden en intern her te gebruiken (Interview C), (Interview G), (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>- Men voelt enkel verantwoordelijkheid voor de eigen hardware (Interview C)</li> <li>- De onderhoudsafdeling die gaat over het afschrijven is nog niet echt betrokken bij de inkoop (Interview G)</li> <li>- De gebruiker is vaak niet de inkoper (Interview C)</li> <li>- Er is vaak wel de behoefte om voorwaarde te stellen alleen weten ze niet hoe (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul> |
| Eigen Supply Chain in kaart brengen                | - Het is lastig om materialen te volgen en hier is weinig zicht op (Interview A), (Interview E)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Afschrijving van te voren bepalen                  | - De route van afdanking wordt doorgaans niet bij de inkoop vastgelegd waardoor er overhaast een keuze wordt gemaakt. Dit is meestal datavernietiging (RH7: Schalk, 2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Terugkopen uit de markt                            | - Eigen apparatuur kan nog steeds onverantwoord worden afgedankt (Interview C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Duurzaamheid zichtbaar maken                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- In sommige gevallen zijn resultaten van innovaties moeilijk zichtbaar (Interview F)</li> <li>- Voor circulariteit is ook nog niet echt een standaard (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>In samenwerking met stakeholders en klanten</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Circulaire methodes standaardiseren                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het financiële model moet worden behouden omdat partners hiermee werken (Interview A).</li> <li>- Leveranciers, materiën en transportatie veranderen (Interview A)</li> <li>- Transparantie is lastig, want je bent elkaars concurrenten (Interview C)</li> <li>- Er zijn verschillende standaarden op het gebied van veiligheid en transparantie (Interview A).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Stakeholders en klanten betrekken                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klanten weten niet wat er mogelijk is (Interview C)</li> <li>- Men realiseert zich niet dat iedereen in het zelfde schuitje zit (Interview D)</li> <li>- Er heerst een gevoel van afstand tussen het gebruiken van technologieën en de milieu-impact (Interview A), (Interview F)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

**TABEL 6: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, PROCES OPLOSSINGEN DIE EEN POSITIEF EFFECT KUNNEN UITOEFENEN OP HET CIRCULAIR INKOOPBELEID VAN EINDGEBRUIKERS VAN DATASERVERS. DIT BESTAAT UIT INTERNE OPLOSSINGEN EN OPLOSSINGEN IN SAMENWERKING MET STAKEHOLDERS EN KLANTEN. DE GENOEMDE BARRIÈRES/TEKORTKOMINGEN ZIJN OOK WEERGEGEVEN. ALS DEZE NIET ZIJN BESPROKEN, STAAT ER “NB”.**

Om een circulair inkoopbeleid te realiseren, moeten de processen bij de eindgebruiker, over alle afdelingen, goed worden ingericht en vastgesteld. Daarom moet de drang om waarde te creëren op duurzaam vlak door het hele bedrijf worden gevoeld en moet het zichtbaar zijn in alle aankopen die worden gedaan (Interview E), (Interview F). Het bestuur en hoger management moet zich hier aan committeren en verantwoordelijkheid afdwingen door dit top-down te definiëren en te beleggen in verantwoordelijkheden, rollen, bevoegdheden en waar nodig personeelsbeleid (H1: SURF, 2017), (H3: SURF, 2017), (Interview E), (Interview G), (O1: USI, 2020). Dit kan in de vorm van een concreet missiedocument en doelstellingen, zoals een percentage hergebruik of uitstoot dat moet worden beperkt (Interview G), (O1: USI, 2020), (R4: Data Center Frontier, 2019). Het is hier belangrijk om haalbare ambities te stellen die uitgaan van wat er mogelijk is (O2: BTG/TGG, 2020). De resultaten van circulaire initiatieven moeten te evalueren zijn en het personeelsbeleid moet worden gerapporteerd (H1: SURF, 2017), (H3: SURF, 2017). Dit zorgt voor draagvlak bij de businesspartners (O1: USI, 2020).

Daarnaast moeten organisaties nagaan wie bij de ICT is betrokken en wat het inkoopproces is (H3: SURF, 2017), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Alleen de inkoop adresseren is niet voldoende voor een circulair beleid (H3: SURF, 2017), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Een aanbesteding-en-inkoopproces moet zo worden vormgegeven dat de belangrijke afdelingen, zoals: de inkoopafdeling, onderhoudsafdeling en afdankafdeling zijn verbonden met dezelfde concrete doelen, meetinstrumenten en kwaliteitseisen (H3: SURF, 2017), (Interview G), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Ook moet er voldoende worden geëvalueerd en moet er ruimte worden overgelaten voor andere belangen (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Interne communicatie helpt en kan in de vorm van een jaargesprek of een besluittraject als onderdeel van de taakomschrijving van afdelingen (Interview G), (O1: USI, 2020). “Toch kan de gebruiker ook in deze relatie verantwoordelijkheid nemen en samen



met de dienstverlener bepaalde eisen stellen bij de inkoop, het gebruik en de afdanking van apparatuur (RH7: Schalk, 2018)."

Om echt tot volledig circulair inkoopbeleid te komen, moet bij aanschaf worden gekeken naar de hele Supply Chain, (Interview F). Dus naar het productieproces, het transport, betrokken partijen, de levering en afdanking (Interview A), (Interview F). Er moet van tevoren een plan van hoogwaardig hergebruik voor elk component worden opgesteld (H3: SURF, 2017), (Interview A), (Interview C). Hergebruik moet worden besproken met de leverancier of eventueel derde partij, zoals een recycler of refurbisher (Interview A), (Interview B), (Interview F), (RH7: Schalk, 2018). Contracten zijn behulpzaam en hiervoor kan een rapport worden aangevraagd waarin hergebruik en afschrijving in kaart is gebracht (Interview A), (Interview E). Ook kan de verkoper informatie verschaffen door bijvoorbeeld tracement van de afgeschreven servers (Interview F). Het bestemmingsplan kan worden gebruikt als scoringsmethode bij de inkoop waarin recyclen de laatste optie moet zijn (Interview C), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Dit is een belangrijk onderdeel van circulariteit, geeft inzicht in de CO<sub>2</sub>-voetafdruk en milieuwinst (H3: SURF, 2017), (Interview A), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Het beleid na afschrijving moet komen vanuit de organisatie die de apparatuur inkoopt (Interview F). Als de afgedankte servers worden doorverkocht aan recyclers of andere partijen, kan de eindgebruiker zijn verantwoordelijkheid nemen door hetzelfde gewicht aan elektronisch afval terug te kopen bij afvalverwerkingsbedrijven met onverantwoorde verwerkingsprocessen (Interview C), (O2: BTG/TGG, 2020). Hierdoor komen materialen opnieuw in de omloop (Interview C).

## **2.1 In samenwerking met stakeholders en klanten**

Om tot een hoogwaardige keten te komen is het goed om niet alleen de interne processen te verbeteren, maar ook met stakeholders en klanten te overleggen, kennis te delen en gezamenlijke doelen te stellen voor hergebruik bij inkoop en afdanking en energie-en-emissiereductie (Interview A), (Interview C), (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Er moet aandacht komen voor de mogelijk duurzame technologieën en bewustzijn voor de urgentie om te verduurzamen worden gecreëerd (Interview A), (Interview D), (Interview F), (O1: USI, 2020). Duurzaamheid kan worden gepromoot in workshops en presentaties (O1: USI, 2020).

## ALGEMENE BARRIÈRES EN OPLOSSINGEN/KANSEN

Verschillende barrières en oplossingen/kansen oefenen een interactie-of-modererend effect uit op het effect van circulaire oplossingen op een circulair inkoopbeleid. De algemene barrières, die uit het empirisch onderzoek zijn gevonden, maar niet direct zijn gelinkt aan één van de circulaire technologieën of processen, worden in dit onderdeel besproken. Deze zijn opgedeeld in algemene, interne barrières (*tabel 7*), algemene, interne/externe barrières (*tabel 8*) en algemene, externe barrières (*tabel 9*). Als er, voor een barrière, specifiek oplossingen/kansen zijn genoemd, zijn deze in de tabellen geplaatst. Als er in het interview is besproken hoe dit tot uiting komt in het bedrijf, is dit ook in de tabellen geplaatst. In combinatie met het literatuuronderzoek zijn deze uitkomsten gebruikt om per type eindgebruiker een stappenplan en mobilisatietips op te stellen.

### 1. Algemene interne barrières

| Algemene interne barrières                       | Oplossingen/kansen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Situatie bij geïnterviewde bedrijven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inkoopfilosofie                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Focus bij energieverbruik                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het is goed om bewust te zijn van een mogelijk spanningsveld (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>- Er moet goed worden overwogen wanneer energie-of-materialenbeperking de voorkeur krijgt (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>- De mogelijkheden voor mens en milieu moeten per product worden bekeken (H3: SURF, 2017).</li> <li>- Hergebruik moet een drijfveer worden (Interview B).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X1: Duurzaamheid wordt nagestreefd vanuit scope 1 en 2, levensduur (Interview A)</li> <li>- X2: De criteria bij de high-end dataserver zijn voornamelijk gericht op het energieverbruik en dat dit kan worden gemeten (Interview C)</li> <li>- X2: De initiatieven van de innovatie afdeling gaan allemaal uit van energieverbruik minderen (Interview F)</li> <li>- X4: Er is deelgenomen aan een project om energieverbruik te verminderen, maar nog niet voor materialenverbruik en het einde van de levensduur. De focus lag bij energieverbruik, omdat dit goed meetbaar is (Interview E)</li> </ul>                                                    |
| Nieuwste en beste                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er moet worden gekeken of de nieuwste apparatuur wel echt nodig is (O1: USI, 2020)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: Over het algemeen wordt met name vernieuwd. Het netwerk van de organisatie wil de beste apparatuur (Interview C)</li> <li>- X2: Er is een drang om de technologische limieten op te zoeken door over te gaan van CPU naar GPU (Interview B)</li> <li>- X2: Er wordt gestreefd naar de hoogste CPU-frequentie, omdat er dan meer onderzoeken uitgevoerd kunnen worden, maar er bij de klant is nog geen motivatie om het energieverbruik te verminderen (Interview F)</li> <li>- X3: Met hergebruik ben je op een ander niveau minder efficiënt bezig, daarom worden alleen componenten vervangen die die prestatie niet schaden (Interview D)</li> </ul> |
| Kiezen voor de veiligste optie                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angst om geen resultaten te zien                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er kunnen bijvoorbeeld inspanningsindicatoren worden gekoppeld aan aantoonbare acties (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dataveiligheid                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dit valt makkelijk te tackelen, want er zijn genoeg technieken, zoals overschrijven en degaussen (Interview E), (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Processen                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Verandering in businessmodellen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er moeten financiële constructies komen om de transitie te overbruggen (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X3: Er is gekozen voor een transitie richting een dienstconstructie vanuit duurzaamheids-en-businessredenen (Interview D)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Keuze voor afdankroute aan andere partij gelaten | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er kunnen vooraf eisen worden gesteld aan afdanking en traceerbaarheid (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kennis                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Gebrek aan kennis                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschrijvingen van duurzame innovaties moeten in een voor iedereen te begrijpen taal worden opgeschreven (O1: USI, 2020)</li> <li>- Er moet duidelijk zijn wat het gewenste kennisniveau is en hier moet op worden getraind (Interview D), (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: Een paar inkopers willen wel duurzamer inkopen, maar ICT blijft voor de meeste een lastig onderwerp. Bedrijven sluiten graag aan bij concrete initiatieven (Interview C)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lastig ontwikkelingen bij te houden              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het is goed om in te spelen op de trends en ontwikkelingen in de sector (H3: SURF, 2017)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

TABEL 7: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, ALGEMENE INTERNE BARRIÈRES EN, INDIEN VERNOEMDE, OPLOSSINGEN/KANSEN. DIT BESTAAT UIT BARRIÈRES EN OPLOSSINGEN/KANSEN OP HET GEBIED VAN VISIE EN OP HET GEBIED VAN PROCESSEN. HIERIN IS, INDIEN BESPROKEN, OOK DE SITUATIE BIJ DE GEÏNTERVIEWDE BEDRIJVEN VERNOEMD. ALS EEN ONDERDEEL NIET IS BESPROKEN, IS DIT AANGEGEVEN MET: NB.

### 1.1 Inkoopfilosofie

“Over het algemeen wordt met name vernieuwd, want je hebt bij datacenter apparatuur de lastige discussie dat het energieverbruik zoveel verminderd bij nieuwe apparatuur (Interview C).” Innovaties ontwikkelen zich namelijk zo snel dat het verschil erg groot is tussen een nieuwe en hergebruikte server. Hergebruik is beter in termen van circulariteit, maar dit gaat ten koste van energie-efficiëntie en de functionaliteit (O1: USI, 2020). Omdat de focus ligt bij kwaliteit, functionaliteit en risico's, zoals het voorkomen dat er wordt gewerkt met verouderde programma's, is er een zekere terughoudendheid richting duurzame ICT-initiatieven zoals refurbishen (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Mensen willen graag nieuwe producten als er een nieuwe technologie is (O1: USI, 2020). Zeker bij high-end gebruik zijn nieuwe innovaties als SDD en GPU een reden om snel te vernieuwen (Interview B), (RH7: Schalk, 2018). Mensen denken immers dat voor elk probleem een technologische oplossing komt en in plaats van minder te consumeren, willen mensen efficiëntere apparatuur (Interview G), (R1: MRA, 2020). Dit is zijn belangrijke overweging bij het inkoopproces (H3: SURF, 2017), (RH7: Schalk, 2018).

“Voor IT-afdelingen geldt nog vaak het beleid dat alleen gewerkt wordt met ‘proven technology’. Dat geldt voor ICT nog meer dan voor andere productcategorieën” (H3: SURF, 2017).” De focus lag om die redenen voornamelijk op energiebesparing, omdat dit beter meetbaar dan de impact van circulaire dataservers (Interview E). Mensen zijn namelijk bang om geen concrete resultaten te zien van een investering in duurzame alternatieven (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Mensen willen graag kwantificeerbare, meetbare indicatoren, maar de resultaten zijn niet altijd direct behaald (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Bovendien is het van essentieel belang dat er beveiligingsupdates kunnen worden uitgevoerd (O1: USI, 2020). “Het risico op dataverlies wordt door bedrijven als grootste aandachtspunt genoemd bij het afdanken van apparatuur (RH7: Schalk, 2018).” Met name bij gevoelige data wordt bij afdanking vaak voor de zekerheid, en uit gemakzucht, gekozen voor datavernietiging in plaats van technieken die hergebruik van het geheugen mogelijk maken (RH7: Schalk, 2018).

### 1.2 processen

Voor sommige innovaties moeten businessmodellen worden omgegooid (Interview A), (Interview C). Zo moet, in het geval van een dienstcontract, de begroting veranderen van een CAPEX-afschrijving naar een OPEX-afschrijving, omdat de apparatuur niet eenmalig wordt ingekocht, maar er maandelijks voor een dienst wordt betaald (Interview D), (Interview E). Voor een transitie in businessmodellen is geld nodig, waardoor kleine bedrijven schulden moeten aangaan en omdat een nieuw businessmodel niet op korte termijn rendabel is en er geen uitstel op betaling is, komen deze bedrijven direct in de problemen (Interview G). Bij inkoop wordt de afdankroute nog niet vaak meegenomen in het opstellen van businessmodellen. “Uit het onderzoek blijkt dat de keuze wat er met de apparatuur gebeurt vaak wordt gelaten aan de partij die de apparatuur bij de eigenaar ophaalt (RH7: Schalk, 2018).” Dit maakt het lastig om in te schatten hoe duurzaam het wordt verwerkt (RH7: Schalk, 2018).

### 1.3 Kennis

Kennis en bewustzijn bij de IT-en-inkoopafdeling over duurzaamheid is nog beperkt (H3: SURF, 2017), (Interview D). Men is bekend met uitstoot en afval, maar ICT-blijft een lastig onderwerp (Interview C), (Interview D). Een oorzaak is dat hier vaak op te hoog niveau over geschreven (O1: USI, 2020). Bovendien verlopen de technologische ontwikkelingen in de ICT-markt van soft-en-hardware erg dynamisch en snel (H3: SURF, 2017). Dit maakt het ook steeds lastiger om zelf voldoende kennis in huis te hebben om de juiste afwegingen bij inkoop te maken. (H3: SURF, 2017), (RH7: Schalk, 2018).

## 2. Algemene interne/externe barrières

| Algemene interne/externe barrières | Oplossingen/kansen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Situatie bij geïnterviewde bedrijven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Realisatie van urgentie            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hergebruik moet de standaard en prioriteit worden van de bedrijven en de klanten (Interview F), (Interview G).</li> <li>- Het aanbod kan worden geconcretiseerd, met labels en door kennis te (laten) maken met technologieën (Interview C), (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: Duurzame initiatieven komen nu van de leden vandaan (Interview C)</li> <li>- Alleen bij bedrijven waar duurzaamheid en circulariteit waardevol is, is er vraag een concrete vraag. Anderen organisaties maken zich hier geen zorgen om (Interview C), (Interview F)</li> <li>- X2: Circulaire methodes worden nog niet geëist aan leveranciers. De klant denkt niet aan circulaire oplossingen, maar aan de diensten die ze consumeren en hoe die kunnen worden verbeterd. Rationeel gezien logisch (Interview F)</li> <li>- X2: Bij de inkoop worden klanten benaderd met het huidige, concrete aanbod. Dan is er opeens wel vraag naar initiatieven (Interview C)</li> <li>- X3: De vraag neemt wel toe met ongeveer 25% per jaar, maar vaak is dit een vraag naar wat de mogelijkheden zijn en niet specifiek circulaire economie (Interview D)</li> </ul> |
| Kosten                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er moeten redelijke eisen worden gesteld, zodat iedereen dezelfde kans krijgt (Interview E)</li> <li>- TCO moet worden meegenomen in de aanschafkosten (H1: Surf, 2017), (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020)</li> <li>- De restwaarde moet worden meegewogen (H1: Surf, 2017)</li> <li>- Als de schaduwkant ook moet worden betaald, worden duurzame oplossingen goedkoper (O1: USI, 2020)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: De duurzaamheid kost nu nog vaak per cycle meer (Interview B)</li> <li>- X4: Als je op kosten focust en je stelt te weinig eisen, dan komt een bedrijf dat niet duurzaam is het goedkoopst uit (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Algemene onduidelijkheid           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er moet kennis en informatie worden uitgewisseld en termen worden vastgelegd (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X3: Er wordt gevraagd naar de mogelijkheden en klanten moeten begrijpen waarom sommige keuzes worden gemaakt (Interview D)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lastig uit te drukken in cijfers   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het kan steeds beter worden uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-uitstoot (Interview E),</li> <li>- Mensen moeten begrijpen dat het belangrijk is (Interview F)</li> <li>- Stakeholders kunnen worden betrokken bij experimenten (Interview F)</li> </ul>                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: Mensen willen cijfers en grafieken. Het is een uitdaging om precies te visualiseren, te anticiperen en vertellen wat je bespaard. De resultaten zijn niet zichtbaar en dat sluit niet aan op de traditionele denkwijze van mensen (Interview F)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**TABEL 8: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, ALGEMENE INTERNE/EXTERNE BARRIÈRES EN, INDIEN VERNOMDE, OPLOSSINGEN/KANSEN. HIERIN IS, INDIEN BESPROKEN, OOK DE SITUATIE BIJ DE GEÏNTERVIEWDE BEDRIJVEN OPGESCHREVEN.**

Mensen realiseren zich niet dat circulariteit nodig is vanuit materiaal oogpunt (Interview G). Vaak kiezen organisaties, met te weinig duurzaamheidseisen, daarom voor de leverancier die servers aanbiedt tegen de laagste inkoopkosten (Interview E), (Interview F), (Interview G). Hergebruik kost nu nog vaak per cycle meer en de terugverdientijd is langer, maar het is nodig (H3: SURF, 2017), (Interview B), (O1: USI, 2020). Ook is iedereen nog zijn rol aan het uitvinden in het nastreven van de klimaatdoelen (Interview A), (Interview C). Het begrip duurzaamheid varieert per bedrijf, waardoor een duurzame vraag niet altijd leidt tot het gewenste resultaat (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Mensen willen bovendien graag cijfers en grafieken vergelijken bij de inkoop die aantonen wat de impact is van duurzame technieken, maar duurzaamheid is lastig uit te drukken en te visualiseren (Interview E), (Interview F).

### 3. Algemene externe barrières

| Algemene externe barrières          | Oplossingen/kansen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Situatie bij de geïnterviewde bedrijven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Afhankelijkheid                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedrijven met minder middelen kunnen op minder hoog niveau eisen stellen aan energie-en-materialenverbruik en de behandeling van mensen, waardoor duurzame alternatieven zelfs kostenbesparend kunnen zijn (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X2: In je eentje een verandering in het netwerk realiseren is lastig (Interview B)</li> <li>- X2: Als geen verkoper een duurzame oplossing aanbiedt, kan je niks doen. Je bent nog steeds afhankelijk, omdat je jouw diensten wilt blijven leveren (Interview F)</li> <li>- X4: Ondanks je zelf duurzaam bent, ben je vaak afhankelijk van partijen die dat niet zijn. De keten moet veranderen. De opties op te verduurzamen zijn ook marktafhankelijk (Interview E)</li> </ul>                                               |
| Duurzame oplossingen afwachten      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X1: De klanten die niet komen met duurzame oplossingen zijn niet per se ongeïnteresseerd, maar wachten af wat de mogelijkheden zijn (Interview A)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Conflictenbelangen bij leveranciers | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het is goed om hier rekening mee te houden, verbeteringen af te spreken en om bijvoorbeeld in het contract incentives in te bouwen zoals een bonus, vaste prijsreductie en winstdeling (H3: SURF, 2017)</li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Wetgevingen                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er kan gebruik worden gemaakt van EU-beleidskaders en tools H3: SURF, 2017)</li> <li>- Energie-afspraken en subsidies op transport dragen bij (Interview A)</li> <li>- Er moeten wetten voor de inkoop komen (Interview F)</li> <li>- Er kan druk worden uitgeoefend om vervuiling te beperken door middel van belastingen (Interview E)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- X1: Wetgevingen kunnen ervoor zorgen dat onderdelen die ergens anders worden hergebruikt niet over de grens kunnen worden getransporteerd. Energie-afspraken en subsidies dragen bij (Interview A)</li> <li>- X2: Je kan organisaties niet dwingen om te verduurzamen, omdat er niet echt wetgevingen zijn op nationale schaal waarin wordt aangegeven hoe duurzaamheid in de praktijk moet worden toegepast (Interview F)</li> <li>- X4: Belasting op vervuiling kan een druk uitoefenen op partijen (Interview E)</li> </ul> |

**TABEL 9: DIT ZIJN DE, IN DE EMPIRISCHE STUDIE GEVONDEN, ALGEMENE EXTERNE BARRIÈRES EN, INDIEN VERNOEMDE, OPLOSSINGEN/KANSEN. HIERIN IS, INDIEN BESPROKEN, OOK DE SITUATIE BIJ DE GEÏNTERVIEWDE BEDRIJVEN OPGESCHREVEN. ALS EEN ONDERDEEL NIET IS BESPROKEN, IS DIT AANGEGEVEN MET: NB.**

Alleen grote bedrijven hebben de middelen of macht om met een aanpassing te komen bij een leverancier (Interview A). De inkoopkracht van één of enkele bedrijven die de mogelijkheid hebben om over te stappen op één circulaire oplossing, is niet genoeg om veranderingen in de markt teweeg te brengen (Interview G). Sommige, kleinere bedrijven zijn geneigd om af te wachten wat de mogelijkheden zijn, wat rationeel gezien logisch is omdat deze niet de middelen hebben om te investeren in meerdere circulaire oplossingen (Interview A). Echter moet iedereen moet aan boord zijn om de markt te veranderen (Interview G), (O1: USI, 2020). Het verdienmodel en de marketing van leveranciers is namelijk gericht op de verkoop van de nieuwste en beste producten (Interview E), (Interview G), (O1: USI, 2020). Deze zijn vaak zo ontworpen dat de inkoper snel de nieuwste versie moet kopen (Interview E). De leverancier heeft minder belang bij levensduurverlenging door bijvoorbeeld te upgraden wat zorgt voor conflictenbelangen tussen het aanbieden van een nieuw of duurzaam product (Interview G), (H3: SURF, 2017). Daarom is het soms ook lastig om bijvoorbeeld leveranciers en refurbishers samen te laten werken (O2: BTG/TGG, 2020). Ook kunnen wetgevingen soms verantwoord inkopen in de weg liggen (Interview A), (H3: SURF, 2017). Met name een innovatie uitvraag als circulair inkopen is juridisch lastig vorm te geven (H3: SURF, 2017).

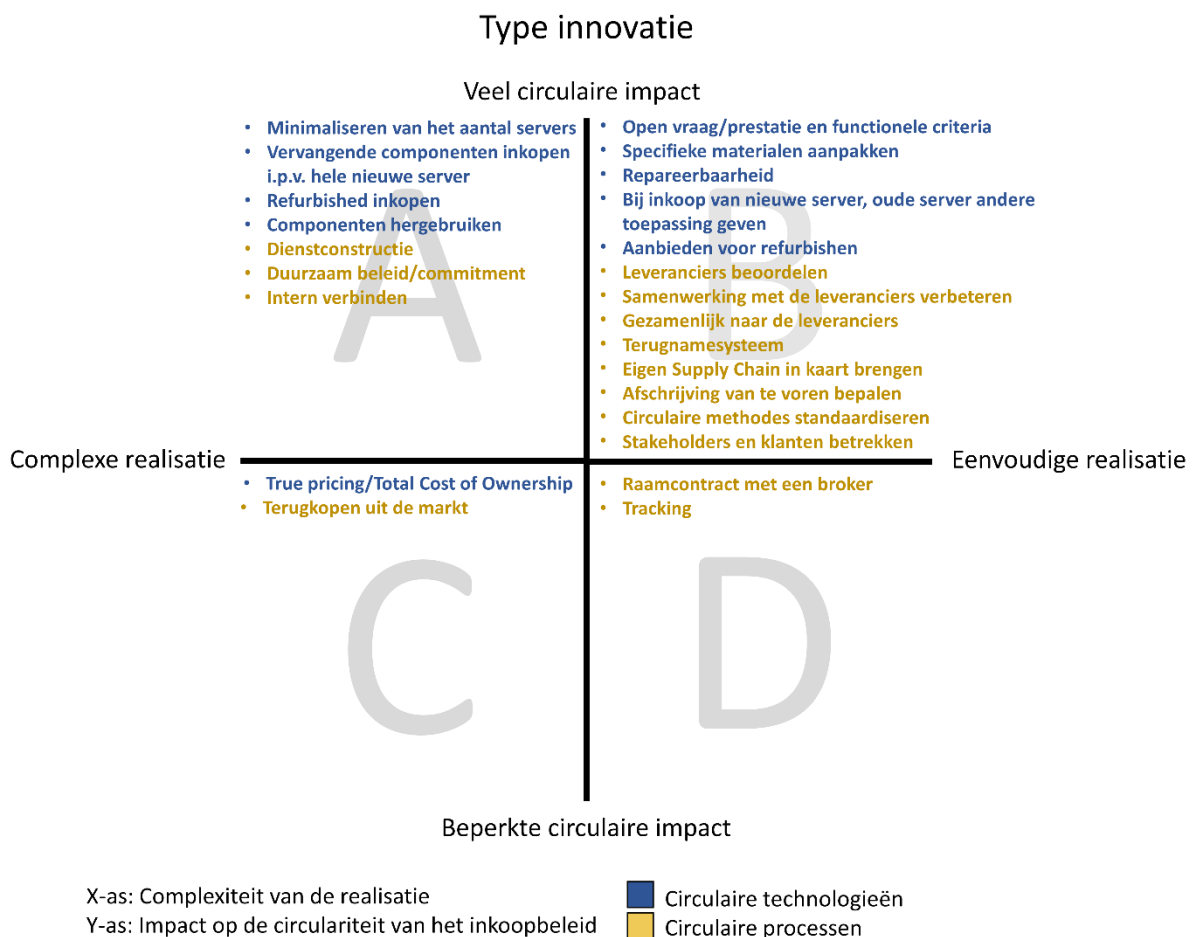
## DISCUSSIE

In dit onderdeel zijn de deelvragen beantwoord door de resultaten uit de literatuurstudie en de empirische studie tegen elkaar af te wegen.

### 1. CIRCULAIRE OPLOSSINGEN EN DE BIJBEHORENDE SPECIFICATIES

In dit onderzoek zijn een aantal circulaire oplossingen gevonden voor eindgebruikers van dataservers. Deze zijn, net als in de empirische studie, opgedeeld in: technologische eisen, technologische oplossingen, oplossingen met betrekking tot de leverancier en procesoplossingen. Van elke oplossing zijn de specificaties onderzocht in de vorm van potentiële voordelen, en barrières.

De oplossingen zijn, door de uitkomsten van de literatuurstudie en empirische studie tegen elkaar af te wegen, geplaatst in *figuur 10*. Dit figuur is zo ontworpen dat deze kunnen worden toegewezen aan verschillende typen eindgebruikers aan de hand van de impact op de circulariteit van het inkoopbeleid en de complexiteit van de realisatie. Ondanks dat de toewijzing aan de kwadranten zo goed mogelijk is onderbouwd, is hier toch sprake van interpretatie. Daarnaast zijn de kwadranten vrij breed gespecificeerd. Deze factoren kunnen ertoe leiden dat sommige oplossingen die zijn toegewezen aan hetzelfde kwadrant niet relevant of implementeerbaar zijn voor dezelfde type eindgebruiker, maar wellicht wel voor een andere type eindgebruiker. Daarom moeten alsnog alle oplossingen worden overwogen.



**FIGUUR 10: DE OPLOSSINGEN UIT DIT ONDERZOEK ZIJN BINNEN DE VIER KWADRANTEN GEPLAATST. HIERVOOR IS DE INFORMATIE UIT DE LITERAATUURSTUDIE EN DE EMPIRISCHE STUDIE TEGEN ELKAAR AFGEWOGEN.**



## Technologische eisen

### A. Technologische eisen met complexe realisatie en veel circulaire impact

Uit onderzoek blijkt dat uniforme software tussen servers een essentiële vereiste is dat leidt tot meer efficiëntie dan het gebruik van een klein aantal hoogwaardige servers (Hamilton, 2009). In een ander onderzoek is zelfs aangetoond dat dit, in combinatie met een optimale bezetting van de opslag en een kleine aanpassing aan de processor, ervoor zorgt dat een tot 5 jaar oude server energie-en-gebruiksefficiënter is dan een nieuwe server (Bashroush, 2020). Echter moet overbelasting worden voorkomen (Ouyang, 2016), (Skendžić, 2016). Uit empirische bronnen blijkt ook dat optimale productinstellingen en hoge CPU-frequenties zijn gelinkt aan het energieverbruik. Er is ook gesteld dat er veel impact kan worden gemaakt door het aantal ingekochte servers te minimaliseren (Interview D), (Interview G). Er is sprake van een balans waar onverantwoord inkoop en gebruik schadelijk is voor de efficiëntie. Efficiënte software-instellingen kunnen hier worden gezien als belangrijke vereisten aan de infrastructuur, maar niet zo zeer als een inkooppeis.

### B. Technologische eisen met eenvoudige realisatie en veel circulaire impact

Volgens Patrignani moet het gebruik van zeldzame materialen worden beperkt, door bijvoorbeeld het gebruik van oudere generatie apparatuur te overwegen en repareerbaarheid mee te nemen in het productontwerp (Patrignani, 2017). Ook blijkt uit de empirische data dat er functionele-en-duurzaamheidseisen moeten worden gesteld boven technologische eisen, zodat er meer ruimte is voor duurzame oplossingen (H3: SURF, 2017), (Interview E), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Daarnaast is ook gevonden dat het gebruik van de materialen met de meeste milieu-impact moet worden tegengegaan en dat er moet worden gevraagd naar repareerbaarheid (Interview A), (Interview C), (Interview D), (Interview E), (O1: USI, 2020). Hoewel de technologie zich snel ontwikkelt, is het begrijpelijk dat goed afgestemde eisen, vanuit functionaliteit of duurzaamheid, leiden tot een beter afgestemd aanbod. Repareerbaarheid is hier, in het kader van hergebruik, een logisch voorbeeld van, maar de uitvoering ligt bij de leverancier.

### C. Technologische eisen met complexe realisatie en beperkt circulaire impact

Uit de literatuurstudie blijkt dat TCO vaak wordt gebruikt om servers te vergelijken, maar dat hergebruik en terugname meestal niet worden meegenomen, terwijl dit wel kan leiden tot lagere kosten (Bliedy, 2018), (Wahlroos, 2018). In de empirische studie is juist gevonden dat de TCO-analyse een mogelijke oplossing is en dat dit kan worden aangevuld met de True Pricing methode (H3: SURF, 2017), (Interview G), (O1: USI, 2020). Er is gevonden dat dit leidt tot milieuwinst en dat hierdoor duurzame opties goedkoper kunnen worden (Interview G). Echter blijkt ook dat de benodigde informatie lastig is te achterhalen (O1: USI, 2020). Het effect van de TCO-analyse op het duurzame inkoopbeleid is dan ook afhankelijk van de kosten die worden meegenomen en bepaald dus of het wetenschappelijk kan worden gedefinieerd als een circulaire oplossing en wat de impact is.

## Technologische oplossingen

### A. Technologische oplossingen met complexe realisatie en veel circulaire impact

In onderzoeken naar circulaire oplossingen voor hergebruik van ICT-hardware is hergebruik, in de vorm van componenten en via refurbishen voorgesteld (Bokolo, 2018), (Calvi, 2015). Ook is er in een ander onderzoek geconcludeerd dat de stappen van de afgelopen 5 jaar niet groot zijn. Hierdoor is refurbishen zowel economisch als technisch een goede duurzame oplossing dat, met goede aanpassingen, nieuwe apparatuur zelfs kan overtreffen (Bashroush, 2020). In het empirisch onderzoek is bevestigd dat het plaatsen van nieuwe componenten in bestaande servers, de levensduur verlengt en dat er zoveel en optimaal mogelijk moet worden refurbished (Interview B), (Interview C), (Interview G), (R2: Office of the Government Chief Information Officer, 2016), (R5: HPE Financial Services, 2018). Echter gaat dit volgens de empirische bronnen wel ten koste van de

energie-efficiëntie (Interview D). Daarnaast zou het vervangen van componenten afbreuk doen aan de prestatie en werkt men liever niet met refurbished apparatuur om risico's te vermijden (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Het is dus duidelijk dat het op circulair niveau goede oplossingen zijn, maar de prestatie op technologisch vlak hangt af van de leeftijd van de server en de wijze van gebruik (Bashroush, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Hierdoor kan het verschil in aanbevelingen en bevindingen deels worden verklaard.

## **B. Technologische oplossingen met eenvoudige realisatie en veel circulaire impact**

In een onderzoek naar de definitie van Circulaire Economie is gesteld dat er zoveel mogelijk op hetzelfde niveau moet worden hergebruikt (Korhonen, 2018). In een andere studie is geconcludeerd dat levensduurverlenging op een verantwoorde wijze van belang is voor circulariteit en dat dit eenvoudig kan door na gebruik te refurbishen (Bashroush, 2020). In de empirische studie is gevonden dat, naast refurbishen, intern hergebruik van servers op een lager niveau ook bijdraagt aan circulariteit (Interview B), (Interview C), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Dit valt wellicht niet onder de wetenschappelijk vastgestelde definitie voor circulariteit, omdat de nieuwe toepassing minderwaardig is aan de originele toepassing. Echter draagt het in essentie wel bij aan levensduurverlenging en zijn hierdoor minder nieuwe servers nodig.

## **Oplossingen met betrekking tot de leverancier**

### **A. Oplossingen met betrekking tot de leverancier met complexe realisatie en veel circulaire impact**

Onderzoek wijst uit dat een overeenkomst met de leverancier waarin productie en afdanking is gespecificeerd, leidt tot meer hergebruik (Bundgaard, 2017). Een rol bij levering en afdanking is in de empirische studie verder geconcretiseerd in de vorm van een dienstcontract (Interview B), (Interview E), (O1: USI, 2020), (R5: HPE Financial Services, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Dit zorgt namelijk voor verschillende gemakken (Interview D), (Interview E), (Interview G). Echter zijn hiervoor wel veranderingen in de businessmodellen nodig en zouden er mogelijk wetgevingen in de weg liggen (Interview D), (Interview E). Daarnaast is gesteld dat het betrekken van een system integrator leidt tot meer en verantwoorde hergebruik (O1: USI, 2020), (H3: SURF, 2017), (R5: HPE Financial Services, 2018). Echter zouden afspraken met de OEM over terugname, volgens een onderzoek hier juist resulteren in meer hergebruik dan afspraken met een derde partij (Polverini, 2018). Dit verschil kan worden verklaard doordat in het onderzoek van Polverini, in tegenstelling tot het empirisch onderzoek, specifiek wordt gesproken over hergebruik in de vorm van componenten en materialen, waarin de OEM kundiger zou zijn. De overeenkomst in het belang van de leverancier in dit proces is verklaarbaar, omdat deze de apparatuur aanbiedt en meer middelen en macht hebben dan individuele bedrijven.

### **B. Oplossingen met betrekking tot de leverancier met eenvoudige realisatie en veel circulaire impact**

De rol van de leverancier bij afdanking is in de empirische studie geconcretiseerd in de vorm van een terugname systeem dat bij de inkoop kan worden vastgesteld en daardoor eenvoudig leidt tot meer hergebruik en kostenbesparingen (Interview A), (Interview D), (RH7: Schalk, 2018), (H1: SURF, 2017). Uit onderzoek blijkt dat de geografische locatie en de aanwezigheid van duurzame energiebronnen belangrijke overwegingen zijn voor het aangaan van een leveringscontract en dat onderlinge transparantie leidt tot een verbeterde samenwerking (Polverini, 2018), (Wahlroos, 2018). Ook is vastgesteld dat de leverancier financieel stabiel moet zijn en dat zijn processen moeten worden getoetst op circulaire volwassenheid met behulp van methodes en certificaten (Lo, 2018), (Ormazabal, 2016). Deze criteria komen ook terug in de empirische studie met een aantal aanvullingen. Zo is, naast het gebruik van certificaten, aangeraden om naar referenties te vragen van branchegenoten en om gezamenlijk druk uit te oefenen op leveranciers (H3: SURF, 2017), (Interview A), (Interview C), (Interview E), (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Daarnaast moeten leveranciers actief worden betrokken bij het formuleren van de vraag (Interview E), (Interview G). Dit zijn dus oplossingen met relatief weinig interne aanpassingen, maar een grote potentiële impact. De aanvullingen berusten echter op ervaringen en dit zou verder moeten worden onderzocht om het meer wetenschappelijk draagvlak te geven.



#### **D. Oplossingen met betrekking tot de leverancier met eenvoudig realisatie en beperkt circulaire impact**

In de empirische studie is gevonden dat een broker een waardevolle derde partij is om te betrekken bij de aankoop van servers, maar hier zijn geen uitspraken gedaan over het effect op hergebruik (Interview B), (Interview G), (R8: NautaDutilh N.V., 2017 ). Daarnaast zou tracking ook eenvoudig leiden tot verantwoord hergebruik. Dit is echter een relatief nieuwe methode waar nog weinig zicht op is (Interview A), (Interview E), (Interview F), (RH7: Schalk, 2018). Voor beide oplossingen zou het effect op hergebruik dus verder moeten worden onderzocht.

### **Procesoplossingen**

#### **A. Procesoplossingen met complexe realisatie en veel circulaire impact**

Onderzoek wijst uit dat een beperkt duurzaam beleid deels valt te wijten aan bedrijfsprocessen en dat interne motivatie belangrijker is dan externe impulsen (Lozano, 2012). Meerdere empirische bronnen bevestigen dat volledige commitment essentieel is en dat dit moet worden omgezet in een haalbaar, circulair beleid (H1: SURF, 2017), (H3: SURF, 2017), (Interview E), (Interview F), (Interview G), (O1: USI, 2020), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Dit proces zou volgens onderzoek zorgvuldig moet worden uitgevoerd (Wahlroos, 2018). In de empirische studie is gevonden dat organisaties nu nog vrij verdeeld zijn over afdelingen er dus veel moet veranderen (Interview C), (Interview G), (RH7: Schalk, 2018). Het belang van deze processen en interne motivatie is een logische uitkomst van het empirisch-en-literatuuronderzoek, maar de invulling moet goed worden overwogen.

#### **B. Procesoplossingen met eenvoudige realisatie en veel circulaire impact**

Uit onderzoek blijkt dat een goed Supply Chain ontwerp positieve invloed heeft op de milieuwaarden en hiermee emissie moet worden tegengegaan (Giunipero, 2012). In een ander onderzoek is voorgesteld dat hiervoor de Computing Life Cycle Strategies worden gebruikt en dat er ook wordt gekeken naar afdanking (Bokolo, 2018). In de empirische studie is het belang van levering en afdanking ook gevonden en dat een goede Supply Chain zelfs als noodzakelijk wordt bevonden voor een volledig circulair inkoopbeleid (Interview A), (Interview F). Daarnaast is ook gevonden dat er een plan voor afschrijving moet worden opgesteld bij de inkoop, omdat dit in de praktijk leidt tot meer hergebruik (H3: SURF, 2017), (Interview A), (Interview C). Dit is volgens empirische bronnen essentieel bij het berekenen van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk en milieuwinst (H3: SURF, 2017), (Interview A), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Een goede Supply Chain is niet meer een doel, maar een norm waar steeds betere tools voor zijn en hergebruik en verantwoord afdanking lijken hetzelfde traject te doorlopen. Daarnaast is in onderzoek geconstateerd dat gezamenlijke doelen niet genoeg zijn, maar dat het begrip duurzaamheid eerst moet worden gespecificeerd. Hierdoor worden de mogelijkheden en verwachtingen namelijk duidelijk (Geissdoerfer, 2017). Ook is in de empirische studie gevonden dat het stellen van gezamenlijk doelen belangrijk is en dat de mogelijkheden moeten worden gecommuniceerd (Interview A), (Interview B), (Interview F), (RH7: Schalk, 2018). Het is dus evident dat gezamenlijke doelen belangrijk zijn en dat de vormgeving veel invloed heeft op de impact.

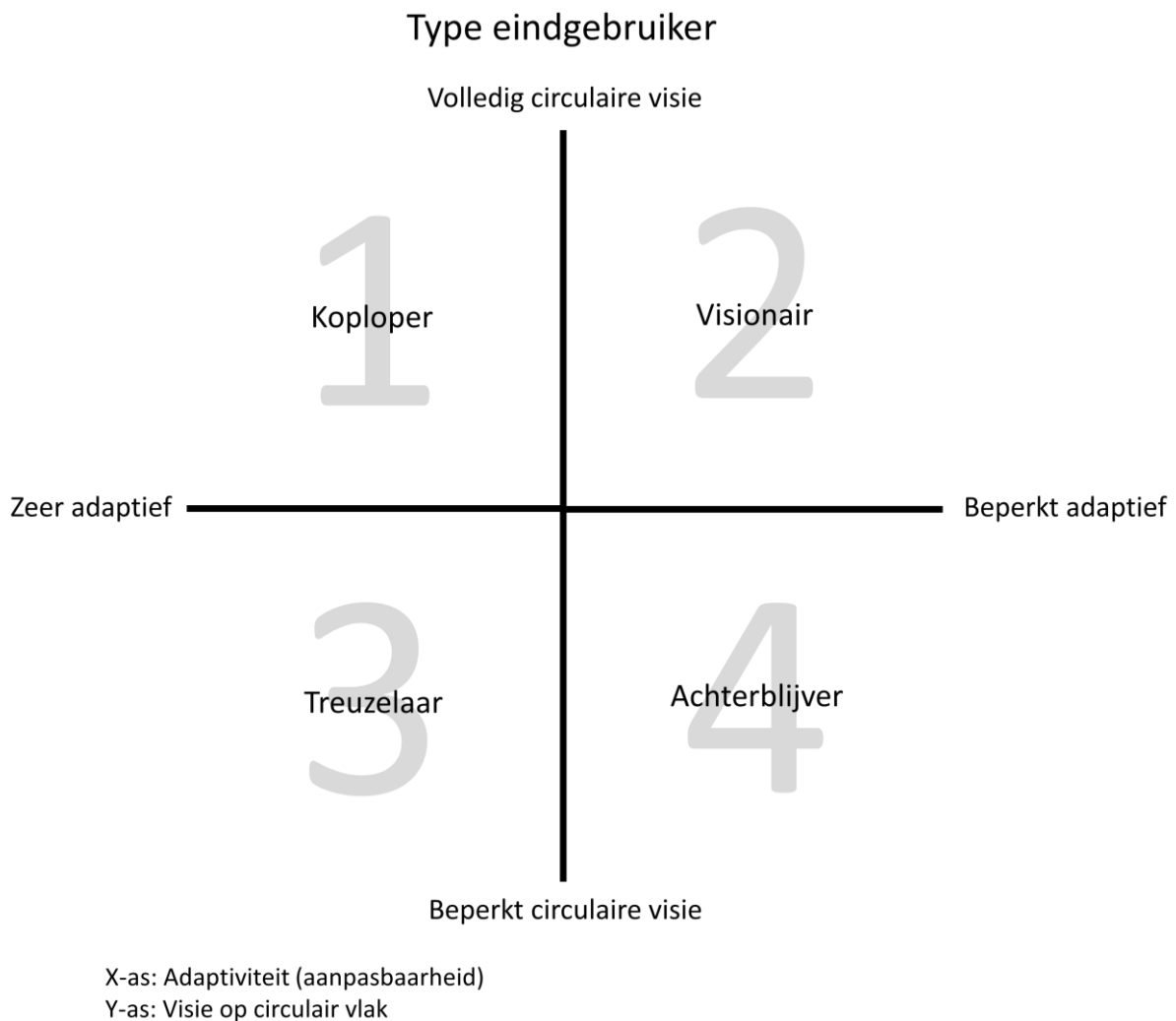
#### **C. Procesoplossingen met complexe realisatie en beperkt circulaire impact**

In de empirische studie is gevonden dat WEE kan worden teruggehaald uit de markt (Interview C), (O2: BTG/TGG, 2020). Dit is een vorm van hergebruik, maar of dit valt onder circulariteit is discussieerbaar. Dit verklaart mogelijk dat het niet is gevonden in literatuuronderzoek naar Circulaire Economie. Ook is in de empirische studie gevonden hiermee niet wordt voorkomen dat de eigen servers onverantwoord worden afgedankt (Interview C).

## 2. ASPECTEN DIE EEN BARRIÈRE VORMEN BIJ VERSCHILLENDE TYPEN EINDGEBRUIKERS

Naast de mogelijke oplossingen zijn er een aantal aspecten onderzocht die een barrière kunnen vormen richting een circulair inkoopbeleid. Hoewel een aantal barrières berusten op waarnemingen en niet specifieke zijn teruggevonden in het literatuuronderzoek, zijn deze bevestigd door meerdere empirische bronnen. Daarom worden deze als aannemelijk beschouwd, maar dit zou verder moeten worden onderzocht. Het kan dus zijn dat sommige barrières in de praktijk toch wel of niet relevant blijken voor sommige typen eindgebruikers. Om deze toe te kunnen wijzen aan een type eindgebruiker zijn er vier typen eindgebruikers geformuleerd met behulp van *figuur 11*, dat is gebaseerd op de S-curve.

1. **Koploper:** Dit type eindgebruiker is zeer adaptief en heeft een volledig circulaire visie. Daarom zal deze het snelst, grote stappen zetten richting een volledig circulair inkoopbeleid.
2. **Visionair:** Dit type eindgebruiker heeft wel de visie om een meer circulair inkoopbeleid te realiseren, maar kan lastiger aanpassingen doorvoeren in het inkoopbeleid. Deze zal de koploper volgen.
3. **Treuzelaar:** Dit type eindgebruiker is zeer adaptief, maar heeft een beperkte circulaire visie. Deze volgt de koploper en visionair.
4. **Achterblijver:** Dit type eindgebruiker is in feiten het tegenovergestelde van de koploper, omdat deze tekort komt op adaptiviteit en visie. Daarom zal deze als laatst, kleine stappen zetten richting een volledig circulair inkoopbeleid.



**FIGUUR 11: MET BEHULP VAN DIT ASSENSTELSEL ZIJN DE EINDGEBRUIKERS GEDEFINIEERD. DIT IS GEÏNSPIREERD OP DE S-CURVE VAN ROGERS (ROGERS, 2005).**

## 2.1 Algemene barrières die kunnen spelen bij alle eindgebruikers

Veel barrières kunnen spelen voor alle typen eindgebruikers. Zo wordt de milieu-impact van datacenters vaak berekend aan de hand van het energiegebruik zonder de productie en afvalverwerking mee te nemen (Belkhir, 2018). Ook blijkt uit de empirische studie dat de focus ligt bij energieverbruik en dat dit diep geworteld zit in de data-industrie (Interview A), (Interview C), (Interview E), (Interview F), (H3: SURF, 2017), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Daarnaast blijkt uit onderzoek dat de complexiteit van technieken zorgt dat wetgevingen minder invloed hebben (Bundgaard, 2017). Ook is gevonden dat snelle ontwikkelingen en ingewikkeld taalgebruik het lastig maken om goede inkoopbeslissingen te nemen (Bundgaard, 2017). Daarnaast zijn, vooral kleine bedrijven, vaak genoodzaakt om beslissingen te nemen vanuit de aanschafkosten (Asif, 2016). Bovendien zouden innovaties die relatief voordelig zijn sneller worden opgenomen (Rogers, 2005). Volgens empirische bronnen is hergebruik vaak duurder, de terugverdientijd langer en leidt focus op kosten tot het kiezen van minder duurzame leveranciers (Interview B), (Interview E), (Interview F), (Interview G). Ook blijkt uit onderzoek dat het verschil in opvattingen over de term circulariteit een barrière vormt richting een circulaire markt (Geissdoerfer, 2017). Dit is in de empirische studie bevestigd en aangevuld met het probleem dat duurzaamheid lastig is uit te drukken en te visualiseren (Interview E), (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (RH7: Schalk, 2018). Daarnaast blijkt uit het onderzoek dat transities afhankelijk van aard zijn (Adner, 2006). Ook is in de empirische studie gevonden dat eindgebruikers afhankelijk zijn in het uitvoeren van circulaire aanpassingen (Interview A), (Interview B), (Interview E), (Interview G), (O1: USI, 2020). Uit onderzoek blijkt dat er ook een conflictenbelang speelt bij de leveranciers, omdat deze verdienen aan de verkoop van nieuwe apparatuur (Linton, 2007). Volgens empirische bronnen zou de apparatuur zo zijn ontworpen dat het snel verouderd (Interview E), (Interview G), (H3: SURF, 2017). Ook zouden dergelijke conflictenbelangen mogelijke samenwerkingen vermoeilijken. Echter stelt Hamilton dat de apparatuur is ontworpen om langer mee te gaan dan momenteel het geval is (Hamilton, 2009). Dat er sprake is van een conflictenbelang is dus duidelijk, maar of zich daadwerkelijk uit in het ontwerp valt te betwisten. Conflictenbelangen kunnen zich volgens onderzoek ook uiten in wetgevingen (Gelderman, 2015). Volgens een ander onderzoek zouden wetgevingen, naast ondersteuning leveren, ook kunnen zorgen voor complicaties (Wahlroos, 2018). In de empirische studie is bevestigd dat wetgevingen kunnen bijdragen, maar uitvragen als circulair inkopen lastig maken (Interview A), (H3: SURF, 2017).

## 2.2 Algemene barrières die eindgebruiker-specifiek zijn

Er zijn ook een aantal barrières die voornamelijk spelen voor bepaalde typen eindgebruikers. Zo wijst onderzoek uit dat een transitie in businessmodellen jaren kost en zorgvuldig moet worden uitgevoerd (Wahlroos, 2018). Empirische bronnen bevestigen dat dit een barrière kan vormen en dat kleine bedrijven hier zelfs aan ten onder kunnen gaan (Interview A), (Interview C), (Interview G). Echter is ook gesteld dat de motivatie, naast een meer circulair beleid, ook puur economisch gegrond kan zijn (Interview D). Daarom is het gekoppeld aan visionairen en achterblijvers. Uit onderzoek blijkt dat men sneller kiest voor innovaties die relatief makkelijk zijn te begrijpen, waarneembaar en meetbaar zijn (Rogers, 2005). Ook blijkt uit de empirische studie dat men vaak kiest voor 'proven technology' en dat men graag meetbare resultaten ziet (H3: SURF, 2017), (Interview F), (R6: Rijkswaterstaat, 2018). Deze denkwijze past niet bij koplopers, maar kan wel een barrière vormen bij de andere eindgebruikers. Desondanks blijkt uit onderzoek dat de komst van nieuwe technologieën een motivatie is om oude servers te vervangen (Hamilton, 2009), (Park, 2018), (Skendžić, 2016). Dit is ook, gezamenlijk met focus op kwaliteit, functionaliteit en het beperken van risico's, gevonden in de empirische studie (H3: SURF, 2017), (Interview B), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018). Ook wordt volgens onderzoek nog niet veel gefocust op circulaire inkoop (Bundgaard, 2017), (Lozano, 2012). Daarnaast blijkt uit empirische bronnen dat beperkt besef van urgentie een mogelijke oorzaak is (Interview G). Ook zouden sommige eindgebruikers het effect van duurzame oplossingen afwachten (Interview A). Omdat deze barrières in feite voortkomen uit een beperkte circulaire visie, spelen deze voornamelijk bij treuzelaars en achterblijvers. Ook blijkt uit onderzoek dat data vaak op zo'n manier wordt vernietigd dat hergebruik niet meer mogelijk is (Hughes, 2009), (Park, 2018). Uit empirische

bronnen blijkt ook dat hier, ondanks de beschikbare technieken die hergebruik mogelijk maken, vaak voor wordt gekozen (RH7: Schalk, 2018). Omdat er voldoende technologieën zijn voor dataverwijdering, maar er een gevoel van extra veiligheid heerst bij datavernietiging, geldt deze barrière met name voor treuzelaars en achterblijvers. Ook wijzen empirische bronnen uit dat bedrijven zich onvoldoende bezighouden met de afdanking, ondanks de mogelijke oplossingen (RH7: Schalk, 2018). Dit probleem is echter minder gegrond en speelt daarom enkel voor achterblijvers.

### 3. HET KOPPELEN VAN CIRCULAIRE OPLOSSINGEN AAN DE VERSCHILLENDE TYPEN

#### EINDGEBRUIKERS

Met behulp van *figuur 10* en *figuur 11* zijn de circulaire oplossingen gepast aan de typen eindgebruikers. Om elke eindgebruiker te voorzien van mogelijke oplossingen en alle oplossing toe te bedelen aan een eindgebruiker, zijn er een aantal “ideale koppels” gevormd (*tabel 10*). Zo zijn oplossingen die complex zijn te realiseren, gekoppeld aan eindgebruikers die zeer adaptief zijn. Oplossingen die eenvoudig zijn te realiseren, zijn weer gekoppeld aan beperkt adaptieve eindgebruikers. De oplossingen met veel impact, zijn gekoppeld aan eindgebruikers met een volledig circulaire visie. Oplossingen met beperkte impact zijn dan weer gekoppeld aan eindgebruikers met een beperkt circulaire visie. Deze methode zorgt er echter wel voor dat er meerdere koppels mogelijk zijn. De belangrijkste aanmerking is dat de oplossingen uit kwadrant B in principe door alle eindgebruikers moeten worden overwogen, omdat deze immers eenvoudig te realiseren zijn en veel impact hebben op het circulair inkoopbeleid.

| Ideale koppels                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type eindgebruiker                                            | Oplossingen (blauw = technologisch, oranje = proces)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. Koploper (zeer adaptief, volledig circulaire visie)        | A. (complexe realisatie, veel impact) <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimaliseren van het aantal servers</li> <li>Vervangende componenten inkopen i.p.v. hele nieuwe server</li> <li>Refurbished inkopen</li> <li>Componenten hergebruiken</li> <li>Dienstconstructie</li> <li>Duurzaam beleid/commitment</li> <li>Intern verbinden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. Visionair (beperkt adaptief, volledig circulaire visie)    | B. (eenvoudige realisatie, veel impact) <ul style="list-style-type: none"> <li>Open vraag/prestatie en functionele criteria</li> <li>Specifieke materialen aanpakken</li> <li>Repareerbaarheid</li> <li>Bij inkoop van nieuwe server, oude server andere toepassing geven</li> <li>Aanbieden voor refurbishen</li> <li>Leveranciers beoordelen</li> <li>Samenwerking met de leveranciers verbeteren</li> <li>Gezamenlijk naar de leveranciers</li> <li>Terugnamesysteem</li> <li>Eigen Supply Chain in kaart brengen</li> <li>Afschrijving van te voren bepalen</li> <li>Circulaire methodes standaardiseren</li> <li>Stakeholders en klanten betrekken</li> </ul> |
| 3. Treuzelaar (zeer adaptief, beperkt circulaire visie)       | C. (complexe realisatie, beperkte impact) <ul style="list-style-type: none"> <li>True pricing/Total Cost of Ownership</li> <li>Terugkopen uit de markt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. Achterblijver (beperkt adaptief, beperkt circulaire visie) | D. (eenvoudige realisatie, beperkte impact) <ul style="list-style-type: none"> <li>Raamcontract met een broker</li> <li>Tracking</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

TABEL 10: IN DEZE TABEL ZIJN DE IDEALE KOPPELS WEERGEGEVEN DIE ZIJN GEVORMD MET BEHULP VAN FIGUUR 10 EN FIGUUR 11.

## 4. HOE EINDGEBRUIKERS KUNNEN WORDEN GEMOBILISEERD OM CIRCULAIRE OPLOSSINGEN TE IMPLEMENTEREN

Nu het duidelijk is wat de barrières zijn per type eindgebruiker en welke oplossingen kunnen worden aangedragen, moeten de eindgebruikers worden gemobiliseerd. Daarom zijn er een aantal mobilisatietips voor externe partijen (zoals het netwerk van de Board dat bestaat uit: kennisinstellingen, wetgevers en bedrijven (Amsterdam Economic Board, 2020d)) geformuleerd. Dit is, met behulp van het conceptueel model (*figuur 7*), opgedeeld in vier categorieën:

- Motivatie en bewustzijn
- Het vormgeven van een circulaire vraag
- Verdere ondersteuning
- Kennisdeling

Deze tips zijn geformuleerd en uitgewerkt aan de hand van de uitkomsten van het literatuuronderzoek en het empirisch onderzoek (*tabel 11*). Ook zijn er met behulp van deze uitkomsten per categorie een aantal stappen geformuleerd die eindgebruikers zelf kunnen nemen (*tabel 12*). Per eindgebruiker moet er worden bepaald onder welk type deze valt en welke stappen er dus genomen kunnen worden. Ondanks dat er zo goed mogelijk is onderbouwd waarom barrières voornamelijk relevant zijn voor bepaalde typen eindgebruikers, is ook hier spraken intrepretatie. Daarnaast zijn de typen eindgebruikers ook vrij breed geformuleerd. Het is dus mogelijk dat bepaalde stappen ook relevant zijn voor andere typen eindgebruikers en daarom moeten alles worden overwogen. Ook kan er aan de hand van dit onderzoek geen aanname worden gedaan over een ideale volgorde waarop deze stappen moeten worden uitgevoerd. Hier zou verder onderzoek naar gedaan moeten worden. Het is daarnaast goed om de empirische studie te raadplegen, omdat de stappen hier uitgebreid zijn uitgewerkt. Dit is echter nog niet voorzien van wetenschappelijke draagvlak en is pas afgewogen in de discussie.

Er moet ook worden gekeken welke oplossingen al worden toegepast en wat dit betekent voor het implementeren van andere oplossingen. Zo blijkt uit de empirische studie dat veel eindgebruikers in de MRA al gebruik maken van circulaire oplossingen, maar dat sommige er ook bewust voor kiezen om oplossingen niet toe te passen. Echter is er in meerdere onderzoeken geconcludeerd dat er nog weinig wordt gefocust op circulaire inkoop (Bokolo, 2018), (Lozano, 2012). Deze onderzoeken zijn alleen niet specifiek voor de MRA. In de empirische studie is wel gebruik gemaakt van interviews, observaties en rapporten uit de MRA, maar zijn er ook rapporten geraadpleegt die ook niet specifiek zijn voor de MRA. Ook zijn er interviews gehouden met bedrijven die lid zijn van het netwerk van Amsterdam Economic Board en daarom in feite al een duurzame visie hebben of hier in willen groeien. Ondanks veel informatie is gevalideerd in de discussie, kan er niet voor elke stap met zekerheid worden gezegd of deze werkt voor eindgebruikers in de MRA. Dit zou verder moeten worden onderzocht.



| Met name relevant voor                    | Tips om eindgebruikers te mobiliseren richting een meer circulair inkoopbeleid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | <b>Motivatatie en bewustzijn</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertaal materialen-en-energiebesparing zoveel mogelijk in bespaarde kosten met behulp van TCO en True pricing (Interview E), (H1: SURF, 2017), (O1: USI, 2020)</li> <li>• Druk de mogelijke potentie van circulaire oplossingen uit in CO<sub>2</sub>-winst en neem de productie, levensduur en materialenverwerking hierin mee (Belkhir, 2018), (Fu, 2015), (Interview E)</li> <li>• Overweeg financieel aantrekkelijke oplossingen en maak deze aantrekkelijker door eindgebruikers te laten betalen voor de schaduwkant van de productie en het gebruik van servers (O1: USI, 2020)</li> <li>• Raadpleeg, introduceer en/of verscherp wetgevingen voor de inkoop en verhoog belasting op uitstoot (Interview E), (Interview F)</li> </ul>         |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overtuig eindgebruikers aan de hand van de risico's die kunnen voortkomen uit het niet toepassen van circulaire oplossingen (Aly, 2019)</li> <li>• Laat eindgebruikers zelf het effect van oplossingen ondervinden door ze te betrekken in experimenten (Interview F)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                           | <b>Het vormgeven van een circulaire vraag</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondersteun in het formuleren van redelijke, financiële eisen en onderzoek welke technologische-en-procesoplossingen van toepassing kunnen zijn</li> <li>• Draag oplossingen met zoveel mogelijk impact aan, maar overweeg ook oplossingen met minder impact, die wellicht vrij makkelijk kunnen worden geïmplementeerd (Interview E)</li> <li>• Maak hiervoor gebruik van de R-ladder (Cramer, 2017)</li> <li>• Wees bewust van het mogelijke spanningsveld tussen energiegebruik en hergebruik en overweeg per situatie wat de voorkeur zou moeten krijgen (H3: SURF, 2017), (Interview B), (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>• Maak gebruik van Europese richtlijnen en tools (Bundgaard, 2017), (H3: SURF, 2017), (Polverini, 2018)</li> </ul> |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak hergebruik de nieuwe norm (Interview G)</li> <li>• Ondersteun in het concretiseren van de vraag met behulp van labels en certificaten (Interview C), (Interview F), (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| De treuzelaar en achterblijver            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekijk samen met eindgebruikers of de nieuwste en hoogwaardigste server wel echt nodig is en wat het alternatief is (O1: USI, 2020) (Patrignani, 2017)</li> <li>• Informeer eindgebruikers over de dataverwijdering technieken die hergebruik mogelijk maken met behulp van certificaten (Hughes, 2009), (Interview E), (RH7: Schalk, 2018), (Park, 2018), (Yusof, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| De achterblijver                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondersteun bij het formuleren van afspraken voor afdanking die kunnen worden gesteld en maak hier gebruik van de verschillende, mogelijke oplossingen (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>• Informeer eindgebruikers over de mogelijkheden van traceren en help ze met het formuleren van de vraag (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                           | <b>Verdere ondersteuning</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wees bewust van de mogelijke conflictenbelangen bij leveranciers en beperk dit zoveel mogelijk door te ondersteunen in het gezamenlijk stellen van heldere doelen en het inbouwen van incentives, zoals: een bonus, vaste prijsreductie en winstdeling (H3: SURF, 2017)</li> <li>• Voorzie eindgebruikers van zoveel mogelijk financiële-en-beleidsmatige ondersteuning en ga na welke overheidssubsidies relevant zijn (Interview E), (Lu, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondersteun in het formuleren en blijven vasthouden aan transitieplannen, door bijvoorbeeld inspanningsindicatoren te koppelen aan aantoonbare acties (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (Wahlroos, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| De treuzelaar en achterblijver            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lever beleidsmatige en/of financiële ondersteuning bij het doorvoeren van veranderingen in businessmodellen (Interview G), (Lu, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                           | <b>Kennisdeling</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Houdt trends in de sector in de gaten en informeer eindgebruikers over nieuwe mogelijkheden (H3: Surf, 2017)</li> <li>• Faciliteer onderlinge kennisdeling en leg dezelfde termen vast voor circulaire principes (Geissdoerfer, 2017), (Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>• Bepaal wat het gewenste kennisniveau is voor circulaire oplossingen en communiceer dit in de vorm van presentaties, trainingen en gezamenlijke projecten (Interview D), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>• Schrijf informatie over innovaties in een zo begrijpelijk mogelijke taal (O1: USI, 2020)</li> </ul>                                                                                                                                                |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laat eindgebruikers kennis maken met de oplossingen door ze mee te nemen naar locaties waar deze worden toegepast (Interview C), Interview (G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**TABEL 11: IN DEZE TABEL ZIJN DE TIPS OM EINDGEBRUIKERS TE MOBILISEREN PER TYPE EINDGEBRUIKER WEERGEGEVEN. DEZE ZIJN OPGEDEELD IN DE VOLGENDE ONDERDELEN (ZONDER SPECIEKE VOLGORDE): MOTIVATIE EN BEWUSTZIJN, HET VORMGEVEN VAN EEN CIRCULAIRE VRAAG, VERDERE ONDERSTEUNING EN KENNISDELING. HIERVOOR IS GEBRUIK GEMAAKT VAN DE BIJGEVOEGDE WETENSCHAPPELIJKE-EN-EMPIRISCHE BRONNEN.**

| Met name relevant voor                    | Stappen die eindgebruikers zelf kunnen nemen om tot een meer circulair inkoopbeleid te komen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | <b>Motivatie en bewustzijn</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak gebruik van TCO en True pricing in de keuze voor een nieuwe server en het doorvoeren van aanpassingen (Interview E), (H1: SURF, 2017), (O1: USI, 2020)</li> <li>• Breng de CO<sub>2</sub>-winst van circulaire oplossingen voor jouw organisatie in kaart en neem de productie, levensduur en materialenverwerking hierin mee (Belkhir, 2018), (Fu, 2015), (Interview E)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekijk oplossingen vanuit een 'Fear Setting' perspectief (Aly, 2019)</li> <li>• Bezoek plekken waar oplossingen worden toegepast (Interview C), Interview (G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                           | <b>Het vormgeven van een circulaire vraag</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stel redelijke, financiële eisen en laat zoveel mogelijk kosten meewegen (Interview E), (H1: SURF, 2017), (O1: USI, 2020)</li> <li>• Probeer oplossingen met zoveel mogelijk impact te implementeren, maar sta ook open voor oplossingen met minder impact (Interview E)</li> <li>• Raadpleeg de R-ladder om oplossingen te prioriteren (Cramer, 2017)</li> <li>• Wees bewust van het mogelijke spanningsveld tussen energiegebruik en hergebruik. Overweeg per situatie wat de voorkeur zou moeten krijgen (H3: SURF, 2017), (Interview B), (R6: Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>• Gebruik Europese richtlijnen en tools (Bundgaard, 2017), (H3: SURF, 2017), (Polverini, 2018)</li> </ul> |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak hergebruik de nieuwe norm binnen jouw organisatie (Interview G)</li> <li>• Concretiseer de vraag in labels en certificaten (Interview C), (Interview F), (Interview G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| De treuzelaar en achterblijver            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedenk of de nieuwste technologie wel echt nodig is (O1: USI, 2020)</li> <li>• Overweeg de verschillende technieken om data te verwijderen die hergebruik mogelijk maken (Hughes, 2009), (Interview E), (RH7: Schalk, 2018), (Park, 2018), (Yusof, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| De achterblijver                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak afspraken met de leverancier(s) over afdanking (RH7: Schalk, 2018). Gebruik hiervoor "de oplossingen met betrekking tot de leverancier" die zijn gekomen uit dit onderzoek</li> <li>• Vraag naar tracering (RH7: Schalk, 2018)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                           | <b>Verdere ondersteuning</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wees bewust van de mogelijke conflictenbelangen bij leveranciers en beperk dit zoveel mogelijk met behulp van gezamenlijke doelen en bouw incentives in, zoals een bonus, vaste prijsreductie en winstdeling (H3: SURF, 2017)</li> <li>• Maak gebruik van financiële-en-beleidsmatige ondersteuning vanuit de overheid (Interview E), (Lu, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| De visionair, treuzelaar en achterblijver | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blijf vasthouden aan je transitieplannen en koppel inspanningsindicatoren aan aantoonbare acties (R6: Rijkswaterstaat, 2018), (Wahlroos, 2018)</li> <li>• Neem deel aan samenwerkingen en experimenten (Interview F)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| De visionair en achterblijver             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vraag om ondersteuning bij het doorvoeren van veranderingen in businessmodellen (Interview G), (Lu, 2019)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                           | <b>Kennisdeling</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Alle eindgebruikers                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probeer mogelijk gebrek aan kennis weg te nemen door het gewenste kennisniveau te bepalen en hierop te trainen (Interview D), (O1: USI, 2020), (RH7: Schalk, 2018)</li> <li>• Wissel kennis uit en leg dezelfde termen vast voor circulaire principes (Geissdoerfer, 2017), (Rijkswaterstaat, 2018)</li> <li>• Houdt ontwikkelingen bij door te kijken naar de trends in de sector (H3: Surf, 2017)</li> <li>• Bezoek locaties waar oplossingen worden toegepast (Interview C), Interview (G)</li> </ul>                                                                                                                                                                                    |

**TABEL 12: DIT ZIJN DE STAPPEN DIE ER PER TYPE EINDGEBRUIKER GENOMEN KUNNEN WORDEN OM TOT EEN VOLLEDIG CIRCULAIR INKOOPBELEID TE KOMEN. DEZE ZIJN OPGEDEELD IN DE VOLGENDE ONDERDELEN (ZONDER SPECIEKE VOLGORDE): MOTIVATIE EN BEWUSTZIJN, VORMGEVEN VAN EEN CIRCULAIRE VRAAG, VERDERE ONDERSTEUNING EN KENNISDELING. HIERVOOR IS GEBRUIK GEMAAKT VAN DE BIJGEVOEGDE WETENSCHAPPELIJKE-EN-EMPIRISCHE BRONNEN.**



## CONCLUSIE

Er zijn een aantal oplossingen gevonden waarmee eindgebruikers kunnen toewerken naar een volledig circulair inkoopbeleid. Deze oplossingen bestaan uit technologische eisen, technologische oplossingen, oplossingen met betrekking tot de leverancier en procesoplossingen. De oplossingen verschillen in complexiteit van realisatie en impact op het circulaire inkoopbeleid. Het verschilt dus per eindgebruiker welke oplossing het beste kan worden toegepast. Eindgebruikers kunnen namelijk aan de hand van de adaptiviteit en circulaire visie worden geïdentificeerd als koploper, visionair, treuzelaar en achterblijver. Per type eindgebruiker spelen een aantal interne, interne/externe en externe barrières die een obstakel kunnen vormen richting een meer circulair inkoopbeleid. De barrières die spelen voor de koploper, spelen voor alle eindgebruikers, maar sommige barrières spelen met name voor visionairen, treuzelaars en/of achterblijvers. Voor elk type eindgebruiker zijn er een paar oplossingen gevonden. Zo past een dienstconstructie bijvoorbeeld bij een koploper en is tracking een oplossing voor een achterblijver. Om de eindgebruikers in beweging te brengen, moeten de barrières worden weggenomen. Eerst moet de eindgebruiker worden geïdentificeerd als één van de typen. Daarna moeten passende tips worden toegepast op het gebied van motivatie en bewustzijn, het vormgeven van een circulaire vraag, verdere ondersteuning en kennisdeling. De stappen die eindgebruikers zelf kunnen nemen, hangen af van de mate waarin circulaire processen al een onderdeel zijn van het inkoopbeleid en de barrières die er spelen. De stappen die zijn geformuleerd in dit onderzoek, kunnen hier per type eindgebruiker worden gebruikt als richtlijn. Zo kunnen alle eindgebruikers van dataservers in de MRA stappen nemen om tot een volledig circulaire vraag te komen in 2050.

## AFKORTINGEN

|       |                                               |
|-------|-----------------------------------------------|
| API   | Application Programming Interface             |
| BPM   | Business Process Modeling                     |
| CAPEX | Capital Expenditures                          |
| EF    | Ecological Footprint                          |
| EFA   | Ecological Footprint Analyses                 |
| HDD   | Hard Disk Drive                               |
| ICT   | Information and Communication Technology      |
| LCA   | Life Cycle Assessment                         |
| LEAP  | Lower Energy Acceleration Program             |
| LEED  | Leadership in Energy and Environmental Design |
| MRA   | Metropoolregio Amsterdam                      |
| NTF   | No trouble Found                              |
| OEM   | Original Equipment Manufacturer               |
| OPEX  | Operating Expenditures                        |
| R&D   | Research and Development                      |
| SCM   | Supply Chain Management                       |
| SLA   | Service Level Agreement                       |
| SMEs  | Small Medium Enterprises                      |
| SSD   | Solid State Disk                              |
| SSM   | Sustainable Supply Management                 |
| TCO   | Total Cost of Ownership                       |
| V2G   | Vehicle to Grid                               |
| WEEE  | Wastes of Electrical and Electronic Equipment |

## REFERENTIES

- Aly, M. &. (2019). Hacks for Cost-Justifying Usability: " Fear-Setting" vs." Goal-Setting". *MobileHCI* , pp. 1-10.
- Amsterdam Economic Board. (2017). <https://amsterdameconomicboard.com/nieuws/amsterdam-science-park-centre-big-data-revolution>. Retrieved from Green Deal Zero Emission Stadslogistiek.
- Amsterdam Economic Board. (2018a). *Ambitie 2050: als maatschappij geen CO2 meer uitstoten*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/nieuws/grote-partijen-slaan-handen-ineen-voor-alternatief-fossiele-grondstoffen-en-verminderen-uitstoot-co2>
- Amsterdam Economic Board. (2018b, March). *Amsterdamse auto's leveren terug aan het net*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/nieuws/amsterdamse-autos-leveren-elektriciteit-terug-aan-elektriciteitsnet>
- Amsterdam Economic Board. (2020a, May 6). *Green Deal Zero Emission Stadslogistiek*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/initiatief/green-deal-zero-emission-stadslogistiek-mra>.
- Amsterdam Economic Board. (2020b, August 16). *Inkopen met Impact*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/initiatief/inkopen-met-impact>
- Amsterdam Economic Board. (2020c, June 6). *LEAP-Lower Energy Acceleration Program*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/initiatief/leap-lower-energy-acceleration-program>.
- Amsterdam Economic Board. (2020d). *Network Council*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/wie-zijn-we#network>.
- Amsterdam Economic Board. (2020e). *Wie Zijn We*. Retrieved from <https://amsterdameconomicboard.com/wie-zijn-we>.
- Asif, F. M. (2016). Multi-method simulation based tool to evaluate economic and environmental performance of circular product systems. . *Journal of cleaner production*, 139, 1261-1281.

- Bashroush, R. R. (2020). Optimizing server refresh cycles: The case for circular economy with an aging Moore's Law. *IEEE Annals of the History of Computing*, (01), 1-1.
- Belkhir, L. &. (2018). Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations. . *Journal of Cleaner Production*, 177, 448-463.
- Bliedy, D. M. (2018). Datacentre Total Cost of Ownership (TCO) Models: A Survey. . *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, Vol. 8, 47-62.
- Bokolo, J. A. (2018). A descriptive study towards green computing practice application for data centers in IT based industries. In *MATEC Web of Conferences EDP Sciences.*, Vol. 150, p. 05048).
- Bose, R. &. (2011). Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization—A theoretical perspective. . *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(1), 38-54.
- Bundgaard, A. M. (2017). From energy efficiency towards resource efficiency within the Ecodesign Directive. *Journal of cleaner production*, 144, 358-374.
- Calvi, K. C. (2015). Dedicated refurbishing line optimization by simulation. *2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* , (pp. 1262-1266). IEEE.
- Chi, B. L. (2020). Construction waste minimization in green building: A comparative analysis of LEED-NC 2009 certified projects in the US and China . *Journal of Cleaner Production.* , 120749.
- Cramer, J. (2017). The raw materials transition in the Amsterdam metropolitan area: Added value for the Economy, Well-Being, and the Environment. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 59(3), 14-21.
- Cramer, J. (2019, 4). Circulaire economie versnellen dat doe je samen! *Tijdschrift Milieu*, pp. 24,25.
- Drechse, C. (2006). Mechanical Processes for Recycling Waste Electric and Electronic Equipment with the Rotor Shredder and Rotor Impact Mill. *Aufbereitungs Technik*, 47.
- Dutch Datacenter Association. (2020, 6 9). *Energie & Duurzaamheid*. Retrieved from dutchdatacenters: <https://www.dutchdatacenters.nl/posities/energie-duurzaamheid/>
- Elia, V. G. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2741-2751.
- European Commission. (2018). *In depth analysis of the commisson communciation COM (2018) 773:A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. Brussel.
- Fu, W. T. (2015). Ecological footprint (EF): An expanded role in calculating resource productivity (RP) using China and the G20 member countries as examples. *Ecological Indicators*, 48, 464-471.
- Gassner, A. L. (2018). Extended ecological footprint for different modes of urban public transport: The case of Vienna, Austria. *Land Use Policy*, 72, 85-99.
- Geissdoerfer, M. S. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
- Gelderman, C. J. (2015). Implementing sustainability in public procurement: The limited role of procurement managers and party-political executives. *Journal of Public Procurement* , Vol.15 Issue 1, 66-92.
- Giunipero, L. C. (2012). Purchasing and supply management sustainability: Drivers and barriers. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(4), 258-269.
- Gottlieb, D. K.-G. (2012). Analyzing the ecological footprint at the institutional scale—The case of an Israeli high-school. *Ecological Indicators*, 18, 91-97.
- H1: SURF. (2017). *Aan de slag met maatschappelijk verantwoord inkopen voor ICT onderwijs*. Utrecht: Colofon.
- H2: Copper8. (2020). *Handrijking Duurzame Inkoop Informatievoorziening*. COLOFON.
- H3: SURF. (2017). *ICT inkopen met impact*. Utrecht: COLOFON.
- Hamilton, J. (2009). Cooperative expendable micro-slice servers (CEMS): low cost, low power servers for internet-scale services. In *Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR'09)*, 1-8.
- Harmon, R. R. (2012). Roadmapping the next wave of sustainable IT. *The Journal of Futures Studies, Strategic Thinking and Policy*, 14(2), 121.
- Hughes, G. F. (2009). Disposal of disk and tape data by secure sanitization. . *IEEE Security & Privacy*, 7(4), 29-34.

- Interview A. Director corporate affairs en General Manager for Cloud Supply Chain Sustainability
- Interview B. Systeem expert van een computersysteem dat beschikbaar is voor landelijk gebruik en beheer
- Interview C. MVO-manger
- Interview D. Manager van de afdeling dat gaat over duurzaamheid en IT-efficiëntie
- Interview E. Senior Sourcing Manger op het gebied van inkoop en duurzaamheid
- Interview F. Adviseur van het innovatieteam op het gebied van energie efficiëntie van servers voor wetenschappelijk onderzoek
- Interview G. Adviseur/projectmanager die relaties legt tussen organisaties die in de praktijk werken aan Circulaire Economie en ontwikkelingen vanuit kennisinstellingen
- Ittersum, D. v. (2018, January 30). Circulaire ICT veroverde de markt. *Channel Connect*, pp. 30-33.
- Koomey, J. (2008). Worldwide electricity used in data centers. *Environmental research letters*, 3(3), 034008.
- Korhonen, J. H. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46.
- Lambrechts, W. &. (2014). Using ecological footprint analysis in higher education: Campus operations, policy development and educational purposes. *Ecological Indicators*, 45, 402-406.
- Leydesdorff, L. (2000). The triple helix: An evolutionary model of innovations. *Research Policy*, 29(2), 243-255.
- Lin, F. R. (2002). A generic structure for business process modeling. *Business Process Management Journal*, 19-41.
- Linton, J. D. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of operations management*, 25(6), 1075-1082.
- Lo, H. W. (2018). An integrated model for solving problems in green supplier selection and order allocation. *Journal of cleaner production*, 190, 339-352.
- Lodder, M. R. (2017). *Staat van transitie: patronen van opbouw en afbraak in vijf domeinen*. Erasmus Universiteit Rotterdam: Drift.
- Lozano, R. (2012). Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. *Journal of Cleaner Production*, 25, 14-26.
- Lu, H. P.-B. (2019). ICT implementation of small-and medium-sized construction enterprises: organizational characteristics, driving forces, and value perceptions. *Sustainability MPDI*, 11(12), 3441.
- Metropoolregio Amsterdam. (2018). *Doelstellingen*. Retrieved from <https://mradoelstellingen.nl/doelstellingen/>.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2019). *Ruimtelijke Strategie Datacenters*. Rijksoverheid.
- Nieuwenhuis, M. (2010). *The Art of Management, deel 1: Strategie en Structuur*. Lulu.com.
- O1: USI. (2020). Circular Economy Lab.
- O2: BTG/TGG. (2020). *Webinar van Duur naar Duurzaam*.
- Oestreicher, V. G.-I. (2020). E-waste upcycling for the synthesis of plasmonic responsive gold nanoparticles. *Waste Management*, 117, 9-17.
- Ormazabal, M. P.-S. (2016). An overview of the circular economy among SMEs in the Basque country: A multiple case study. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 9(5), 1047-1058.
- Ouyang, X. G. (2016). Reducing late-timing failure at scale: Straggler root-cause analysis in cloud datacenters. *In Fast Abstracts in the 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable System. DSN*.
- Park, J. Y. (2018). Sanitization of data in nanoscale flash memory by thermal erasing and reuse of storage. *physica status solidi (a)*, 215(14), 1800194.
- Patrignani, N. (2017). The challenge of ict long-term sustainability. *Visions for Sustainability*, 54-59.
- Polverini, D. A. (2018). Resource efficiency, privacy and security by design: a first experience on enterprise servers and data storage products triggered by a policy process. *Computers & Security*, 76, 295-310.
- Qiao, X. L. (2019). Simplifying the deployment of OGC web processing services (WPS) for environmental modelling—Introducing Tethys WPS Server. *Environmental Modelling & Software*, 115, 38-50.
- R1: MRA. (2020). *MRA brede Strategie Datacenters Eindrapport*. Nijmegen/Delft: Buck Consultants International.

- R2: Office of the Government Chief Information Officer. (2016). *GREEN DATA CENTRE PRACTICES version 3.0*. Hong Kong: the Government of the HKSAR.
- R3: Cramer, J. (2019). *Progress report (2015-June 2019)The Circular Economy Programme in the Amsterdam Metropolitan Area*. Amsterdam: Amsterdam Economic Board.
- R4: Data Center Frontier. (2019). *SUSTAINABLE DATA CENTER DECOMMISSIONING*. Chicago: SIMS Lifecycle Services.
- R5: HPE Financial Services. (2018). *Circular Economy Report Sample Report January, 2018 - December, 2018*. Californië: Hewlett Packerd Enterprise.
- R6: Rijkswaterstaat. (2018). *Klimaatneutraal en Circulair Inkopen - Verslag Samenvatting Leernetwerk ICT 2018*. Den Haag: Pianoo.
- R8: NautaDutilh N.V. (2017 ). *Onderzoeksrapport Inzake Project Intensivering Innovatief Vermogen*. Amsterdam: PIANOO.
- RH7: Schalk, I. A. (2018). *Circulaire Dataservers*. FFACT Strategy & Implementation.
- Rogers, E. M. (2005). Complex adaptive systems and the diffusion of innovations. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 10(3), 1-26.
- Sanders, R. (2019, 12 9). *E-waste hangt als een schaduw boven ict-sector*. Retrieved from Computable: <https://www.computable.nl/artikel/achtergrond/magazine/6847011/5215853/e-waste-hangt-als-een-schaduw-boven-de-ict-sector.html>
- Schiphol-Group. (2015, oktober 5). *Van vlas tot duurzame verf* . Retrieved from <https://www.schiphol.nl/nl/schiphol-group/pagina/van-vlas-tot-duurzame-verf/>.
- Skendžić, A. K. (2016). Effectiveness analysis of using Solid State Disk technology. . In *2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 1587-1591.
- Souza, J. P. (2017). Development of new materials from waste electrical and electronic equipment: Characterization and catalytic application. *Waste Management*, 65, 104-112. .
- Uddin, M. &. (2012). Energy efficiency and low carbon enabler green IT framework for data centers considering green metrics . *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4078-4094.
- US EPA. (2007). Report to Congress on Server and Data Center Energy. *Environment Protection Agency, ENERGY STAR PROGRAM*, 109-431.
- USGBC. (2020). *What is LEED?* Retrieved from <https://www.usgbc.org/help/what-leed>
- Usman, M. J.-S. (2019). Energy-efficient Virtual Machine Allocation Technique Using Flower Pollination Algorithm in Cloud Datacenter: A Panacea to Green Computing. *Journal of Bionic Engineering*, 16(2), 354-366.
- Utrecht Sustainability Institute. (2020, 12 1). *Circular Economy Lab 23: Circulaire dataservers*. Retrieved from USI: <https://www.usi.nl/nl/actueel/agenda/circular-economy-lab-23-circulaire-dataservers>
- Wahlroos, M. P. (2018). Future views on waste heat utilization–Case of data centers in Northern Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1749-1764.
- Yusof, N. A. (2019). Data Sanitization Framework for Computer Hard Disk Drive: A Case Study in Malaysia. (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 10, No. 11.
- Zong, Z. G. (2017). Marcher: A heterogeneous system supporting energy-aware high performance computing and big data analytics. . *Big Data Research*, 8, 27-38.

## APPENDIX 1: AANVULLENDE INFORMATIE OVER HET NETWERK

### 1.1 Innovatieve bedrijven

Kansrijke innovaties kunnen bijvoorbeeld voortkomen uit de R&D van een innovatieve partner zoals Microsoft, Philips en Shell (Amsterdam Economic Board, 2020d). Ondanks de intrinsieke drive om innovaties toe te passen, kunnen bedrijven en kennisinstellingen dit vaak niet alleen en is een netwerk van organisaties essentieel (Cramer, 2019). Een innovatief bedrijf kan, bijvoorbeeld met een nieuwe technologie dat uit vlas duurzame verf produceert, een oplossing bieden voor een maatschappelijk probleem rondom verduurzaming (Schiphol-Group, 2015).

### 1.2 Kennisinstellingen

Nieuwe technologieën en processen kunnen ook voortkomen uit kennisinstellingen zoals: De VU, TNO en Amsterdam Science Park (Amsterdam Economic Board, 2020d). Zij zetten zich in om nieuwe informatie te generen. Dit kan zich, net als bij innovatieve bedrijven, uiten in een nieuwe technologie, nieuw proces, nieuwe toepassing of als de formulering van een probleem. Zo kunnen bedrijven en kennisinstellingen beiden een ‘innovatie pull’ en een ‘innovatie push’ stimuleren.

### 1.3 Overheden

Overheden acteren vanuit een maatschappelijk oogpunt. Dit vertaalt zich in het aankaarten van een probleem of uitdaging, waarvoor een innovatieve oplossing moet komen, zoals de emissie van vrachtwagentransport. Technieken om dit aan te pakken komen uit kennisinstellingen en bedrijven, maar overheden vervullen een cruciale rol bij de implementatie in de vorm van een ‘innovatie pull’. Het invoeren van een nieuw beleid, zoals een emissievrije regio in 2025, zorgt voor een extrinsieke motivatie, waardoor ook bedrijven met een beperkte duurzame visie in beweging moeten komen (Amsterdam Economic Board, 2020a). Een aanpassingen in het beleid kan zich uiten in het vrijmaken van budget, aanscherpen van wetten of het vormen van nieuwe wetgevingen (Cramer, 2019).

## APPENDIX 2: AANVULLENDE INFORMATIE LITERATUURSTUDIE

### 2.1 Samenstelling en programmering

Een uniforme, up-to-date Application Programming Interface (API) is van belang voor de snelheid van dataservers, binnen een datacenter waarin servers ongelijksoortige taken uitvoeren. Dit zorgt ervoor dat alle servers gebruik maken van dezelfde geprogrammeerde basistaal, waardoor ‘objects’ (taken) zo efficiënt mogelijk van elkaar kunnen worden overgenomen. Dit geldt eveneens voor vervangende componenten, zoals opslagapparatuur en processors (Qiao, 2019), (Zong, 2017). Een efficiënt gebruikerscode is daarnaast essentieel voor de snelheid en levensduur van servers. Door gebruik te maken van efficiënte codes kunnen zogenoemde ‘stragglers’, achterblijvende taken die veel tijd en opslag in gebruik nemen, worden geminimaliseerd. Hierdoor is er minder opslagruimte nodig en slijten servers minder snel door overbezetting (Ouyang, 2016). Het voorkomen van achterblijvende taken is extra van belang bij SSD-opslag, dat significant meer energie verbruikt als het vol zit (Skendžić, 2016).

### 2.2 Uitkomsten van het onderzoek van Bokolo

**Table 5.** Descriptive statistic results for Green procurement metrics

| Life Cycle        | Items | 1<br>Not Applied | 2<br>Partly Applied | 3<br>Neutral | 4<br>Applied | 5<br>Fully Applied | Mean | SD   | Min  | Max  | Median |
|-------------------|-------|------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------------|------|------|------|------|--------|
| Green Procurement | GPT1  | 18.75 %          | 10.94 %             | 12.50 %      | 37.50 %      | 20.31 %            | 3.30 | 1.40 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                   | GPT2  | 25.00 %          | 17.19 %             | 17.19 %      | 21.88 %      | 18.75 %            | 2.92 | 1.46 | 1.00 | 5.00 | 3.00   |
|                   | GPT3  | 18.75 %          | 17.19 %             | 20.31 %      | 29.69 %      | 14.06 %            | 3.03 | 1.33 | 1.00 | 5.00 | 3.00   |
|                   | GPT4  | 12.50 %          | 17.19 %             | 17.19 %      | 29.69 %      | 23.44 %            | 3.34 | 1.34 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                   | GPT5  | 12.70 %          | 17.46 %             | 15.87 %      | 34.93 %      | 19.05 %            | 3.30 | 1.30 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                   | GPT6  | 14.29 %          | 12.70 %             | 22.22 %      | 38.10 %      | 12.70 %            | 3.22 | 1.24 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |

DEZE TABEL IS GEVORMD MET VERZAMELDE DATA UIT VRAGENLIJSTEN. IN DEZE VRAGENLIJST KREGEN WERKNEMERS VAN IT-AFDELINGEN BINNEN DATACENTERS DE VRAAG OM DE MATE VAN ADOPTIE VAN EEN BEPAALDE GROENE STRATEGIEËN EEN CIJFER TE GEVEN TUSSEN DE 1 EN 5. IN DEZE TABEL STAAT GTP1 VOOR: “INSTALL SOFTWARE TO MAKE MATERIAL SOURCING MORE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY”, GTP2 VOOR: “BUYS RECYCLED IT EQUIPMENT”, GTP3 VOOR: “MAKES PREFERENCE TO IT HARDWARE SUPPLIERS THAT HAVE A GREEN TRACK RECORD”, GTP4 VOOR: “GIVES WEIGHT TO ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS IN EQUIPMENT PROCUREMENT”, GTP5 VOOR: “DEPLOY ENVIRONMENT-FRIENDLY IT PROCUREMENT POLICY IN OUR DATA CENTER” EN GTP6 VOOR: “GTP6 PURCHASE IT EQUIPMENT FROM VENDORS THAT OFFERS TAKE BACK OPTION” (BOKOLO, 2018).

**Table 7.** Descriptive statistic results for Green disposal metrics

| Life Cycle     | Items | 1<br>Not Applied | 2<br>Partly Applied | 3<br>Neutral | 4<br>Applied | 5<br>Fully Applied | Mean | SD   | Min  | Max  | Median |
|----------------|-------|------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------------|------|------|------|------|--------|
| Green Disposal | GDL1  | 6.56 %           | 8.20 %              | 16.39 %      | 44.26 %      | 24.59 %            | 3.72 | 1.12 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                | GDL2  | 4.92 %           | 6.56 %              | 18.03 %      | 44.26 %      | 26.23 %            | 3.80 | 1.05 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                | GDL3  | 13.33 %          | 11.67 %             | 13.33 %      | 36.67 %      | 25.00 %            | 3.48 | 1.34 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                | GDL4  | 8.20 %           | 6.56 %              | 16.39 %      | 45.90 %      | 22.95 %            | 3.69 | 1.14 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |
|                | GDL5  | 11.67 %          | 13.33 %             | 16.67 %      | 35.00 %      | 23.33 %            | 3.45 | 1.30 | 1.00 | 5.00 | 4.00   |

DEZE TABEL IS GEVORMD MET VERZAMELDE DATA UIT VRAGENLIJSTEN. IN DEZE VRAGENLIJST KREGEN WERKNEMERS VAN IT-AFDELINGEN BINNEN DATACENTERS DE VRAAG OM DE MATE VAN ADOPTIE VAN EEN BEPAALDE GROENE STRATEGIEËN EEN CIJFER TE GEVEN TUSSEN DE 1 EN 5. IN DEZE TABEL STAAT GDL1 VOOR: “RECYCLE CONSUMABLE EQUIPMENT (E.G. BATTERIES, INK CARTRIDGES, AND PAPER)”, GDL2 VOOR: “DISPOSES OF IT EQUIPMENT IN AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MANNER”, GDL3 VOOR: “CARRYOUT POLICY ON MANAGING ELECTRONIC WASTE”, GDL4 VOOR: “REUSE IT EQUIPMENT EN GDL5 VOOR: “REFURBISH OLD, OUTDATED AND OBSOLETE IT EQUIPMENT” (BOKOLO, 2018).



## APPENDIX 3: AANVULLENDE EMPIRISCHE RESULTATEN

### 3.1 Duurzaamheid zichtbaar maken

De waarde van initiatieven kan overgedragen door er over te praten, kennis te delen, stakeholders te betrekken in experimenten en/of een pilot te publiceren (H1: SURF, 2017), (Interview A), (R4: Data Center Frontier, 2019). Duurzaamheid kan concreet zichtbaar worden gemaakt met behulp van cijfers, labels en certificaten (Interview B), (Interview F). Dit creëert vertrouwen dat het aan betrouwbare-en functionele eisen voldoet en kan worden gebruikt als salestool (Interview B), (Interview G), (R4: Data Center Frontier, 2019). Er moet er zo concreet mogelijk worden gecommuniceerd (Interview F).

### 3.2 Circulaire methodes standaardiseren

Als methodes worden gestandaardiseerd over organisaties, hoeven klanten en partners het niet te begrijpen, maar doen de methoden het werk (Interview A). Hiermee kan krachtig worden gestuurd op circulariteit en worden duurzame opties, zoals refurbished, goedkoper (Interview G). De aanpak voor verduurzaming is verdeeld en je wilt het liefst wetten op nationale of internationale schaal (Interview C), (Interview F). Er zijn goede normen voor materialengebruik die kunnen worden aangevuld met normen voor repareerbaarheid en geharmoniseerd kunnen worden met de Ecodesign Directive (Interview G). True Pricing is bijvoorbeeld een methode waarmee een prijskaartje wordt gehangen aan het gebruik van primaire grondstoffen en kritieke materialen en de milieu-impact die het met zich meebrengt (Interview G). Er wordt door een multinational in de datacenter industrie gewerkt aan een soortgelijk materialen model (Interview A).

## APPENDIX 4: EMPIRISCHE BRONNEN

| Bron                   | Code | Omschrijving                                                                                                                                                                                       | Bedrijf/Instelling                                                             | Rol                                 | Jaar |
|------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|
| Interview              | A    | A1: Director corporate affairs die functioneert als aanspreekpunt voor technologische en regelgevende ontwikkelingen in Nederland<br><br>A2: General Manager for Cloud Supply Chain Sustainability | X1: Multinational op het gebied van datadiensten                               | Leveren                             | 2020 |
| Interview              | B    | Systeem expert van een computersysteem dat beschikbaar is voor landelijk gebruik en beheer                                                                                                         | X2: Organisatie die data-diensten levert voor onderwijs, cultuur en wetenschap | Leveren & afnemen                   | 2020 |
| Interview              | C    | MVO-manager                                                                                                                                                                                        | X2: Organisatie die data-diensten levert voor onderwijs, cultuur en wetenschap | Leveren & afnemen                   | 2020 |
| Interview              | D    | Manager van de afdeling dat gaat over duurzaamheid en IT-efficiëntie                                                                                                                               | X3: Multinational op het gebied van datadiensten                               | Leveren                             | 2020 |
| Interview              | E    | Senior Sourcing Manager op het gebied van inkoop en duurzaamheid                                                                                                                                   | X4: Nederlands bedrijf dat op grote schaal IT inkoopt.                         | Afnemen                             | 2020 |
| Interview              | F    | Adviseur van het innovatieteam op het gebied van energie efficiëntie van servers voor wetenschappelijk onderzoek                                                                                   | X2: Organisatie die data-diensten levert voor onderwijs, cultuur en wetenschap | Leveren & afnemen                   | 2020 |
| Interview              | G    | Adviseur/projectmanager die relaties legt tussen organisaties die in de praktijk werken aan Circulaire Economie en ontwikkelingen vanuit kennisinstellingen.                                       | X5: Duurzame instituut van een Universiteit                                    | Adviseren                           | 2020 |
| Rapport                | R1   | MRA brede Strategie Datacenters Eindrapport                                                                                                                                                        | Metropoolregio Amsterdam                                                       | Rapporteren                         | 2020 |
| Rapport                | R2   | Green Data Center Practices                                                                                                                                                                        | HKSAR                                                                          | Verkennen & adviseren               | 2016 |
| Rapport                | R3   | Progress report (2015 - June 2019) The Circular Economy Programme in the Amsterdam Metropolitan Area                                                                                               | Amsterdam Economic Board                                                       | Evalueren & rapporteren & adviseren | 2019 |
| Rapport                | R4   | Sustainable Data Center Decommissioning                                                                                                                                                            | Datacenter Frontier                                                            | Verkennen & adviseren               | 2019 |
| Rapport                | R5   | Circular Economy Report Sample Report January, 2018 - December, 2018                                                                                                                               | Hewlett Packard Enterprise                                                     | Rapporteren                         | 2018 |
| Rapport                | R6   | Verslag Samenvatting Leernetwerk ICT 2018                                                                                                                                                          | Rijkswaterstaat                                                                | Rapporteren & adviseren             | 2018 |
| Rapport en Handreiking | RH7  | Circulaire Dataservers                                                                                                                                                                             | FFact                                                                          | Verkennen & adviseren               | 2018 |
| Rapport                | R8   | Onderzoeksrapport Inzake Project Intensivering Innovatief vermogen                                                                                                                                 | NautaDutilh N.V.                                                               | Verkennen & adviseren               | 2017 |
| Handreiking            | H1   | Aan de slag met Maatschappelijk Verantwoord Inkopen van ICT voor Hoger Onderwijs                                                                                                                   | SURF                                                                           | Adviseren                           | 2017 |
| Handreiking            | H2   | Handreiking Duurzame Inkoop Informatievoorziening                                                                                                                                                  | Copper8                                                                        | Adviseren                           | 2020 |
| Handreiking            | H3   | ICT inkopen met impact                                                                                                                                                                             | SURF                                                                           | Adviseren                           | 2017 |
| Observatie             | O1   | Circular Economy Lab                                                                                                                                                                               | USI                                                                            | Delen & leren                       | 2020 |

DIT ZIJN DE BRONNEN WAARUIT DE EMPIRISCHE DATA IS VERZAMELD MET BIJGEVOEGDE CODE, TITEL/OMSCHRIJVING, BEDRIJF/INSTELLING, ROL EN JAAR. IN DE EMPIRISCHE STUDIE IS AAN DEZE CODES GEREFEREERD.